



BBU Dr. Schubert GmbH | Glockenplatz 1 | 34388 Trendelburg

P & I Projektentwicklungs – und
Vertriebs GmbH
Friedrichsstraße 14
34117 Kassel

Projektnummer: 223360-1
Ansprechpartner: Marcus Kimm
Datum: 23.05.2024
Telefon: 0 56 71 – 77 97 0
Fax: 0 56 71 – 77 97 10
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

INGENIEURGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Kassel, Projekt Weserstraße 2B Unterkunft für Auszubildende

Orientierende geologische Voruntersuchung nach DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie gründungs- und erdbautechnischen Empfehlungen

Bauvorhaben: Neubau einer Unterkunft für Auszubildende
Weserstraße 2B
34125 Kassel

Bauherr: P & I Projektentwicklungs – und
Vertriebs GmbH
Friedrichsstraße 14
34117 Kassel

Auftraggeber: wie vor

Projektplanung: P & I Projektentwicklungs – und
Vertriebs GmbH
Friedrichsstraße 14
34117 Kassel

Tragwerksplanung: -----

Nachfolgend wird das Ingenieurgeologische Gutachten mit den Seiten 2 bis 27 und den Anlagen 1 bis 4 vorgelegt.

Inhaltsverzeichnis:

1	Bauvorhaben und Auftrag	3
2	Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen	4
3	Lage und örtliche Situation	5
4	Baugrundsituation	6
4.1	Geologische und hydrologische Übersicht; Erkundungen.....	6
4.2	Bodenaufbau	7
4.3	Erkundete Bodenwasserverhältnisse	9
4.4	Labortechnische Untersuchungen	10
4.5	Dynamische Widerstandsmessung.....	11
4.6	Charakteristische Bodenkennwerte	14
4.7	Bautechnische Einteilung.....	15
4.8	Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit.....	16
4.9	Erdbebensicherheit.....	17
4.10	Bauchemische Grundwasser- / Bodenanalyse	17
4.11	Ionisierende Strahlung (Schleich- und Radongas).....	18
4.12	Analyseergebnis Umweltuntersuchung.....	18
5	Ingenieurgeologische Beratung	19
5.1	Planungsvorgaben; Vorbemerkungen.....	19
5.2	Gründung des Bauvorhabens	21
6	Schlussbemerkungen.....	27

1 Bauvorhaben und Auftrag

Die P & I Projektentwicklungs- und Vertriebs GmbH, **Kassel**, beabsichtigt den Neubau einer Unterkunft für Auszubildende in Kassel, Weserstraße. Nachstehende Abbildung zeigt die geographische Einordnung des Standortes.

Abbildung 1: gepl. Standort



Quelle: Google Maps

Im Hinblick auf die zu erwartenden Baugrundverhältnisse und als Grundlage für die Beurteilung der Gründung soll zur Gewährleistung der zulässigen geotechnischen Rahmenbedingungen, insbesondere aber zur Sicherstellung einer technisch einwandfreien und sicheren Gebäudegründungsausführung, eine **ingenieurgeologische Voruntersuchung** der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse durchgeführt werden.

In diesem Zusammenhang hat der **Bauherr** die **BBU Dr. Schubert GmbH** beauftragt, die im Gründungseinwirkungsbereich der Baumaßnahme anstehenden Baugrundverhältnisse in einer orientierenden Erkundung festzustellen und auf deren Grundlage sowie unter Berücksichtigung der Planungsvorgaben eine Empfehlung für die Gründung zu bearbeiten.

Gemäß der vorstehenden Zielsetzung wird das Ergebnis mit nachfolgendem **Ingenieurgeologischen Gutachten** dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die Baugrunderkundung, -untersuchung und -bewertung der geologischen Voruntersuchung nach DIN 4020 und entbehrt zur Realisierung von erd- und grundbautechnischen Arbeiten nicht die geologische Hauptuntersuchung nach DIN 4020.

Die schriftliche Ausarbeitung gilt nur nach Verifizierung und vorbehaltlich einer ausreichenden Fachbauleitung bzw. geotechnischen Baustellenbegleitung durch das Unterzeichnerbüro.

Anmerkung: Der örtlich begrenzte Untersuchungsumfang kann Änderungen der außerhalb des Untersuchungsbereiches anstehenden Baugrundverhältnisse, die Einfluss auf die Gebäudegründung sowie die erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten haben können, naturgemäß nicht ausschließen.

2 Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen

Als Grundlage zur Bearbeitung wurden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen, unter anderem:

- **DIN 4020**
"Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke"
- **DIN EN ISO 22 475**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4021)"
- **DIN EN ISO 14 688**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4022 und DIN 4023)"
- **DIN EN ISO 22 476-T.1**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 1: Drucksondierungen"
- **DIN EN ISO 22 476-T.2**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 2: Rammsondierungen"
- **DIN 1997 - 1 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1054**
"Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau"
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"
- **DIN 18300**
"Erdarbeiten"

- **DIN 4095**
"Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung"
- **DIN 18305**
"Wasserhaltungsarbeiten"
- **DIN 18533**
"Abdichtung von erdberührten Bauteilen"
- **DIN EN 12699**
Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - "Verdrängungspfähle"
- **Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)**
"Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", 2. Auflage 2012"
- **Prinz, Helmut**
"Abriss der Ingenieurgeologie - 4. Auflage, München, 2006"
- **Grundbau - Taschenbuch**
"Teil 1 bis 3 - 7. Auflage, Berlin, 2009"

Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung stand dem Unterzeichnerbüro folgende Projektunterlage für die Bearbeitung zur Verfügung:

- **Lageplan - Vorplanung**, von Auftraggeber - ohne Maßstabs- und Datumsangabe
- **Genehmigungsplanung (Querschnitte, Längsschnitte, Grundrisse Geschosse) vom 13.05.2024, P & I Projektentwicklungs- und Vertriebs GmbH**
- **Gutachten Histor. Gebäude Karlsruhospital, 15.11.2004, Erd- und Grundbaulaboratorium Gehard Kratzenberg**

3 Lage und örtliche Situation

Der Standort der Unterkunft für Auszubildende befindet sich an der Weserstraße, Kassel, Flurstücke Flur 2, Flurstück 128/7 + 128/8. Östlich grenzt hinter dem Bestandsbau „Karlsruhospital“ die Fulda/Kleine Fulda im Bereich der Alten Schlagd an.

Als Standort für den geplanten Bau dient eine derzeit als Parkplatz genutzte Fläche, welche mit Pflaster und Asphalt befestigt ist.

Das Gelände ist relativ eben, es liegt kein nennenswerter Geländeeinfall vor (NHN etwa 171,75).

Nachstehende Fotoaufnahmen geben einen visuellen Überblick über die örtliche Situation zum Zeitpunkt der Erkundungsdurchführung.

Foto 1: Baufläche - Blick in nördliche Richtung



Foto 2: Baufläche - Blick in südliche Richtung



4 Baugrundsituation

4.1 Geologische und hydrologische Übersicht; Erkundungen

Die Baufläche fällt in das Auegebiet der Fuldaaue.

Nach Auswertung des vorliegenden geologischen Archivmaterials werden die generellen geologischen Verhältnisse durch **quartäre Aue- und Lösssedimente** geprägt. Im liegenden sind Ton-, Schluff-, Sandsteine des Oberen Buntsandsteins zu erwarten.

Das Gelände liegt im Niederschlagseinzugsgebiet der *Fulda*, hier der „*Kleinen Fulda*“. Hierdurch ist von einem grundwasserführenden Bodenaufbau auszugehen. In Abhängigkeit des jahreszeitigen Klimaverlaufes ist neben schwankenden Pegeln mit lokalen Auftritten von **Hang- und Schichtenwässern** zu rechnen.

Zur Erzielung eines **orientierenden** Überblickes über die tatsächlichen Baugrundverhältnisse im Gründungsbereich des Bauvorhabens und als Grundlage für die **Vorbeurteilung** der Bauwerksgründung wurden im Zeitraum zwischen dem 08.05.2024 bis 16.05.2024 auftragsgemäß:

5 Rammkernsondierungen Ø36 - 50 mm

(Kurzbezeichnung: **RKS bei EP 2, EP 3, EP 8, EP 9, EP 10**)

nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688,

7 dynamische (schwere) Rammsondierungen

(Kurzbezeichnung: **DPH bei EP 1, EP 4, EP 5, EP 6, EP 7, EP 11a, EP 11b**)

nach DIN EN ISO 22476-T.2 ausgeführt.

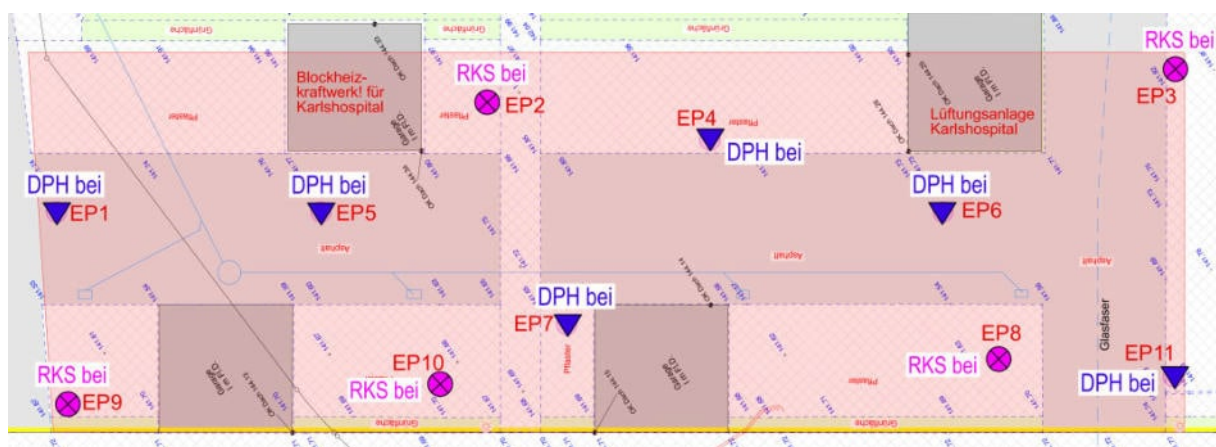
In den Erkundungs- / Prüfstellen, die hinsichtlich ihrer Lage in dem Lageplan der **Anlage 1** einkartiert sind, wurden Bodenschichten benannt sowie Schichtgrenzen eingemessen und die Grundwasser- / Bodenfeuchtesituation aufgenommen.

Die Rammsondierung dient der quantitativen Bewertung der natürlichen Konsistenz der Böden. Mit den Drucksondierungen wurden statische Widerstandsmessungen zur direkten Ermittlung der Untergrundeigenschaften ausgeführt.

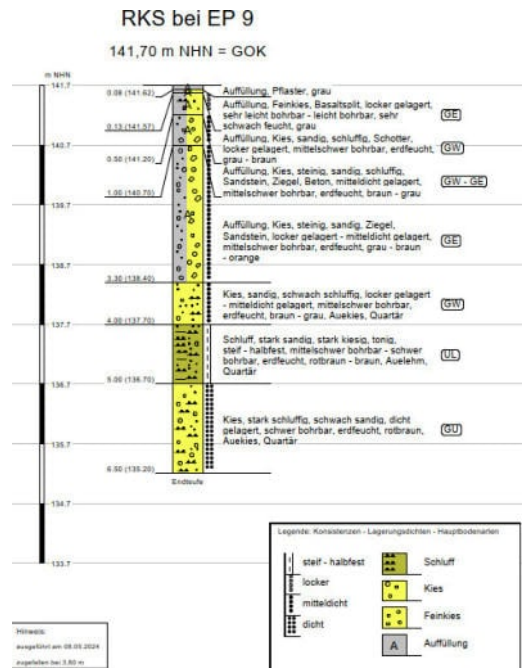
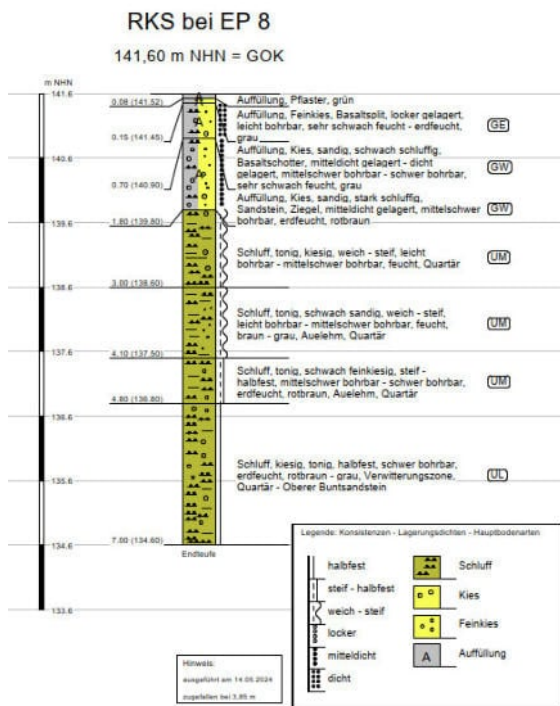
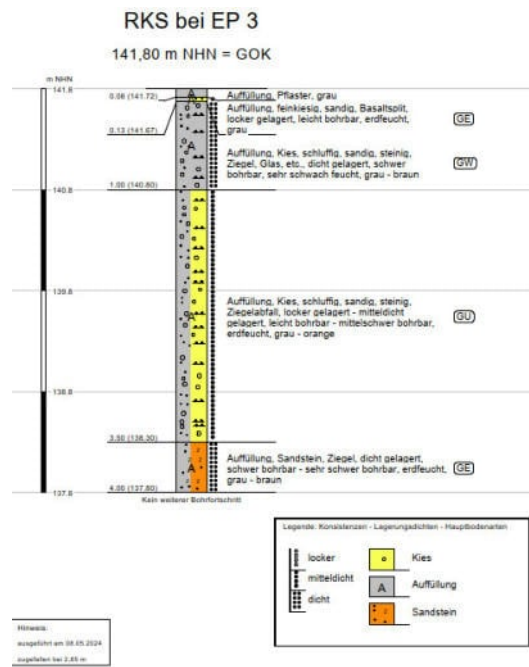
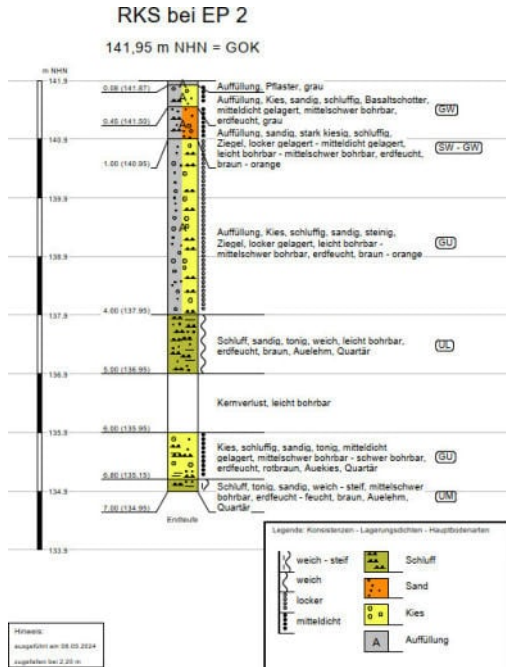
4.2 Bodenaufbau

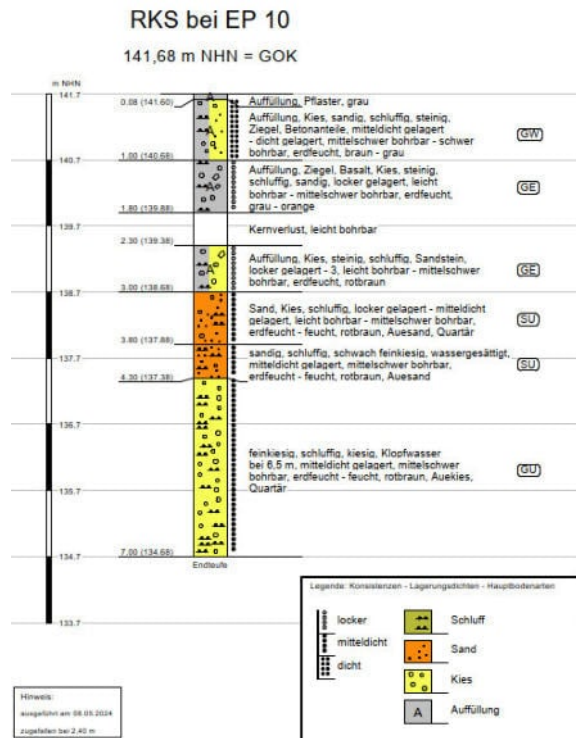
Das im Verlauf der Erkundungsarbeiten angetroffene Bodenprofil wurde ingenieurgeologisch detailliert aufgenommen. Nachfolgend werden die Profilaufnahmen wiedergegeben.

Abbildung 2a: Lage der Sondierungen (RKS)



Abbildungen 2b bis 2f: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen





Zusammenfassung:

Das Gelände ist zunächst durch eine Befestigung aus Pflaster/Asphalt abgedeckt. Darunter befinden sich Splitt, Basaltschotter und kiesige Auffüllungen von meist sehr dichter Lagerung bis ca. 1,0 m Tiefe.

Bis in Tiefen von 3-4 m unter GOK folgen meist gering verdichtete Auffüllungen aus Trümmerschutt mit Ziegel-/Beton- und Sandsteinanteilen.

Darunter wechseln dann Auesande, Auekiese und Auelehme in unterschiedlichen Horizonten ab. Im Liegenden ab ca. 5,0 bis 7,0 m Tiefe wird der Übergang in die Verwitterungszone des oberen Buntsandsteins vermutet. Hier liegen halbfeste Konsistenzen bzw. mitteldichte Lagerungsverhältnisse vor. Bei Bohrung RKS bei EP 3 war ab 4,0 m Tiefe kein weiterer Bohrfortschritt zu verzeichnen. Hier ist mit steinigen, blockartigen Auffüllungen (Altfundamenten, o.Ä.) zu rechnen.

Die **Anlagen 2.1 bis 2.5** zeigen nochmal in separaten Darstellungen die aufgenommenen Bodenprofile.

4.3 Erkundete Bodenwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten wurde kein Grundwasser angetroffen. Jedoch zeigte sich meist ein Zufallen des Bohrlochs, so dass keine Lotung bis Erkundungstiefe

möglich war. Bei RKS bei EP 2 und RKS bei EP 10 wurden bereichsweise wassergesättigte, feuchte Horizonte angetroffen.

Die Feststellungen spiegeln grundsätzlich die aktuelle Situationserhebung während der Erkundungsdurchführung wider. Ergebnisse von Langzeitmessungen liegen nicht vor. Diese können nur über Grundwasserbeobachtungsbrunnen erreicht werden.

Im Verlauf niederschlagsreicher Zeiten ist mit einer Veränderlichkeit der bodenhydrologischen Situation in Form von vermehrten bzw. intensiven Grundwasseraufkommen zu rechnen. Die bindigen Böden bilden Grundwasserstauer.

Gemäß HLNuG liegt die Fläche außerhalb ausgewiesener Überschwemmungsgebiete, dies sollte ergänzend über das RP Kassel überprüft werden.

Abbildungen 3: Ausschnitt GeoViewer, 16.05.2024



Ohne Kenntnis der langzeitigen Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes sollte der **Bemessungswasserspiegel** vorsorglich **in Oberkante Gelände** angesetzt werden.

4.4 Labortechnische Untersuchungen

Neben den feldgeologischen Arbeiten sind im Labor an einigen Proben aus dem anstehenden Bodenaufbau der natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt worden. Die Ergebnisse werden wie folgt wiedergegeben:

Natürliche Wassergehalte:

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgt durch Ofentrocknung. Der Wassergehalt wird durch Wiegen der Probe vor und nach dem Trocknen bei 105°C bestimmt. Das Trocknen wird so lange fortgesetzt, bis sich die Masse der Probe nicht mehr ändert. Die getrocknete Probe wird in einen Exsikkator gestellt und nach Abkühlen auf Raumtemperatur gewogen. Der Wassergehalt ist das Verhältnis der Masse des Wassers zur Masse des trockenen Bodens. Der natürliche Wassergehalt w_n für die untersuchten Proben beträgt:

Entnahme aus Bohrung	Entnahmetiefe m u. GOK	Wassergehalt w_n %
RKS EP 2	1,0-3,0	14,43
RKS EP 2	4,5-5,0	22,88
RKS EP 2	5,0-7,0	21,47
RKS EP 8	1,8-3,0	32,11
RKS EP 8	6,0-7,0	15,15
RKS EP 9	4,0-5,0	14,77
RKS EP 9	5,0-6,5	15,33
RKS EP 10	1,0-3,0	16,05
RKS EP 10	3,0-5,0	15,00
RKS EP 10	5,0-7,0	14,40

Tabelle 1: Ergebnis natürliche Wassergehaltsbestimmung

Nach dem Befund der Wassergehaltsbestimmung beschreiben die untersuchten Proben in Abhängigkeit ihres bodenarttypischen Wasserbindevermögens eine normale (erdfeuchte) bis deutlich überhöhte Feuchtebeanspruchung.

4.5 Dynamische Widerstandsmessung

Zur Bestimmung der dynamischen Eindringwiderstände und zur Bestätigung der sensitiven Bodenansprache wurden eine dynamische Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-T.2 ausgeführt.

Die Prüfung umfasst die Protokollierung von Schlagzahlen nach normativer Anordnung und Bezug auf jeweils 10 cm Rammfortschritt (N_{10}).

Das Ergebnis wird als Widerstandslinie dargestellt. Die grafische Darstellung und Zahlenwertzusammenstellung sind in der **Anlage 4** abgebildet.

Die Auswertung der Rammsondierung erfolgt unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze der DIN EN ISO 22476 auf der Grundlage einer Gegenüberstellung von Schlagzahlbereichen und Lagerungsdichte bei grobkörnigen Böden sowie von Schlagzahlbereichen und Konsistenz bei feinkörnigen Böden.

Zugeordnet wurde das Spektrum der Lagerungsdichte von "sehr locker" bis "sehr dicht". Hierbei werden die Schlagzahlen wie folgt definiert:

Konsistenz	DPL N_{10}
sehr locker	0 - 1
locker	1 - 4
mitteldicht	4 - 18
dicht	18 - 24
sehr dicht	>24

Tabelle 2: Einteilung Lagerungsdichte nach Schlagzahlen der dynamischen (schweren) Rammsonde

Hinweis: Die Definitionen stellen lediglich Tendenzen dar! Je nach Bodenart sind Abweichungen von diesem Schema einzukalkulieren! Eine exakte bodenartabhängige Definition kann nur durch schichtweise Einzelauswertung nach DIN EN ISO 22476 erfolgen.

Nachfolgend wird die Ergebnisse der Prüfstellen wiedergegeben.

Abbildung 4a: Lage der Rammsondierungen (DPH)

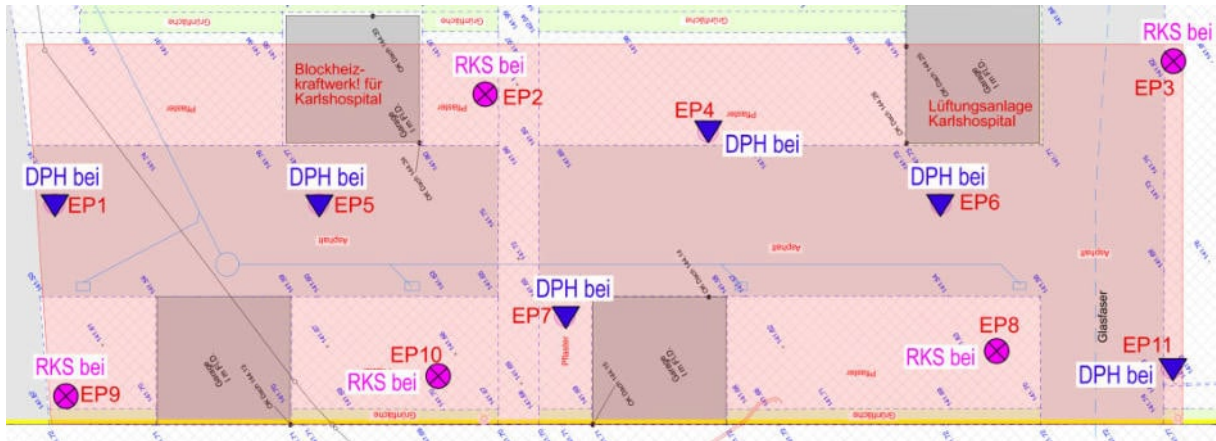
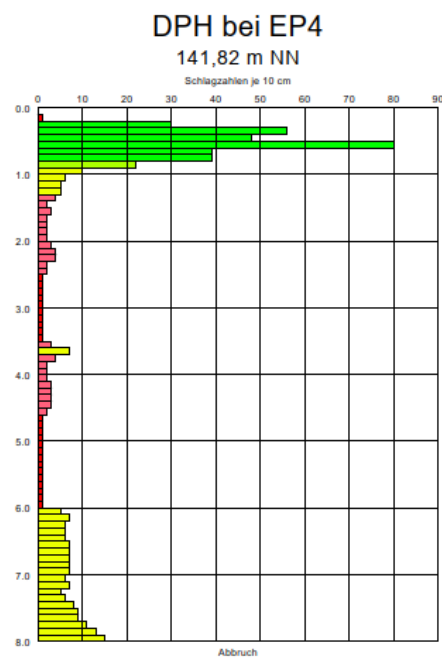
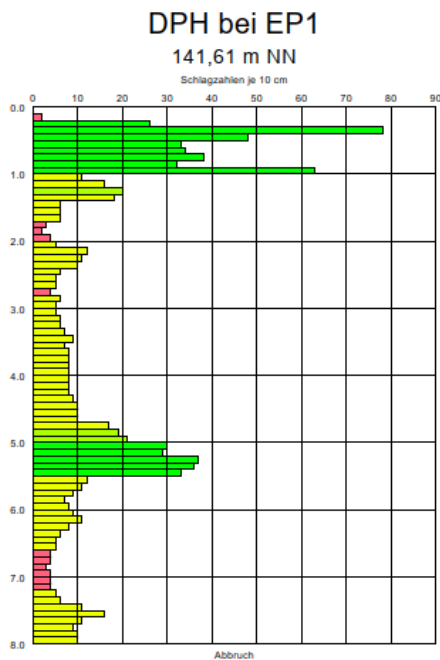


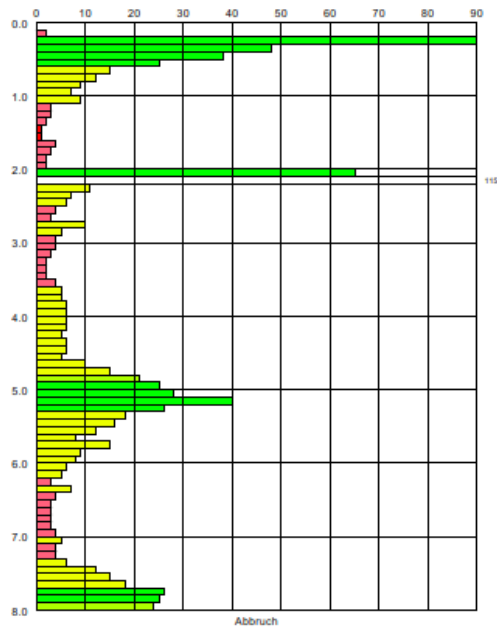
Abbildung 4b bis 4g: Widerstandslinien der Rammsondierungen



DPH bei EP5

141,70 m NN

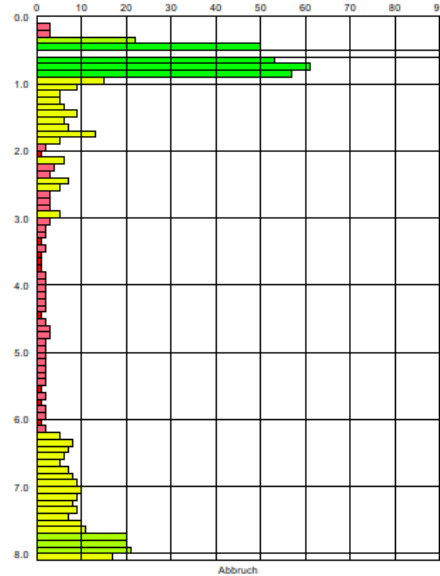
Schlagzahlen je 10 cm



DPH bei EP6

141,65 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

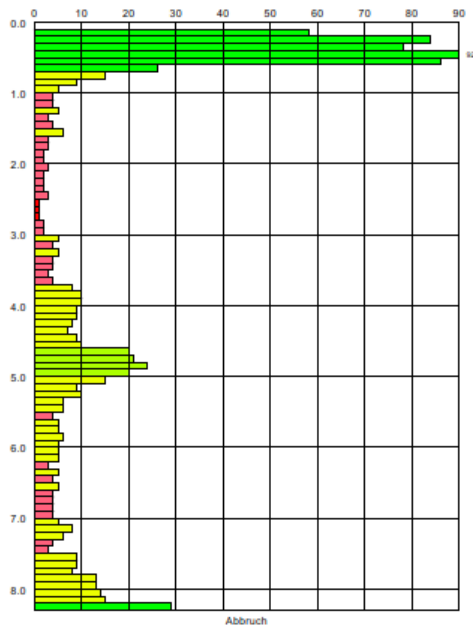


€
" Beschaffenheit.

DPH bei EP7

141,68 m NN

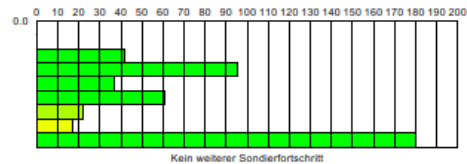
Schlagzahlen je 10 cm



DPH A bei EP11

141,80 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe (m)	N ₆₀
0,10	0
0,20	0
0,30	42
0,40	95
0,50	37
0,60	61
0,70	22
0,80	17
0,90	180

Der Prüfbefund belegt bei EP 4, EP 5, EP 6 und EP 7 für die Tiefen bis 7,0 m teils deutlich geringe Schlagzahlen. Dies legt für den Trümmerschutt ein sehr lockere Lagerungsdichte nahe und für den Auelehm im tieferen Bereich teils weiche bis breiige Konsistenzen. Ab ca. 6,0 bis 7,0 m steigen die Schlagzahlen wieder an.

4.6 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der bodenkundlichen Prüfungen werden die bis zur maximalen Erkundungstiefe der direkten Bohraufschlüsse (Rammkernsondierungen) angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Tabellenwerte gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

Bodenschicht	Wichte γ / γ' kN / m ³	Reibungs- winkel ϕ' Grad	Steifemodul E_s kN / m ²	Kohäsion c' / c_u kN / m ²
Kies, sandig, schluffig (Auffüllung, Schotter, teils vermörtelt)	19,5 / 9,5	35,0	60.000	0,0 / 0,0
Kies, steinig, schluffig (Auffüllung, Trümmerschutt, Ziegel, etc.)	18,5 / 8,5	32,5	2.000 - 10.000*	0,0 / 0,0
Schluff - weich (Quartär, Auelehm)	19,0 / 9,0	22,5	3.000	2,0 / 10,0
Schluff - weich bis steif (Quartär, Auelehm)	19,0 / 9,0	22,5	4.000	2,0 / 10,0
Schluff - steif (Quartär, Auelehm)	19,5 / 9,5	22,5	5.000	2,0 / 15,0
Schluff - steif bis halbfest (Quartär, Auelehm)	19,5 / 9,5	22,5	8.000	5,0 / 25,0
Kies, stark schluffig- (Quartär, Auekies)	19,5 / 9,5	27,5	20.000	2,0 / 25,0
Sand, schluffig- (Quartär, Auesand)	19,0 / 9,0	30,5	15.000	2,0 / 25,0
Kies, sandig, schwach schluffig- (Quartär, Auekies)	19,0 / 9,0	35,0	40.000	0,0 / 0,0
Schluff, kiesig- halbfest (Verwitterungszone, Oberer Buntsandstein)	20,0 / 10,0	25,0	15.000 – 20.000	25,0 / 75,0

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

* kaum verdichtet

4.7 Bautechnische Einteilung

Nach den örtlichen Feststellungen ist der angrenzende Untergrund bis zur maximalen Erkundungstiefe für bautechnische Zwecke wie folgt einzuordnen:

Bodenschicht	Boden- gruppe	Klassifikation	Boden- klasse	Homogen- bereich *)	Frost- empfindlichkeit
	DIN 18196	DIN 18196	DIN 18300	"Erdarbeiten"	ZTVE - StB
Kies, sandig, schluffig (Auffüllung, Schotter)	GW - GE	nichtbindige, grobkörnige Böden	3	B	F 1
Kies, steinig, schluffig (Auffüllung, Trümmer- schutt)	GE - GX	nichtbindige, grobkörnige Böden	3	B	F 1 – F 3
Sand, schluffig (Quartär, Auesand)	SU	schwachbin- dige, grobkör- nige Böden	3-4	B	F 3
Schluff (Quartär, Au- elehm)	UM, UL, UM -UL, UM - TM, TM	bindige, fein- körnige Böden	4	C	F 3
Kies, schluffig- (Quar- tär, Auekies)	GU	schwachbin- dige, grobkör- nige Böden	3-4	B	F 2 – F 3
Kies, sandig, schwach schluffig- (Quartär, Au- ekies)	GW	nichtbindige, grobkörnige Böden	3	B	F 1 – F 2
Schluff, kiesig- halb- fest (Verwitterungszone, Oberer Buntsandstein)	GU-UL	bindige, fein- körnige Böden bis schwach- bindige, grob- körnige Böden	4-6	C	F 3

Tabelle 4: Bautechnische Einteilung

*) Vorschlag - ohne VOB - rechtswirksamen Charakter

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ **Bodengruppen (DIN 18196)**

- **GE:** enggestufte Kiese **GW** weitgestufte Kies - Sand - Gemische **GI:** intermittierend gestufte Kies - Sand - Gemische
- **SE:** enggestufte Sande **SW** weitgestufte Sand - Kies - Gemische **SI:** intermittierend gestufte Sand - Kies - Gemische
- **GU bzw. GU*:** Kies - Schluff - Gemische **GT bzw. GT*:** Kies - Ton - Gemische
- **SU bzw. SU*:** Sand - Schluff - Gemische **ST bzw. ST*:** Sand - Ton - Gemische
- **UL:** leicht plastische Schluffe **UM:** mittelplastische Schluffe **UA:** ausgeprägt plastische Schluffe
- **TL:** leicht plastische Tone **TM:** mittelplastische Tone **TA:** ausgeprägt plastische Tone
- **OU:** Schluffe mit organischen Beimengungen **OT:** Tone mit organischen Beimengungen
- **OH:** grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art **HN:** nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- **HZ:** zersetzte Torfe **A:** Auffüllungen

➤ **Bodenklassen (DIN 18300 und VOB "Erdarbeiten"):**

- **Bodenklasse 1:** Oberboden (Mutterboden) - oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- **Bodenklasse 2:** Fließende Bodenarten - von flüssiger bis zähflüssiger Beschaffenheit, die das Wasser schwer abgeben.
- **Bodenklasse 3:** Leicht lösbare Bodenarten - nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese, und Sand - Kies - Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit besserer als breiiger Konsistenz sowie Torfe.
- **Bodenklasse 4:** Mittelschwer lösbare Bodenarten - Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 5:** Schwer lösbare Bodenarten - Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.
- **Bodenklasse 6:** Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte bindige und nicht bindige Bodenarten, wie sie z.B. durch Austrocknen, Gefrieren oder chemischen Bindungen hervorgerufen werden; nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 7:** Schwer lösbarer Fels - Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügesteifigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke sowie dergleichen.

➤ **Homogenbereiche (DIN 18300 (2015) und VOB / C "Erdarbeiten"):**

- **Definition:** Gemäß ATV DIN 18304 (2012) sind Boden und Fels in Homogenbereiche (Schichteneinteilung) einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997, T. 2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.
- Die DIN 18300 (2012) wurde zurückgezogen - die Einteilung in Bodenklassen (bisher 1 - 7) entfällt.

➤ **Frostempfindlichkeit (ZTVE - StB 09):**

- **Frostempfindlichkeitsklasse F1:** nicht frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F2:** gering bis mittel frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F3:** sehr frostempfindlich

Hinweis: Die Abschätzung der Werte für die Homogenbereiche erfolgt auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und der Erfahrung aus Projekten mit ähnlichen / vergleichbaren Böden sowie auf Grundlage von Literatur- und Tafelwerten. Die Angabe der nach DIN 18300 vorgesehenen Kennwerte für die Homogenbereiche ist mit entsprechender Genauigkeit und Aussagekraft nur auf der Grundlage eines entsprechenden Umfangs an Feld- und Laboruntersuchungen möglich.

4.8 Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit

Zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) für den Untergrund oberhalb der Grundwasseroberfläche ist es notwendig den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") festzustellen.

Für die Bodenschichten bis in maximale Tiefe des Erkundungsaufschlusses werden die Durchlässigkeiten nach Erfahrung wie folgt abgeschätzt:

Bodenschicht	k_f - Wert m / s	Durchlässigkeit nach DIN 18130
Kies , sandig, steinig (Auffüllung, Trümmerschutt)	$10^{-4} - 10^{-5}$	stark durchlässig bis durchlässig
Schluff (Quartär, Auelehm)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Kies , sandig, schluffig (Quartär, Auekies)	$10^{-4} - 10^{-5}$	stark durchlässig bis durchlässig
Sand , schluffig (Auffüllung, Trümmerschutt)	$10^{-5} - 10^{-7}$	Durchlässig bis schwach durchlässig
Schluff, kiesig (Verwitterungszone, Oberer Buntsandstein)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig

Tabelle 5: Abschätzung Durchlässigkeit

4.9 Erdbebensicherheit

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen in der Bundesrepublik Deutschland" gehört die Umgebung zu **keiner Erdbebenzone**.

4.10 Bauchemische Grundwasser- / Bodenanalyse

Bei Vorliegen eines überhöhten Sulfatgehaltes im Boden können Substanzzerstörungen von erdeinbindenden Betonbauwerken auftreten. Betonbauteile, die einem Sulfatangriff ausgesetzt sind, können durch Treiberscheinungen infolge sekundärer Etringit- und / oder Gipsbildung bei niedrigen Bauteiltemperaturen zusätzlich durch Thaumasytbildung geschädigt werden. Daher empfiehlt sich vorab eine bodenchemische Sulfatbestimmung durchführen zu lassen. Generell sollte eine Analytik gemäß:

- Norm Entwurf **DIN 4030-1**, Ausgabe: 2006-09
"Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte"
- Norm-Entwurf **DIN 4030-2**, Ausgabe: 2006-09
"Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben"

eingepplant werden.

Das aufgefüllte Material und der anstehende Boden wurden jeweils auf die Betonaggressivität des Bodens analysiert. Die Ergebnisse werden nachgereicht.

4.11 Ionisierende Strahlung (Schleich- und Radongas)

Aus natürlich vorkommendem Uran in Böden und Gesteinen entsteht das Edelgas Radon, das sich in Gebäuden ansammeln kann. Der größte Teil der Strahlung aus natürlichen Strahlenquellen in Deutschland, der die Bevölkerung ausgesetzt ist, ist auf Radon zurückzuführen. Etwa fünf Prozent der Todesfälle durch Lungenkrebs in der Bevölkerung basieren nach aktuellen Erkenntnissen auf der Inhalation von Radon und der Anreicherung seiner Zerfallsprodukte in der Lunge.

Zur Einordnung: Das sind in etwa 1900 Todesfälle jährlich, während sich ca. 1600 Todesfälle auf Kontakt mit Asbest zurückführen lassen.

Ein mögliches Eindringen von Radongas in Wohn- oder Arbeitsräume ist somit ein wichtiger Aspekt, der im Hinblick auf neuere Forschungen zur Gesundheitsvorsorge (insb. Lungenkrebsrisiko) im Baubereich beachtet werden sollte.

Im Strahlenschutzgesetz vom Juni 2017 zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung finden sich folgende Formulierungen:

Auszug aus Teil 4, Kapitel 2 – Schutz vor Radon – Abschnitt 1

§ 123 (1) *Wer ein Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen errichtet, hat geeignete Maßnahmen zu treffen, um den **Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern** oder erheblich zu erschweren.*

Zu den geeigneten Maßnahmen gehören unter anderem die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz.

Unabhängig von den individuell standortabhängigen stark variierenden Radonkonzentrationen im Boden (Bodenluft), die nur durch gezielte Messungen genau geklärt werden können, sollten daher potentielle Eintrittsstellen für Feuchtigkeit, Schleich- und Radongas, wie z.B. quadratische Aussparungen in der Bodenplatte bautechnisch vermieden werden. Dies sollte rechtzeitig planerisch Berücksichtigung finden, da sichere Abdichtungen z.B. an den Durchtrittsstellen von Abwasserrohren zu einer glatten Aussparungsfläche im Beton nachträglich praktisch nicht möglich sind.

Sichere und geprüfte Abdichtungslösungen sind somit rechtzeitig einzuplanen.

Die Industrie bietet vielfältige Lösungen zur dauerhaften Abdichtung von Abwasserrohren an, die vor dem Betonieren der Bodenplatte eingebaut werden können.

4.12 Analyseergebnis Umweltuntersuchung

Hinsichtlich der umwelttechnischen Analytik und Abfalleinstufung der anstehenden Böden wurde eine abfallcharakterisierende Materialbeprobung im Sinne der Probenentnahmerichtlinie PN 98 nach LAGA vorgenommen. Das entnommene Material wurde homogenisiert, in luftdicht verschlossene Eimer gefüllt und gekühlt transportiert.

Nach den LAGA - Probennahmenvorschriften (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - M20) wurde zur orientierenden Erstbewertung folgende Mischproben entnommen:

- **MP 1:** Mischprobe aus Auffüllungsbereichen bei EP 2 und EP 4
- **MP 2:** Mischprobe aus Auffüllungsbereichen bei EP 8, EP 9 und EP 10
- **MP 3:** Mischprobe aus geogenen Böden bei EP 2, EP 4, EP 8, EP 9, EP 10

Die Proben wurden im AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, chemischen Untersuchungen gemäß den in der **Anlage 6** wiedergegebenen Analysemethoden unterzogen.

Untersuchungsergebnisse und Bewertung nach LAGA

Die Auswertung der chemischen Analytik der Mischproben erfolgt nach der Parameterliste EBV RC 1 bis RC 3 sowie BM-BG0*. Maßgeblich sind zur Beurteilung die höchsten Überschreitungswerte.

Die Einstufung nach EBV Boden ergab folgendes Ergebnis:

Mischprobe	Analytik / auffälliges Messergebnis	Zuordnungswert nach EBV RC 1 bis RC 3 bzw. BM-BG-0*
MP 1		
MP 2		
MP 3		

Tabelle 6: Ergebnis der Untersuchung nach LAGA

Ergebnisse werden nachgereicht.

5 Ingenieurgeologische Beratung

5.1 Planungsvorgaben; Vorbemerkungen

Das geplante Bauvorhaben sieht die Errichtung eines freistehenden Studentenwohnheims vor. Die nachstehende Abbildung zeigt mit dem zur Verfügung gestellten Lageplan die Anordnung des Neubaus sowie die Schnitte der Genehmigungsplanung.

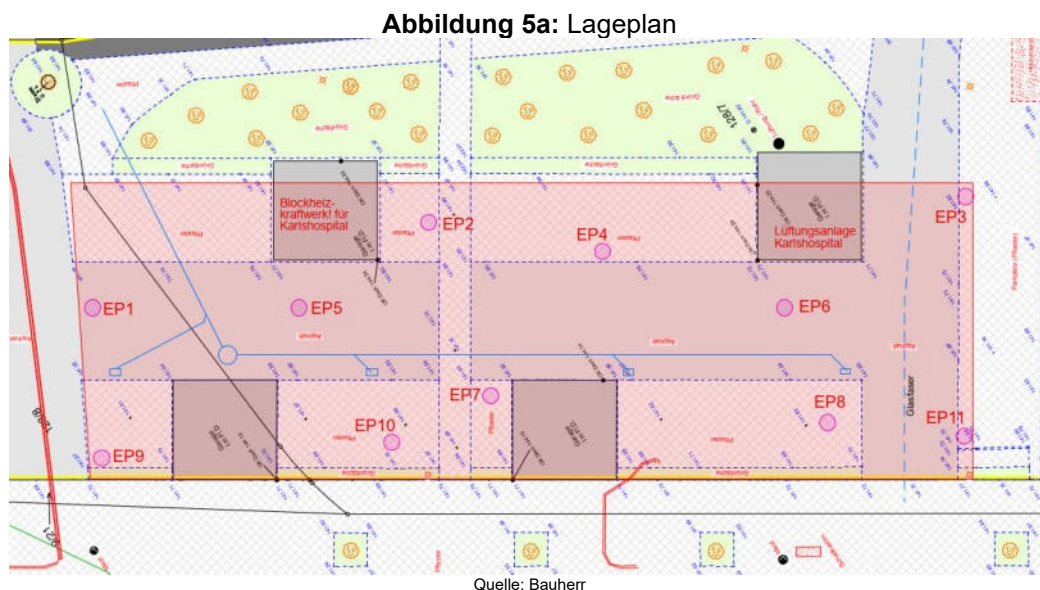


Abbildung 5b: Längsschnitt

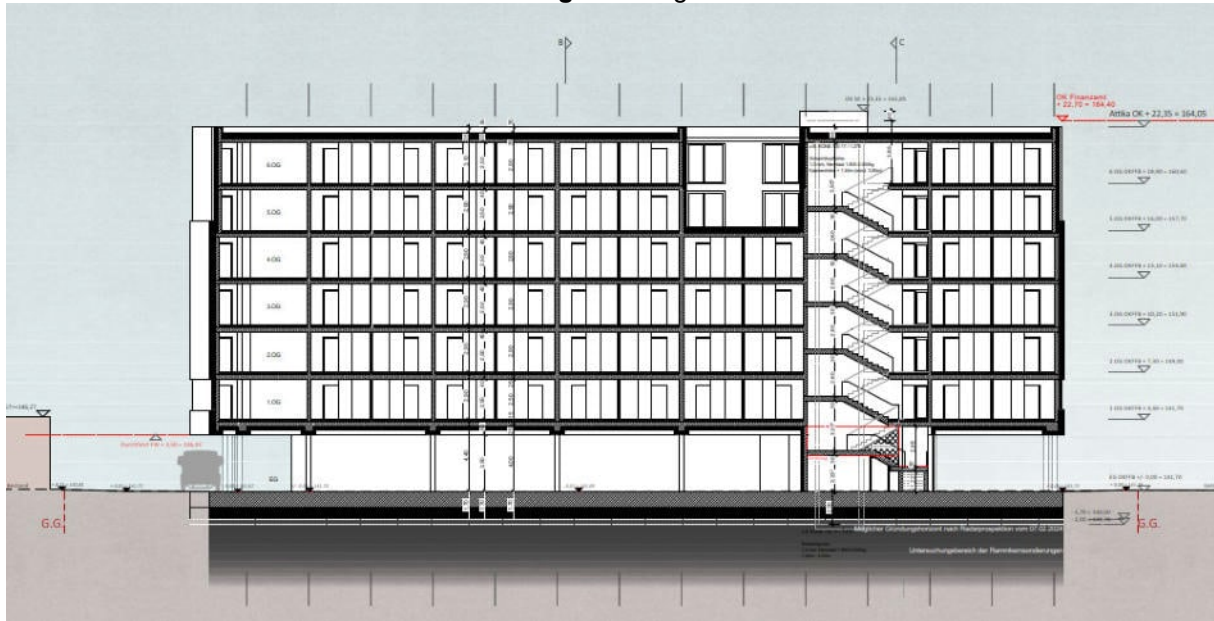


Abbildung 5c: Querschnitte



Abbildung 5d: Querschnitte



Es wird ein Gebäude mit 7-Stockwerken in Massivbauweise ohne Keller ausgeführt.

5.2 Gründung des Bauvorhabens

Detaillierte Angaben zur Gründung müssen mit der Planung abgewartet werden. Zu diesem Zweck sind aufbauend auf den vorliegenden zeichnerischen Entwurfsunterlagen wie Grundrisse und Schnitte sowie alle für die Gründungsberatung maßgeblichen, statisch - konstruktiven Konstruktionsmerkmale wie Höheneinstellung und Konstruktionsaufbau des Fußbodens, statische Fundamentabmessungen und in den Untergrund einwirkende Lastgrößen bekanntzugeben.

Im Rahmen der orientierenden ingenieurgeologischen Voruntersuchungen ergibt sich bereits die Feststellung, dass die projektspezifischen Anforderungen an die Baugrundtragfähigkeit sowie das erwartete Setzungsverhalten nicht ohne weitere Maßnahmen erfüllt werden können. Daher sind weitergehende Maßnahmen erforderlich, die nach den örtlichen Bedingungen in baugrundverbessernden Arbeiten resultieren.

Für den Trümmerschutt und die Auelehme sind unzureichende Tragfähigkeitseigenschaften zu beachten, die Rammsondierungen deuten teils auf Hohlräume hin.

Nach sorgfältiger Abwägung kann eine konventionelle Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente und Lastabtrag in den durch geringe Steifigkeiten gekennzeichneten Baugrund mit der Gefahr unzulässiger Setzungen nicht in Aussicht gestellt werden.

Auch eine Tragfähigkeitsverbesserung mit Hilfe eines Unterbaus als mineralisches Gründungspolster unter den statischen Fundamenten ist auszuschließen, da hierdurch eine sach- und fachgerechte Ausführung den Anforderungen nicht genügen kann.

Gründungen mit Hilfe einer Stahlbetonplatte zur gleichmäßigen Lastverteilung und Bemessung über reduzierten Sohldruck sowie ggf. Unterbau einer mineralischen Lastverteilungs- bzw. Bettungsschicht ist wegen der Befürchtung unzulässiger Verformungen ebenfalls nicht zu empfehlen.

Eine verformungsarme Einleitung der Bauwerkslasten in den Baugrund kann aufgrund der vorliegenden geotechnischen Rahmenbedingungen nur durch eine auf die vorhandenen Bedingungen angepasste Gründungskonstruktion in Aussicht gestellt werden, bei der die gering steifen/lockeren, teils hohlraumbeeinflussten Böden durchfahren und die Lasten in einen ausreichend scherfesten Boden abgetragen werden.

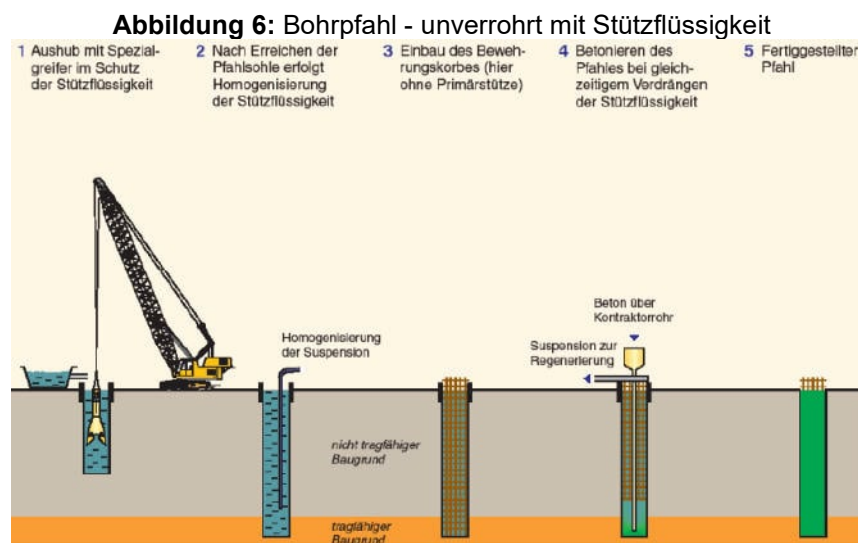
Eine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes zur Aufnahme der einwirkenden Lasten ist ab der Basis der stark vermuteten Rötschicht/evt. auch mindestens mitteldichten Auekiesschicht in Tiefe ab ca. 7,0 m bis 8,0 m unter GOK (ca. 134,0 m NHN) gegeben.

Pfähle, die über Rammtätigkeit eingebracht werden (Fertigteile- / Ort betonrammpfähle), sind aufgrund der erschütterungsintensiven Einbringung nicht geeignet.

Im Rahmen des Projektes bietet sich folgende Gründung an:

➤ Tiefgründung über Bohrpfähle

Zu nennen wäre ein Ort betonbohrpfahl nach DIN 4014 / DIN EN 1536. Gegenüber den Ort betonrammpfählen oder den Fertigteile rammpfählen erfolgt keine Verdrängung sondern Förderung des Bodens aus dem Bohrloch. Zu beachten gilt hierbei die Forderung nach einer Mindesteinbindung von 3 m in den tragfähigen Untergrund. Zweck der Maßnahme ist, die Pfähle in den anstehenden halbfesten Schluff des Rötmaterials bzw. mitteldichten Auekies einzubinden, um mit der dadurch zu erzielenden Mantelreibung die äußere Tragfähigkeit der Pfähle zu vergrößern. Bei einer frostfreien Mindestgründungstiefe von $t_f = 1$ m für die Unterkante Pfahlkopfplatten werden zunächst Pfahlängen von ca. 11,0 m bis 15,0 m erwartet. **Ergänzende Drucksondierungen, ggf. auch Aufschlussbohrungen zur Verifizierung der Längen/Durchmesser/Einbindetiefen sind zwingend notwendig**



Ggf. wird im Hinblick auf die anstehenden Böden und dem Grundwassereinfluss zum Schutz der Bohrlochwandungen eine Hilfsverrohrung erforderlich.

Auf der Grundlage der *Empfehlungen des Arbeitskreises EA Pfähle* der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., werden Erfahrungswerte von Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung in den Tabellen 5.14 bis 5.16 angegeben. Vorausgesetzt wird:

- Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, mindestens aber 1,5 m.
- in diesem Bereich $q_c \geq 7,5 \text{ MN} / \text{m}^2$ bzw. $c_{u,k} \geq 100 \text{ kN} / \text{m}^2$ nachgewiesen ist.

Unabhängig davon wird gem. EA - Pfähle empfohlen, die Pfahlfüße in Bereichen mit einem Spitzenwiderstand von mindestens $q_c \geq 10 \text{ MN} / \text{m}^2$ abzusetzen.

Gegenüber den Feststellungen und Empfehlungen des Büros Kratzenberg wären zur Erreichung einer Tiefenoptimierung für die Pfähle ergänzende Erkundungen gemäß

- **DIN EN ISO 22 476-1 "Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 1: Drucksondierungen"**

zu empfehlen. Hierdurch können Spitzwiderstände und Mantelreibung des anstehenden Bodenaufbaus konkret ermittelt werden.

Aufgrund der bislang erwarteten Pfahllängen sollte der Minstdurchmesser $d = 0,88 \text{ m}$ nicht unterschritten werden. Für die geotechnischen Nachweise wird vorerst angesetzt:

$q_{b,k} = 1,00 \text{ MN} / \text{m}^2$	Pfahlspitzenwiderstand
$q_{s,k} = 0,10 \text{ MN} / \text{m}^2$	Bruchwert der Pfahlmantelreibung in der 3 m tiefen Einbindestrecke

Zu beachten gilt, dass aufgrund der geringen Seitenbettung der Pfähle entlang der Auelehme, Auekiese und verwittertem Röt eine ausreichende Stabilisierung von möglichen Exzentrizitäten gewährleistet wird.

Die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit erfolgen grundsätzlich in Anlehnung an die einschlägigen Normen der jeweils aktuellen Fassung sowie Erfahrungswerten, die aus Probelastungen gewonnen wurden.

Pfähle sind so zu bemessen, dass sie die ihnen zugewiesenen axialen Lasten (Zug und Druck) und lateralen Lasten sicher in den Baugrund abtragen. Ihre Steifigkeit muss dabei so gewählt sein, dass die Pfahlkopferschiebungen (horizontal und vertikal) innerhalb der durch die Gebrauchstauglichkeit vorgegeben Grenzwerte liegen.

Zu den Einwirkungen zählen neben den Gründungslasten auch grundbauspezifische Einwirkungen wie Seitendruck und negative Mantelreibung. Die Vorgaben der **DIN 1054, Abschnitt 8**, sind unbedingt zu beachten.

Es sind Herstellungsprotokolle gemäß den einschlägigen Normen und Richtlinien zu führen. Es sind Probelastungen auf der Grundlage der **DIN 1054, DIN EN 1997-1**

(Eurocode EC 7-1) und den Empfehlungen des Arbeitskreises **Pfähle EA – Pfähle** vorzusehen.

Es werden hohe Anforderungen an die Einbaugenaugigkeit gestellt. Zur Erfüllung der Qualitätskriterien sollte die Lage jeden einzelnen Pfahls nach der Einmessung fortlaufend und während der Einbringung sowie nach dem Einbau geprüft werden.

Die Pfähle müssen exakt an den dafür vorgesehenen Stellen angeordnet und ausgeführt werden, damit sie keine Kopfmomente infolge Außermittigkeit erhalten.

Mittels Integritätsprüfungen ist die einwandfreie Beschaffenheit des Pfahls zu überprüfen. Insbesondere soll festgestellt werden, ob der Betonquerschnitt gleichförmig über die gesamte Länge erreicht wurde und ob Einschnürungen oder Fehlstellen vorhanden sind.

Bei der Anordnung der Pfähle ist darauf zu achten, dass in der Pfahlfußebene ein ausreichender Abstand der Pfähle untereinander eingehalten wird. Dieser muss mindestens bei $e \geq 1,5$ m liegen oder aber dem dreifachen Pfahldurchmesser entsprechen.

Die Bemessung und endgültiger Nachweisführung mittels Tiefgründung über Bohrpfähle geschieht anhand der erforderlichen inSitu - Probebelastungen. Die Ergebnisse sind dem Baugrundsachverständigen zur abschließenden Bewertung und Freigabe vorzulegen.

Auf der Grundlage der DIN EN 1536 ist der horizontale Bettungsmodul über die Funktion $k_{ah} = E_s / D$ zu ermitteln, worin E_s der statische Steifemodul in kN / m^2 und D der äußere Pfahldurchmesser in Meter ist.

Entlang der ersten 6 m sollte keine Mantelreibung angesetzt werden.

Gemäß VOB, Teil C, DIN 18301, können entlang des Bohrvortriebs für die anstehenden Böden folgende Klassen abschätzend angesetzt werden:

Bodenschicht	Klasse	Zusatzklasse	Homogenbereich *)
Kies (Auffüllung)	BN1	-----	A
Schluff (Auffüllung)	BB2	BS1	B
Schluff / Ton (Quartär)	BB1 - BB3	-----	B
Kies, Sand (Quartär)	BN2	BS 1	B
Rötmaterial **)	BB2 - FV1	-----	B - C

Tabelle 7: Abschätzung Bohrvortriebsklassen

*) Vorschlag - ohne VOB-rechtswirksamen Charakter

**) gem. GA Kratzenberg

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ Bohrvortriebsklassen

- **Klasse BN 1:** Nicht bindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße ≤ 63 mm bis 15 %
- **Klasse BN 2:** Nicht bindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße ≤ 63 mm über 15 %
- **Klasse BB 1:** Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss an bindigen Anteilen, Korngröße bis 63 mm - flüssig bis breiig
- **Klasse BB 2:** Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss an bindigen Anteilen, Korngröße bis 63 mm - weich bis steif
- **Klasse BB 3:** Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss an bindigen Anteilen, Korngröße bis 63 mm - halbfest
- **Klasse BB 4:** Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss an bindigen Anteilen, Korngröße bis 63 mm - fest bis sehr fest
- **Klasse BO 1:** Mudde, Humus und zersetzte Torfe
- **Klasse BO 2:** unzersetzte Torfe

➤ Zusatzklassen:

- **BS 1:** Korngröße über 63 mm bis 200 mm (Steine) bis 30 % **BS 2:** Korngröße über 63 mm bis 200 mm (Steine) über 30 %
- **BS 3:** Korngröße über 200 mm bis 600 mm (Blöcke) bis 30 % **BS 4:** Korngröße über 63 mm bis 200 mm (Blöcke) über 30 %

➤ Felsklassen:

- **Fels entfestigt:** Einteilung in Klasse BN oder BB **FV 1:** Fels entfestigt
- **FV 2:** Fels angewittert (Trennflächenabstand bis 30 cm) **FV 3:** Fels angewittert (Trennflächenabstand über 30 cm)
- **FV 4:** Fels unverwittert (Trennflächenabstand bis 10 cm) **FV 5:** Fels unverwittert (Trennflächenabstand über 10 cm bis 30 cm)
- **FV 6:** Fels unverwittert (Trennflächenabstand über 30 cm)

➤ Zusatzklassen "Einaxiale Festigkeit":

- **FD 1:** Einaxiale Festigkeit bis 20 N / mm² **FD 2:** Einaxiale Festigkeit über 20 bis 80 N / mm²
- **FD 3:** Einaxiale Festigkeit über 80 bis 200 N / mm² **FD 4:** Einaxiale Festigkeit über 200 bis 300 N / mm²
- **FD 5:** Einaxiale Festigkeit über 300 N / mm²

Hinweis: Die Abschätzung der Werte für die Homogenbereiche erfolgt auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und der Erfahrung aus Projekten mit ähnlichen / vergleichbaren Böden sowie auf Grundlage von Literatur- und Tafelwerten. Die Angabe der nach DIN 18300 vorgesehenen Kennwerte für die Homogenbereiche ist mit entsprechender Genauigkeit und Aussagekraft nur auf der Grundlage eines entsprechenden Umfangs an Feld- und Laboruntersuchungen möglich.

Die Pfahlbohrungen sind ausschließlich im Trockenbohrverfahren ohne hydraulische Spülhilfe auszuführen, um die feuchtigkeitsempfindlichen Lehme nicht zu einer weiteren Aufweichung bis hin zur Verbreitung zu veranlassen. Streckenweise wird nach dem Ergebnis der Fremderkundung der Einsatz von Kernbohrwerkzeugen notwendig.

Die Fahr- und Standfläche der Arbeitsebene muss zur ungehinderten Bewegungsfreiheit mit einer Oberflächenbefestigung aus nicht bindigen Erdbaustoffen stabilisiert werden. Zu diesem Zweck erscheint eine Mindestdicke von $d = 0,50$ m anzuraten. Aufgrund der teils locker gelagerten Auffüllungen/eventuellen Hohlräumen ist eine intensive Vorverdichtung der Flächen und evt. Lastflächenverbreiterung über Bongossimatten einzuplanen.

Es gilt die Empfehlung, dass wenn dieses Gründungssystem zur Ausführung kommt, das detaillierte Konzept mit Dimensionierung des Pfahlsystems von der beauftragten Fachbaufirma durchgeführt und dem Unterzeichner zur Prüfung vorgelegt wird.

Zur Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Ausführung ist eine permanente baubegleitende Ausführungsüberwachung durch den Baugrundsachverständigen oder einem Vertreter dringend anzuraten.

Vorgeschlagen wird ein Pfahlkopfbalkenrost mit Herstellung von biegungsarmen Pfahlkopfbalken. Die Fußbodenplatte ist darauf in monolithischem Verbund als freitragende Platte zu legen und mindestens die Kreuzungspunkte des Balkenrostes außerhalb des geplanten Stützen und Pfeilersystems mit zusätzlichen Pfählen zu unterstützen.

Eine Vorbetrachtung des Tragwerksplaners hat zu folgender Vordimensionierung geführt:

Pfahldurchmesser: 0,88 m

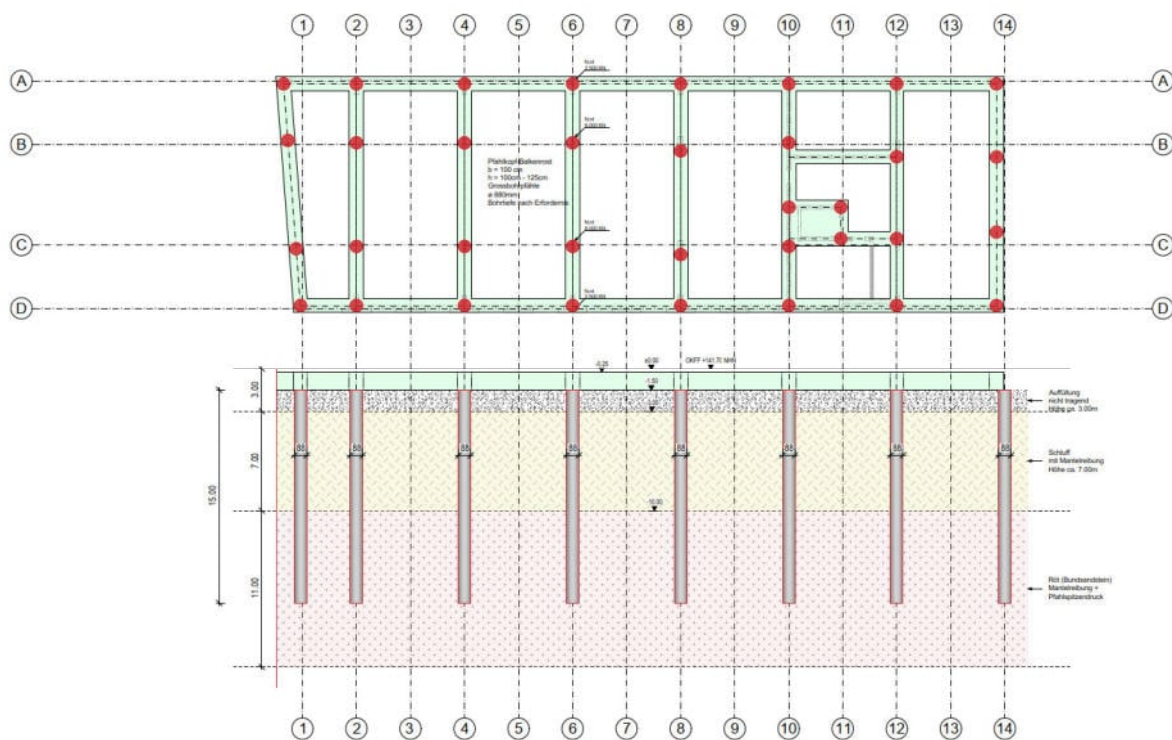
Pfahlanzahl: 35 Stck.

Pfahllänge: 15 m

Das vorgeschlagene Gründungskonzept umfasst einen minimalen invasiven Eingriff in den Untergrund von ca. 2,4 % bezogen auf die Grundfläche des Baufeldes und Ausführung von 35 Pfählen (ca. 900 m² / ca- 21 m²)

Der folgende Planausschnitt verdeutlicht die Vordimensionierung:

Abbildung 7: Pfahlgründung, Vordimensionierung



Quelle: HAZ Ingenieure

Weitere Hinweise und Empfehlungen:

- Pfahlkopfbalken frostfrei mit mind. $t_f = 1$ m unter geplantem Freigelände gründen.
- Pfahlkopfbalken in Schalung herstellen.

- Grundwasserhaltung für die Gruben- und Grabensohlen in Anpassung an die örtlichen Verhältnisse einplanen.
- Arbeitsraumverfüllung mit mineralischen und nicht bindigen Baustoffen (z.B. Brechkorngemisch 0 - 32 mm) lagenweise einbauen und lagenweise verdichten (Proctordichte $D_{pr} \geq 98 \%$).
- Unterschiedliche Geschosslasten sollten entlang der Angrenzung mit durchgehender und witterungsgeschützter Setzungsfuge getrennt werden.

6 Schlussbemerkungen

Nach Fertigstellung der Ausführungs- und Tragwerksplanung bitten wir um Vorlage, um die zunächst allgemeinen Hinweise und Empfehlungen projektbezogen prüfen und erforderlichenfalls überarbeiten zu können.

Sollten während der erd- und bautechnischen Arbeiten Abweichungen von den bodenkundlichen Feststellungen vorgefunden werden, bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung. Dies gilt auch bei Änderungen gegenüber den bisherigen Vorgaben.

Generell gilt, dass das Gutachten nur vollständig und nach Prüfung bzw. Abnahme der Empfehlungen sowie den Hinweisen zur Bauausführung durch den Baugrundsachverständigen Gültigkeit besitzt. Wir bitten um Verständnis, dass nur nach örtlicher Prüfung während der bautechnischen Arbeiten Gewähr für die Richtigkeit des Gutachtens sowie der umgesetzten Baugrundbeurteilungen übernommen werden kann.

Für weitere ingenieurgeologische Beratungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Aufgestellt: Trendelburg, den 23.05.2024

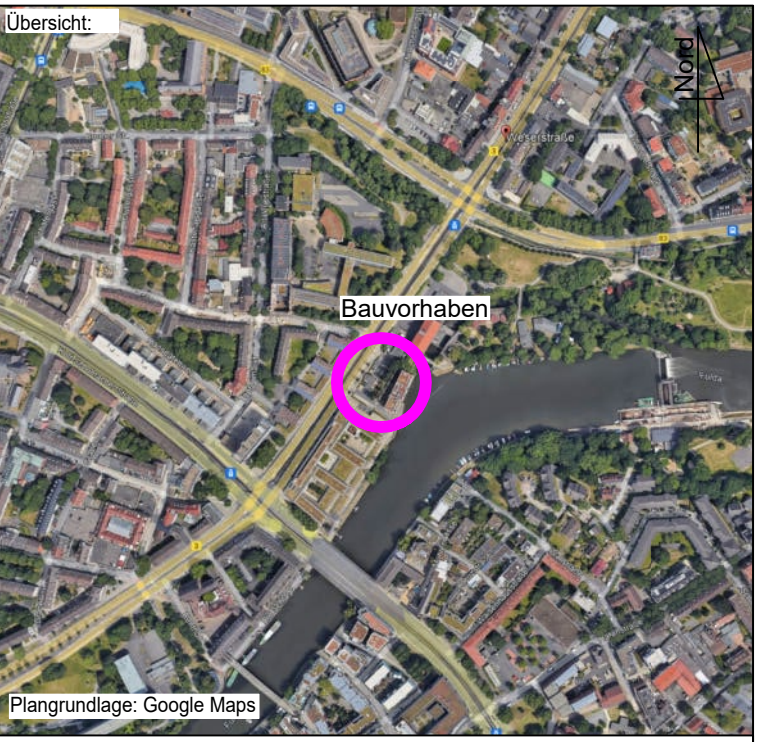
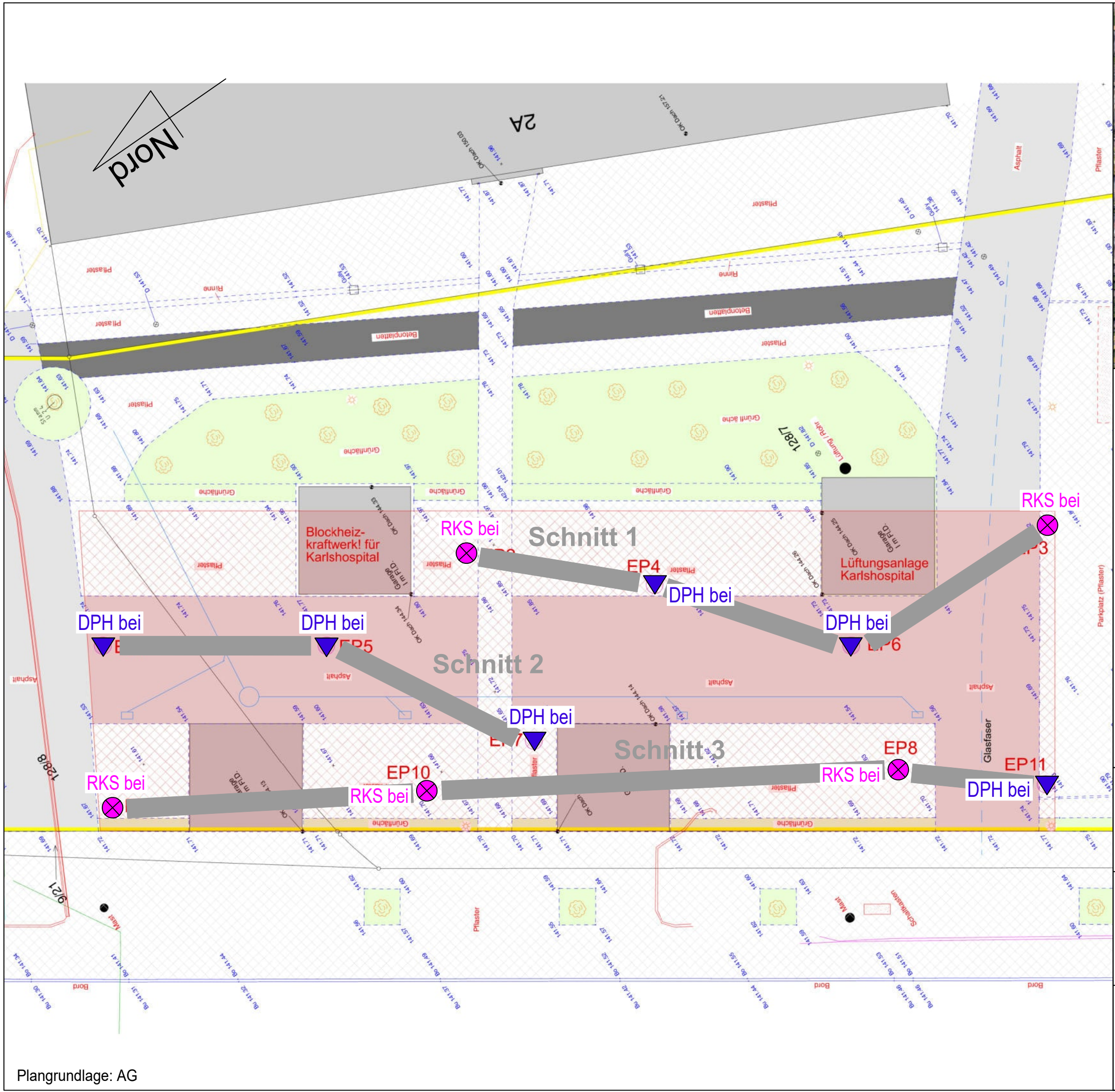

Dr. Malte Schindler
 BBU Dr. Schubert GmbH / Geschäftsführer
 Personenzertifizierter Sachverständiger
 nach DINEN ISO/IEC 17024:2012 für die UBB


Dipl. - Geol. Marcus Kimm
 BBU Dr. Schubert GmbH

Anlage 1	-	Lageplan mit Einkartierung der Erkundungs- und Prüfstellen sowie Übersichtsplan
Anlage 2.1 bis 2.5	-	Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen
Anlage 3.1 bis 3.6	-	Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen
Anlage 4.1 bis 4.3	-	Profilschnitte der Erkundungs- und Sondierungen

ANLAGE 1

Kassel, Projekt Weserstraße 2B Unterkunft für Auszubildende
Hier: Lageplan mit Erkundungsstellen



Legende:

- ⊗ RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- ▼ DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung

		Auftraggeber:	Projekt Nr:	Anlage:
		P & I Projektentwicklungs- und Vertriebs GmbH Friedrichsstraße 14 34117 Kassel	223360	1
		Maßstab: (A3-Format)	Datum:	
		1:200	23.05.2024	
		Gezeichnet:	Geprüft:	
		DW	MK	
Baumaßnahme:		Planinhalt:		
Unterkunft für Auszubildende Weserstraße Kassel		Lageplan der Erkundungspunkte und Schnitte		

Plangrundlage: AG

ANLAGE 2.1 bis 2.5

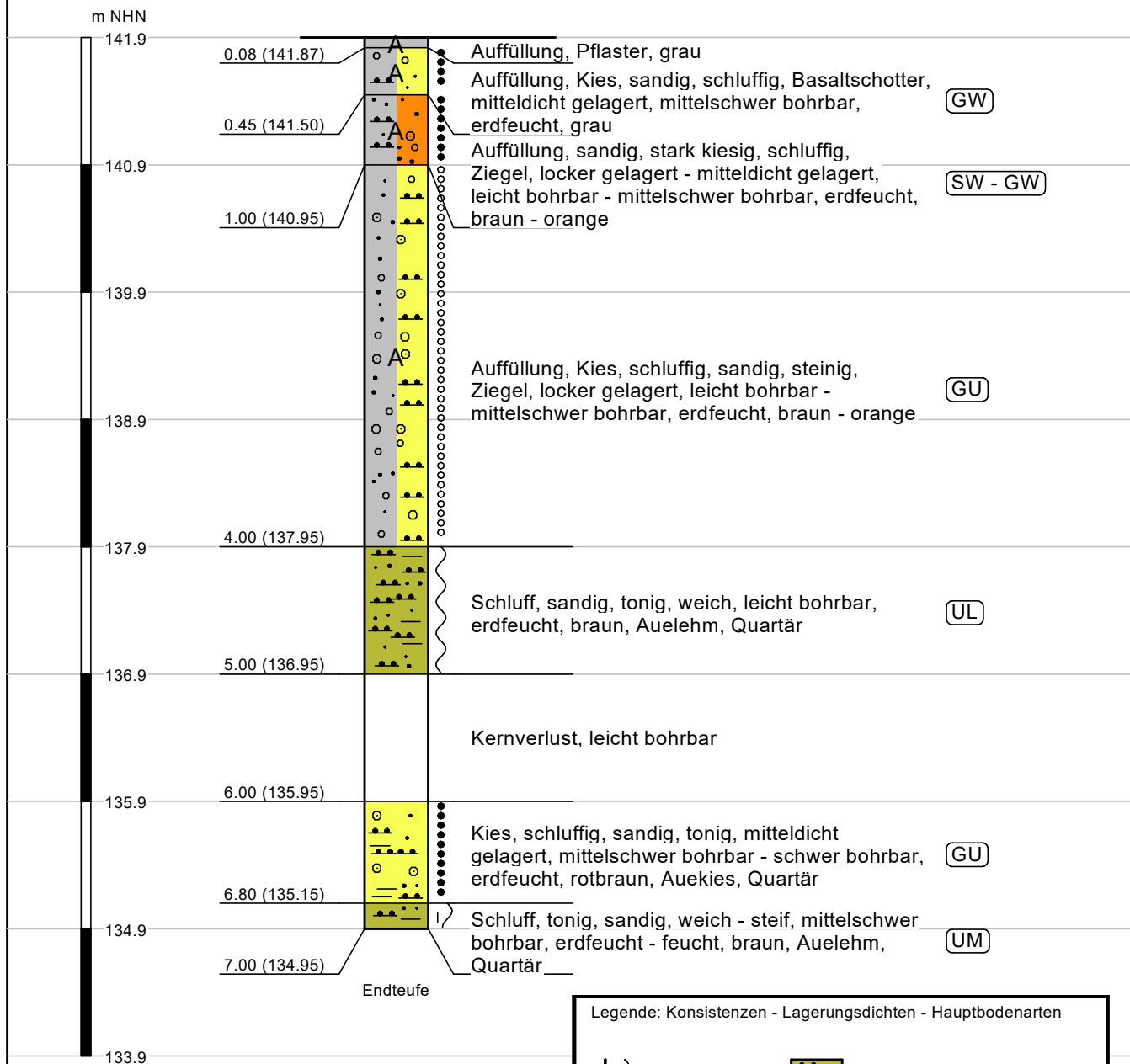
Kassel, Projekt Weserstraße 2B Unterkunft für Auszubildende

Hier: Profile der Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 5

Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50









RKS bei EP 2

141,95 m NHN = GOK



Hinweis:
ausgeführt am 08.05.2024
zugefallen bei 2,20 m

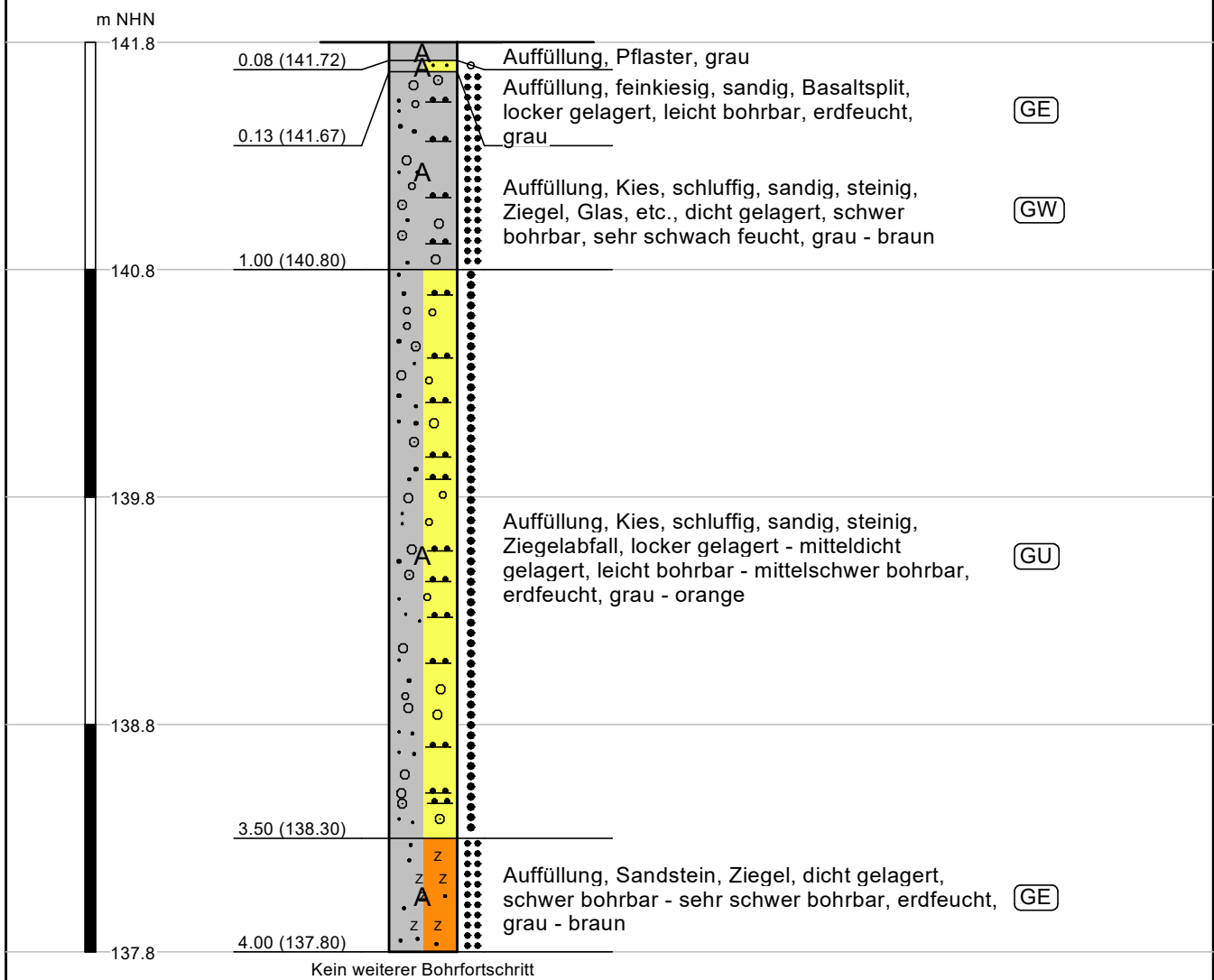
Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	weich - steif		Schluff
	weich		Sand
	locker		Kies
	mitteldicht		Auffüllung

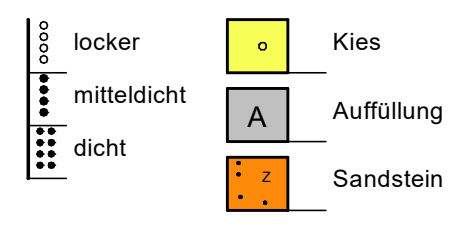
Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS bei EP 3

141,80 m NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

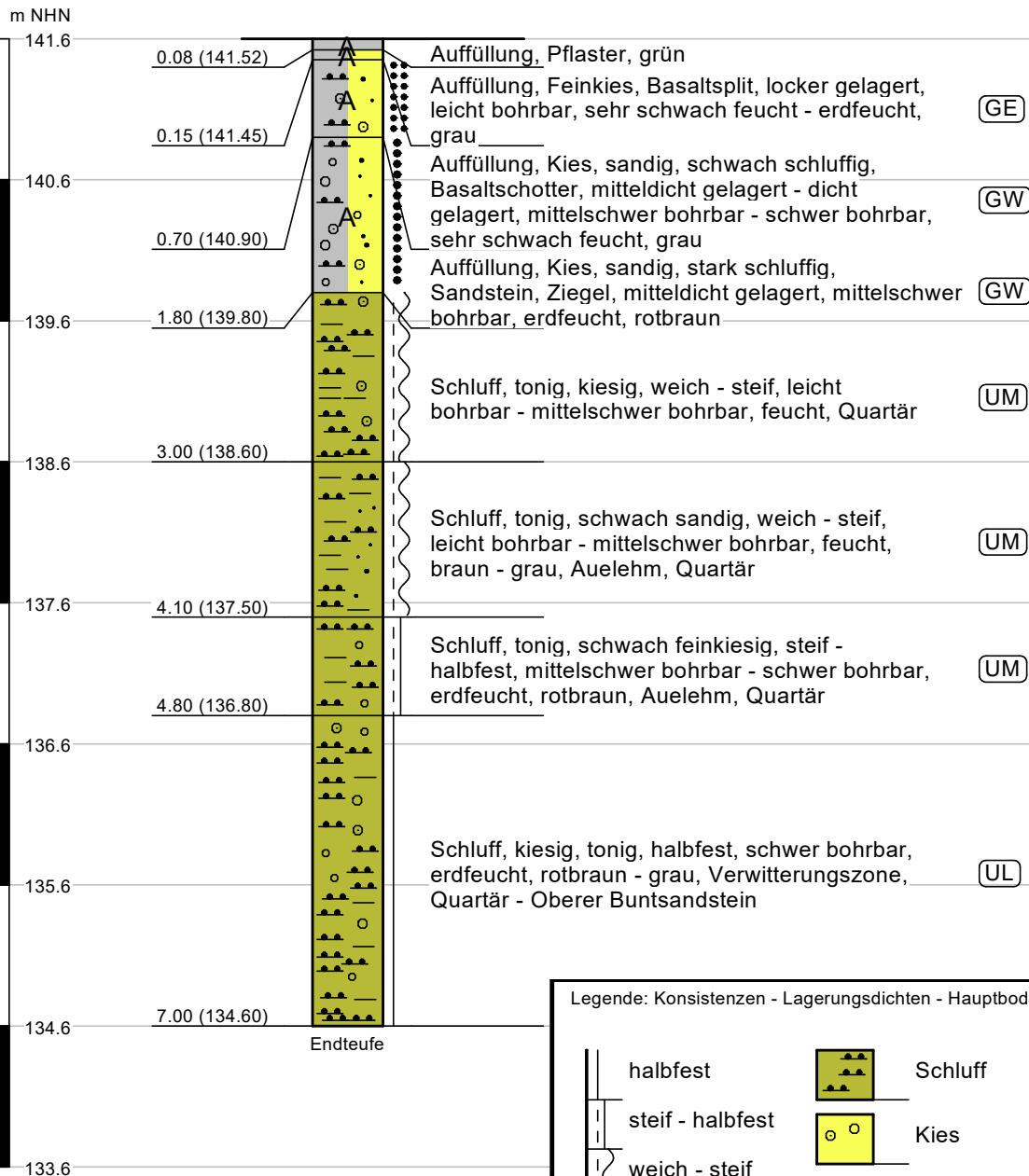


Hinweis:
ausgeführt am 08.05.2024
zugefallen bei 2,85 m

Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

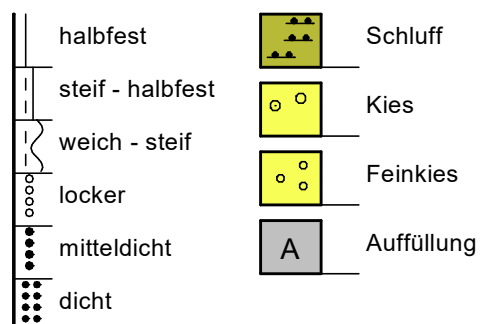
RKS bei EP 8

141,60 m NHN = GOK



Hinweis:
ausgeführt am 14.05.2024
zugefallen bei 3,85 m

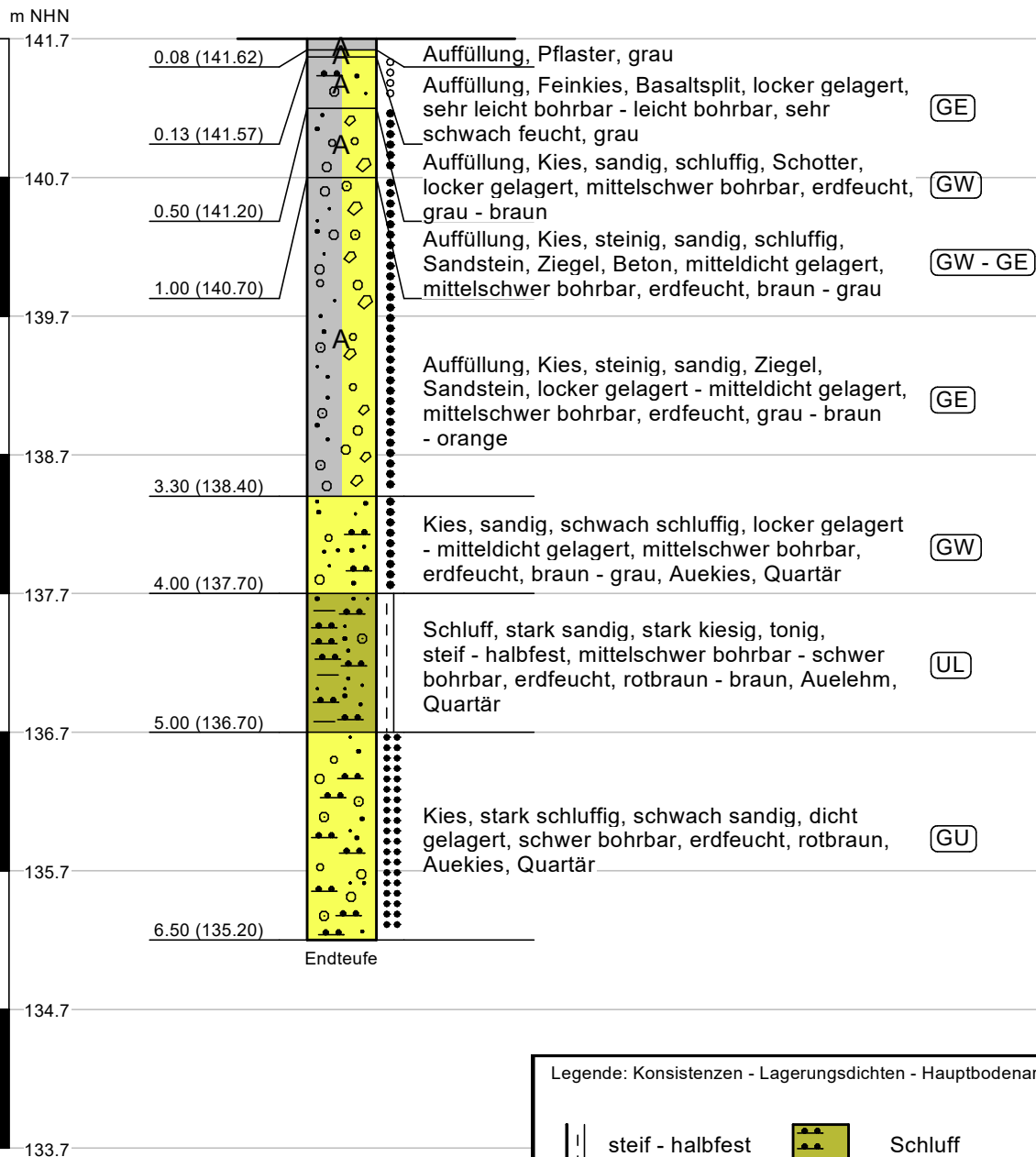
Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50









RKS bei EP 9

141,70 m NHN = GOK



Hinweis:
ausgeführt am 08.05.2024
zugefallen bei 3,80 m

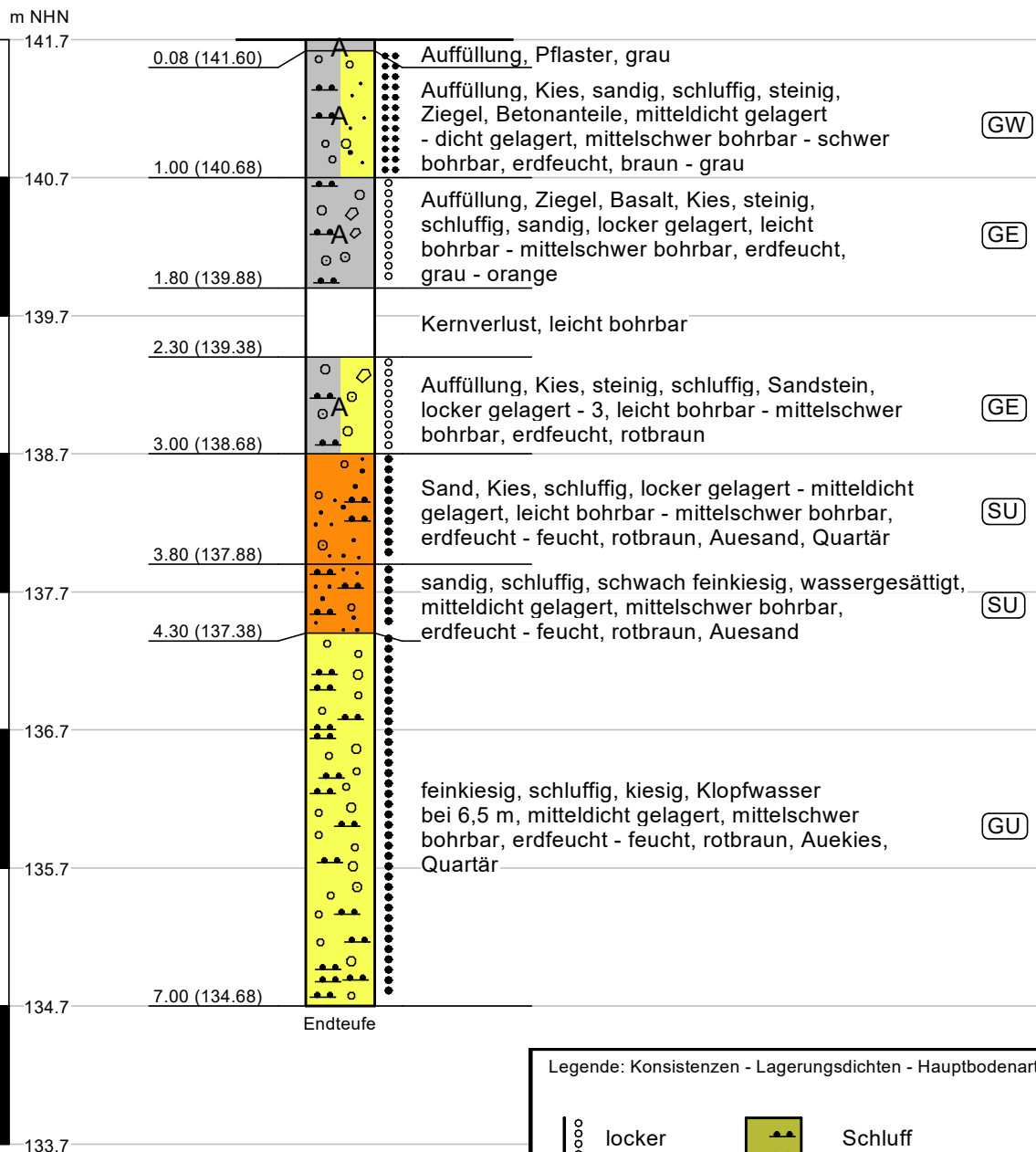
Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Schluff
	locker		Kies
	mitteldicht		Feinkies
	dicht		Auffüllung

Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50








RKS bei EP 10

141,68 m NHN = GOK



Hinweis:
ausgeführt am 08.05.2024
zugefallen bei 2,40 m

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 locker	 Schluff
 mitteldicht	 Sand
 dicht	 Kies
	 Auffüllung

ANLAGE 3.1 bis 3.6

Kassel, Projekt Weserstraße 2B Unterkunft für Auszubildende

Hier: Profile der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 6b

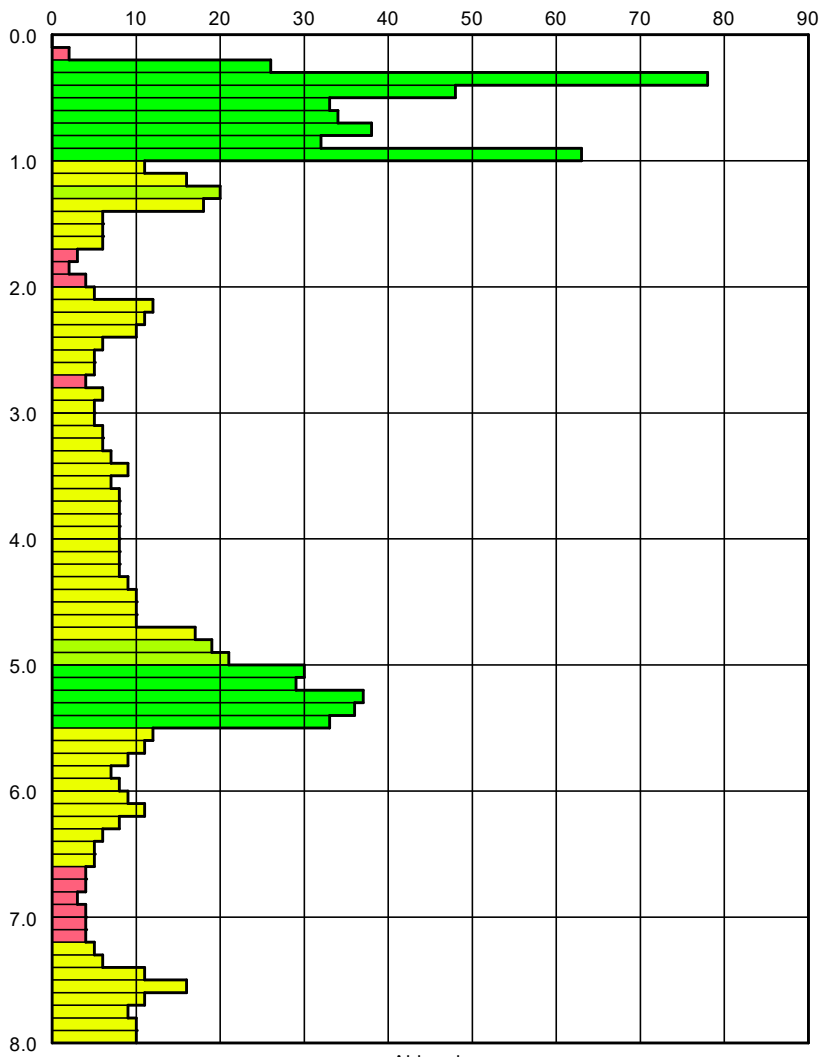
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH bei EP1

141,61 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	30
0.20	2	5.20	29
0.30	26	5.30	37
0.40	78	5.40	36
0.50	48	5.50	33
0.60	33	5.60	12
0.70	34	5.70	11
0.80	38	5.80	9
0.90	32	5.90	7
1.00	63	6.00	8
1.10	11	6.10	9
1.20	16	6.20	11
1.30	20	6.30	8
1.40	18	6.40	6
1.50	6	6.50	5
1.60	6	6.60	5
1.70	6	6.70	4
1.80	3	6.80	4
1.90	2	6.90	3
2.00	4	7.00	4
2.10	5	7.10	4
2.20	12	7.20	4
2.30	11	7.30	5
2.40	10	7.40	6
2.50	6	7.50	11
2.60	5	7.60	16
2.70	5	7.70	11
2.80	4	7.80	9
2.90	6	7.90	10
3.00	5	8.00	10
3.10	5		
3.20	6		
3.30	6		
3.40	7		
3.50	9		
3.60	7		
3.70	8		
3.80	8		
3.90	8		
4.00	8		
4.10	8		
4.20	8		
4.30	8		
4.40	9		
4.50	10		
4.60	10		
4.70	10		
4.80	17		
4.90	19		
5.00	21		

Legende DPH	
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Kassel

Projekt Weserstraße Unterkunft für Auszubildende

Projektnummer:
223360

Anlage:
3.2

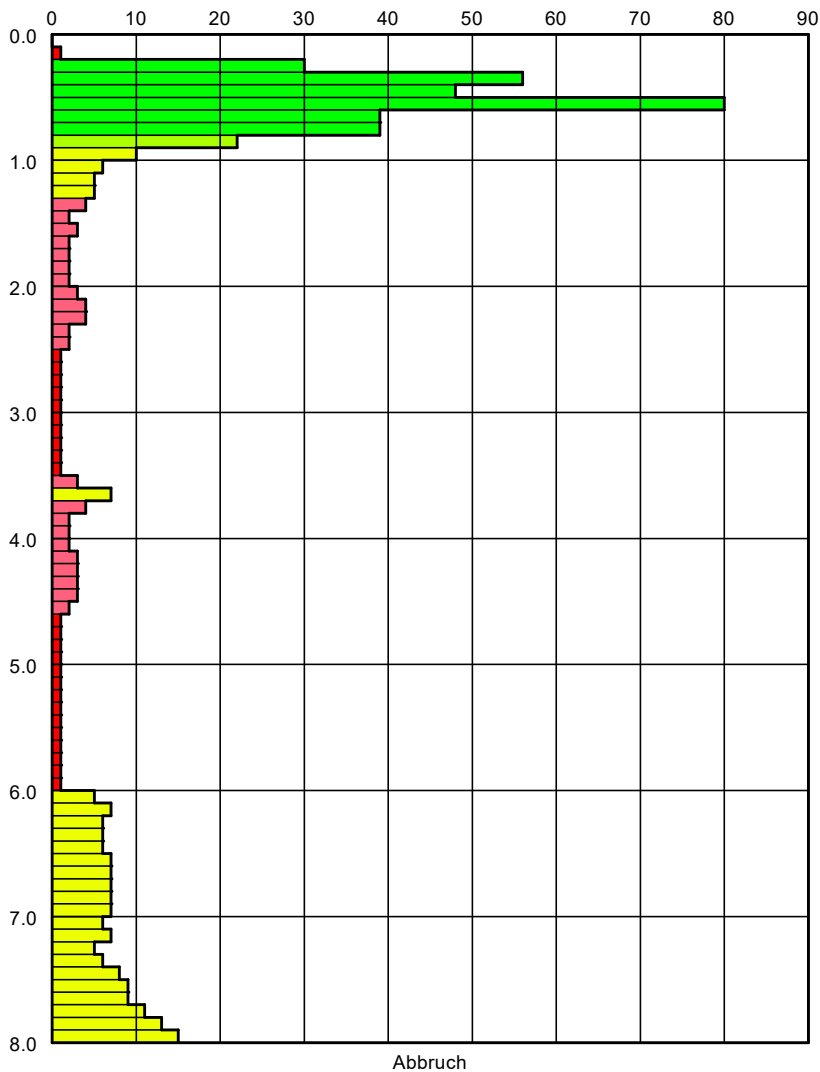
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH bei EP4

141,82 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	1
0.20	1	5.20	1
0.30	30	5.30	1
0.40	56	5.40	1
0.50	48	5.50	1
0.60	80	5.60	1
0.70	39	5.70	1
0.80	39	5.80	1
0.90	22	5.90	1
1.00	10	6.00	1
1.10	6	6.10	5
1.20	5	6.20	7
1.30	5	6.30	6
1.40	4	6.40	6
1.50	2	6.50	6
1.60	3	6.60	7
1.70	2	6.70	7
1.80	2	6.80	7
1.90	2	6.90	7
2.00	2	7.00	7
2.10	3	7.10	6
2.20	4	7.20	7
2.30	4	7.30	5
2.40	2	7.40	6
2.50	2	7.50	8
2.60	1	7.60	9
2.70	1	7.70	9
2.80	1	7.80	11
2.90	1	7.90	13
3.00	1	8.00	15
3.10	1		
3.20	1		
3.30	1		
3.40	1		
3.50	1		
3.60	3		
3.70	7		
3.80	4		
3.90	2		
4.00	2		
4.10	2		
4.20	3		
4.30	3		
4.40	3		
4.50	3		
4.60	2		
4.70	1		
4.80	1		
4.90	1		
5.00	1		

Abbruch

Bemerkungen:

zugefallen bei 3,2 m

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

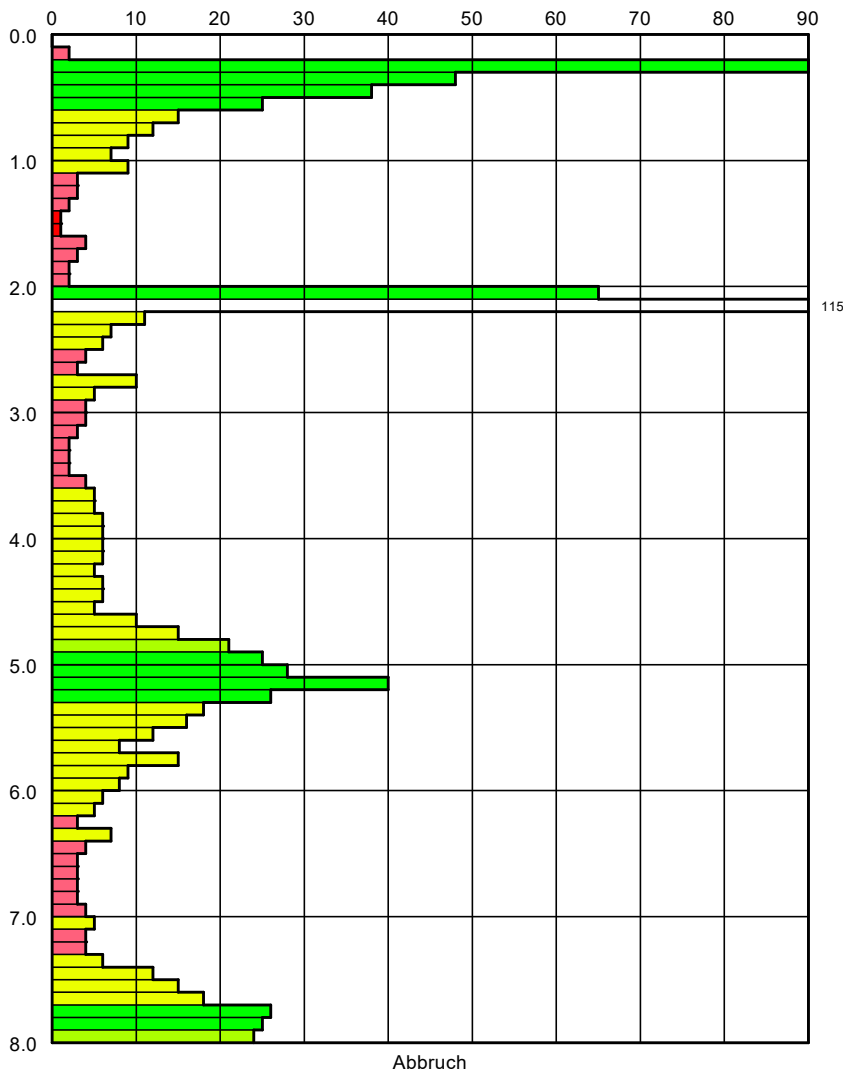
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH bei EP5

141,70 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	28
0.20	2	5.20	40
0.30	90	5.30	26
0.40	48	5.40	18
0.50	38	5.50	16
0.60	25	5.60	12
0.70	15	5.70	8
0.80	12	5.80	15
0.90	9	5.90	9
1.00	7	6.00	8
1.10	9	6.10	6
1.20	3	6.20	5
1.30	3	6.30	3
1.40	2	6.40	7
1.50	1	6.50	4
1.60	1	6.60	3
1.70	4	6.70	3
1.80	3	6.80	3
1.90	2	6.90	3
2.00	2	7.00	4
2.10	65	7.10	5
2.20	115	7.20	4
2.30	11	7.30	4
2.40	7	7.40	6
2.50	6	7.50	12
2.60	4	7.60	15
2.70	3	7.70	18
2.80	10	7.80	26
2.90	5	7.90	25
3.00	4	8.00	24
3.10	4		
3.20	3		
3.30	2		
3.40	2		
3.50	2		
3.60	4		
3.70	5		
3.80	5		
3.90	6		
4.00	6		
4.10	6		
4.20	6		
4.30	5		
4.40	6		
4.50	6		
4.60	5		
4.70	10		
4.80	15		
4.90	21		
5.00	25		

Legende DPH

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

Kassel

Projekt Weserstraße Unterkunft für Auszubildende

Projektnummer:
223360

Anlage:
3.4

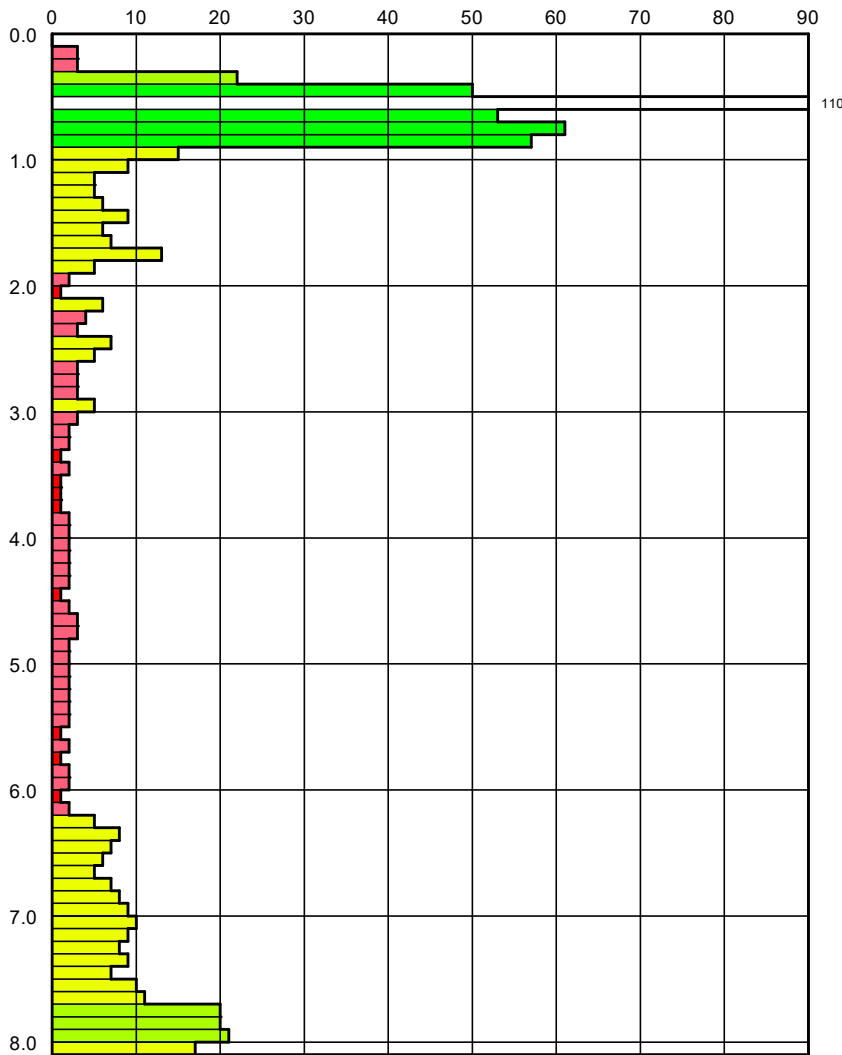
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH bei EP6

141,65 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	2
0.20	3	5.20	2
0.30	3	5.30	2
0.40	22	5.40	2
0.50	50	5.50	2
0.60	110	5.60	1
0.70	53	5.70	2
0.80	61	5.80	1
0.90	57	5.90	2
1.00	15	6.00	2
1.10	9	6.10	1
1.20	5	6.20	2
1.30	5	6.30	5
1.40	6	6.40	8
1.50	9	6.50	7
1.60	6	6.60	6
1.70	7	6.70	5
1.80	13	6.80	7
1.90	5	6.90	8
2.00	2	7.00	9
2.10	1	7.10	10
2.20	6	7.20	9
2.30	4	7.30	8
2.40	3	7.40	9
2.50	7	7.50	7
2.60	5	7.60	10
2.70	3	7.70	11
2.80	3	7.80	20
2.90	3	7.90	20
3.00	5	8.00	21
3.10	3	8.10	17
3.20	2		
3.30	2		
3.40	1		
3.50	2		
3.60	1		
3.70	1		
3.80	1		
3.90	2		
4.00	2		
4.10	2		
4.20	2		
4.30	2		
4.40	2		
4.50	1		
4.60	2		
4.70	3		
4.80	3		
4.90	2		
5.00	2		

Legende DPH

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

Abbruch

Kassel

Projekt Weserstraße Unterkunft für Auszubildende

Projektnummer:
223360

Anlage:
3.5

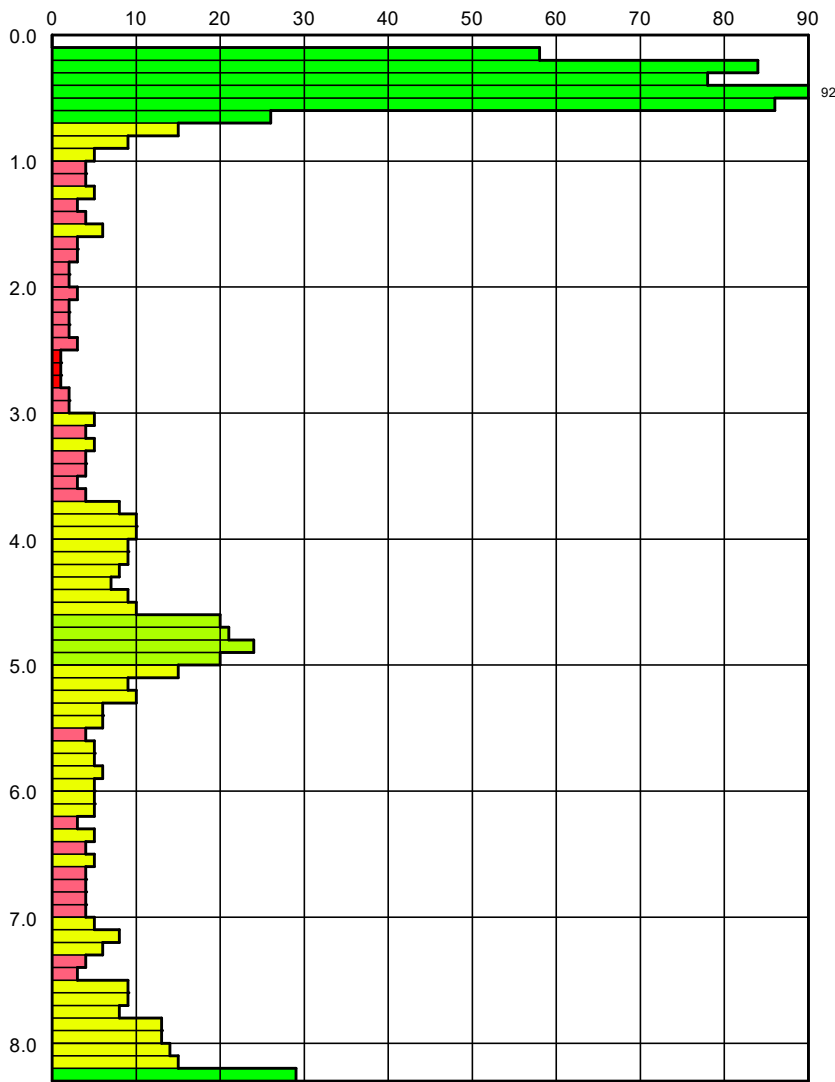
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH bei EP7

141,68 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Abbruch

Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	5.10	15
0.20	58	5.20	9
0.30	84	5.30	10
0.40	78	5.40	6
0.50	92	5.50	6
0.60	86	5.60	4
0.70	26	5.70	5
0.80	15	5.80	5
0.90	9	5.90	6
1.00	5	6.00	5
1.10	4	6.10	5
1.20	4	6.20	5
1.30	5	6.30	3
1.40	3	6.40	5
1.50	4	6.50	4
1.60	6	6.60	5
1.70	3	6.70	4
1.80	3	6.80	4
1.90	2	6.90	4
2.00	2	7.00	4
2.10	3	7.10	5
2.20	2	7.20	8
2.30	2	7.30	6
2.40	2	7.40	4
2.50	3	7.50	3
2.60	1	7.60	9
2.70	1	7.70	9
2.80	1	7.80	8
2.90	2	7.90	13
3.00	2	8.00	13
3.10	5	8.10	14
3.20	4	8.20	15
3.30	5	8.30	29
3.40	4		
3.50	4		
3.60	3		
3.70	4		
3.80	8		
3.90	10		
4.00	10		
4.10	9		
4.20	9		
4.30	8		
4.40	7		
4.50	9		
4.60	10		
4.70	20		
4.80	21		
4.90	24		
5.00	20		

Legende DPH

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

Kassel

Projekt Weserstraße Unterkunft für Auszubildende

Projektnummer:
223360

Anlage:
3.6a

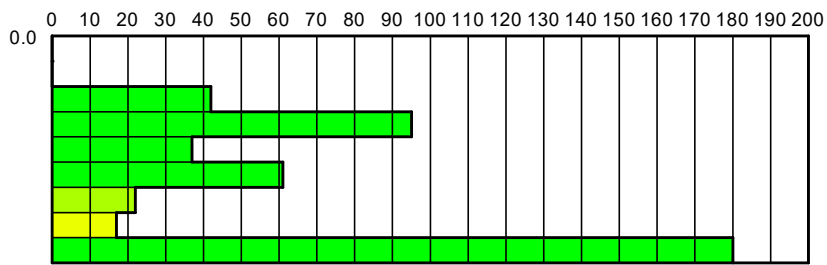
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH A bei EP11

141,80 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Kein weiterer Sondierfortschritt

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	42
0.40	95
0.50	37
0.60	61
0.70	22
0.80	17
0.90	180

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Kassel

Projekt Weserstraße Unterkunft für Auszubildende

Projektnummer:
223360

Anlage:
3.6b

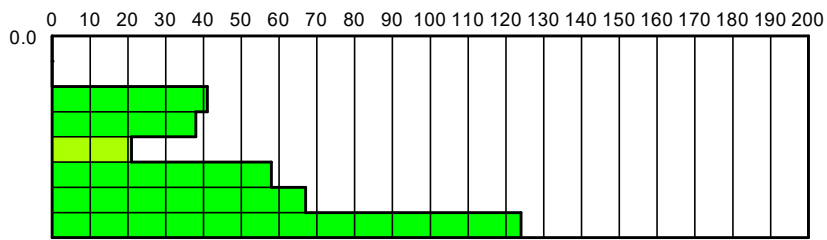
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH B bei EP11

141,80 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	41
0.40	38
0.50	21
0.60	58
0.70	67
0.80	124

Kein weiterer Sondierfortschritt

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

ANLAGE 4.1 bis 4.3

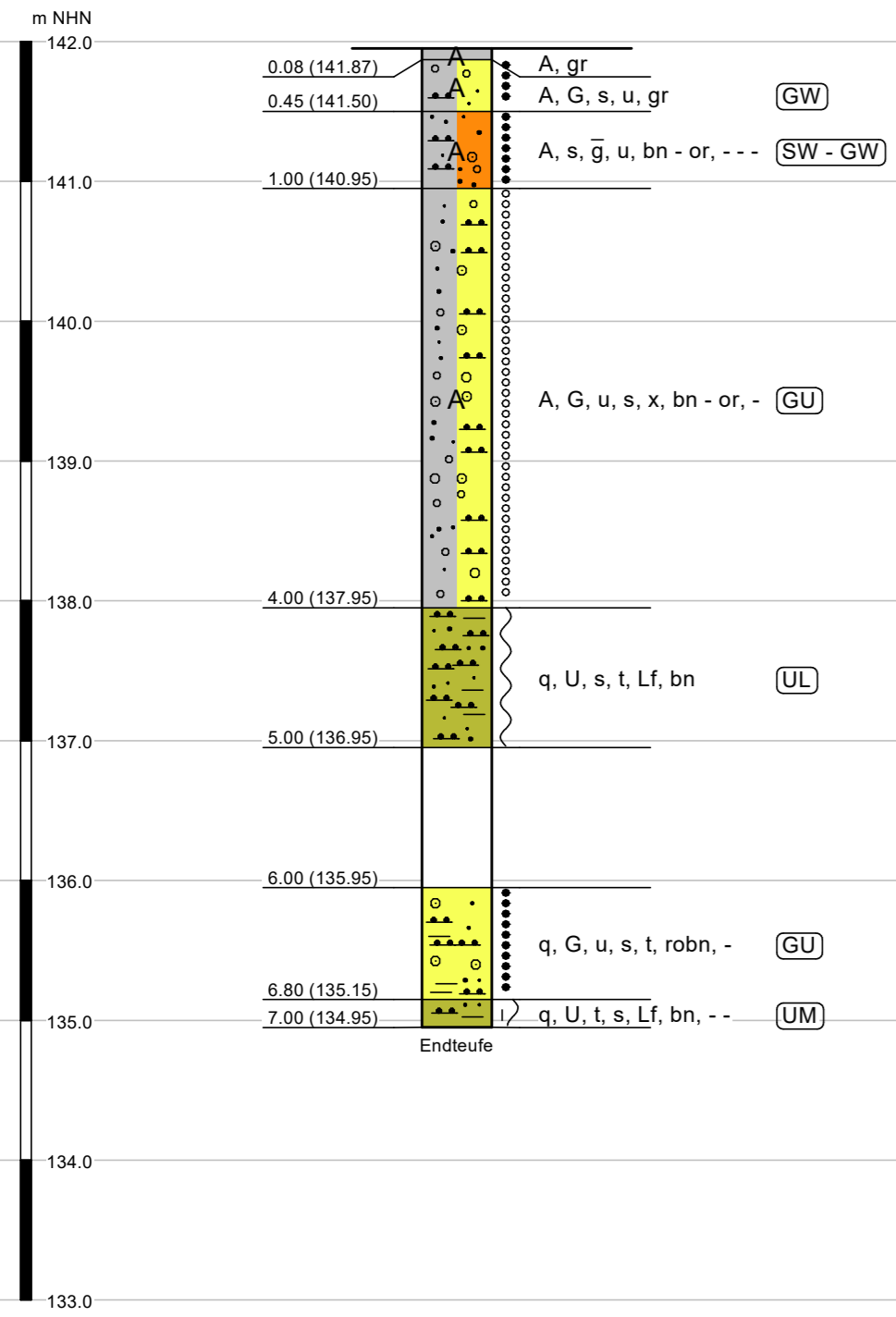
Kassel, Projekt Weserstraße 2B Unterkunft für Auszubildende

Hier: Profilschnitte der Erkundungs Sondierungen

Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:30

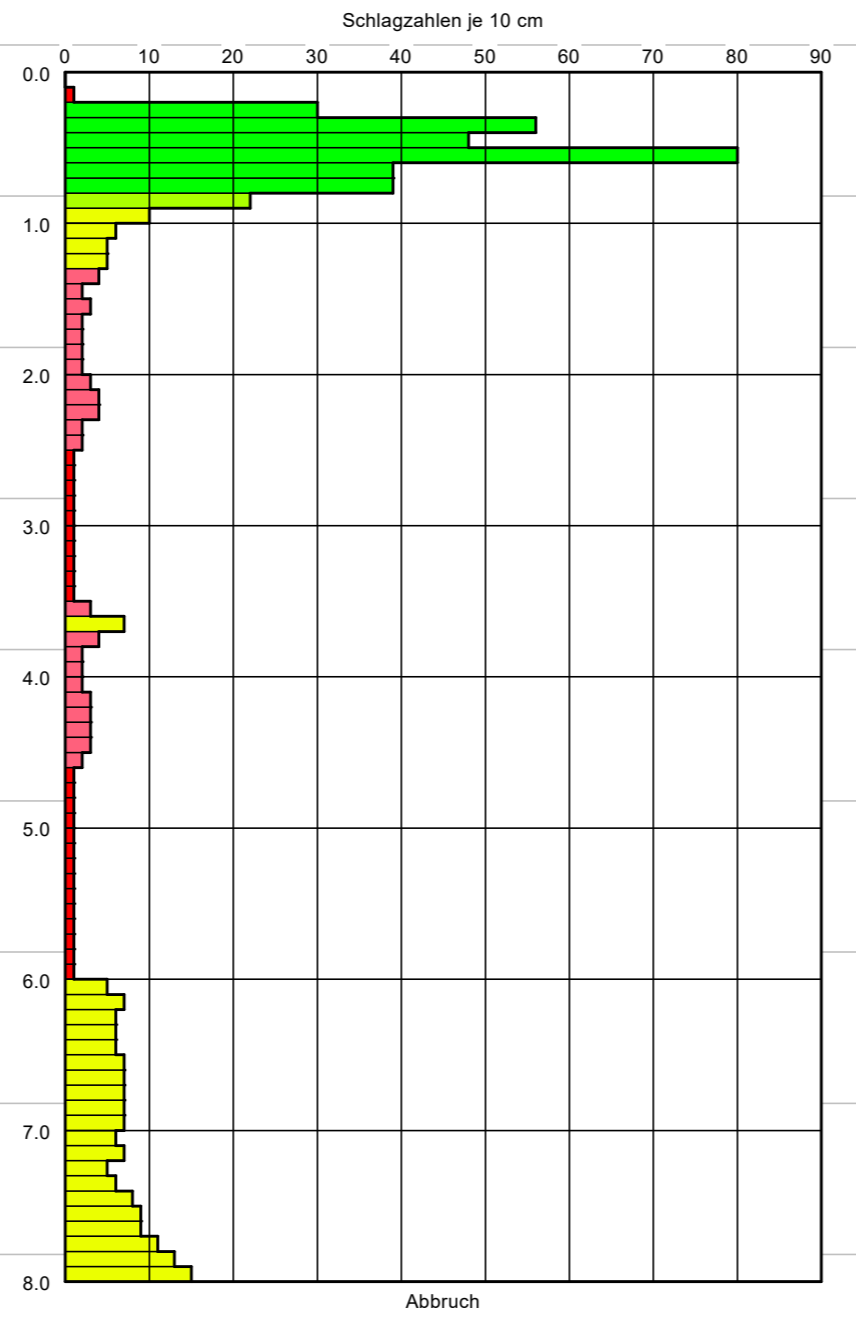
RKS bei EP 2

141,95 m NHN = GOK



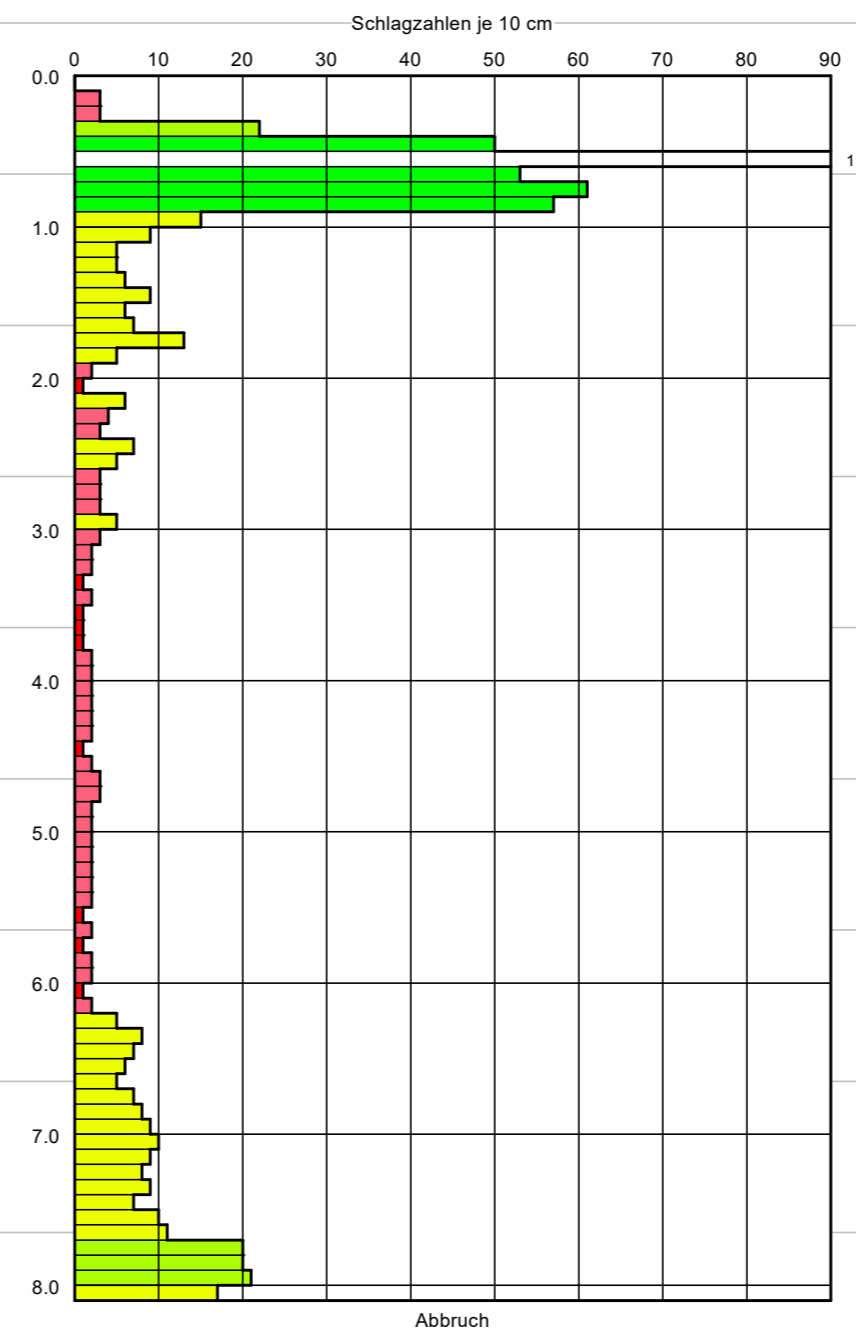
DPH bei EP4

141,82 m ü. NHN = GOK



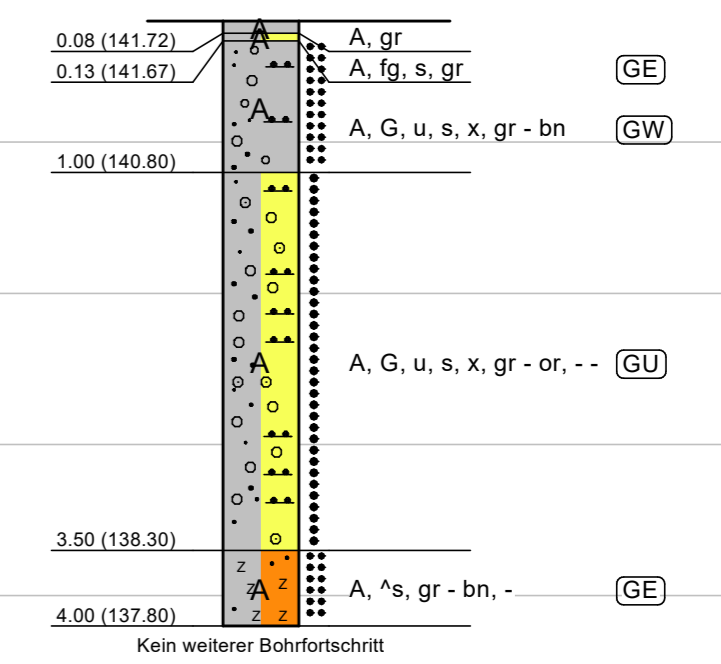
DPH bei EP6

141,65 m NN



RKS bei EP 3

141,80 m NHN = GOK



Legende DPH

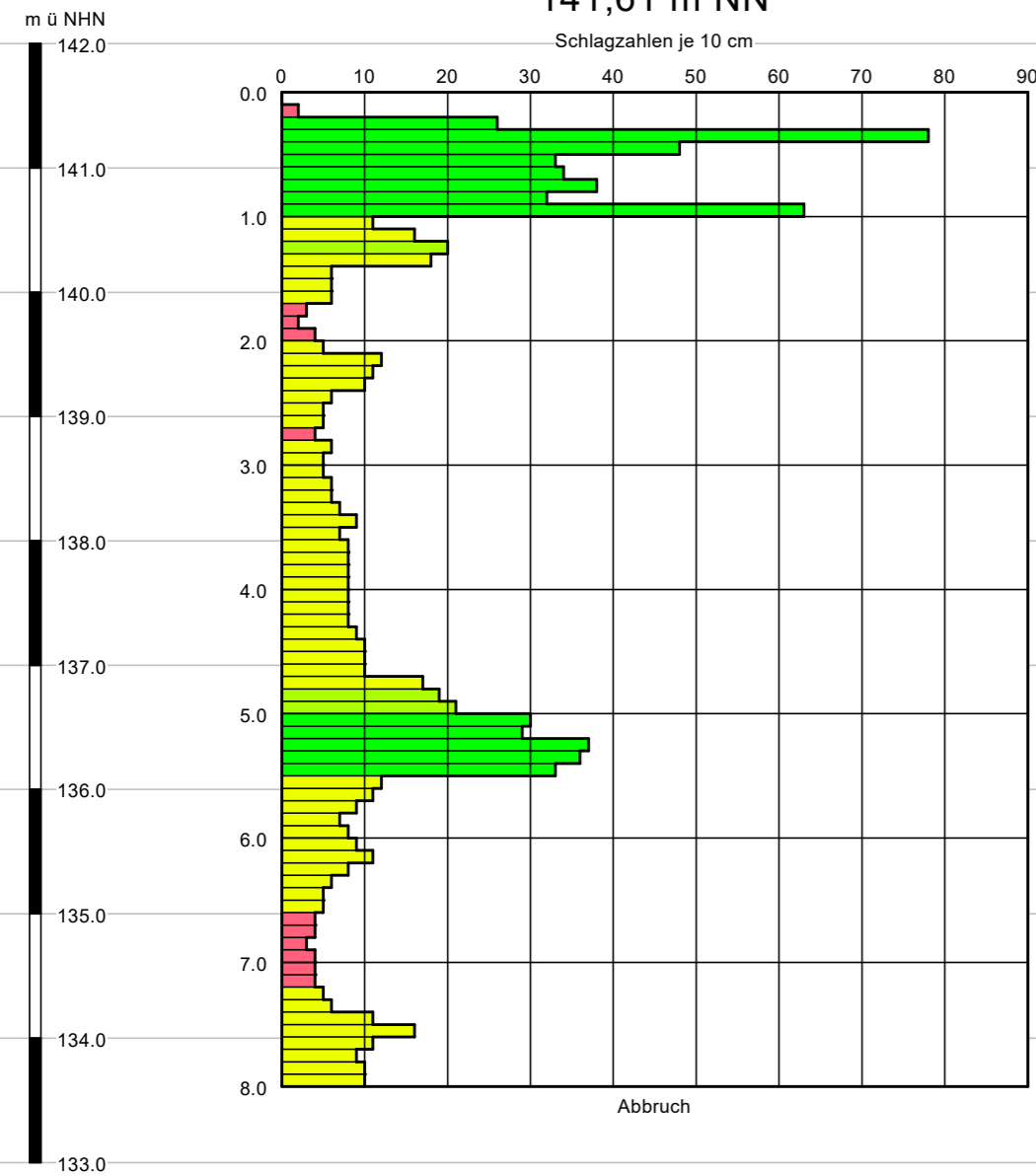
- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

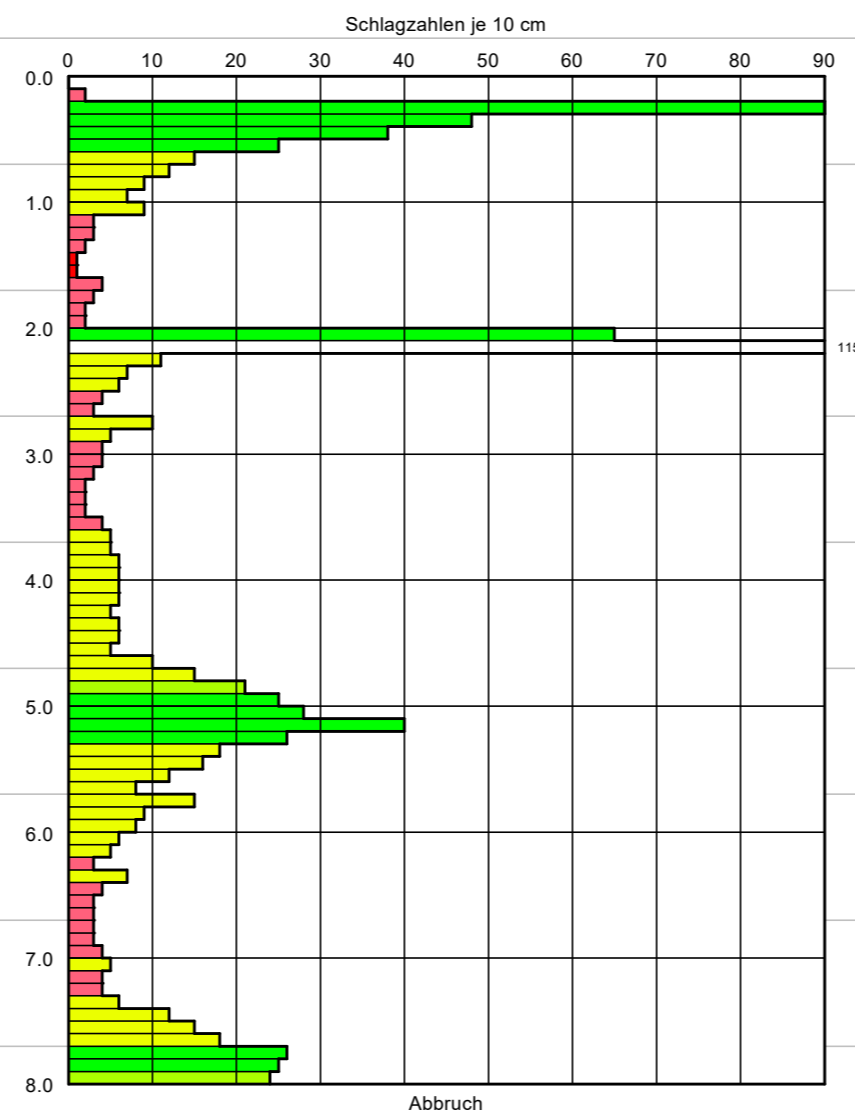
- weich - steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht
- Schluff
- Sand
- Kies
- Auffüllung
- z
z
z Sandstein

Profil einer Rammsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

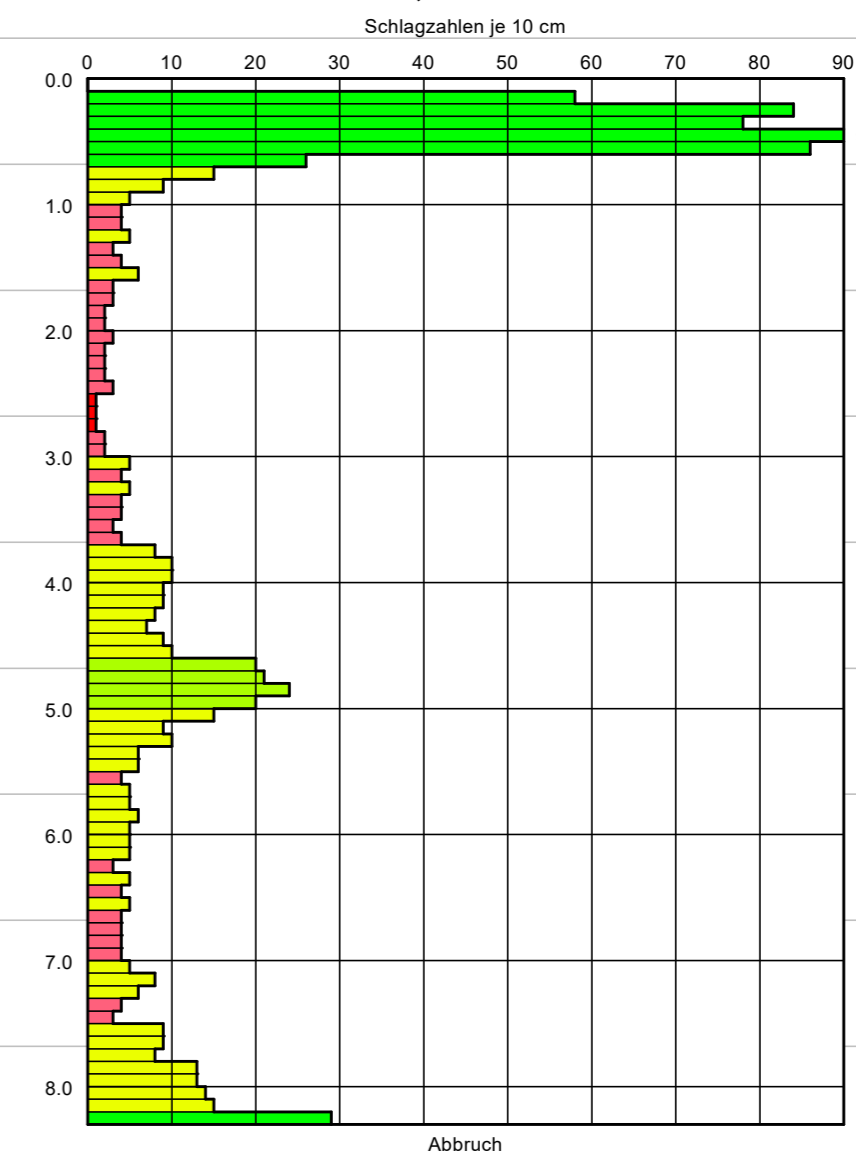
DPH bei EP1
141,61 m NN



DPH bei EP5
141,70 m NN



DPH bei EP7
141,68 m NN



Legende DPH

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

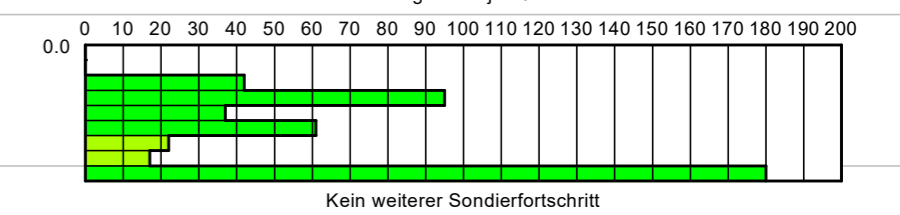
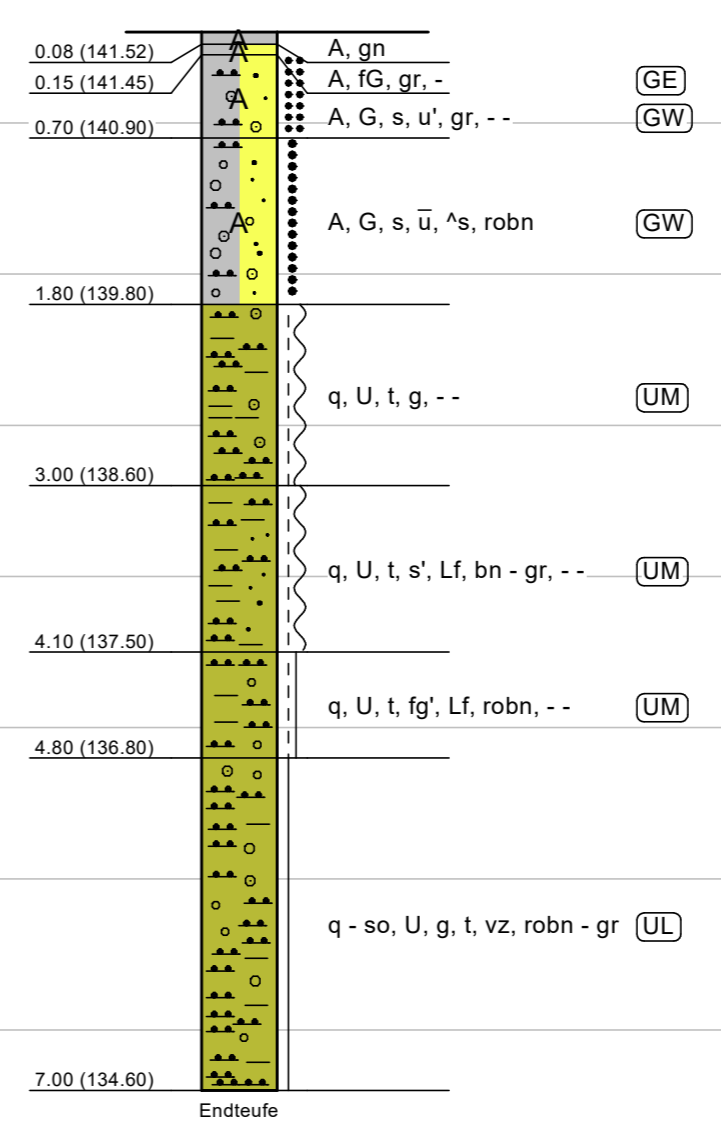
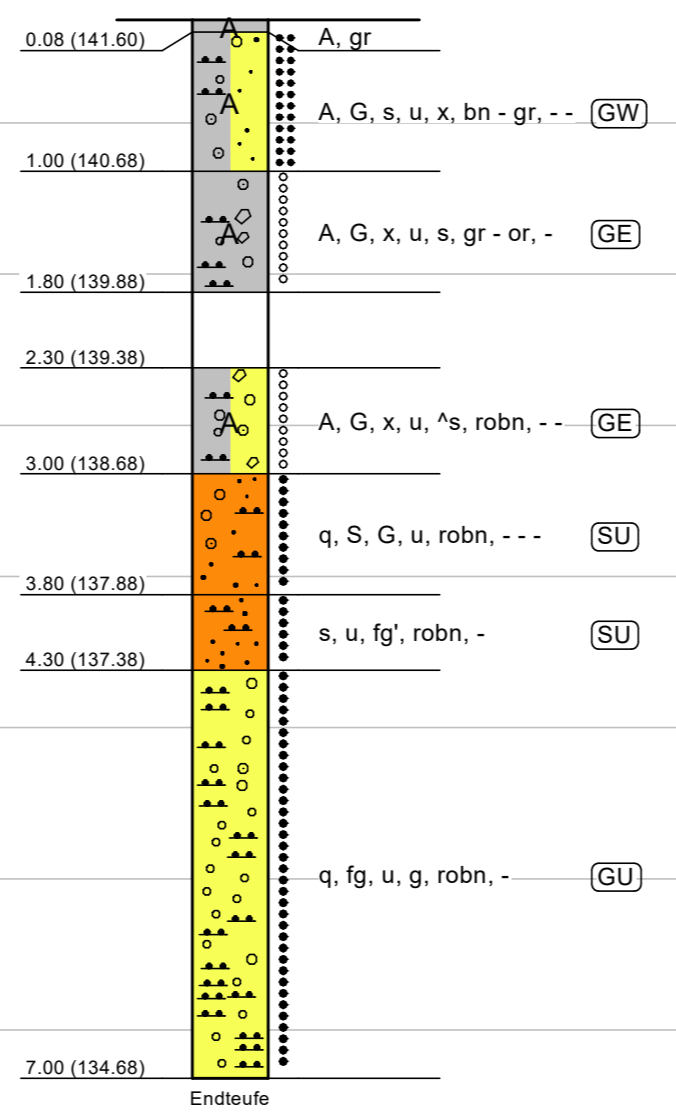
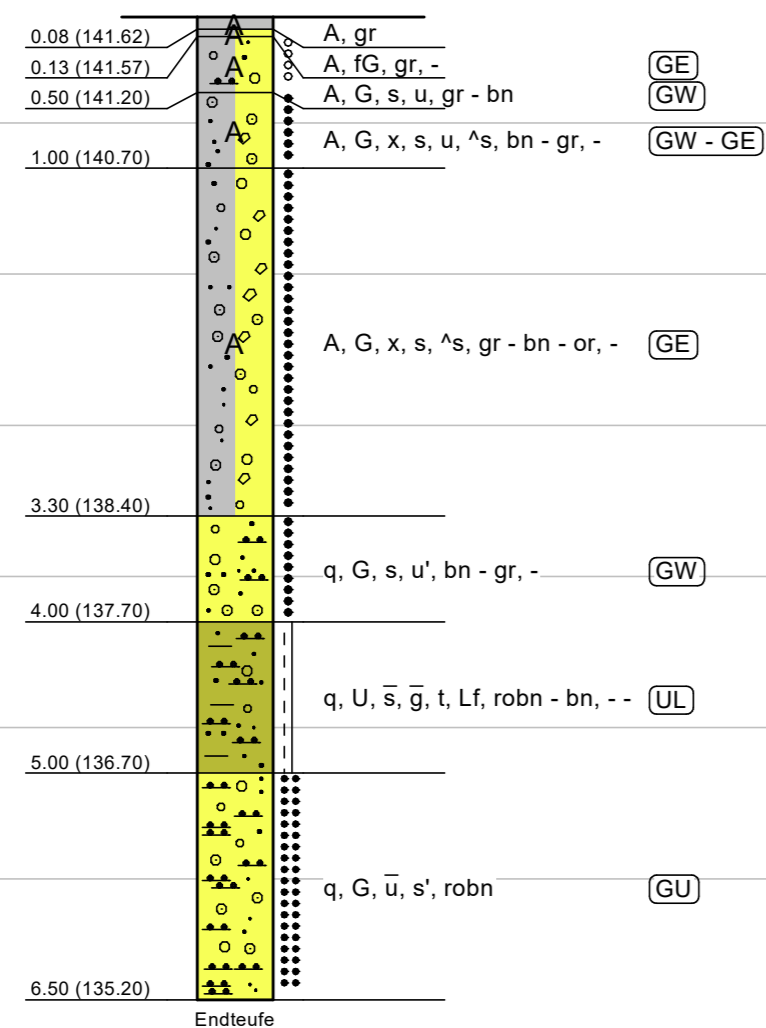
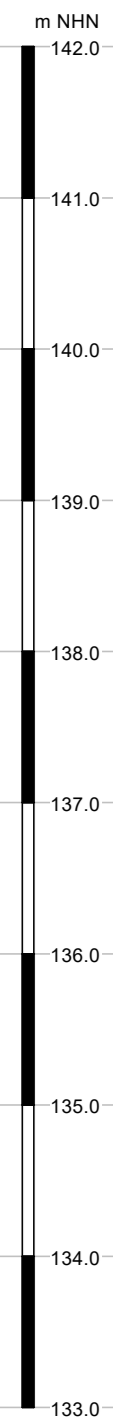
Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS bei EP 9
141,70 m NHN = GOK

RKS bei EP 10
141,68 m NHN = GOK

RKS bei EP 8
141,60 m NHN = GOK

DPH A bei EP11
141,80 m NN
Schlagzahlen je 10 cm



Legende DPL

- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	halbfest		Schluff		A Auffüllung
	steif - halbfest		Sand		
	weich - steif		Kies		
	locker		Feinkies		
	mitteldicht				
	dicht				