

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund

**Baugrunduntersuchung, Baugrundbeurteilung
und Angaben zur Gründung für den
Neubau der Hubschrauberbetriebsstation Kalkberg
in Köln-Kalk, Kalk-Mülheimer Straße**

Projekt-Nr.12041600	Schreiben-Nr.: Gr/B3500313	Bearb.: Dipl.-Ing. M. Grimmer		
Datum: 07.04.2013	Seiten: 13	Tabellen: 3	Abbildungen: 1	Anlagen: 2
Auftraggeber: Berufsfeuerwehr - Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst u. Bevölkerungsschutz Scheibenstraße 13, 50737 Köln				

Berufsfeuerwehr – Amt für Feuerschutz,
Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz
Scheibenstraße 13

50737 Köln

Overath, 07.04.2013
Gr/B3500313
Proj.-Nr. 12041600

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass	3
2. Bauvorhaben.....	3
3. Baugrund	4
3.1 Geologische Situation und Baugrunduntersuchungen.....	4
3.2 Baugrundbeschreibung	5
3.3 Baugrundklassifikation und bodenmechanische Kennwerte.....	6
4. Grundwasser.....	6
5. Gründung.....	7
5.1 Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten.....	7
5.2 Gründungsvorschlag	8
6. Besondere Maßnahmen.....	11
6.1 Erdbau	11
6.2 Verwertungstechnische Überprüfung der Auffüllung	12
6.3 Bauwerksabdichtung.....	12
6.4 Freiflächenbefestigung.....	13
7. Schlussbemerkungen.....	13

Anlagenverzeichnis

1. Übersichtslageplan (M 1:1.000), Lageplan (M 1:500)
2. Bohrprofile und Rammdiagramme (M 1:50)

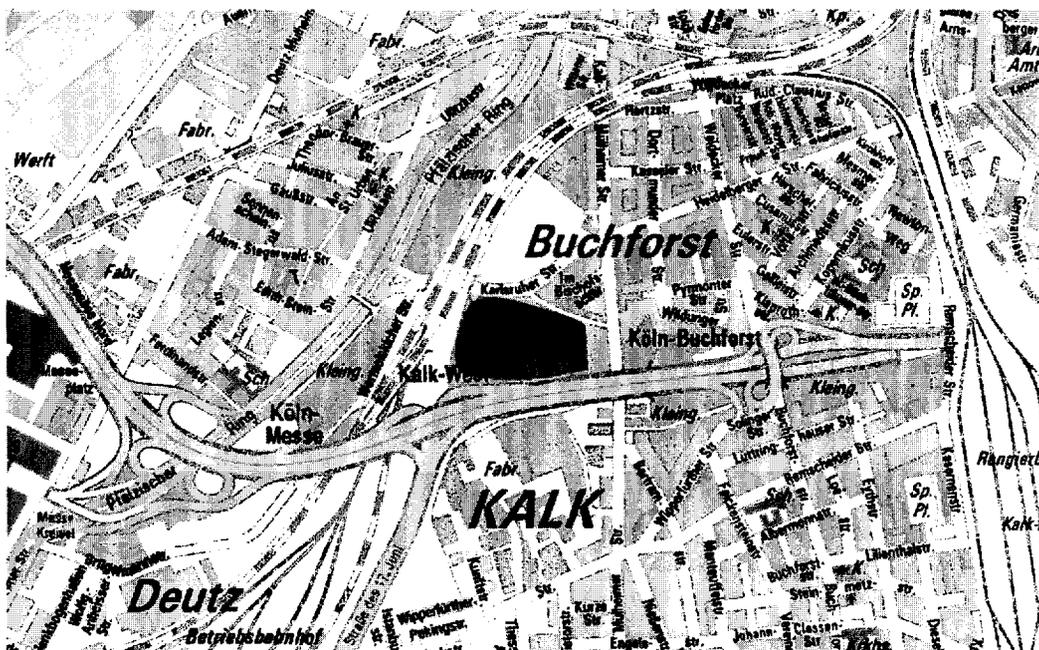
1. Anlass

Die Berufsfeuerwehr der Stadt Köln beabsichtigt in Köln-Kalk, Kalk-Mülheimer Straße, den Neubau der Hubschrauberbetriebsstation Kalkberg. Es ist der Neubau eines Hangars mit angegliedertem Sozialtrakt geplant. Ergänzend sollen in der Vorfeldfläche eine Endanflug- und Startfläche sowie eine Vorfeldfläche zur Betankung aus Beton hergestellt werden.

Unser Büro ist beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Bereich der Baufläche zu erkunden, zu beurteilen und einen geotechnischen Bericht mit Angaben zur Baugrundtragfähigkeit sowie Hinweisen zu ggf. erforderlichen, besonderen Gründungsmaßnahmen auszuarbeiten. Für die Bearbeitung standen uns ein Lageplan i.M. 1:500 sowie Grundriss-, Schnitt- und Ansichtszeichnungen i.M. 1:100 zur Verfügung. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Felderkundungen vom 18.02.2013 bis 25.02.2013 sowie geologische Karten und Archivunterlagen berücksichtigt.

2. Bauvorhaben

Das zu begutachtende Grundstück befindet sich im Kölner Stadtteil Kalk westlich der Kalk-Mülheimer Straße bzw. nördlich des Autobahnzubringers bzw. der Bundesstraße B55. Eine Übersicht über die Lage der Baufläche gibt der nachfolgende Kartenauszug.



Das Gelände fällt im Bereich des betrachteten Bauvorhabens vom Gipfelpunkt der „Kalkberg-Aufschüttung“ in alle Richtungen ab mit Geländehöhen zwischen ca. 71,5 mNN und 78,0 mNN.

Im Altlastenkataster des Umweltamtes der Stadt Köln wird der Bereich des Bauvorhabens, der sogenannte „Kalkberg I“, unter der Altlastenflächennummer AL 80206 geführt. Seit Frühjahr 2013 ist die Stadt Köln Eigentümerin der Fläche.

Der geplante nicht unterkellerte Neubau soll als eingeschossiger Hangar mit angegliedertem, zweigeschossigem Sozialtrakt errichtet werden. Das Gebäude hat eine Länge von ca. 57 m mit Breiten von ca. 22,3 m (Sozialtrakt) bzw. 24,9 m (Hangar). Ergänzend sind für die Aufsetz- und Abhebefläche (TLOF) und die Start- und Landefläche der stationierten Hubschrauber Bodenplatten mit Kantenlängen von 18,3 m x 18,3 m (TLOF) bzw. ca. 11,0 m x 34,6 m (Start- und Landefläche) geplant. Unter der Bodenplatte der Start- und Landefläche der stationierten Hubschrauber soll ein Tank für Flugbenzin angeordnet werden. Dieser Tank soll über einen Fernfüllschacht gefüllt werden, welcher mit einer Betonplatte mit Kantenlängen von 5,4 m x 7,0 m abgedeckt wird.

Die Oberkante des Erdgeschossfußbodens (OKFF) ist mit einer Höhe von 74,65 mNN geplant. Die Unterkante der Dämmung liegt bei ca. 74,04 mNN.

Die Oberkante der TLOF ist mit 74,10 mNN und die Start- und Landefläche der stationierten Hubschrauber mit 74,38 mNN angegeben. Die Oberkante der Betonplatte Fernfüllschacht ist mit 74,65 mNN vorgesehen.

Der Lastabtrag der Konstruktion erfolgt vermutlich linienförmig durch tragende Wandscheiben und punktförmig durch Einzelstützen. Weitere Informationen zur geplanten Bebauung liegen unserem Büro zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

3. Baugrund

3.1 Geologische Situation und Baugrunduntersuchungen

Die ingenieurgeologische Karte weist für den Bereich der Baufläche Auffüllungen aus Schluff, Sand, Kies, Bauschutt, Müll, Asche und Schlamm über ungliederten Niederterrassenablagerungen des Rheins aus Schluff, Sand und Kies aus.

Gemäß DIN 4149 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt dieser Bereich des Stadtteils Kalk (Gemarkung Deutz) in einem Gebiet der Erdbebenzone 1 und ist der Untergrundklasse T bzw. der Baugrundklasse C zuzuordnen.

Zur genaueren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Bereich des Neubaus und des Vorfeld 17 Rammkernsondierungen (RKS) gemäß EN ISO 22475-1 mit Bohrtiefen von 5,5 m und 6,0 m unter GOK durchgeführt. Ergänzend wurden 13 Rammsondierungen (DPH) gemäß EN ISO 22476 bis in Tiefen von 2,4 m, 5,6 m und 6,0 m unter GOK abgeteuft.

Die entnommenen Bodenproben wurden qualitativ im Hinblick auf ihren Kornaufbau untersucht und nach Bodenklasse (DIN 18300) sowie Bodengruppe (DIN 18196) klassifiziert. Die Ergebnisse der Felderkundungen sind in der Anlage 2 als Bohrprofile gemäß DIN 4023 und als Rammdiagramme gemäß EN ISO 22476-2 dargestellt. In die Bohrprofile sind die Bodengruppe nach DIN 18196 und die Bodenklasse nach DIN 18300 eingetragen. Die Ortslage der Sondierungen zeigt der Lageplan in Anlage 1.

3.2 Baugrundbeschreibung

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse stehen im Bauflächenbereich unter einer dünnen Vegetationsschicht mit Gräsern und Büschen die nachfolgend beschriebenen Baugrundsichten an.

Deckschicht (Lehmabdeckung)

In allen Sondierungen findet sich oberflächlich eine 0,3 m bis 0,6 m mächtige, aufgefüllte Deckschicht aus schluffigem Fein- bis Mittelsand und untergeordnet feinsandigem Schluff mit partiell geringen kiesigen Anteilen. Die aufgefüllte Deckschicht besitzt eine weiche bis steife Konsistenz bzw. ist mitteldicht gelagert und den Bodengruppen SU, SÜ, UL bzw. den Bodenklassen 2 bis 4 zugehörig.

Auffüllung

Unterhalb der Deckschicht schließen sich in allen Sondierungen bis zur erreichten Endteufe in Tiefen von 5,5 m und 6,0 m unter GOK Auffüllungen aus Asche, Schlacke, Bauschutt, Kies, Sand, Schluff und untergeordnet Kalkschlamm bzw. Betonbruch an. Die Auffüllungen besitzen eine weiche bis steife Konsistenz bzw. sind locker bis mitteldicht gelagert. Sie sind näherungsweise den Bodengruppen GW, GE, SW, SE, SU, SÜ, UL bzw. den Bodenklassen 2 bis 4 zuzuordnen.

Die punktuelle Aufschlussmethodik mittels Rammkernsondierungen im Zuge der Baugrunderkundung ermöglicht lediglich die Aufnahme / Probennahme von Korngrößen bis etwa 30 mm (Mittelkiesfraktion). Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass bei den Auskofferungsarbeiten die Auffüllung in abweichender Zusammensetzung und Korngröße angetroffen wird (z.B. Bauschutt- und Betonanteile mit größeren Kantenlängen, Bodenklasse 5). Dies ist bei der Ausschreibung und der Kalkulation der Tiefbauarbeiten zu berücksichtigen.

Die Sondierungen RKS 17, DPH 17 und DPH 8 mussten in der Endteufe abgebrochen werden, da aufgrund zu hoher Bohrwiderstände kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen war. Auch unterhalb der Endteufe stehen bis in eine Tiefe von ca. 50 mNN Auffüllungen an. Unterhalb der Auffüllungen stehen Terrassenablagerungen des Rheins aus Schluff, Sand und Kies an.

3.3 Baugrundklassifikation und bodenmechanische Kennwerte

Die Klassifizierung der angetroffenen Baugrundsichten sowie die Schichtunterkanten im Bereich der geplanten Neubauten können wie folgt tabellarisch wieder gegeben werden:

Bodenart	Schichtunterkante unter GOK	Bodengruppe (DIN 18196)	Bodenklasse (DIN 18300)	Frostempfindlichkeit (ZTVE)
Deckschicht (aufgefüllt)	0,3 m bis 0,6 m	[SU, SÜ, UL]	2 – 4	F 2 – F 3
Auffüllung	> 6,0 m	A (GW, GE, SW, SE, SU, SÜ, UL)	2 – 4 (5)	F 1 – F 3

Die bodenmechanischen Eigenschaften der gewachsenen Baugrundsichten werden durch die nachfolgenden Kennwerte beschrieben:

Bodenart	Raumgewicht $\gamma / \gamma' [kN/m^3]$	Reibungswinkel $\phi' [^\circ]$	Kohäsion $c' [kN/m^2]$	Steifemodul $E_s [MN/m^2]$
Deckschicht, mind. steif	19 / 10 – 11	27,5 – 30	0 – 5	10 – 20
Auffüllung GW, GE, SW, SE	19 – 20 / 11 – 12	32,5 – 37,5	0	20 – 60
SU, SÜ, UL	19 / 10 – 11	27,5 – 30	0 – 5	10 – 20
UL, weich	18 / 9	25	0	3 – 5

Die Angaben resultieren aus dem Vergleich mit ähnlichen Bodenarten und örtlichen Erfahrungswerten, unter Berücksichtigung der angetroffenen Lagerungsdichte bzw. Konsistenz.

4. Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Felderkundungen vom 18.02.2013 bis 25.02.2013 wurde durch Bohrlochmessungen mit dem Lichtlot bis zur aufgeschlossenen Bohrendteufe in Tiefen von 5,5 m und 6,0 m unter GOK, d.h. bis minimal ca. 70,5 mNN, kein freier Grundwasserspiegel festgestellt.

Nach Auswertung der hydrogeologischen Situation bewegt sich der oberste, durchgängige Grundwasserhorizont innerhalb der gut wasserleitfähigen Rheinsedimente (Sand, Kies) mit allgemein nordwestlicher Abflussrichtung zum Vorfluter Rhein. Die Grundwasserhöhengleichen korrespondieren mit dem Wasserstand des Vorfluters Rhein.

Für den Bauflächenbereich weisen die Karten der Grundwasserhöhengleichen (Blatt Köln, L5106 / Blatt Köln-Mülheim, L5108) für April 1988 (Zeitraum mit relativ hohem Grundwasserstand) einen Grundwasserstand von ca. 39 mNN auf.

Im Nahbereich des Bauvorhabens liegen vier Grundwassermessstellen. Die Daten und die höchsten gemessenen Grundwasserstände der relevanten zwei Grundwassermessstellen sind nachfolgend dargestellt.

Nr.	Lage	Beobachtungszeitraum	Höchster Grundwasserstand mit Datum
076799815	150 m nördlich	seit 1988	40,19 NHN (28.02.1995)
076798112	150 m südlich	1986 bis 1997	40,21 NHN (28.02.1995)

Aufgrund des großen Flurabstandes bleibt der Grundwasserstand für die geplante Bebauung ohne negative Einflüsse.

Nach länger andauernden Niederschlagsperioden bzw. Starkregenereignissen können sich in und über den anstehenden Auffüllungen mit bindiger Ausprägung bereichsweise Staunässe- bzw. Schichtwasserbereiche bilden.

5. Gründung

5.1 Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse ist die oberflächlich anstehende, aufgefüllte Deckschicht für die Gründung der geplanten Maßnahmen ungeeignet und ist daher in Abstimmung mit dem Landschaftsplaner im Bereich des geplanten Bauvorhabens (Gebäude und das gesamte Vorfeld) vollflächig abzuschleifen.

Die Deckschicht kann seitlich gelagert werden und unter Einhaltung bestimmter Maßnahmen (z.B. Schutz vor Witterungseinflüssen während der Zwischenlagerung, Einbau mit optimalem Wassergehalt) später wieder zur Geländemodellierung eingesetzt werden.

Zum Umgang mit bzw. zur Handhabung der Oberflächenabdeckung im Zuge der Baumaßnahme wird durch unser Büro in Abstimmung mit dem Umwelt- und Verbraucherschutzamt ein Sicherungskonzept ausgearbeitet. Dieses Sicherungskonzept ist bei der Umsetzung der Tiefbauarbeiten zu beachten.

Die bis zur Endteufe erbohrten Auffüllungen sind als nicht bis sehr frostempfindlich, gering bis stark pressbar und bedingt tragfähig einzustufen.

Nach Abschleifen der Deckschicht und höhenmäßigen Grobabtrag des Erdplanums der Oberflächenbefestigung (Vorfeld) bzw. der Tragschicht im Bereich des geplanten Gebäudes sind die anstehenden Auffüllungen fachgerecht kreuzweise in mehreren Übergängen mit einem schweren Walzenzug tiefgreifend dynamisch nachzuverdichten. Die Überprüfung der nachverdichteten Auffüllungen ist mittels Lastplattendruckversuchen durchzuführen.

Die geplanten Unterkanten der Bodenplatten, der Tragschicht und der Oberflächenbefestigung liegen teilweise (RKS 1 bis RKS 5, RKS 9, RKS 15) oberhalb der Oberkante des tragfähigen Baugrunds (nachverdichtete Auffüllung). Daher ist in diesem Bereich der Niveauunterschied zwischen tragfähigem Baugrund und den geplanten Unterkanten durch eine Polsterschicht aus tragfähigem Material auszugleichen.

Der im Bereich der Sondierungen RKS 18 und RKS 35 anstehende, auszuhebende Kalkschlamm neigt unter Witterungseinfluss zum Fließen und sollte daher nur zur Geländemodellierung unterhalb der Deckschicht verwendet werden. Da dieses Material auch in der Gründungssohle des Tanks ansteht, sind ggf. zusätzliche Maßnahmen mit unserem Büro abzustimmen.

Als Material für die herzustellende Polsterschicht können die abgetragenen Auffüllungen exklusive des Kalkschlammes (RKS 8, RKS 9, RKS 11 bis RKS 14, RKS 17, RKS 18, RKS 35; überwiegend Bodengruppen GW, GE, SW, SE) verwendet werden. Die Polsterschicht ist unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von maximal $\beta = 45^\circ$ zur Horizontalen auszubilden. Der seitliche Überstand unterhalb der Bodenplatten bzw. befestigten Flächen muss mindestens 1,0 m betragen. Einbau und Verdichtung sind lagenweise in einer Dicke $d \approx 30$ cm vorzunehmen. Bei Verwendung der ausgehobenen Auffüllungen ist in der Regel ein Antrag auf Wiedereinbau bei der unteren Wasserbehörde bzw. den zuständigen Behörden zu stellen. Im vorliegenden Fall ist die Erfordernis mit dem Umwelt- und Verbraucheramtschutzamt abzustimmen.

Die Überprüfung der nachverdichteten bzw. der neu eingebauten sowie verdichteten Auffüllungen ist mittels Lastplattendruckversuchen durchzuführen. Hierbei ist ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 60$ MN/m² zu erreichen. Sollte der vorgenannte Wert nicht erreicht werden, sind die weiteren Maßnahmen mit unserem Büro abzustimmen.

Von der Baugrundtragfähigkeit kann für alle Neubauten sowohl eine Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten als auch eine Flächengründung auf tragenden Bodenplatten in den anstehenden bzw. wieder eingebauten Auffüllungen zur Ausführung kommen.

Zur Minimierung von Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen raten wir von einer Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten ab.

Aufgrund der heterogenen Struktur der Auffüllungen und somit variierenden Konsistenzen und Lagerungsdichten unterhalb der nachverdichteten Bereiche favorisieren wir hier für den geplanten Hangar mit angegliederten Sozialtrakt eine Flächengründung auf tragenden Bodenplatten. Zur Reduzierung der Setzungsdifferenzen sind die Bodenplatten von Hangar und Sozialtrakt auf einer mindestens 1,0 m mächtige Tragschicht abzusetzen.

5.2 Gründungsvorschlag

Unter Abwägung technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte sowie der bauseitigen Planung erscheint es im vorliegenden Fall sinnvoll, die Bauwerkslasten des Hangars und des Sozialtrakts über eine Flächengründung auf tragenden Bodenplatten mit Tragschicht in die Auffüllungen in mindestens mitteldichter Lagerung einzuleiten.

Für die Bodenplatten im Bereich des Vorfelds (TLOF, Start- und Landefläche, Platte Fernfüllschacht) ist aus geotechnischer Sicht nur eine geringermächtige Tragschicht notwendig.

Die Tragschichten der Bodenplatten im Vorfeld sind abhängig von den Dicken der Bodenplatten. Die Gesamtmächtigkeit (Bodenplatte + Tragschicht) von 0,6 m sollte aber nicht unterschritten werden (Frostsicherheit).

Für eine Vordimensionierung der Bodenplatten dürfen die maßgeblichen Rechenwerte für das **Bettungsmoduli k_s** wie nachfolgend angesetzt werden:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| ▪ Hangar: | 7 MN/m³ |
| ▪ Sozialtrakt: | 5 MN/m³ |
| ▪ TLOF: | 10 MN/m³ |
| ▪ Start- und Landefläche: | 10 MN/m³ |
| ▪ Platte Fernfüllschacht | 10 MN/m³ |

Für den Lastfall Erdbeben sind die vorgenannten Bettungsmoduli mit dem Faktor 3 zu multiplizieren.

Die Werte für den Hangar und den Sozialtrakt sind aufgrund der Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk und nach Vorlage ausreichender Planunterlagen (Lastenplan, stat. System) ggf. durch unser Büro zu bestätigen bzw. zu erhöhen. Bereichsweise kann es bei einer Flächengründung erforderlich sein, unter hohen Lasten die Platte zu verstärken. Die verstärkten Bereiche sollten dann unter einer Neigung von 1:2 an die allgemeine Platte mit angevoutet werden. Die Plattenüberstände können konstruktiv nach Bedarf gewählt werden. Optimal wäre es, den seitlichen Überstand dem eines idealisiert angenommenen Fundaments entsprechend auszuführen.

Die frostfreie Gründung bis in eine Tiefe von $\geq 1,0$ m unter der endgültigen GOK wird im Bereich des Gebäudes und der Bodenplatten im Vorfeld durch die einzubauenden Tragschichten sichergestellt:

Als Material für die herzustellenden Tragschichten sollte Schotter/Brech Korn (Bodengruppe SW, GW) verwendet werden. Die Tragschicht ist unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von maximal $\beta = 45^\circ$ zur Horizontalen auszubilden.

Der seitliche Überstand unterhalb der Bodenplatte muss mindestens 1,0 m (Hangar + Sozialtrakt) bzw. 0,5 m (Bodenplatten Vorfeld) betragen. Einbau und Verdichtung sind lagenweise in einer Dicke $d \approx 20$ cm vorzunehmen, es ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 98$ % der einfachen Proctordichte zu erzielen. Der vorgenannte Verdichtungsgrad sollte durch Lastplattendruckversuche bestätigt werden, hierbei sind Verformungswerte $E_{V2} \geq 80$ MN/m² und $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,5$ oder $E_{V1} \geq 0,6 \times E_{V2}$ zu erzielen.

Bei Ausführung der o.g. Maßnahmen sind nach überschlägiger Berechnung maximale Setzungen in der Größe von bis zu 1,3 cm bei Setzungsunterschieden bis zu 0,5 cm zu erwarten. Setzungen und Setzungsdifferenzen dieser Größenordnung liegen im normalen Bereich und führen nach der Erfahrung nicht zu Schäden an den Konstruktionen. Ca. 50 % bis 70 % der Baugrundkonsolidierung ist bereits nach Abschluss der Rohbauarbeiten abgeschlossen. Leichte, die Standsicherheit nicht beeinträchtigende Risse, z.B. Putzrisse in leichten Konstruktionen unmittelbar neben höheren Lastkonzentrationen, sind nicht mit Sicherheit auszuschließen und müssen mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Fundierung üblicherweise in Kauf genommen werden. Die vorgeschlagene Gründung ist im Sinne der DIN 1054 und der DIN 4017 ausreichend grundbruchsicher.

Auf eine erdbebensichere Planung der Gründungs- und Hochbaukonstruktionen nach den technischen Richtlinien der DIN 4149 wird hingewiesen (aus geotechnischer Sicht vor allem Kap. 12.1 und 12.2). Gemäß DIN 4149, Tabelle 2, wird der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung für die Erdbebenzone 1 mit $a_g = 0,4$ m/s² angegeben.

Statische Berechnungen sowie Angaben zur Gründung der geplanten Gabionenwände sind nicht Teil der Beauftragung. Nach Vorlage der genauen Abmessungen sowie den Vorgaben des Herstellers können wir ggf. die zulässigen Sohlpressungen für die Gabionenwände kurzfristig berechnen.

Hangarsohle

Da für den Bau von Betonböden im Industriebau keine speziellen Vorschriften existieren, erfolgt die Bemessung in Anlehnung an diverse technische Richtlinien (RStO-12, ZTVE-StB 09, AGI-Arbeitsblätter für Verkehrsflächen etc.) und nach „Betonböden für Produktions- und Lagerhallen – Planung, Bemessung, Ausführung“ von Lohmeyer und Ebeling (2012).

Die Sohle des Hangars ist entsprechend der geplanten Nutzung zu konstruieren. Generell sollte die Bodenplatte gemäß ZTV SoB-StB 04 (Fassung 2007) auf eine kapillarbrechende und gleichzeitig lastverteilende bzw. baugrundverbessernde Tragschicht aus Kiessand (Kiessandtragschicht - KTS) bzw. einem Schotter-Splitt-Brechsand-Gemisch (Schottertragschicht - STS) mit Körnungen von 0/32 mm, 0/45 mm, 0/56 mm aufgelagert werden, die entsprechend der geplanten Belastung zu dimensionieren ist.

Wir gehen hier von Radlasten durch die Heillifter von 30 kN (Gabelstaplerkategorie FL2, Belastungsklasse RF40) aus. Dies entspricht insgesamt einer Bemessungslast von $Q_d \leq 40$ kN.

Bei den vorgenannten Lasten ist die Betonplatte auf eine mindestens 20 cm starke Schottertragschicht (STS 120) aufzulagern.

Auf der Tragschicht ist die fachgerechte Verdichtung ($D_{Pr} = 103$ % der einfachen Proctordichte) durch Lastplattendruckversuche zu bestätigen. Hierbei sind Verformungswerte $E_{v2} \geq 120$ MN/m² und Verhältniswerte von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$ zu erzielen. Höhere Verhältniswerte E_{v2} / E_{v1} als 2,2 sind zulässig, wenn $E_{v1} \geq 0,6 \times E_{v2}$.

Als Voraussetzung für die standardisierte Bauweise wird auf dem Planum für die Tragschicht dann ein Verformungswert $E_{v2} \geq 50$ MN/m² und ein Verhältniswert von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ zugrunde gelegt. Da das Planum der Hallentragschicht die in Kap. 5.1 geforderte Tragschicht ist, werden die geforderten Werte auf jeden Fall erreicht.

Da die Gesamtdicke der Tragschicht von uns mit einer Dicke von 1,0 m vorgegeben wurde (s. Kap. 5.1), sind die unteren 0,8 m der Tragschicht im Bereich des Hangars gemäß den Anforderungen in Kap. 5.2 zu verdichten. Die oberste Lage der Tragschicht bzw. die letzten 0,2 m im Bereich des Hangars ist/sind gemäß den Angaben in diesem Kapitel zu verdichten.

Bei Änderung der vorgenannten Lasten ist die Tragschichtdicke den nutzungsbedingten Erfordernissen anzupassen.

Alle Nachweise für die Bodenplatte sind durch den Tragwerksplaner zu führen.

6. Besondere Maßnahmen

6.1 Erdbau

Bei Ausführung der Erdarbeiten fallen nach den Sondierergebnissen Deckschichten und Auffüllungen in den entsprechenden Bodenklassen (s. Kap. 3.3) als Bodenaushub an. Der Aushub kann mit konventionellem Gerät vorgenommen werden, z.B. mittels Tieflöffelbagger. Um Baugrundstörungen im vorgesehenen Sohlniveau zu vermeiden, ist der Aushub ohne Reißwerkzeug durchzuführen (Baggerschaufel mit glatter Schneide). Ist ein Aushub ohne Reißwerkzeug nicht mehr möglich, muss entsprechendes Gerät zum Lösen eingesetzt werden (Schaufel mit Reißzähnen).

Die vorgenannte Baugrundtragfähigkeit gilt in den nachverdichteten Auffüllungen in mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung. Sollten Böden mit geringerer als steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung oder durch Wasser- / Frostzutritt aufgeweichtes bzw. aufgelockertes Bodenmaterial im Erdplanum der Trag- bzw. Polsterschichten anstehen, sind diese auszukoffern und durch das Material der Tragschichten zu ersetzen.

Erdarbeiten sollten nicht unmittelbar vor oder während niederschlagsreicher bzw. kalter Jahreszeiten vorgenommen werden. Sollte aufgrund von Niederschlägen ein Wasserandrang herrschen, so kann dieser mittels offener Wasserhaltung (randliche Gerinne, Pumpensümpfe) abgeführt werden. Es wird empfohlen, Wasserhaltungsmaßnahmen entsprechend der o.g. Einschränkung in der Ausschreibung als Eventualposition vorzusehen.

Das ggf. während der Bauarbeiten anfallende Tagwasser ist über die Schulter auf dem Gelände zu versickern. Die Versickerung des Tagwassers auf dem Grundstück ist mit dem Umwelt- und Verbraucherschutzamt abzustimmen.

Die Erdarbeiten sind nach den technischen Richtlinien der DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“ zu planen und auszuführen. Bei Tiefen bis 5,0 m unter GOK dürfen die Böschungen im Bauzustand ohne erdstatischen Nachweis der Standsicherheit mit einem Winkel von 45° ausgeführt werden. An der Böschungsoberkante ist ein mindestens 60 cm breiter Schutzstreifen anzuordnen, der von Aushubmaterial und Hindernissen etc. freizuhalten ist. Die Böschungsoberflächen sind vor Wasser- und Frostzutritt zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Planen / Frostschutzmatten sowie ggf. Anordnung hangseitiger Gerinne.

6.2 Verwertungstechnische Überprüfung der Auffüllung

Im Hinblick auf eine Verwertung bzw. Entsorgung der auszuhebenden Auffüllungen wurden die Rückstellproben der Sondierungen in einer verwertungs- und entsorgungstechnischen Untersuchung gemäß LAGA¹⁾ bzw. DepV²⁾ analysiert. Auf die Analytik und eine verwertungs- und entsorgungstechnische Beurteilung wird in unserem Sicherheitskonzept eingegangen.

6.3 Bauwerksabdichtung

Den Auffüllungen ist aus der Erfahrung eine Wasserdurchlässigkeit $k_f < 1,0 \times 10^{-5}$ m/s zuzuordnen.

Unter der Voraussetzung, dass unterhalb der Bodenplatten des Hangars und des Sozialtrakts vollflächig eine mindestens 0,3 m mächtige, kapillarbrechende Schicht aus frostsicherem Material eingebaut wird – was für die Tragschicht ohnehin notwendig ist – und das Wasser aus der Tragschicht auf das Gelände frei ausläuft, kann hier eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte und nicht aufstauendes Sickerwasser (DIN 18195-4) ausgeführt werden.

¹⁾ LAGA: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – TR Boden, 2004; Tab. II. 1.2 – 2-5

²⁾ DepV: Verordn. über Deponien u. Langzeitlager (Deponieverordnung) v. 27. April 2009, zuletzt geänd. 17. 10. 2011, in Kraft ab 01.12.2011

Ggf. vorhandene Arbeitsräume unterhalb von befestigten Freiflächen (Terrassen, Wege etc.) sollten mit verdichtungsfähigem Kiessand verfüllt und fachgerecht verdichtet werden, um das Risiko möglicher Nachsetzungen zu vermeiden. Als Voraussetzung für die vorgenannten Abdichtungen sind in nicht befestigten Bereichen die vorhandenen Arbeitsräume mit einer ca. 50 cm mächtigen Schicht aus bindigem Material abzudecken, um ein Zuließen von Oberflächenwasser zu verhindern.

Ebenso sollte ein bauwerksabgewandtes Gefälle hergestellt werden. Auch während der Tiefbauarbeiten und der Rohbauphase ist anfallendes Niederschlagswasser vom Bauwerk und insbesondere vom Arbeitsraum abzuhalten.

6.4 Freiflächenbefestigung

Die Oberflächenbefestigung des Vorfelds wird in unserem geotechnischen Gutachten B3530313 vom 09.04.2013 zum Straßen- und Kanalbau beschrieben.

7. Schlussbemerkungen

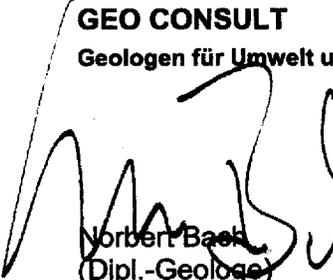
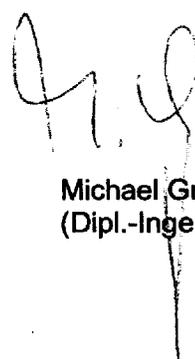
Dieses Baugrundgutachten wurde auf der Grundlage der zum Erstellungszeitpunkt bekannten Planunterlagen ausgearbeitet. Wir bitten um Benachrichtigung, sofern im Zuge der fortschreitenden Bauplanung Abweichungen von den Annahmen dieses Gutachtens festgestellt werden.

Wir weisen darauf hin, dass die nach den geltenden technischen Richtlinien der DIN 4020 und der DIN EN 1997-2 geforderten Erkundungstiefen mit dem angewandten Aufschlussverfahren nicht erreicht werden konnten. Die erbohrten Auffüllungen stehen noch bis mindestens in eine Tiefe von 50 mNHN an, daher erscheint eine weitergehende Untersuchung aus geotechnischer Sicht nicht erforderlich. Die unter den Auffüllungen anstehenden Terrassenablagerungen sind aufgrund örtlicher Erfahrungswerte und geologischer Karten hinreichend bekannt und lassen keine negativen Einflüsse auf die geplante Baukonstruktion erwarten.

Wir empfehlen, die endgültigen Planunterlagen zur geotechnischen Überprüfung vorzulegen. Unser Büro ist bei der Bauausführung, zur Überprüfung der Baugrundverhältnisse und zur Abnahme der Gründungsebene hinzuzuziehen.

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund


Norbert Baack
(Dipl.-Geologe)
Michael Grimmer
(Dipl.-Ingenieur)

Anlage 1

Übersichtslageplan (M 3:3000)

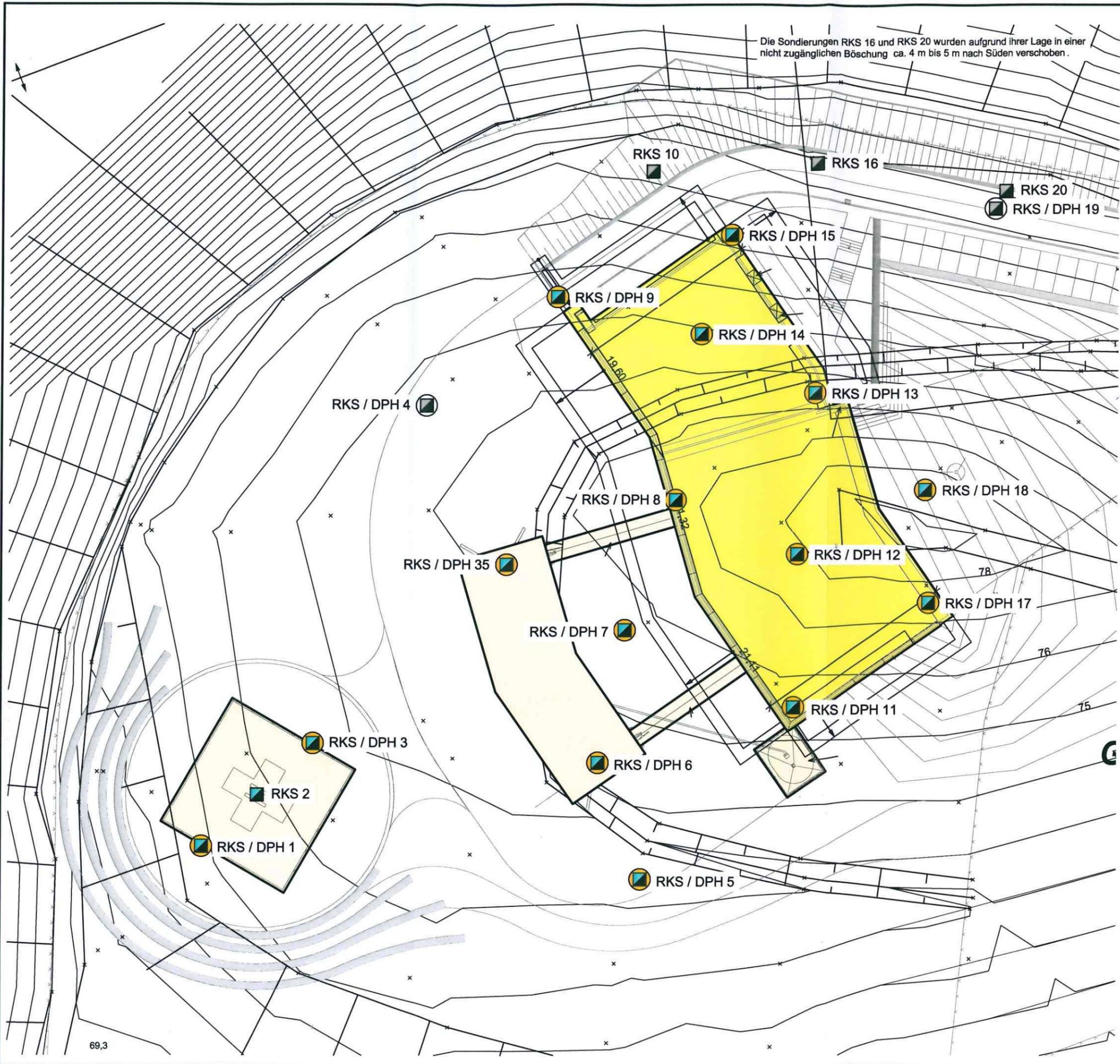
Lageplan (M 1:300)

Anlage 1

Übersichtslageplan (M 1:100)

Lageplan (M 1:100)

Die Sondierungen RKS 16 und RKS 20 wurden aufgrund ihrer Lage in einer nicht zugänglichen Böschung ca. 4 m bis 5 m nach Süden verschoben.



- geplante Bodenplatte
- geplantes Gebäude
- RKS/DPH für dieses Gutachten nicht relevant
- RKS/DPH Rammkernsondierung / schwere Rammsondierung
- RKS Rammkernsondierung

Lage der Untersuchungspunkte

AG: Stadt Köln - Berufsfeuerwehr
 UO: Hubschrauberbetriebstation Kalkberg

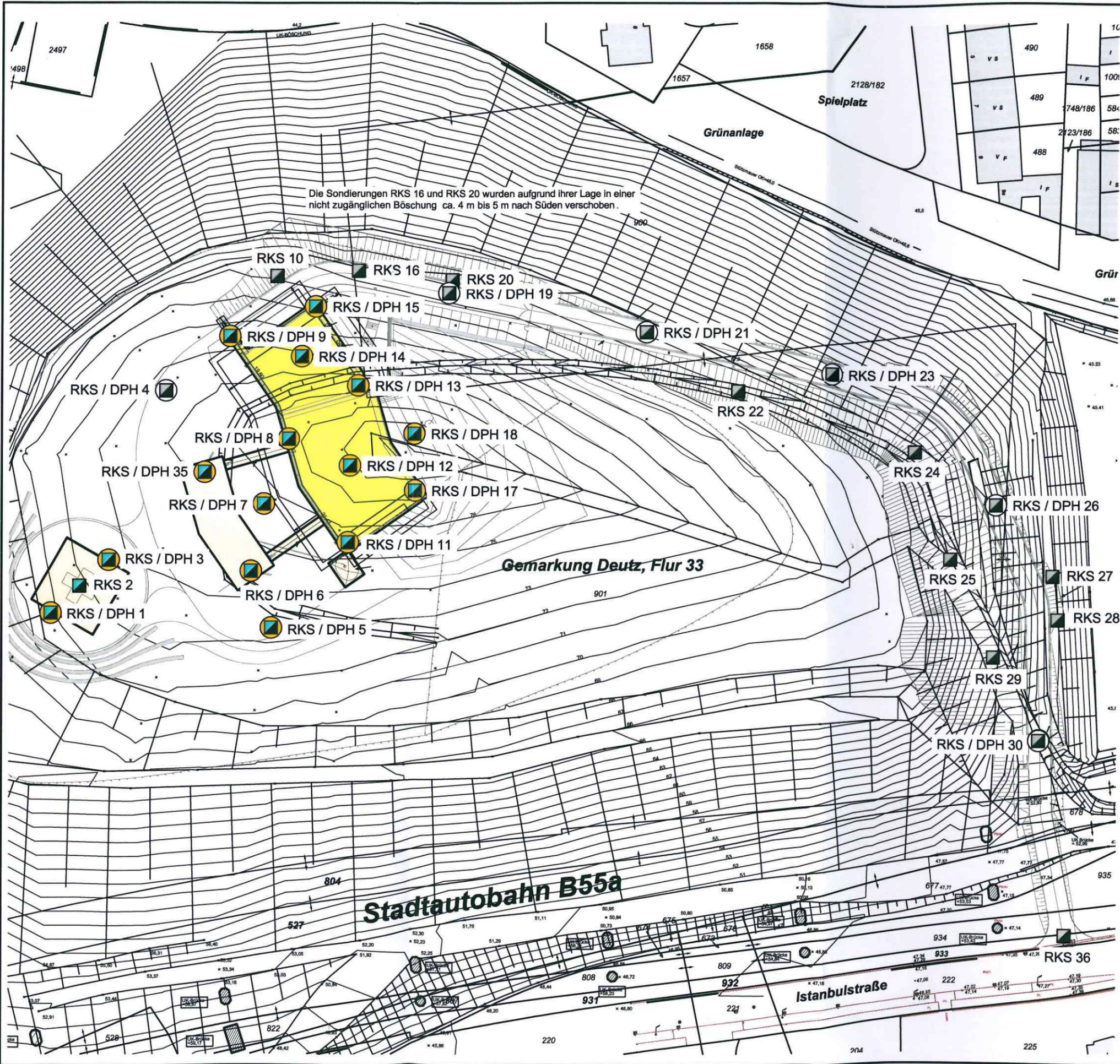
Maßstab: 1 : 500	Projekt-Nr.: 12041600
Datum: 21.03.2012	Zeichnungs-Nr.: 60-03-12
Gezeichnet: pe	Geändert:

Anlage: 1

GEO CONSULT
 Geologen für Umwelt und Baugrund GbR

Dipl.-Geologen K.-U. Rietz und N. Bach

51491 Overath Maarweg 8 Tel.: 02206/9027-30 Fax: 02206/9027-33	54295 Trier Trevererstraße 40a Tel.: 0651/97067-184 Fax: 0651/97067-11	64342 Seeheim-Jugenheim Kastanienweg 10 Tel.: 06257/990633 Fax: 06257/998799
---	---	---



Die Sondierungen RKS 16 und RKS 20 wurden aufgrund ihrer Lage in einer nicht zugänglichen Böschung ca. 4 m bis 5 m nach Süden verschoben.

- geplante Bodenplatte
- geplantes Gebäude
- RKS/DPH für dieses Gutachten nicht relevant
- RKS/DPH Rammkernsondierung / schwere Rammsondierung
- RKS Rammkernsondierung

Lage der Untersuchungspunkte

AG: Stadt Köln - Berufsfeuerwehr
 UO: Hubschrauberbetriebstation Kalkberg
 Maßstab: 1 : 1.000 Projekt-Nr.: 12041600
 Datum: 21.03.2012 Zeichnungs-Nr.: 59-03-12
 Gezeichnet: pe Geändert:

Anlage: 1

GEO CONSULT
 Geologen für Umwelt und Baugrund GbR

Dipl.-Geologen K.-J. Rietz und N. Bach

51491 Overath Maarweg 8 Tel.: 02206/9027-30 Fax: 02206/9027-33	54295 Trier Trevererstraße 40a Tel.: 0651/97067-184 Fax: 0651/97067-11	64342 Seeheim-Jugenheim Kastanienweg 10 Tel.: 06257/990633 Fax: 06257/998799
---	---	---

Annex 2

Compendio del Regolamento (M. 10)

GEO CONSULT
Geologen f. Umwelt u. Baugrund
 Maarweg 8, 51491 Overath
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Hubschrauberbetriebsstation Kalkberg

Anlage:

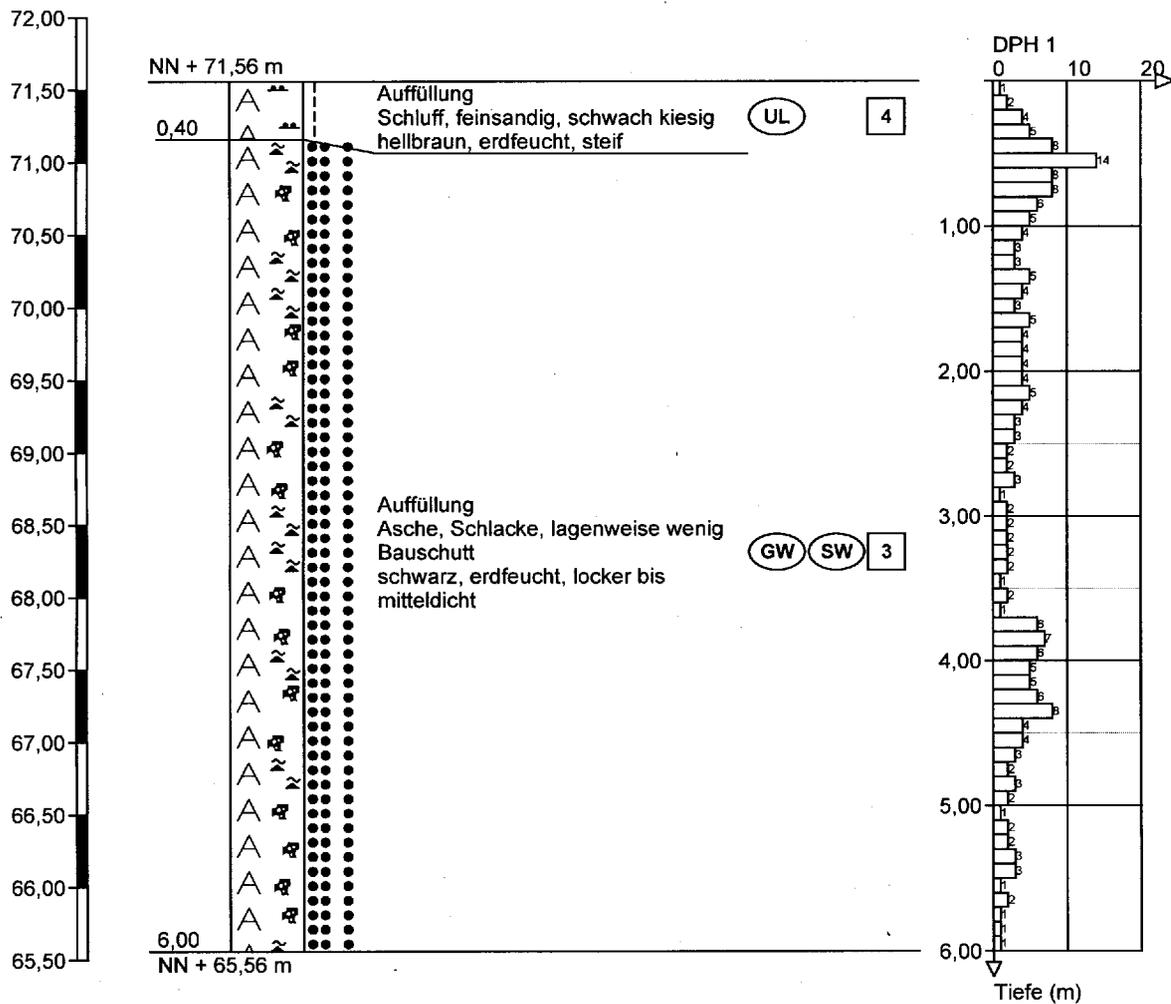
Datum: 20.02.2013

Auftraggeber: Berufsfeuerwehr Stadt Köln

Bearb.: Gr

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

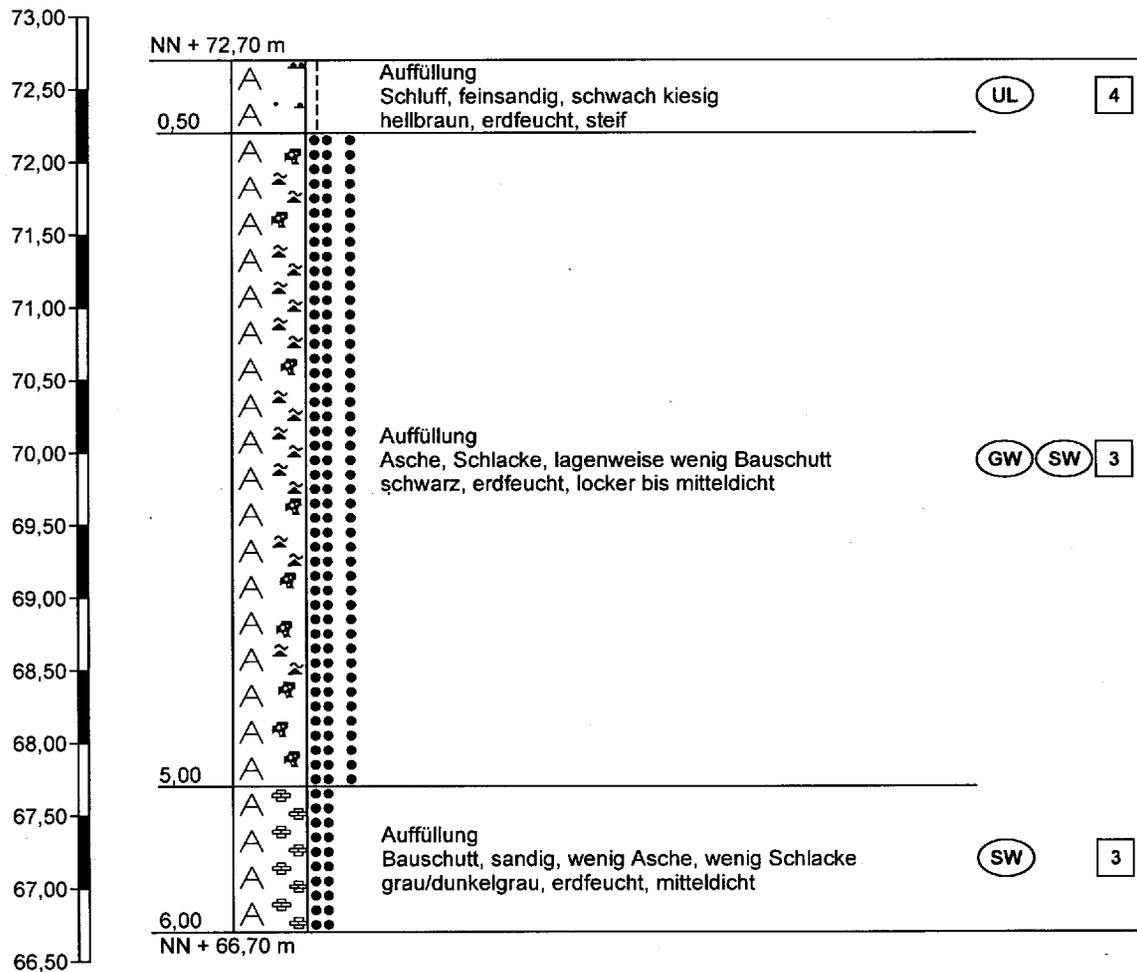
RKS 1 / DPH 1



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

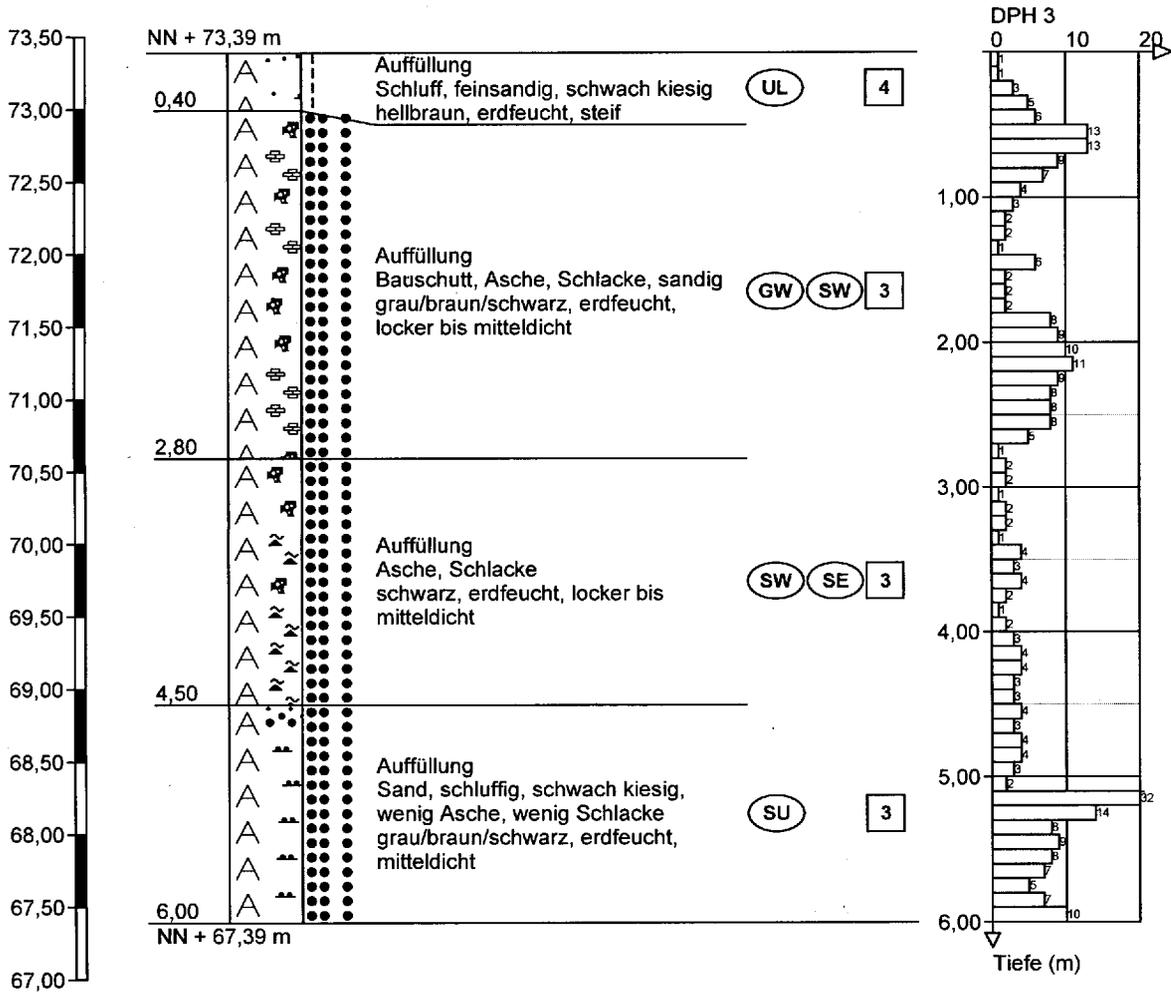
RKS 2



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

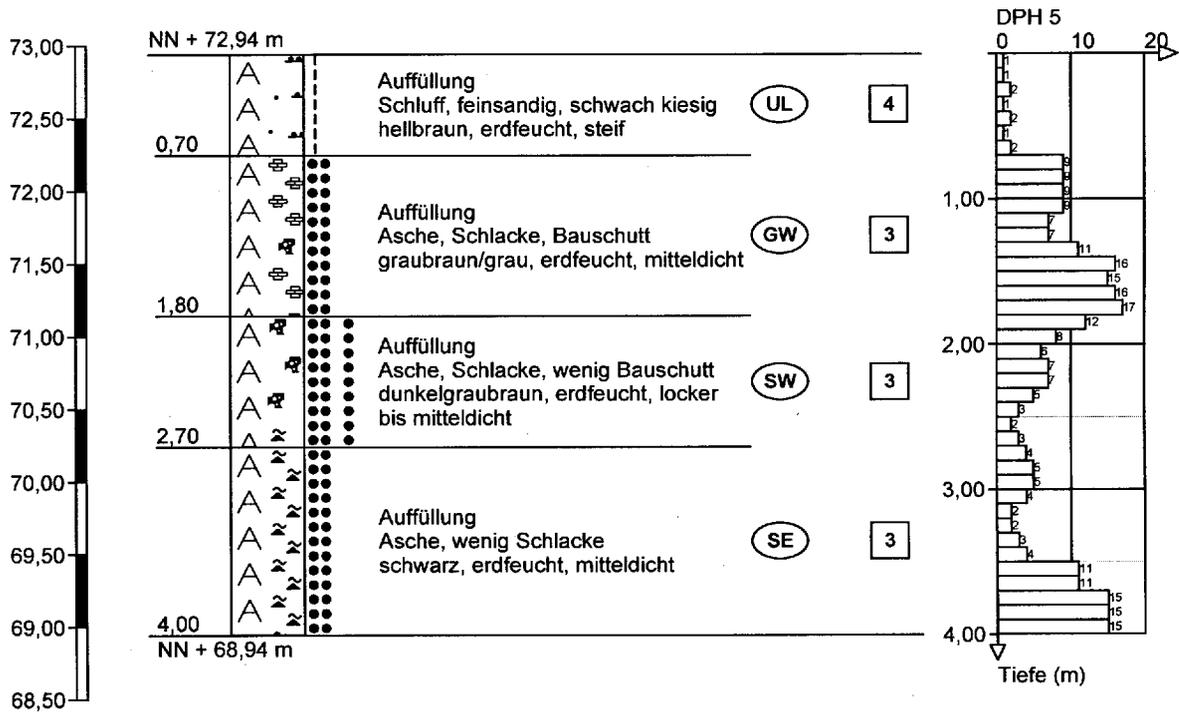
RKS 3 / DPH 3



Höhenmaßstab 1:50

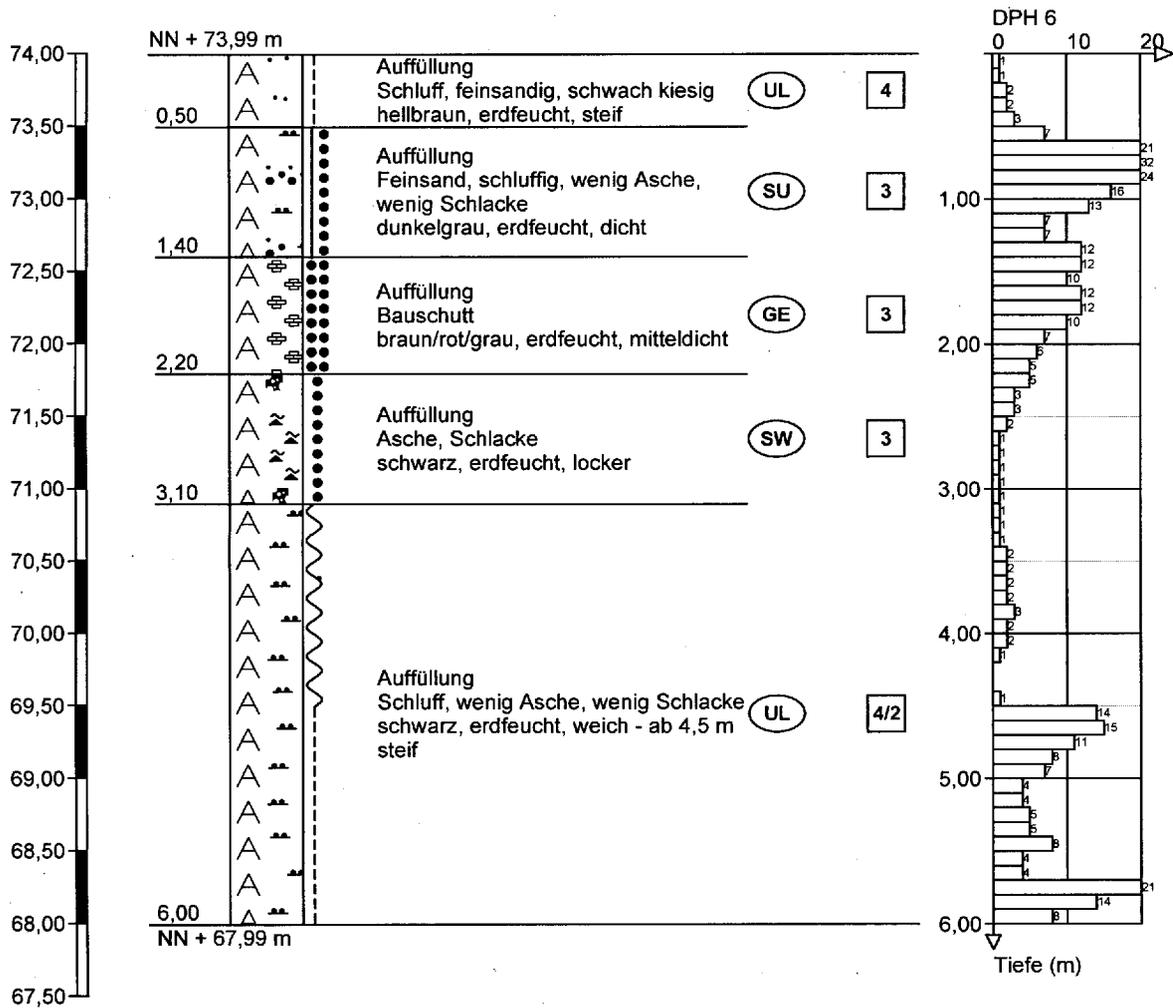
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 5 / DPH 5



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

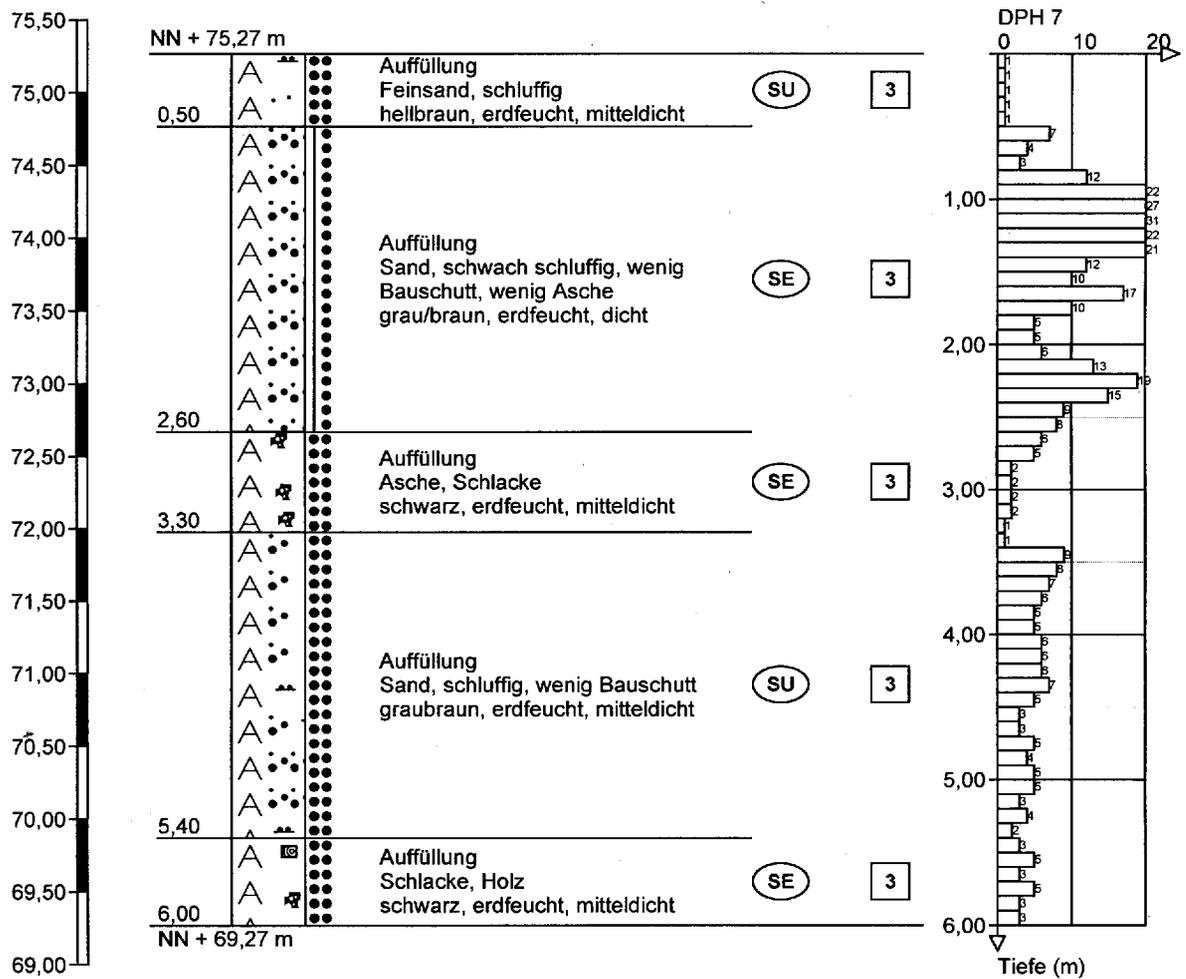
RKS 6 / DPH 6



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

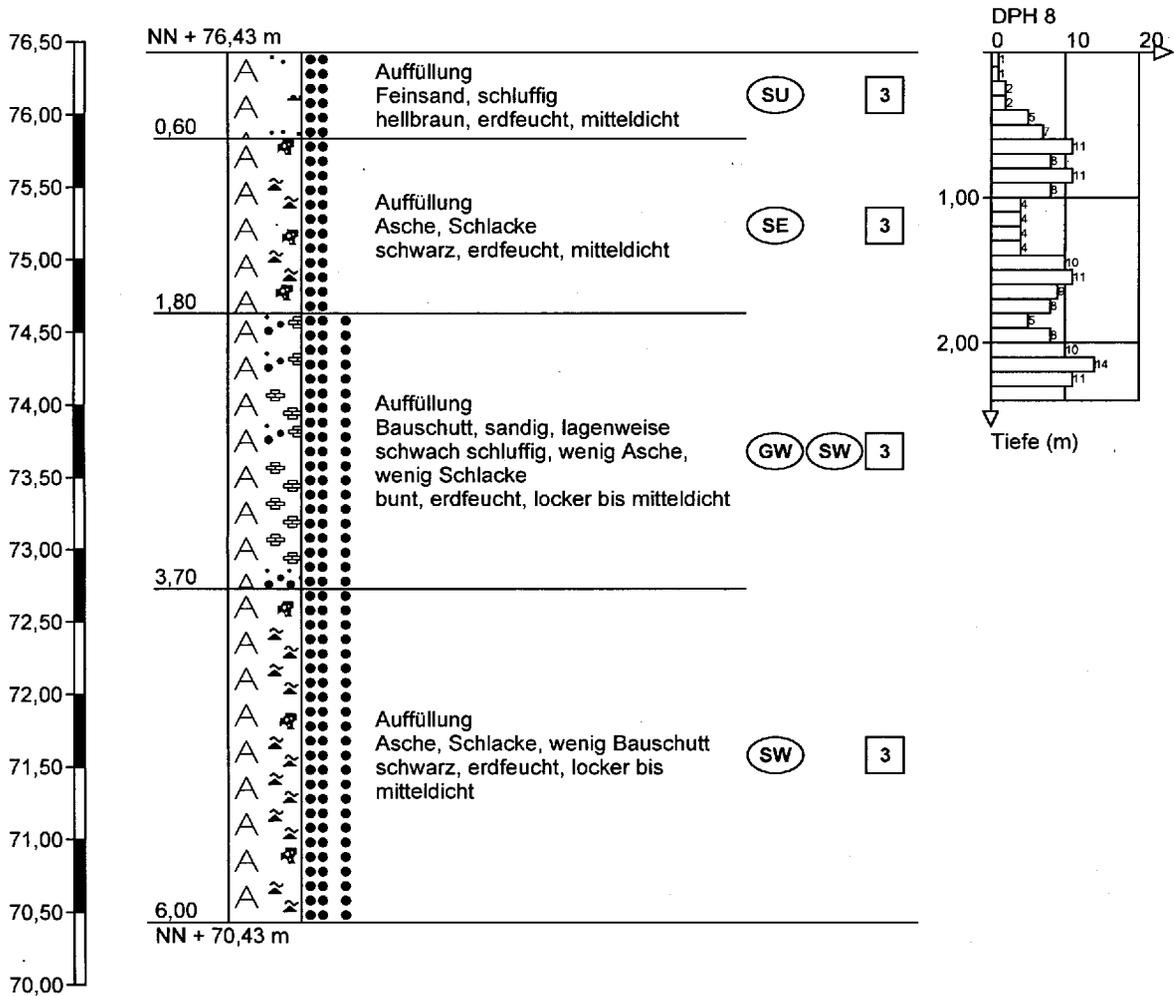
RKS 7 / DPH 7



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

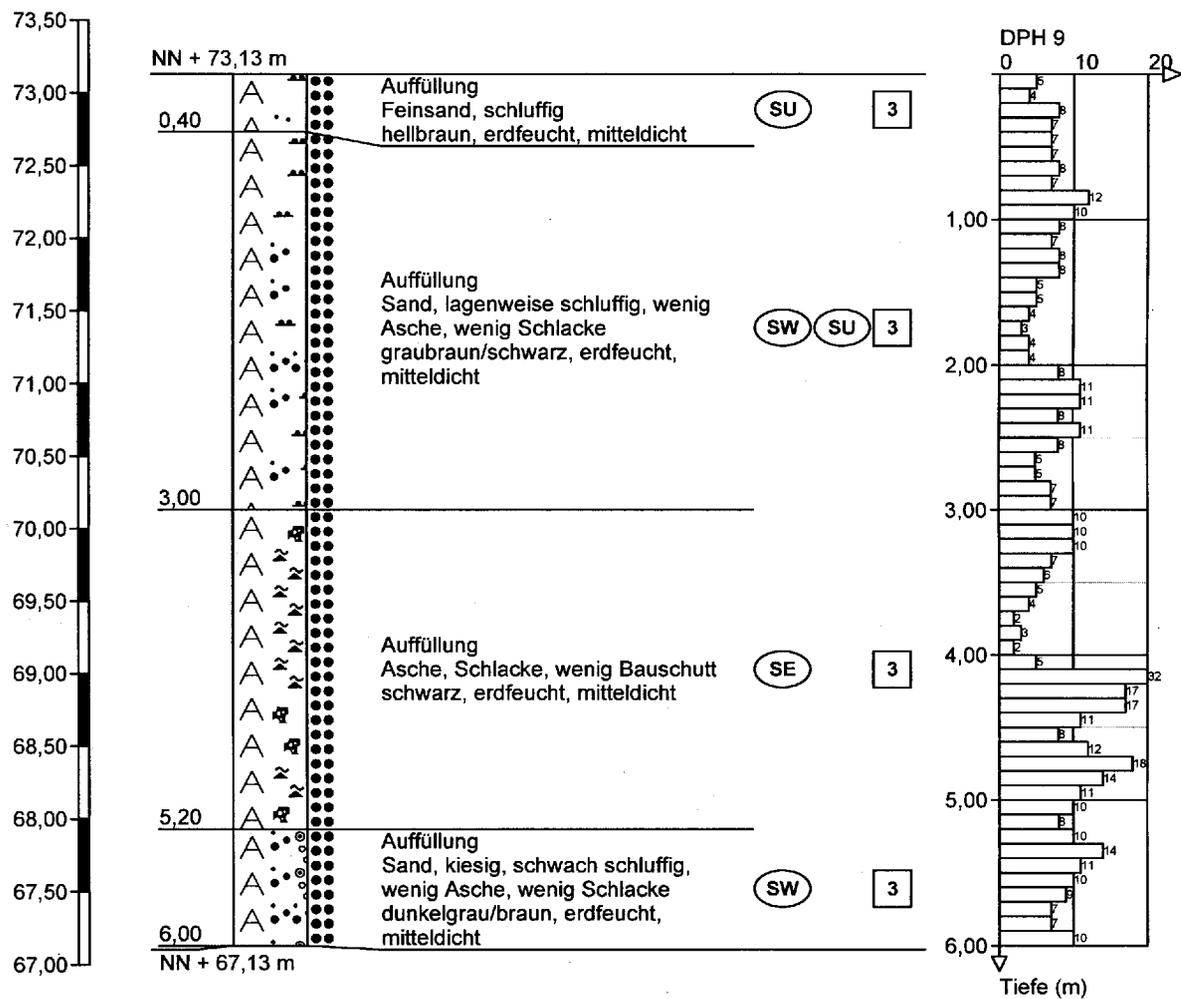
RKS 8 / DPH 8



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

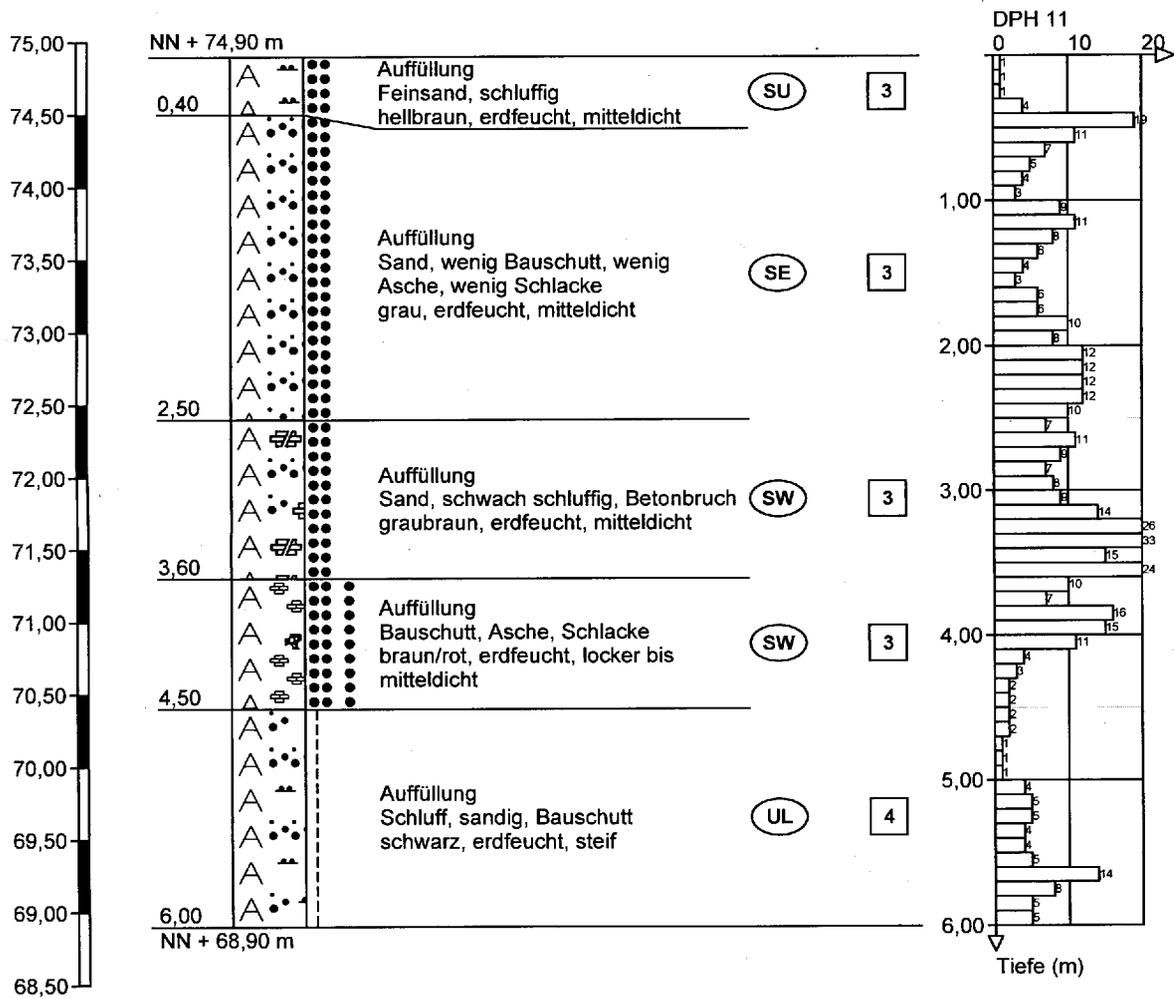
RKS 9 / DPH 9



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

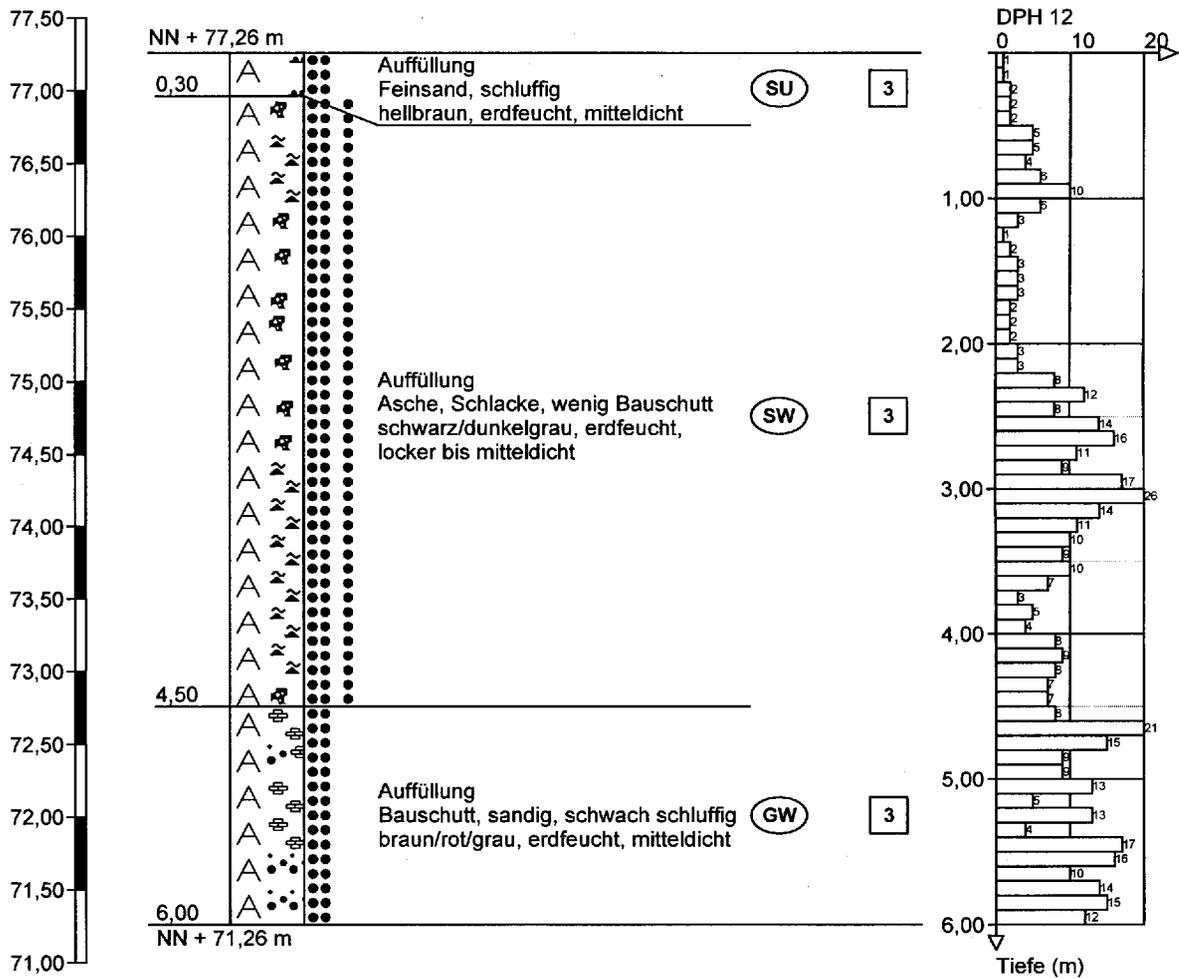
RKS 11 / DPH 11



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

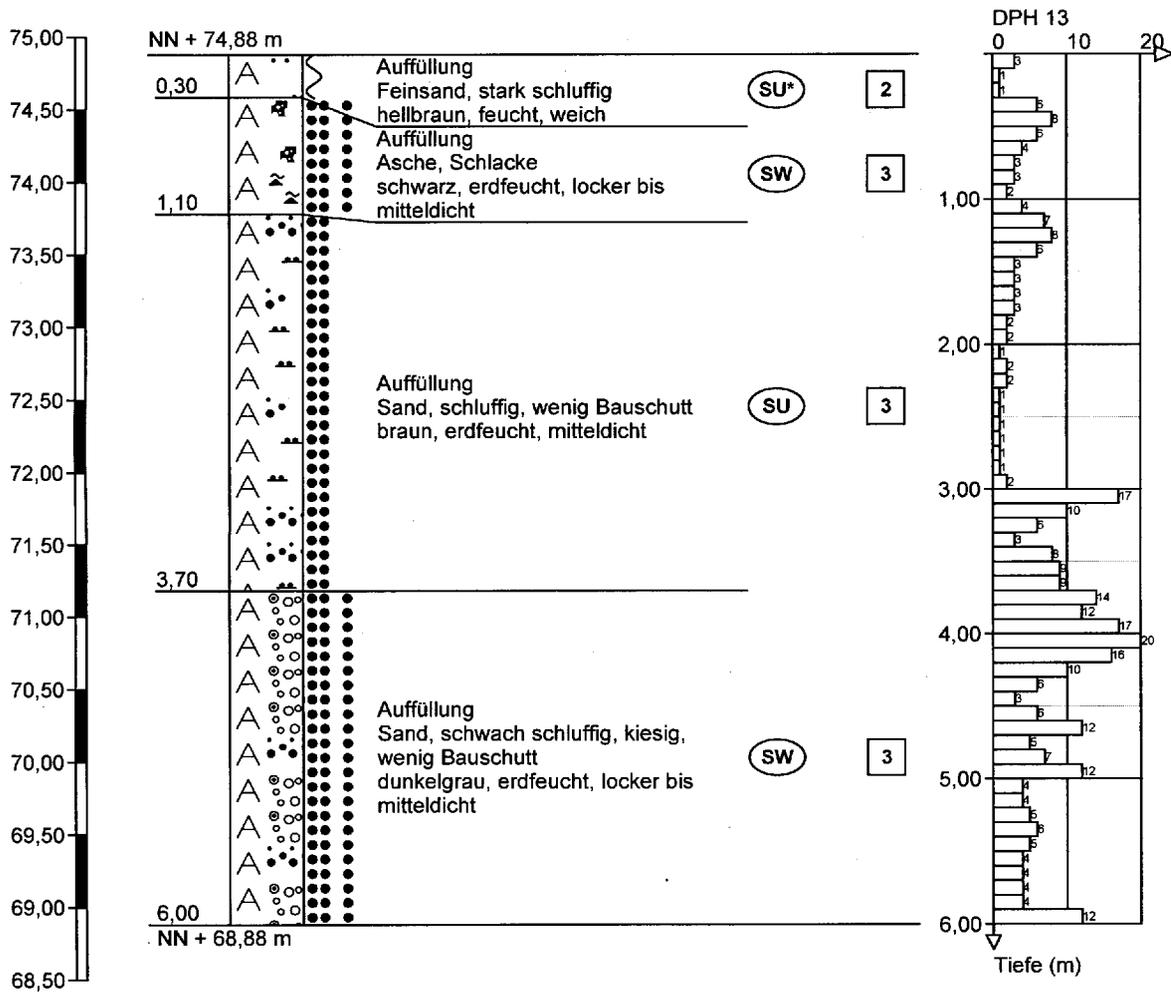
RKS 12 / DPH 12



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

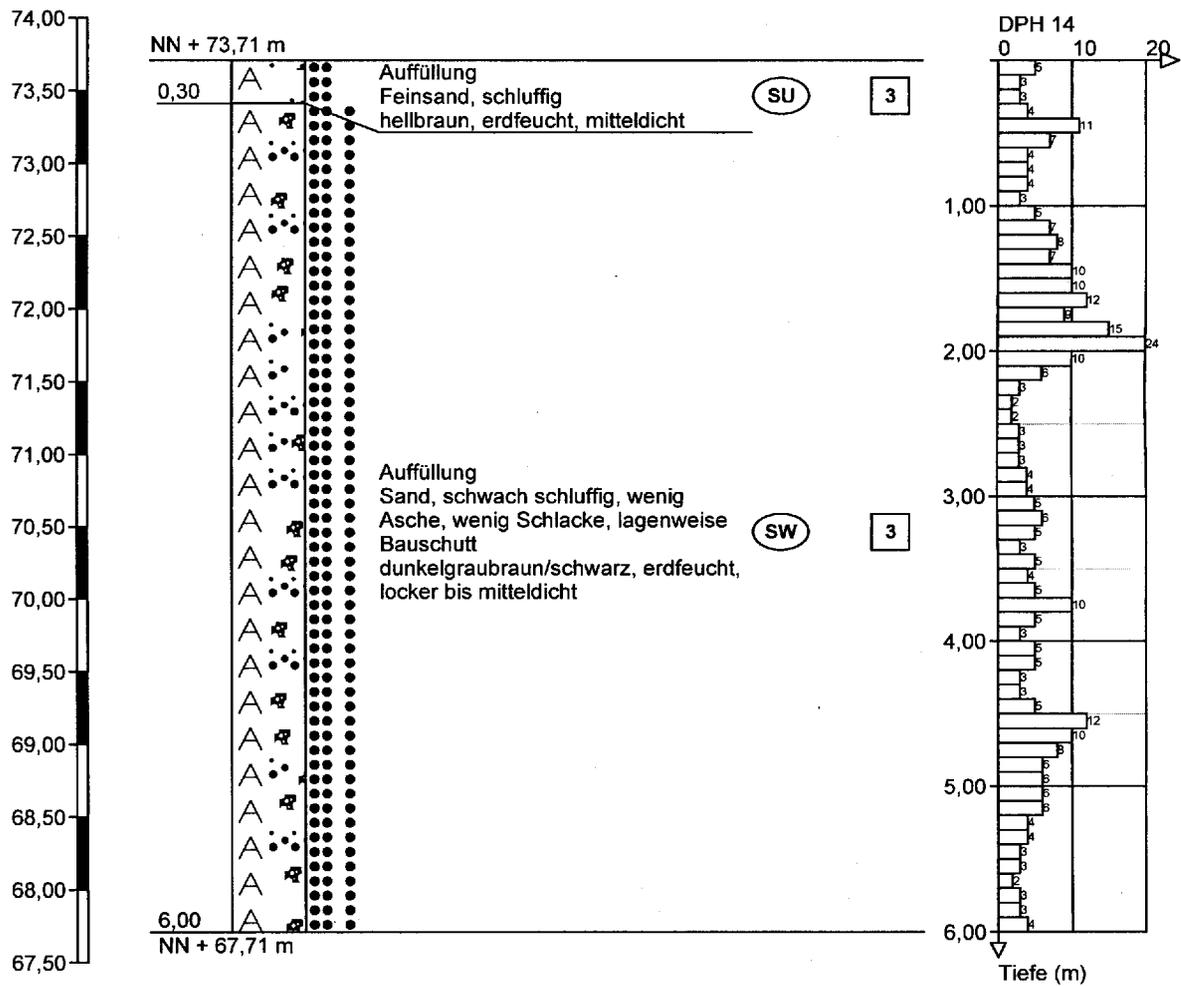
RKS 13 / DPH 13



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

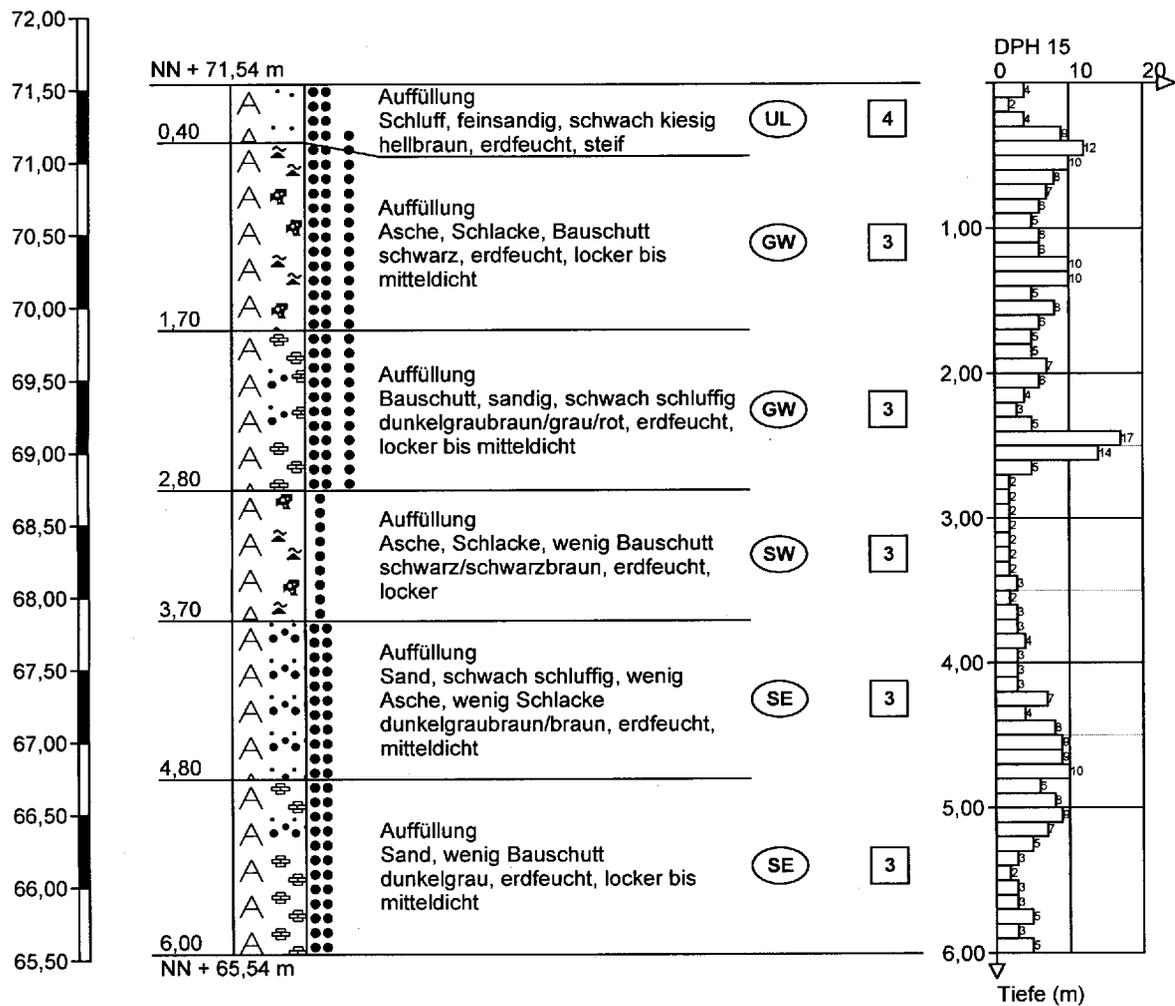
RKS 14 / DPH 14



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

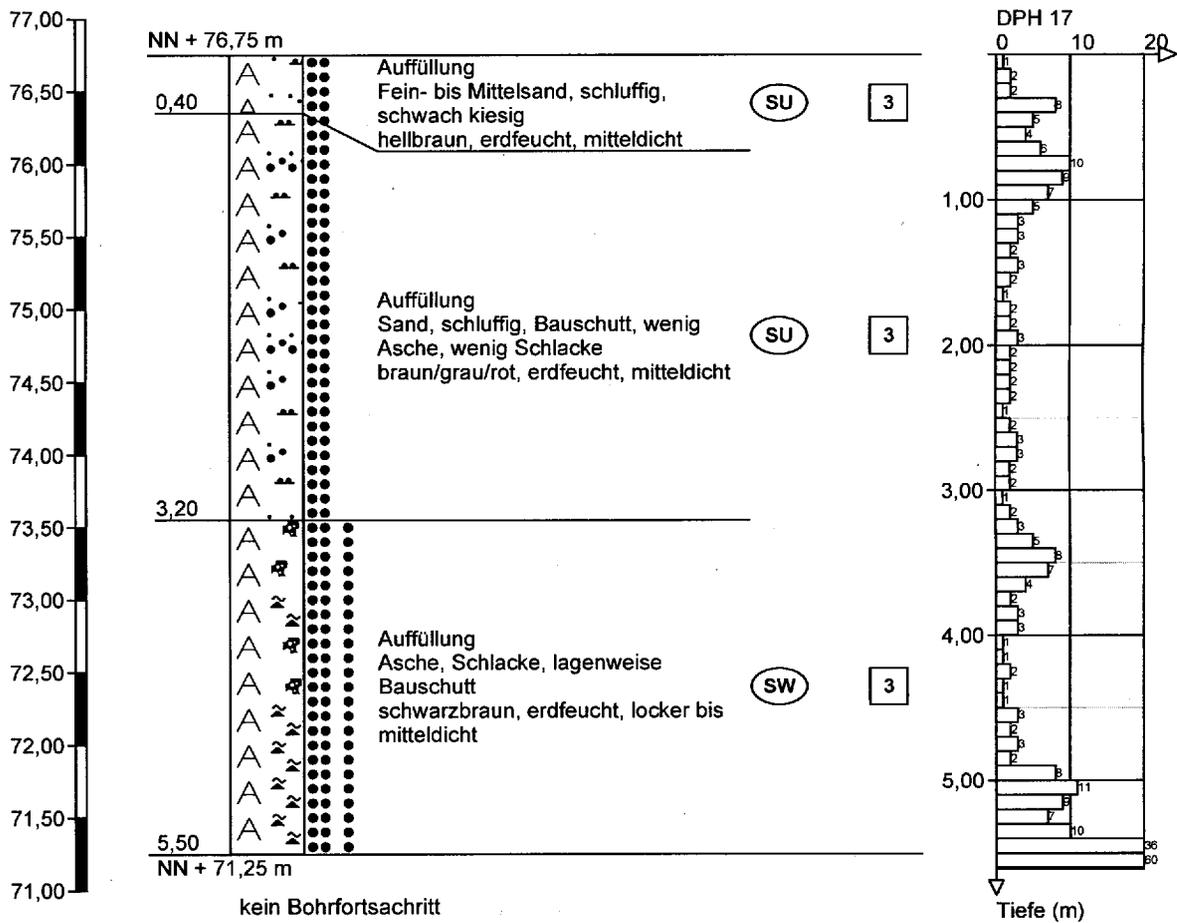
RKS 15 / DPH 15



Höhenmaßstab 1:50

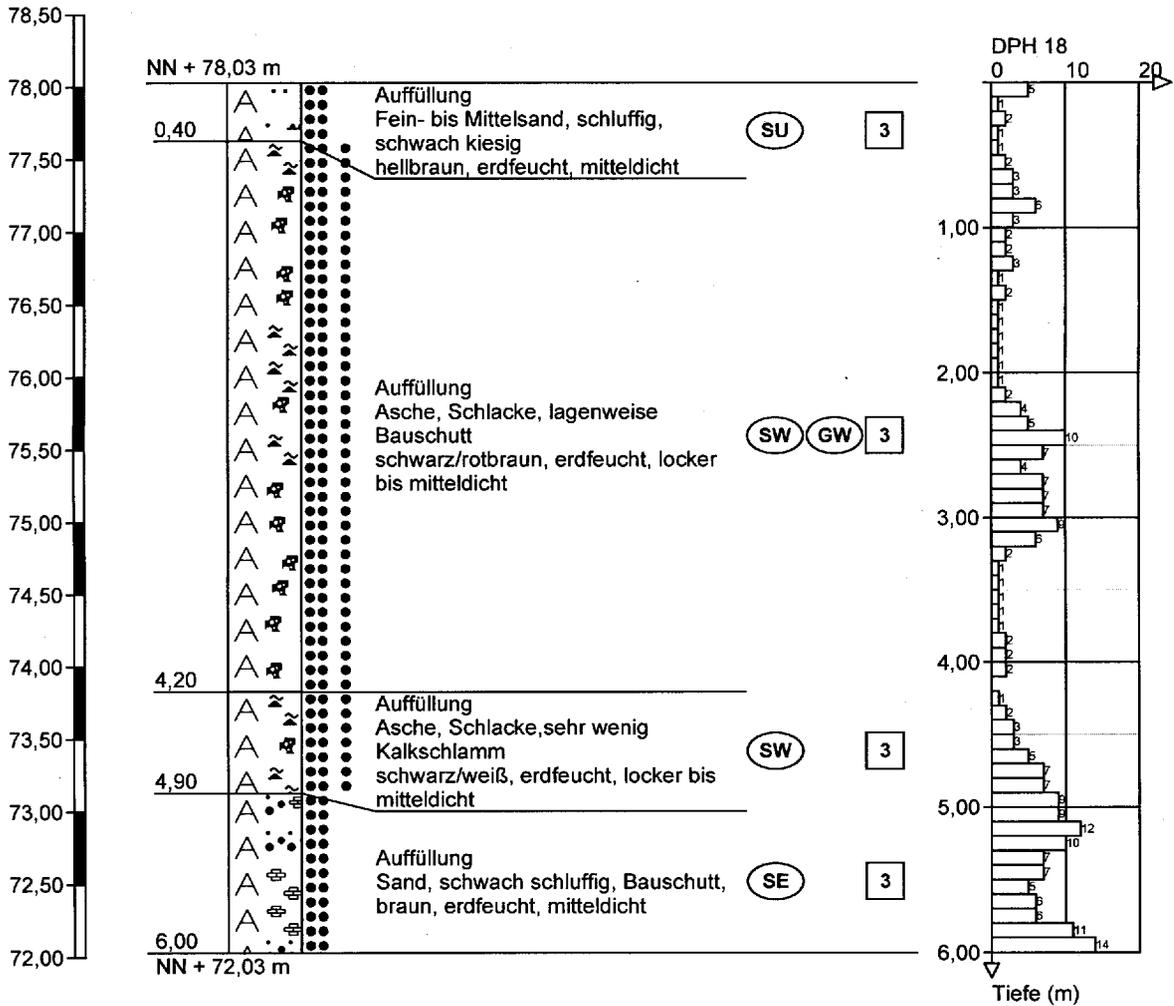
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 17 / DPH 17



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

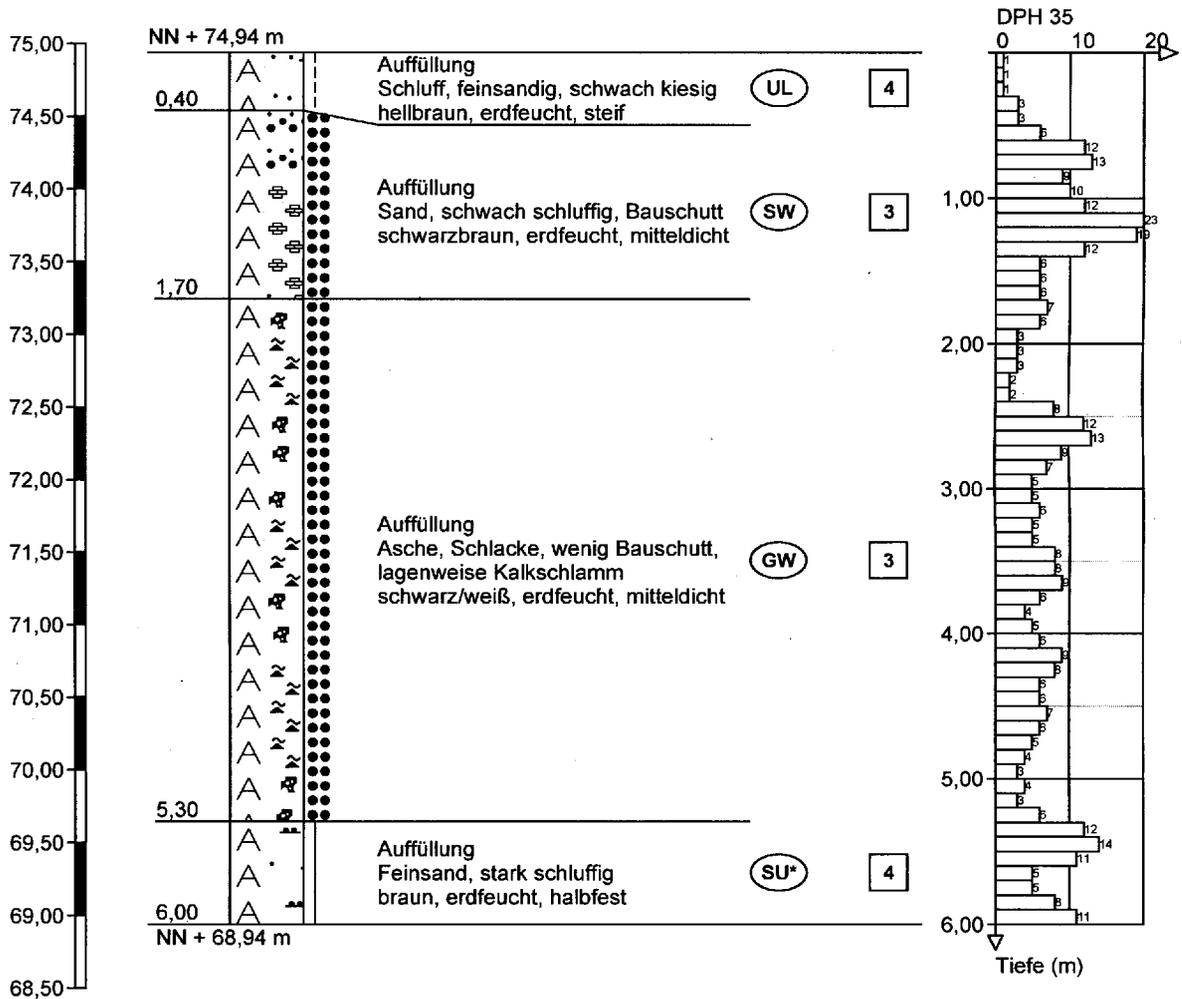
RKS 18 / DPH 18



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 35 / DPH 35



Höhenmaßstab 1:50

GEO CONSULT
Geologen f. Umwelt u. Baugrund
 Maarweg 8, 51491 Overath
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Hubschrauberbetriebsstation Kalkberg

Anlage:

Datum:

Auftraggeber: Berufsfeuerwehr Stadt Köln

Bearb.: Gr

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Kies, G, kiesig, g



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)



Bauschutt, B, mit Bauschutt, b



Betonbruch, Bt, mit Betonbruch, bt



Asche, Ash, mit Asche, ash



Ziegelbruch, Zb, mit Ziegelbruchstücken, zb



Schlacke, Sl, mit Schlacken, sl

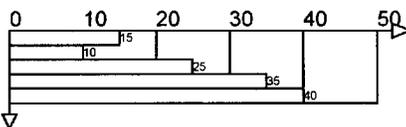


Holz, Hz, mit Holzresten, hz

Korngrößenbereich f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)
 - - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Bodenklassen nach DIN 18300



Oberboden (Mutterboden)



Fließende Bodenarten



Leicht lösbare Bodenarten



Mittelschwer lösbare Bodenarten



Schwer lösbare Bodenarten



Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten



Schwer lösbarer Fels

GEO CONSULT
Geologen f. Umwelt u. Baugrund
 Maarweg 8, 51491 Overath
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Hubschrauberbetriebsstation Kalkberg

Anlage:

Datum:

Auftraggeber: Berufsfeuerwehr Stadt Köln

Bearb.: Gr

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppen nach DIN 18196

- | | |
|---|---|
| (GE) enggestufte Kiese | (GW) weitgestufte Kiese |
| (GI) Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | (SE) enggestufte Sande |
| (SW) weitgestufte Sand-Kies-Gemische | (SI) Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische |
| (GU) Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (GU*) Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (GT) Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (GT*) Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (SU) Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (SU*) Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (ST) Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (ST*) Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (UL) leicht plastische Schluffe | (UM) mittelplastische Schluffe |
| (UA) ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff | (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 | (OK) grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| (HN) nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus) | (HZ) zersetzte Torfe |
| (F) Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel) | (I) Auffüllung aus natürlichen Böden |
| (A) Auffüllung aus Fremdstoffen | |

Lagerungsdichte

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

Konsistenz

- | | | | | |
|--|---|---|--|--|
|  breiig |  weich |  steif |  halbfest |  fest |
|--|---|---|--|--|