

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik · Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal

Bauverein Haan eG
Nordstraße 1

42781 Haan

Prof. Dr.-Ing. Matthias Pulsfort
Dr.-Ing. Peter Waldhoff
Dr.-Ing. Thomas Happe
Dr.-Ing. Arndt Kremer
Dipl.-Ing. Gunther Müller

Uellendahl 70
42109 Wuppertal
Telefon (0202) 40491-0
Telefax (0202) 40491-44
E-Mail: info@igw-geotechnik.de

Ihr Zeichen

Ihr Schreiben vom

Unser Zeichen

Tag

8211/Kr

19.11.2020

**Betr.: Neubau von 3 unterkellerten Mehrfamilienhäusern auf dem Grundstück
Am Langenkamp 20-26 in Haan**
hier : Geotechnischer Bericht zur Gründung
Bezug: Ihre schriftl. Beauftragung vom 24.09.2020

Geotechnischer Bericht

=====

**zur Gründung von 3 unterkellerten Mehrfamilienhäusern auf dem
Grundstück Am Langenkamp 20-26 in Haan**

1. Veranlassung

Der Bauverein Haan plant auf dem derzeit nach Abbruch der alten Bebauung brach liegenden Grundstück Am Langenkamp 20-26 in Haan die Errichtung von 3 unterkellerten Mehrfamilienhäusern mit Grundrissflächen von ca. 13 m x 24 m (BT 1 im Südwesten) und 13 m x 48 m (BT 2+3 im Südosten; s. Lageplan Anlage 1).

Die Grundflächen der Neubauten werden nur teilweise die Standorte der Altbebauung abdecken. Aufgrund ihrer Ausmaße werden große Teile außerhalb davon liegen.

• • •

Unser Büro wurde beauftragt, die Untergrundverhältnisse im Bereich des Baugeländes zu erkunden und auf Basis der Ergebnisse sowohl Hinweise zur Gründung der Neubauten als auch eine abfallrechtliche Bewertung der als Aushub zu erwartenden Böden zu geben.

2. Grundlagen

Dem vorliegenden Baugrundgutachten liegen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen und Felderkundungen zugrunde:

- [U 1] Geologische Karte M 1:25.000, Blatt Solingen, herausgegeben 1893 und berichtigt im Jahre 1927 sowie die zugehörige Topografische Karte
- [U 2] Lageplan M 1:500 mit Darstellung der geplanten und der zurückgebauten Bebauung (Auszug, s. Anlage 1), erstellt vom Architekturbüro HGMB Architekten mit Datum vom 13.08.2020
- [U 3] Grundrisse, Schnitte und Ansichten von den geplanten Neubauten, M 1:200, erstellt vom Architekturbüro HGMB Architekten mit Datum vom 13.08.2020
- [U 4] Ergebnisse von 10 Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 10 bis in max. 6,2 m Tiefe unter GOK, ausgeführt von der IGW in der Zeit vom 07. bis 09.10.2020 (s. Anlagen 2)
- [U 5] Ergebnisse von 10 Rammsondierungen DPM-A 1 bis DPM-A 10 mit der Mittelschweren Rammsonde nach DIN 4094 bis in max. 6,5 m Tiefe unter GOK, ausgeführt von der IGW in der Zeit vom 07. bis 09.10.2020 (s. Anlagen 2)
- [U 6] Chemische Analysen an 2 Bodenmischproben (entnommen aus dem Bohrgut der 10 Rammkernsondierungen) auf die Parameter der LAGA-Richtlinie TR 2004, ausgeführt im chem. Labor der SEWA GmbH, Essen (s. Laborbericht in Anlage 3)

Die Stellen für die Untergrunderkundung wurden an dem vom Architekturbüro HGMB Architekten in den Lageplan eingetragenen Grundrissen der Altbebauung orientiert (Gruben vor Ort). Die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden in der Örtlichkeit durch Ingenieurnivellement auf mehrere in den Leitungsplänen angegebene Kanaldeckelhöhen bezogen. Somit sind die Ergebnisse der Untergrunderkundung in Anlage 2 höhengerecht als Bodenprofile gemäß DIN 4023 bzw. als Sondierdiagramme entsprechend DIN 4094 dargestellt.

3. Untergrundverhältnisse

3.1 Topografie und Geologie

Das hier betrachtete Baugelände liegt in einem leicht von Nord/Nordost nach Süd/Südwest abfallenden Gelände. Die Straße Am Langenkamp verläuft entlang der nördlichen Grundstücksgrenze.

Nach Angaben der Geologischen Karte [U 1] stehen im tieferen Untergrund die sog. **Brandenburg-Schichten** an (tmb, s. Abb.1). Diese im Mitteldevon (vor rd. 380 Mio. Jahren) aus Meeressedimenten entstandenen Felsformationen bestehen überwiegend aus rot und grün gefärbten Schiefen mit einzelnen Grauwacken-Sandsteinbänken. Die Schichtflächen des Sedimentgesteins streichen durchweg variskisch in SW-NO-Richtung und fallen im Allgemeinen in nordwestliche Richtung ein.

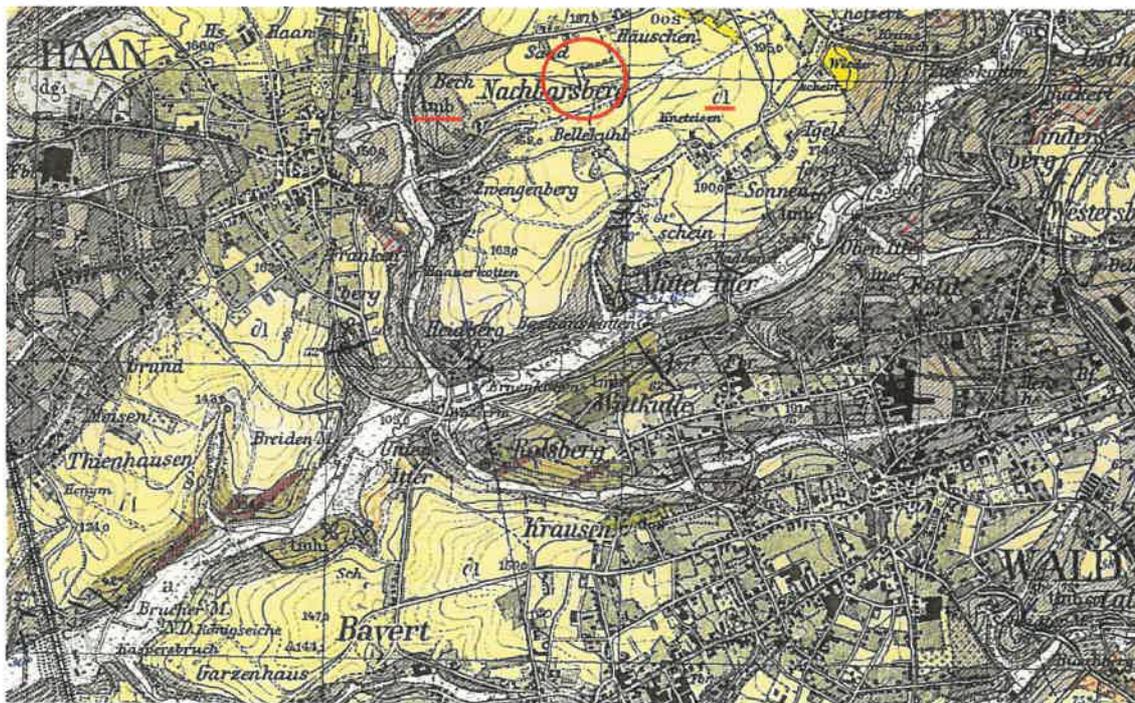


Abb. 1: Auszug aus [U 1], ohne Maßstab

Die Schiefer verwittern i.a. zu einem meist steinigen Lehmboden, der je nach Vorherrschen oder Zurücktreten von Grauwacken mehr oder weniger sandig ist.

...

Dieses Grundgebirge wird auf dem Grundstück von einer i.d.R. mehrere Meter mächtigen Lössdecke (a), s. gelb dargestellte Flächen) überlagert. Der Löss (bodenmechanisch = schwach feinsandiger Schluff) ist ein graubrauner kalkhaltiger Quarzstaub, der nach den letzten Eiszeiten von Nord-/Westwinden angeweht wurde. Häufig ist der Löss durch Sickerwasser tiefgründig entkalkt und in sogenannten Lösslehm umgewandelt worden, der meistens eine hellbraune Färbung aufweist.

Der Löss besitzt ebenso wie der Lösslehm die sehr unangenehme Eigenschaft aller gering plastischen, bindigen Böden bei Wasserzutritt verhältnismäßig leicht aufzuweichen und auf Störungen durch Erdbaugeräte mit völligem Aufweichen und Konsistenzverlust zu reagieren. Wenn frisch ausgeschachtete Flächen nassregnen, sind sie nicht mehr befahrbar und kaum noch begehbar.

Der Fels der Brandenburg-Schichten ist auf Klüften mäßig wasserdurchlässig, so dass sich ein geschlossener Grundwasserspiegel erfahrungsgemäß erst im Trennflächengefüge des Felsverbandes einstellt. In der lehmigen Verwitterungsdecke kommt jedoch häufig Stauwasser parallel zur Oberfläche vor.

3.2 Ergebnisse der Untergrunderkundung

Die Ergebnisse der Untergrunderkundung bestätigen die Angaben der Geologischen Karte und den visuellen Eindruck vom Gelände. Danach wurde nur oberflächennah und nur an einzelnen Punkten – vermutlich als Folge der früheren Nutzung bzw. der durchgeführten Abbrucharbeiten – angeschütteter Boden mit ganz vereinzelt anthropogenen Beimengungen (Ziegelstücke) bis in 0,5 m bzw. 1,0 m Tiefe (RKS 1) angetroffen.

Unter den teilweise als Mutterboden und teilweise als schluffigen Oberboden angesprochenen Deckschichten steht an nahezu allen Ansatzpunkten erwartungsgemäß der beschriebene vollkommen steinfreie Lösslehm in Mächtigkeiten von 3 bis 4 m an. Lediglich am Ansatzpunkt RKS 6 wurde der Löss als stark schluffiger Feinsand angesprochen.

Der Lösslehm hat überwiegend nur eine weiche bis knapp steife Konsistenz und damit eine geringe Tragfähigkeit. Dies zeigen auch die Eindringwiderstände der parallel durchgeführten Rammsondierungen mit der Mittelschweren Rammsonde, bei denen nur geringe Schlagzahlen von $N_{10} \leq 10$ Schlägen, bereichsweise auch $N_{10} \leq 5$ Schlägen je 10 cm Sondeneindringung gemessen wurden.

Erst im Übergang zum schwach steinigem Verwitterungslehm des unterlagernden Grundgebirges (i.d.R. steife bis halbfeste Konsistenz) steigt der Eindringwiderstand und damit die Schlagzahl je 10 cm Sondeneindringung schnell auf $N_{10} \geq 20$ Schläge an. Damit ist die Tragfähigkeit dieses Untergrundes schon deutlich höher einzustufen.

Die Rammkernsondierungen kamen schließlich in diesen Verwitterungsschichten aufgrund hoher Rammwiderstände in Tiefen zwischen 4,2 m (RKS 3) und 6,2 m (RKS 9) fest. An 2 Ansatzpunkten wurde bereits weniger verwitterter Fels in Form eines verlehmteten Steingemenges (RKS 10) bzw. eines mürben Sandsteins (RKS 3) erbohrt. Die Rammsondierungen mit der Mittelschweren Rammsonde reichen nur wenig tiefer.

3.3 Grundwasser

Ein regelrechter Grundwasserstand wurde in keiner Rammkernsondierung angetroffen. Allerdings zeigt die örtlich nur weiche Konsistenz der bindigen Böden an, dass diese wasserstauend sind. Entsprechend muss damit gerechnet werden, dass beim Aushub einer Baugrube Stau- oder Schichtwasserhorizonte angeschnitten werden, die dann in die Baugrube hinein „ausbluten“ können.

3.4 Bodenklassifizierung

Im Sinne der alten DIN 18300: 2012-09 und der DIN 18196: 2011-05 kann der vorgefundene Boden folgenden Bodenklassen bzw. Bodengruppen zugeordnet werden.

Tabelle 1: Bodenklassifikation

Bodenart	Bodengruppe (DIN 18196)	Bodenklasse (DIN 18300)
Anschüttung aus überwiegend schwach steinigem Schluff in weicher Konsistenz bzw. in sandig-schluffiger Matrix, tlw. mit Bauschuttbeimengungen	[UL, UM, TL, TM SU, SU*, GU, GU*]; A	3 - leicht lösbare Bodenarten 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten
Löss , überwiegend feinsandiger Schluff, tlw. stark schluffiger Feinsand, weiche bis steife Konsistenz	UL, UM, TL, SU*	3 - leicht lösbare Bodenarten 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten
Verwitterungslehm , schwach sandig, schwach steinig, steife bis halbfeste Konsistenz	UL, UM, SU*	3 - leicht lösbare Bodenarten 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten
Steingemenge , lehmig-sandig bzw. steiniger Schluff , in miteldichter bis sehr dichter Lagerung	GU, GU*, GW, GI	4 - mittelschwer lösbare Bodenarten 5 - schwer lösbare Bodenarten ¹⁾ 6 - verwitterter Fels ¹⁾

¹⁾ Der Übergang der Boden- / Felsklasse 5 zu 6 ist fließend und vom jeweiligen Verwitterungsgrad abhängig.

Nach den „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ in der Fassung von 2017 (ZTVE-StB '17) entsprechen die angetroffenen bindigen Böden mit über 15 Gewichtsprozent Schluffanteilen der Frostempfindlichkeitsklasse **F3 – sehr frostempfindlich**.

Diese überwiegend stark bindigen Böden können bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung durch Erdbaumaschinen rasch in eine breiige Konsistenz übergehen und sind dann in die **Bodenklasse 2 – fließende Bodenarten** einzustufen. Eine solche Zustandsverschlechterung muss aber durch eine geeignete Erdbautechnik vermieden werden.

3.5 Homogenbereiche

Die zuvor beschriebenen Bodenschichten lassen sich unter geotechnischen Gesichtspunkten in die in Tabelle 2 angegebenen 4 Homogenbereiche „Lockergestein“ nach der „neuen“ DIN 18300 (Erdarbeiten) mit Stand von August 2015 einteilen:

...

Tabelle 2: Homogenbereiche im Lockergestein im Sinne von DIN 18300

	Anschüttung	Löss, steinfrei	Schluff, stein- arm	Steingemenge steiniger Lehm
Bodengruppe nach DIN 18196	[UL, UM, TL, TM SU, SU*, GU, GU*]; A	UL, UM, TL, SU*	UL, UM, SU*	GU, GU*, GW, GI
Korngrößenverteilung n. DIN 18123	nicht sinnvoll einzugrenzen	eng gestuft	weit gestuft	mittel bis weit gestuft
Stein-/Blockanteile n. DIN EN ISO 14688-2	sehr gering bis mäßig	sehr gering	gering	mäßig bis sehr hoch
Dichte n. DIN 18125-2	1,8 - 1,9 g/cm ³	1,8 - 2,0 g/cm ³	1,9 - 2,0 g/cm ³	2,0 - 2,2 g/cm ³
undräßierte Scherfestig- keit n. DIN 18137 ¹⁾	0 - 60 kN/m ²	0 - 60 kN/m ²	10 - 60 kN/m ²	0 - 40 kN/m ²
Wassergehalt n. DIN EN ISO 17892-1	5 bis 30 %	10 bis 40 %	10 bis 40 %	10 bis 30 %
Plastizitätszahl / Konsistenzzahl nach DIN 18122 ¹⁾	$I_p = 0,1 - 0,4$ $I_c = 0,5 - > 1,0$	$I_p = 0,03 - 0,2$ $I_c = 0,5 - 1,0$	$I_p = 0,1 - 0,4$ $I_c = 0,5 - > 1,0$	$I_p = 0,1 - 0,4$ $I_c = 0,5 - > 1,0$
Lagerungsdichte n. DIN EN ISO 14688-2 ²⁾	locker bis dicht	---	---	mitteldicht bis sehr dicht
organische Anteile n. DIN 18128 / DIN EN ISO 14688-2	< 6 %	< 5 %	< 5 %	< 1 %

1) bei bindigen Böden bzw. für den bindigen Anteil bei gemischtkörnigen Böden

2) bei nicht bindigen Böden

Die angegebenen Kennwerte sind grundsätzlich größtenteils auf der Grundlage von speziellen Laborversuchen zu bestimmen. Hier kann aber zur Eingrenzung der Homogenbereiche bzw. der zugehörigen Parameter auf Erfahrungswerte der IGW zurückgegriffen werden.

3.6 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen von vergleichbaren Maßnahmen werden die bodenmechanischen Eigenschaften der hier anstehenden Erdstoffe durch folgende Kennwerte im Sinne von charakteristischen Werten nach DIN EN 1997-1: 2014-03 (EC 7) beschrieben:

...

Tabelle 3: bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Anschüttung , locker gelagert bzw. weiche Konsistenz	18 - 19	27,5 ¹⁾	---	---
Lösslehm , entkalkt in weicher Kon- sistenz (Schlagzahlen $N_{10} < 10$)	18 - 19	27,5	0 - 5	2 - 10
Lösslehm und schwach steiniger Verwitterungslehm in mind. steifer Konsistenz (Schlagzahlen $N_{10} > 10$)	19 - 20	27,5	5 - 10	10 - 20
Steingemenge , lehmig-sandig, stei- niger Schluff (Verwitterungszone) in mitteldichter bis dichter Lagerung	20 - 22	35 ¹⁾	---	50 - 70

¹⁾ Ersatzreibungswinkel einschl. Kohäsionswirkung

3.7 Umweltrelevante Belastungen

Für die abfallrechtliche Beurteilung von zu erwartendem Aushubmaterial wur-
den nach der organoleptischen Ansprache des entnommenen Bohrgutes (d.h.
durch Sehen, Riechen, Fühlen) folgende **2 Bodenmischproben** zusammenge-
stellt und im chemischen Labor der SEWA GmbH, Essen auf die von der „Län-
derarbeitsgemeinschaft Abfall“ herausgegebene Parameterliste der LAGA-
Richtlinie „Boden“ (TR 2004) untersucht:

- Mischprobe **MP 1** aus dem oberflächennah anstehenden Anschüttungsmate-
rial der Ansatzpunkte RKS 1 (t = 0,0-1,0 m), RKS 3 (t = 0,0-0,5 m); RKS 6 (t =
0,0-0,5 m), RKS 7 (t = 0,0-0,5 m), und RKS 9 (t = 0,0-0,50 m) sowie
- Mischprobe **MP 2** aus den anstehenden Lösslehmschichten der Ansatzpunk-
te RKS 1 (t = 1,0-2,0 m), RKS 2 (t = 0,0-2,0 m), RKS 3 (t = 0,5-2,0 m); RKS 4
(t = 0,5-2,0 m), RKS 5 (t = 0,0-2,0 m); RKS 6 (t = 0,5-2,0 m), RKS 7 (t = 0,5-
2,0 m), RKS 8 (t = 0,5-2,0 m), RKS 9 (t = 0,5-2,0 m) u. RKS 10 (t = 0,5-2,0 m).

...

Der in Mischprobe MP 2 zusammengestellte gewachsene Boden war organoleptisch vollkommen unauffällig und wäre in früheren Maßnahmen auch nicht beprobt worden. Von den Bodenannahmestellen wird aber heutzutage eine solche Untersuchung verlangt, so dass aus Gründen der Planungssicherheit eine entsprechende Untersuchung veranlasst wurde.

Im Ergebnis (s. Laborbericht in Anlage 3) sind beide Mischproben sowohl im Feststoff als auch im wässrigen Eluat bei allen untersuchten Parametern unauffällig. Die gemessenen Konzentrationen lagen entweder unter der verfahrensbedingten Nachweisgrenze der chemischen Analytik oder unter dem jeweiligen **Zuordnungswert Z 0** der LAGA-Richtlinie Boden - TR 2004 (entsprechend der natürlichen Hintergrundbelastung). Mit der stichprobenartigen Untersuchung konnte keine auf die bisherige Nutzung des Grundstückes bzw. auf die durchgeführten Abbrucharbeiten zurückzuführende umweltrelevante Belastung des Untergrundes nachgewiesen werden.

3.8 Versickerungsmöglichkeiten

Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f der mehrere Meter mächtigen Lösslehmschichten und auch des darunter anstehenden schwach steinigen Verwitterungslehms liegt deutlich außerhalb der Bandbreite ($1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$), nach der Böden gemäß den Kriterien des DWA-ATV-Arbeitsblattes 138 zur Versickerung geeignet sind.

Eine Versickerung ist erfahrungsgemäß erst in der mehr als 5 m unter Gelände beginnenden steinigen Verwitterungszone der Brandenburg-Schichten möglich, deren Gebirgsdurchlässigkeit wird in der hydrologischen Karte, Blatt Barmen i.d.R. mit $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ eingestuft.

Evtl. geplante Versickerungsanlagen müssten entsprechend tief bis zu diesem Verwitterungshorizont des Grundgebirges geführt werden.

4. Gründungshinweise

4.1 Gründungshorizont

In den vorliegenden Plänen [U 3] sind die Fertig-Fußbodenhöhen (FFH) der jeweiligen Erdgeschosse mit +187,28 m NHN (Gebäude BT 1 im Südwesten) bzw. +188,67 m NHN (Riegel BT 2/3 im Südosten des Grundstücks) angegeben. Bei Annahme einer Kellergeschosshöhe von ca. 3,1 m und einer Stärke der Bodenplatten-Konstruktion von etwa 0,4 m kann von folgenden Gründungshorizonten ausgegangen werden: **+183,80 m NHN** (Gebäude BT 1) bzw. **+185,20 m NHN** (Riegel BT 2/3).

Nach den vorliegenden Geländehöhen und dem Ergebnis der Baugrunderkundung liegen die geplanten Gründungssohlen der Gebäude somit noch in dem nur wenig tragfähigen und stark zusammendrückbaren Lösslehm, der vor allem durch unterschiedliche Steifigkeiten gekennzeichnet ist (s. Eintrag des jeweiligen Gründungshorizontes in Anlage 2.1 bis 2.4).

4.2 Flachgründung

Die nicht optimale Gründungssituation lässt sich über eine Gründungskonstruktion aus einer bewehrten Bodenplatte auf einem qualifiziert verdichteten Bodenaustauschpolster lösen, was bei den beschriebenen Untergrundverhältnissen die wirtschaftlichste Variante darstellt.

Ohne die Kenntnis konkreter Bauwerkslasten gehen wir bei dem aus gut verdichtbarem Material aufzubauenden Bodenpolster zunächst von einer Mächtigkeit von mindestens 1,0 m aus.

Die Sohlplatte kann dann als elastisch gebettete Platte (als Mindestdicke wird 30 cm empfohlen) mit einer kräftigen zweilagigen Netzbewehrung bemessen werden, wobei zur Berechnung der Schnittgrößen nach einem Verfahren der elastischen Bettung ein charakteristischer Wert des Bettungsmoduls auf der Polsterschicht von

$$k_{s,k} = 12 \text{ MN/m}^3$$

...

angesetzt werden kann, am Rand auf 1 m Breite umlaufend auch 20 % mehr. Dabei soll die maximale rechnerische Bodenpressung unter der Platte an keiner Stelle größer als 120 kN/m^2 (charakteristischer Wert) sein. Die Setzungen werden dann etwa 1-2 cm betragen, so dass auch die zugehörigen Setzungsdifferenzen von konventionell ausgesteiften Massivbauten schadensfrei aufnehmbar sind.

Damit keine Setzungsdifferenzen an möglichen Arbeits- bzw. Bewegungsfugen der Bodenplatte entstehen, sind diese ggfs. querkraftschlüssig zu verbinden bzw. durch konstruktiv bewehrte Bankettbalken zu unterstützen.

4.3 Herstellen des Bodenpolsters unter der Bodenplatte

Zunächst wird die Baugrubensohle rückschreitend flächig bis 1,0 m unter die planmäßige Gründungssohle ausgehoben. Im Anschluss ist darauf ein geotextiles Vlies der Robustheitsklasse GRK 3 in der gesamten Fläche zu verlegen. Bei der Verlegung des Vlieses sind Überlappungsstöße von 50 cm einzuhalten. Außerdem ist es an den seitlichen Rändern der Baugrube auf Höhe des Bodenpolsters mit nach oben zu ziehen.

Sollte in der Aushubsohle örtlich noch weicher Lehm anstehen, empfiehlt es sich, diesen vorher mit einer ca. 20 cm dicken Schicht aus Grobschlag (z.B. Körnung 70/200 mm) zu stabilisieren, die in den Lehm hineingedrückt wird, bevor dann das geotextile Vlies aufgebracht wird. Vor diesem Hintergrund sollten die Aushubsohlen fachgutachterlich abgenommen werden.

Danach kann dann das 1 m mächtige Bodenpolster mit gut verdichtbarem Kalkstein-Mineralgemisch 0/45 mm oder vergleichbarem RC-Material (hierzu ist i.d.R. eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen) lagenweise in 3 Lagen aufgebaut und verdichtet werden. Das Polster muss dabei gegenüber den Platzenaußenkanten allseitig einen Überstand von 80 cm erhalten. Die erste Lage von 35 cm Stärke ist „vor Kopf“ einzuschieben, ohne dass die Gründungssohle direkt befahren wird.

Jede der 3 Lagen ist nach ZTVE-StB '17 zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 an mindestens 6 Stellen nachzuweisen, wobei auf der Polsteroberfläche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ gefordert wird.

4.4 Weitere Hinweise zur Herstellung der Kellergeschosse – Trockenhaltung

Weil der Untergrund wasserstauend ist und ein Sickerwassereintrag in die Baugruben und später in die verfüllten Arbeitsräume an den neuen Gebäuden nicht auszuschließen ist, empfiehlt sich die Ausführung einer wassersperrenden Konstruktion, bei der die Kellergeschosse in wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) als sog. „weiße Wanne“ zu errichten sind.

Eine Abdichtung der Untergeschosse gegen drückendes Wasser oder die Installation einer Dränanlage erscheinen nicht zielführend, zumal eine geeignete Vorflut im hier untersuchten Bereich nach unserer Kenntnis nicht zur Verfügung steht.

Die Ausbildung der Kellergeschosse in WU-Beton als biegesteife Stahlbetonkästen wirkt sich zudem günstig auf das globale Setzungsverhalten aus. Bei der Bemessung der Plattengründungen ist ein Wasserüberdruck von 1,0 m über OK Rohfußboden zu berücksichtigen. Alle Bewegungsfugen sind durch Fugenbänder abzudichten.

Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die spätere Geländeoberfläche im Anschluss an das Gebäude mit Gefälle davon weg profiliert wird.

Unter den Fahrradrampen, die jeweils an den nördlichen Giebelwänden aus dem Grundriss hinaus ragen, sind senkrecht zur Außenwand des Kellergeschosses Wandscheiben aus Stahlbeton ratsam, die monolithisch mit der Kelleraußenwand verbunden sind. Die Unterkante dieser Wandscheiben soll auf der überstehenden Bodenplatte aufliegen und kann dann unter 30° gegen die Horizontale abgetrept werden. Von einer von der Unterkellerung getrennten höherliegenden Flachgründung wird ausdrücklich abgeraten.

5. Erdarbeiten

Die Baugruben für die Keller können frei geböscht mit einem Böschungswinkel von 45° bis 60° Neigung gegen die Horizontale angelegt werden, wobei die Böschungsoberflächen sofort zum Schutz gegen Erosion mit Folie abzudecken sind, die ausreichend gegen Aufwehen gesichert werden. Die Folie ist bis 1,5 m hinter den oberen Baugrubenrand zu verlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass kein Wasser unter der Folie in Richtung Baugrubenböschung fließen kann. Damit soll sichergestellt werden, dass durch Sickerwasser weder eine Erosion an der Böschungsoberfläche noch ein Böschungsbruch verursacht wird. Des Weiteren ist am oberen Baugrubenrand ein das Oberflächenwasser abweisender Randwall im Sinne von DIN 4124 herzustellen.

Sämtliche Aushubarbeiten dürfen im steinfreien bzw. steinarmen Lehm nur rückschreitend mittels Tieflöffelbagger und ungezahntem Löffel erfolgen, ohne dass die Aushubsohlen direkt befahren werden. Wie bereits oben beschrieben, neigt der Lösslehm bei mechanischer Beanspruchung und bei Zutritt von Wasser dazu, in eine breiige Konsistenz überzugehen. Die Baugrubensohle sollte daher ein Quergefälle von etwa 2% zu den Baugrubenrändern erhalten, so dass Niederschlagswasser nach dorthin frei abfließen kann.

Bei starken bzw. lang anhaltenden Niederschlägen wird sich das Regenwasser in der Baugrube aufstauen. Deshalb sind in der Baugrube Pumpensümpfe anzulegen. Diese können z.B. aus Betonringen bestehen, die auf Kies aufliegen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Sohle der Pumpensümpfe bis unter die Baugrubensohle bzw. unter die Unterkante des Bodenaustauschs reicht.

Der bei der Ausschachtung anfallende steinfreie Lössboden ist zur Verfüllung von Arbeitsräumen nicht geeignet und sollte sofort abgefahren bzw. nur dort wieder eingebaut werden, wo er keinen besonderen Ansprüchen genügen muss. Im Übrigen ist er zum Wiedereinbau nur geeignet, wenn er mit hydraulischen Bindemitteln (ungelöschter Kalk bzw. Kalk-Zement-Gemisch) aufbereitet wird. Ansonsten ist eine Verdichtung dieser Böden selbst ohne Vernässung beim Einbau praktisch nicht möglich.

Weil der anzuschüttende Boden keinen besonderen Ansprüchen genügen muss, genügt in Abhängigkeit vom Wassergehalt der angetroffenen Böden bereits ein Bindemittelanteil von ca. 2 - 3 Massen-%, bezogen auf die Feuchtmasse des lagenweise in Stärken von ca. 35 cm einzubauenden Bodens. Dabei sollte es den Erdbaufirmen überlassen werden, ob die Bindemittel-Zugabe bereits vor dem Einbau oder währenddessen in jeder Schüttlage nach den ZTVE-StB '17 mit einer Bodenfräse erfolgt. Auf Halde gelagerter Aushub ist mit Folie gegen Niederschlag zu schützen.

Dauerhaft standsichere Böschungen auf dem Grundstück bzw. im Lösslehm können nur relativ flach mit einer Neigung von 1:2 gegen die Horizontale hergestellt werden, wobei die Oberfläche der Böschungen sofort z.B. mittels Faschinen oder Anspritzbe-
grünung gegen Erosion geschützt werden muss.

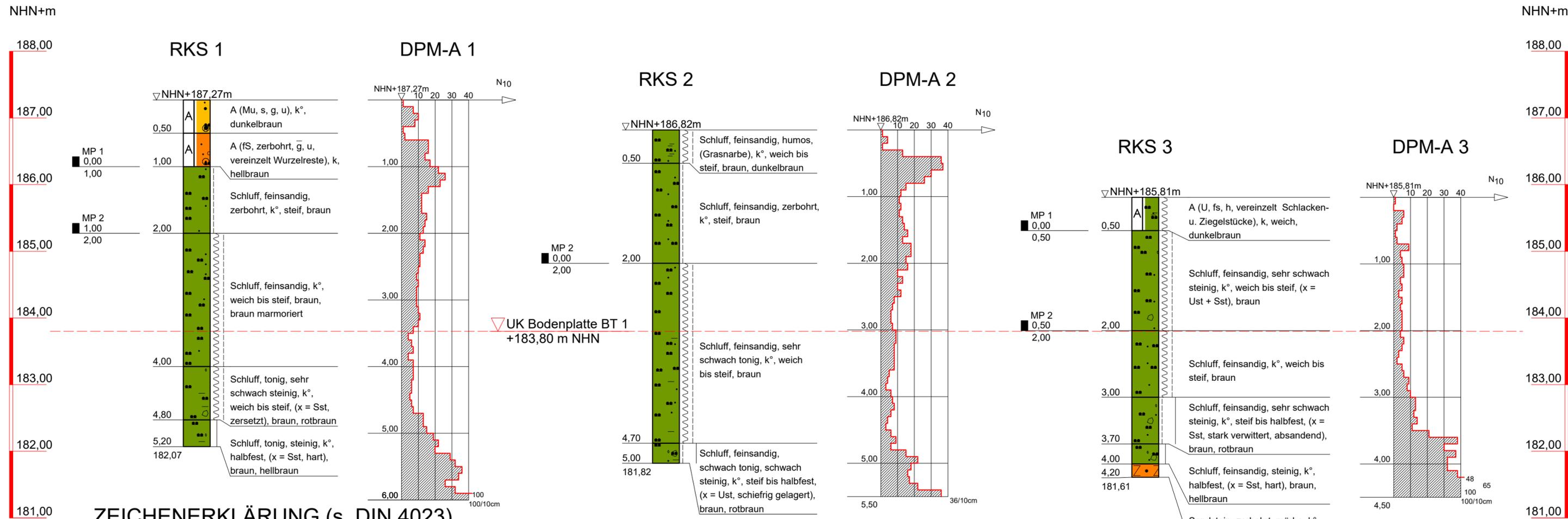
Baustraßen sind auf dem Gelände mit einem geotextilen Vlies (Robustheitsklasse 4) und einer mindestens 0,7 m hohen Schicht aus Mineralgemisch bzw. RC-Material 0/45 mm herzustellen.

Nach den derzeit vorliegenden Plänen ist kein Baugrubenverbau notwendig. Dies sollte aber nach vorliegender Ausführungsplanung nochmals überprüft werden. Weitere Einzelheiten können dann noch besprochen werden.

ppa. A. Kremer

(Dr.-Ing. A. Kremer)

- Anlagen:
1. Lageplan
 2. Bodenprofile und Sondierdiagramme
 3. Laborbericht



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- DPM Rammsondierung mittelschwere Sonde
- RKS Rammkernsondierung

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

- Bodenprobe

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G g	
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Steine	steinig	X x	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	

FELSARTEN

Sandstein	Sst
-----------	-----

KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
- m mittel
- g grob

NEBENANTEILE

- ' schwach (< 15 %)
- '' stark (ca. 30-40 %)
- ''' sehr schwach; '''' sehr stark

KALKGEHALT

- k° kalkfrei
- k kalkhaltig

HÄRTE

- mü mürbe

KONSISTENZ

- wch < weich
- hfst halbfest
- stf steif

VERWITTERUNG

- v verwittert

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094 / EN ISO 22476-2

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	Spitzendurchmesser	Spitzenquerschnitt	Gestängedurchmesser	Rammbergewicht	Fallhöhe
DPL-S	2,52 cm	5,00 cm²	2,20 cm	10,00 kg	50,0 cm
DPL	3,57 cm	10,00 cm²	3,20 cm	10,00 kg	50,0 cm
DPM	4,37 cm	15,00 cm²	3,20 cm	30,00 kg	50,0 cm
DPM-A	3,57 cm	10,00 cm²	2,20 cm	30,00 kg	20,00 cm
DPH	4,37 cm	15,00 cm²	3,20 cm	50,00 kg	50,00 cm

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Wuppertal mbH
 Pulsfort, Waldhoff und Partner
 Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal · Telefon: (0202) 40491-0



HAAN

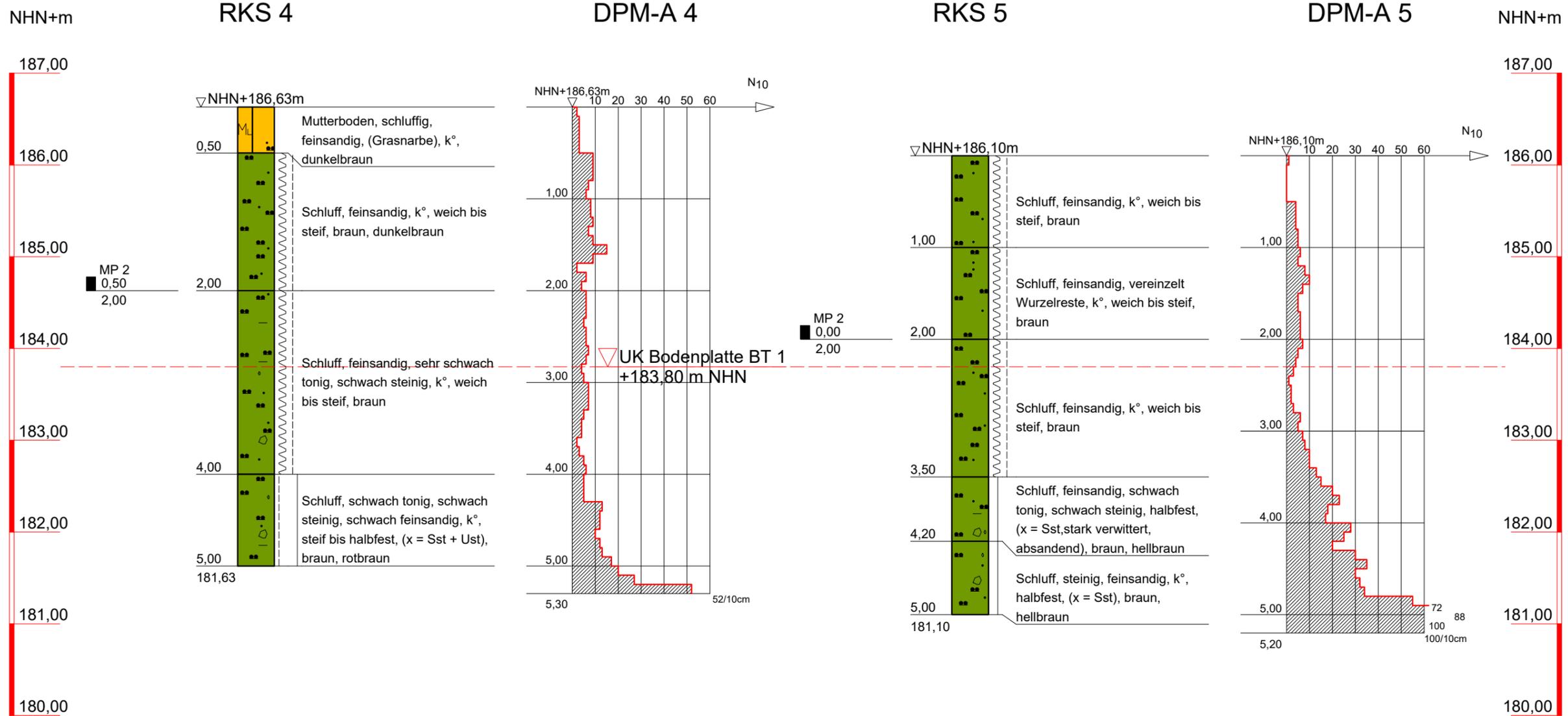
Am Langenkamp 20-26, BT 1

Bodenprofile und Rammdiagramme

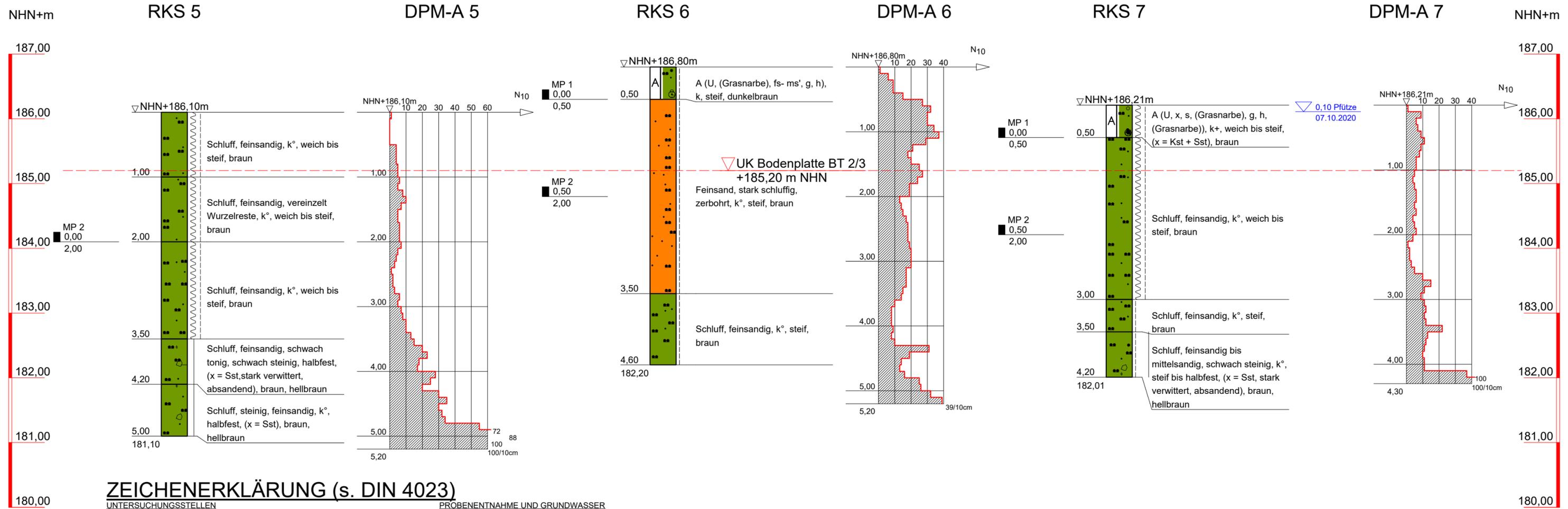
Maßstab 1 : 50

Wuppertal

07.10.2020



Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Wuppertal mbH Pulsfort, Waldhoff und Partner Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal · Telefon: (0202) 40491-0		
HAAN		
Am Langenkamp 20-26, BT 1		
Bodenprofile und Rammdiagramme		
Maßstab	1 : 50	
Wuppertal	07.10.2020	



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

- UNTERSUCHUNGSTELLEN**
 ○ DPM Rammsondierung mittelschwere Sonde
 ● RKS Rammkernsondierung
- PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER**
 ▽ Grundwasser angebohrt
 ■ Bodenprobe

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G	g
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Steine	steinig	X	x
Ton	tonig	T	t
Torf	humos	H	h

KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
 m mittel
 g grob

NEBENANTEILE

- ' schwach (< 15 %)
 * stark (ca. 30-40 %)
 " sehr schwach; * sehr stark

KALKGEHALT

- k° kalkfrei
 k kalkhaltig

KONSISTENZ

- wch weich stf steif
 hfst halbfest

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094 / EN ISO 22476-2

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	DPL-5	DPL	DPM	DPM-A	DPH
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm	3,57 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm²	10,00 cm²	15,00 cm²	10,00 cm²	15,00 cm²
Gestängeldurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rammhämmergewicht	10,00 kg	10,00 kg	30,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Falhöhe	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Wuppertal mbH
 Pulsfort, Waldhoff und Partner
 Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal · Telefon: (0202) 40491-0



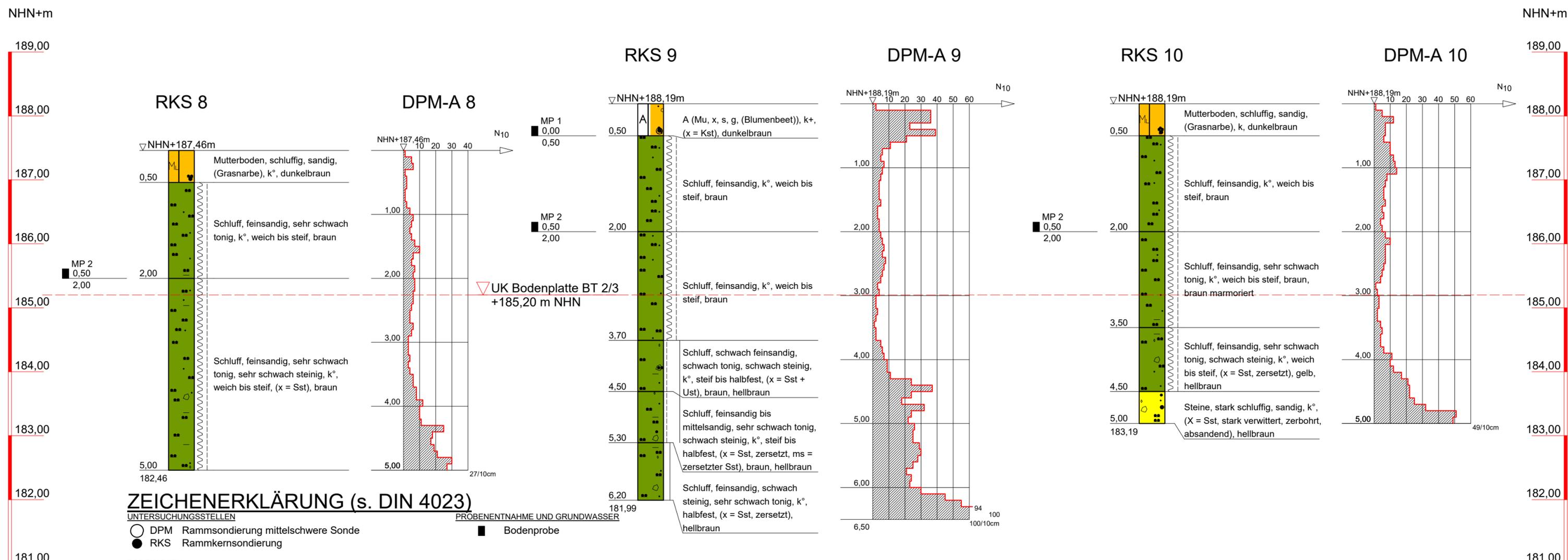
HAAN

Am Langenkamp 20-26, BT 2/3

Bodenprofile und Rammogramme

Maßstab 1 : 50

Wuppertal 07.10.2020



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 ○ DPM Rammsondierung mittelschwere Sonde
 ● RKS Rammkernsondierung

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER
 ■ Bodenprobe

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G g	
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Steine	steinig	X x	
Ton	tonig	T t	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KALKGEHALT

k°	kalkfrei
k	kalkhaltig
k+	stark kalkhaltig

KONSISTENZ

wch	weich	stf	steif
hfst	halbfest		

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094 / EN ISO 22476-2

Spitzendurchmesser	DPL-S	DPL	DPM	DPM-A	DPH
2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm	3,57 cm	4,37 cm	
5,00 cm²	10,00 cm²	15,00 cm²	10,00 cm²	15,00 cm²	
2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm	2,20 cm	3,20 cm	
10,00 kg	10,00 kg	30,00 kg	30,00 kg	50,00 kg	
50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm	

* schwach (< 15 %)
 — stark (ca. 30-40 %)
 " sehr schwach; " sehr stark

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik Wuppertal mbH
 Pulsfort, Waldhoff und Partner
 Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal · Telefon: (0202) 40491-0



HAAN

Am Langenkamp 20-26, BT 2/3

Bodenprofil und Rammdiagramm

Maßstab 1 : 50

Wuppertal 07.10.2020

3.1



Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU71498
Berichtsdatum: 06.11.2020

Projekt: 8211; Am Langenkamp, Haan

Auftraggeber: IGW Ingenieurgesellschaft für
Geotechnik GmbH
Uellendahl 70
42109 Wuppertal

Auftrag: 29.10.2020
Probeneingang: 29.10.2020
Untersuchungszeitraum: 29.10.2020 — 06.11.2020
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 2 Feststoffproben

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Andreas Görner".

Andreas Görner
Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.

Projekt: 8211; Am Langenkamp, Haan
Untersuchungsbericht: LAB71498 vom 06.11.2020



Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
71498 - 1	MP 1	
71498 - 2	MP 2	

71498 - 1

71498 - 2

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Metall	Einheit	71498 - 1	71498 - 2
Arsen	mg/kg	6,0	7,1
Blei	mg/kg	14	12
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20
Chrom	mg/kg	27	27
Kupfer	mg/kg	11	11
Nickel	mg/kg	16	21
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050
Zink	mg/kg	45	45

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Metall	Einheit	71498 - 1	71498 - 2
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme	
71498 - 1	MP 1		
71498 - 2	MP 2		
		71498 - 1	71498 - 2

● Untersuchungen im Feststoff

TOC	%	0,46	0,20
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50
LHKW			
Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar
BTEX			
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme	
71498 - 1	MP 1		
71498 - 2	MP 2		
		71498 - 1	71498 - 2
PAK nach US EPA			
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010
Phenanthren	mg/kg	0,068	0,047
Anthracen	mg/kg	0,035	0,015
Fluoranthren	mg/kg	0,22	0,29
Pyren	mg/kg	0,20	0,24
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,14	0,20
Chrysen	mg/kg	0,14	0,25
Benzofluoranthene	mg/kg	0,22	0,28
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,11	0,11
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,039	0,019
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,095	0,062
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,093	0,053
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	1,4	1,6
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,41	0,40
PCB nach DIN			
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖIV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Projekt:8211; Am Langenkamp, Haan
Untersuchungsbericht: LAB71498 vom 06.11.2020

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
71498 - 1	MP 1	
71498 - 2	MP 2	
	71498 - 1	71498 - 2

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	6,72	6,64
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	87	25
Chlorid	mg/l	1,1	<1,0
Sulfat	mg/l	8,7	3,3
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080
Metalle			
Arsen	mg/l	<0,010	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	0,015	0,030

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

● Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

● Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

● Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262 (2012-04)
EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01)
TOC	DIN EN 13137 (2001/12)
LHKW	DIN ISO 22155 (2016-07)
BTEX	DIN ISO 22155 (2016-07)
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)
PCB nach DIN	DIN EN 15308 (2008-05)

● Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7 (2002-04)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (1993-11)
Phenolindex (w.f.)	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)