

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund

Hydrogeologisches Bodengutachten

**Bebauungsplan Nr. 809, Sankt Augustin-Birlinghoven,
„An der Kleinbahn“**

Durchführung und Auswertung von Versickerungsversuchen

Projekt-Nr.: 03100220H	Datum: 23.12.2003	Bearb.: Dipl.-Geol. N. Bach	
Schreiben-Nr.: Ba/H4261203	Seiten: 9	Tabellen: 1	Anlagen: 2
Auftraggeber: Stadt Sankt Augustin, Stadtplanung, Markt 1, 53754 Sankt Augustin			

Stadt Sankt Augustin
Stadtplanung
Markt 1

53754 Sankt Augustin

Overath, 23.12.2003
Ba/H4261203
Proj.-Nr. 03100220H

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass	3
2. Unterlagen	3
3. Grundlagen und Verfahren zur Bestimmung des Kf-Wertes	4
4. Lage / Morphologie	5
5. Geologie / Hydrologie	5
6. Geländeuntersuchungen.....	6
7. Angetroffene Bodenverhältnisse / Untergrund	6
8. Ermittelte Kf-Werte	7
9. Empfehlung für die Niederschlagswasserbeseitigung	8
10. Zusammenfassung / Fazit	8

Anhang

1. Literaturverzeichnis

Anlagen

1. Lageplan (M 1 : 500)
2. Bohrprofile (M 1 : 25)

1. Anlass

Für das Plangebiet „An der Kleinbahn“ (Bebauungsplan Nr. 809), Stadt Sankt Augustin, Ortslage Birlinghoven ist zur Realisierung eines Niederschlagswasser-Bewirtschaftungssystems gemäß § 51 a LWG der Nachweis der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes zu führen (Eignung der Fläche für eine ortsnahe Versickerung).

Grundlage für die Durchführung von Versickerungsversuchen und der Anlage dezentraler oder zentraler Versickerungsanlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie die jeweiligen Landesgesetze (LWG). Die Einleitung von Oberflächenwasser in die Kanalisation soll hierdurch minimiert werden. Die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ist demnach einzelfallbezogen zu prüfen.

Im vorliegenden Fall soll der Nachweis der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes als Teil der planungsrechtlichen Voraussetzung für den Bau eines Lebensmittelmarktes dienen. Hierbei ist beabsichtigt, das Dachflächenwasser über eine Versickerungsmulde in den Untergrund (Grundwasser) zu versickern. Das Oberflächenwasser der geplanten Stellfläche soll ggf. auch über eine Versickerungsmulde abgeleitet werden, alternativ ist eine Flächenversickerung über sickerfähiges Pflaster geplant.

Das unterzeichnende Büro wurde von der Stadt Sankt Augustin mit dem Schreiben vom 15.10.2003 beauftragt, Versickerungsversuche durchzuführen und eine entsprechende Auswertungen und Vorbemessungen für verschiedene Versickerungsvarianten vorzunehmen (Auftragsnummer 1110). Gemäß den Anforderungen an das hydrogeologische Gutachten wurden, verteilt über die Erschließungsfläche, an insgesamt 4 Untersuchungsbereichen Erkundungsbohrungen mit jeweils einem flachgründigen und einem tiefgründigen Versickerungsversuch ausgeführt.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung dieses Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte i.M. 1:100.000, Kartenblatt C 55506 Bonn, 1987
- Übersichtsplan mit Darstellung der Plangebietsgrenze i.M. 1:5.000
- Lageplan i.M. 1:500
- Stellungnahme des Staatlichen Umweltamtes Köln vom 18.09.2003
- Ergebnisse der Geländeuntersuchungen vom 12.11.2003
- Fachliteratur (s. Literaturverzeichnis, Anhang 1)

3. Grundlagen und Verfahren zur Bestimmung des K_f -Wertes

Zur Bestimmung der hydraulischen Untergrundeigenschaften werden in der Hydrogeologie verschiedene Methoden und Verfahren angewendet. Die einschlägigen Verfahren sind fast ausschließlich auf Porengrundwasserleiter bezogen. Für Kluftgrundwasserleiter ist die Übertragbarkeit nur mit Einschränkungen möglich.

Um einige im Zusammenhang mit der Versickerung von Niederschlagswasser relevante Begriffe möglichst eindeutig zu bestimmen, wird auf die Definition der DIN 4049 verwiesen, auf die im Folgenden jedoch nicht näher eingegangen werden kann.

Die in der Literatur üblicherweise verwendeten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) beziehen sich im allgemeinen auf die horizontale Durchlässigkeit der gesättigten Bodenzone und können daher für die Bemessung von Versickerungsanlagen nicht angesetzt werden. Bei dieser Fragestellung ist vielmehr die erheblich kleinere vertikale Durchlässigkeit der ungesättigten Bodenzone relevant.

Im Vergleich zu anderen Bestimmungsmethoden (Siebanalysen, Permeameterversuche etc.) werden bei Feldversuchen die natürlichen Bedingungen am besten erfasst. Wichtig ist, dass bei Feldversuchen zur Prüfung der Versickerungsfähigkeit der K_f -Wert in der ungesättigten bzw. teilgesättigten Bodenzone (K_{fu} -Wert) ermittelt wird. Im Hinblick auf eine Anlagenbemessung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A-138 (Januar 2002) kann aus dem K_f -Wert der K_{fu} -Wert wie folgt abgeschätzt werden:

$$K_{fu}\text{-Wert} = \frac{1}{2} (K_f\text{-Wert})$$

Mit dieser Formel wird berücksichtigt, dass im ungesättigten Bereich (relevant für die Niederschlagswasserversickerung) Luft im Korngerüst eingeschlossen ist. Diese verengt den Durchflussquerschnitt, sodass Luftporen zu einer Verringerung des K_f -Wertes führen (K_f -gesättigt > K_{fu} -ungesättigt)

Jeder Feldversuch liefert nur eine mehr oder weniger große punktuelle Aussage über den anstehenden und untersuchten Bodenbereich. Prinzipiell gilt, dass mit zunehmender Aufschlussgröße und Versuchshäufigkeit auch die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Inhomogenitäten des Bodens steigt.

Bei den Feldversuchen finden im wesentliche 3 Versickerungsvarianten Anwendung:

- Schurfversuche
- Infiltrometerversuche und Doppelrohrtests
- Auffüllversuche in Bohrlöchern (bei konstanter bzw. bei fallender Druckhöhe)

In der Praxis haben sich Auffüllversuche in Bohrlöchern nach dem Berechnungsverfahren des „EARTH MANUAL“ (US Department of the Interior Bureau of Reclamation) durchgesetzt. Unterschieden werden Bohrlochtests bei konstanter Druckhöhe (EARTH MANUAL 1974) und bei fallender Druckhöhe (EARTH MANUAL 1951). Beide Verfahren werden in HEITFELD, K.-H. et al. (1979) eingehend beschrieben. Hierbei werden Auffüllversuche im offenen bzw. ausgebauten Bohrloch unterschieden.

Die Berechnung im **ausgebauten Bohrloch** setzt die Versickerung allein über die offene Sohle an. Da im **offenen Bohrloch** keine definierte Versickerungsfläche vorliegt, müssen komplexere Rechenvorgänge als im ausgebauten Bohrloch gewählt werden.

4. Lage / Morphologie

Das Erschließungsgebiet liegt innerhalb der Talaue des Pleisbachs und grenzt unmittelbar östlich an die Ortslage Birlinghoven an. Nördlich wird das B-Plan-Gebiet durch den Straßenverlauf „Zur Kleinbahn“, südlich durch die Pleistalstraße (L 143) begrenzt. Östlich schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Das B-Plan-Gebiet selbst wird z. Z. als Pferdekoppel genutzt.

Das Untersuchungsareal ist bei Geländehöhen zwischen 76,5 mNN und 78 mNN mit einem geringen Gefälle nach Nordosten ausgebildet. Außerhalb der Talaue steigen die Geländehöhen im Nordosten und Südwesten auf über 100 mNN an.

5. Geologie / Hydrologie

Die geologische Karte weist für den Bereich der B-Plan-Fläche tertiäre Deltaablagerungen (Kölner Schichten) in Form von Ton, Sand, örtlich Kies und untergeordnet Braunkohleflöze aus. Überprägt sind diese Ablagerungen durch quartäre Niederterrassenablagerungen des Pleisbachs (Hochflutlehm), die im vorliegenden Fall überwiegend als feinsandige bzw. tonige Schluffe ausgebildet sind.

Das Gelände entwässert in den nordöstlich verlaufenden Pleisbach. Die zu erwartenden Grundwasserstände korrespondieren mit dem Wasserstand des Vorfluters und können oberflächennah ausgebildet sein. Zum Zeitpunkt der Felderkundungen wurde in den Bohrlöchern durch Bohrlochmessungen mit dem Lichtlot freies Grundwasser bei 2,08 m bzw. 0,68 m unter Gelände eingemessen.

Grundwasser konnte jedoch nur in den Bohrungen festgestellt werden, welche die bindigen Schichten durchteuft haben (RKS 1 und RKS 4). In den Bohrungen, die den anstehenden Ton nicht durchteuften, konnte kein freies Grundwasser festgestellt werden (RKS 2 und RKS 3). Dies spricht für einen artesisch gespannten Aquifer.

6. Geländeuntersuchungen

Zur Bestimmung des Bodenprofils wurden im Plangebiet insgesamt 4 Rammkernsondierungen im Durchmesser von 36 mm bis 60 mm bis in unterschiedliche Tiefenniveaus abgeteuft. Aufgrund zu hoher Eindringwiderstände wurden die Sondierungen bei einer Maximalteufe von 5,2 m unter GOK abgebrochen.

Die Versickerungsversuche zur Ermittlung des Wasseraufnahmevermögens wurden nach den Richtlinien des USBR Earth Manual, je Untersuchungspunkt, in unterschiedlichen Tiefenniveaus durchgeführt (s. Kap. 3). Vor Messung der Sickerfähigkeit wurde das Bohrloch durch Einfüllen von Wasser über 45 Minuten gesättigt. Im Anschluss daran wurde die versickernde Wassermenge Q pro Zeiteinheit gemessen (s. Kap. 8).

7. Angetroffene Bodenverhältnisse / Untergrund

Die aus den Bohrungen gewonnenen Bodenproben wurden qualitativ im Hinblick auf ihren Kornaufbau untersucht. Die Ergebnisse der Felderkundungen sind in der Anlage 2 als Bohrprofile gemäß DIN 4023 dargestellt. Die Ortslage der Sondierungen zeigt der Lageplan in der Anlage 1.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen für das B-Plan-Gebiet einen sehr inhomogenen Bodenaufbau. An allen Bohrpunkten wurde eine 0,3 m bis 0,4 m mächtige Mutterbodenüberdeckung aus sandig, tonigem Schluff festgestellt.

In den Bohrungen RKS 1 und RKS 4 wird der Mutterboden bis in Tiefen von 4,3 m (RKS 1) bzw. 3 m (RKS 4) von sandig, tonigem Schluff (Auenlehm / Hochflutlehm) unterlagert. Am Bohrpunkt RKS 1 folgt bis zur Bohrendteufe in 5,2 m Verwitterungslehm, der als sandig, kiesiger Schluff ausgebildet ist. In der Bohrung RKS 4 folgt ab 3 m bis zur Endteufe in 3,6 m kiesiger, schwach schluffiger Sand.

An den Bohrpunkten RKS 2 und RKS 3 wurde unterhalb der Mutterbodenüberdeckung halbfester, braun-grauer, z. T. organischer Ton erbohrt. Beide Bohrungen mussten innerhalb der Ton-Abfolge auf Grund zu hoher Eindringwiderstände bei 3,4 m bzw. 2,5 m Tiefe abgebrochen

werden.

8. Ermittelte Kf-Werte

Die Kf-Werte wurden nach USBR Earth Manual über die "Formel 1" oder die "Formel 2" für die ungesättigten bzw. teilgesättigte Bodenzone (K_{fu} -Wert) berechnet:

$$K_{fu} = Q / (C_u \times r \times H) \text{ [cm/s]} \quad (1)$$

$$K_{fu} = 2 \times Q / ((C_s + 4) \times r \times (T_u + H - A)) \text{ [cm/s]} \quad (2)$$

K_{fu} = Durchlässigkeitsbeiwert [cm/s]
 Q = versickerte Wassermenge [cm³/s]
 C_u/C_s = Koeffizient nach USBR
 r = Ausbauradius [cm]
 T_u = Grundwasserflurabstand
 H = Bohrlochtiefe
 A = Länge unverrohrtes Bohrloch [cm]

In Abhängigkeit des Verhältniswertes H/T_u zu T_u/A wird die "Formel 1" oder die "Formel 2" zur K_{fu} -Wert-Berechnung herangezogen. Danach ergeben sich für die Sondierstellen folgende Durchlässigkeitsbeiwerte:

Tabelle 1: Ermittelte Kf-Werte

Ort	Endteufe	Boden	Kf-Wert [m/s]	Bemerkung
SV 1 flach	1,5 m	Auelehm	$2,6 \times 10^{-8}$	unzureichende Versickerung
SV 1 tief	5,2 m	Auelehm / Verwitterungslehm	$8,9 \times 10^{-7}$	geringe Versickerung innerhalb grundwassergesättigtem Boden
SV 2 flach	1,5 m	Ton	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar
SV 2 tief	3,4 m	Ton	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar
SV 3 flach	1,0 m	Ton	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar
SV 3 tief	2,5 m	Ton	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar
SV 4 flach	1,5 m	Auelehm	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar, grundwassergesättigter Boden
SV 4 tief	3,6 m	Auelehm / Sand, kiesig	$< 1 \times 10^{-8}$	keine Versickerung messbar, grundwassergesättigter Boden

Die ermittelten Kf-Werte korrelieren mit den angetroffenen Bodenverhältnissen und liegen im Wertebereich zwischen $< 1 \times 10^{-8}$ m/s und $3,2 \times 10^{-6}$ m/s. Die ATV-DVWK Arbeitsblatt A 138 gibt für die Nieder-schlagswasserversickerung einen empfohlenen Wertebereich zwischen $K_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s und 5×10^{-3} m/s an. Diese empfohlenen Durchlässigkeitswerte werden an keinem der Untersuchungsbereiche erreicht.

9. Empfehlung für die Niederschlagswasserbeseitigung

Sowohl der in den Bereichen RKS 1 und RKS 4 anstehende Auelehm als auch der an den Bohrpunkten RKS 2 und RKS 3 angetroffene Ton zeigen äußerst ungünstige Voraussetzungen für die Versickerung von Niederschlagswasser. Beim Durchteufen der schluffig, tonigen Bodenüberdeckung steigt zudem artesisch gespanntes Grundwasser z. T. bis nahe an die Geländeoberfläche an.

Die Versickerung von Dachflächenwasser kann unter Anbetracht der angetroffenen Bodenverhältnisse weder über eine Mulde noch über ein Mulden-Rigolen-System bzw. über eine Rigole schadlos erfolgen. Zudem kann der erforderliche Mindestabstand zum Grundwasser nicht sichergestellt werden. Selbst die großflächige Entwässerung der Stellflächen über offenporiges Pflaster kann nach Einschätzung des Unterzeichners bei Starkregenereignissen bzw. bei länger andauernden Niederschlagsperioden nicht gewährleistet werden.

Nach gutachtlicher Beurteilung kann eine Niederschlagswasserversickerung auf dem Untersuchungsareal nicht ohne die Gefahr des oberflächlichen Austritts realisiert werden. Unter ökologischen Gesichtspunkten kommt eine Ableitung des Niederschlagswassers in den etwa 100 m nordöstlich verlaufenden Pleisbach in Frage, sofern dies planungs- und nutzungsrechtlich realisierbar ist. Zur Minimierung von negativen Hochwassereinflüssen kann das abfließende Niederschlagswasser gedrosselt abgeführt bzw. eingeleitet werden (z. B. über eine Retentionsmulde).

In wie fern die Abführung des anfallenden Niederschlags über das Kanalsystem möglich und gewünscht bzw. erlaubnisfähig ist, muss von der planerischen Seite geprüft werden.

10. Zusammenfassung / Fazit

Für das B-Plan-Gebiet „An der Kleinbahn“ in St. Augustin, Ortslage Birlinghoven soll der Nachweis der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes für den Bau eines Lebensmittelmarktes geführt werden. Hierbei ist beabsichtigt das Dachflächenwasser über eine Versickerungsmulde in den Untergrund (Grundwasser) zu versickern. Das Oberflächenwasser der geplanten Stellfläche soll ggf. auch über eine Versickerungsmulde abgeleitet werden, alternativ wird eine Flächenversickerung über sickertfähiges Pflaster ins Auge gefasst.

Die durchgeführten Untergrunduntersuchungen zeigen äußerst ungünstige Voraussetzungen für eine Niederschlagswasserversickerung. Zum einen stehen im Untersuchungsbereich gering versickerungsfähige Auelehme bzw. undurchlässige Tone an. Zum anderen kann das artesisch gespannte Grundwasser bis nahe an die Geländeoberfläche ansteigen.

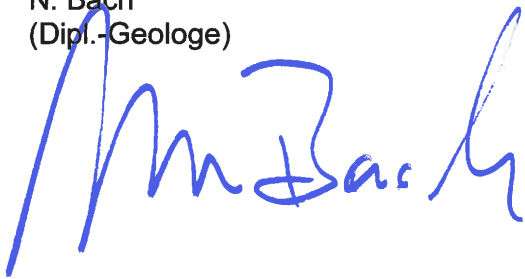
Nach gutachtlicher Abwägung wird die Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers in den nahe gelegenen Pleisbach empfohlen. Hierbei sollte aus Gründen des Hochwasserschutzes ein gedrosselter Ablauf, z. B. über eine Retentionsmulde erfolgen.

Beim Bau von (Versickerungs-) Anlagen zur Beseitigung von Niederschlagswasser, müssen generell die Maßgaben des Arbeitsblattes ATV-DVGW-A 138 (*Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*) sowie der ATV-DVWK-A 117 (Bemessung von Regenrückhalteräumen) berücksichtigt werden.

GEO CONSULT

Geologen für Umwelt und Baugrund

N. Bach
(Dipl.-Geologe)



Anhang 1

Literaturverzeichnis

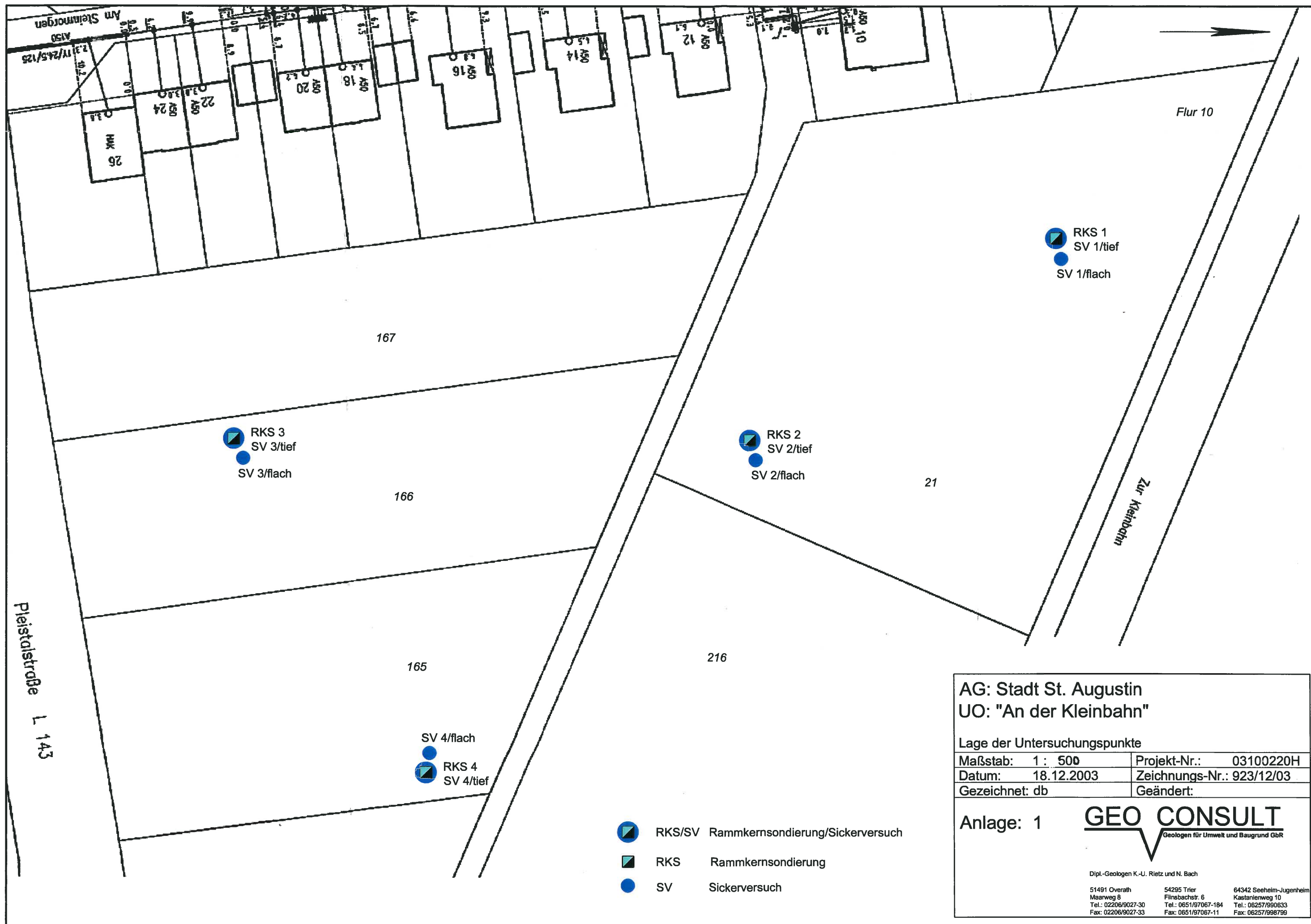
Literaturverzeichnis

- ATV (1990): Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser - Arbeitsblatt A 138; St. Augustin.
- BEYER, W. (1964): Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve - Wasserwirtschaft-Wassertechnik (WWT), **14**: S. 165-168; Berlin-Ost.
- DIN 18 123 (1983): Baugrund. Untersuchung von Bodenproben. Bestimmung der Korngrößenverteilung - Normausschuss Bauwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.: 9 S.; Berlin.
- DIN 18 130, Teil 1 (1989): Baugrund. Untersuchung von Bodenproben. Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitswertes. Laborversuche - Normausschuss Bauwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.: 18 S.; Berlin.
- DIN 18 195 (1986): Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke - DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: 18 S.; Berlin.
- DIN 18 196, (1988): Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke - Normausschuss Bauwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.: 5 S.; Berlin.
- DIN 18 300, (1992): Erdarbeiten. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV).- VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C.
- DIN 19 682, Teil 7 (1972): Bestimmung der Versickerungsintensität mit dem Doppelzylinder-Infiltrimeter - Bodenuntersuchungsverfahren im landwirtschaftlichen Wasserbau -, 2 S.; Berlin.
- DIN 4022, Teil 3 (1982): Baugrund und Grundwasser. Benennen und Beschreiben von Boden und Fels. - Schichtenverzeichnis mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein).-: Normausschuss Bauwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.: 9 S. ; Berlin.
- DIN 4023, 3 (1984): Baugrund und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung.: Normausschuss Bauwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.: 11 S. ; Berlin.
- DIN 4049, (1989): Begriffe des unterirdischen Wassers - Normenausschuss für Wasserwesen im DIN Deutschen Institut für Normung e.V.; Berlin [Entwurf].
- EARTH MANUAL (1951): in HEITFELD et al. (1979). Siehe unten.

- EARTH MANUAL (1974): A Water Resource Technical Publication.- A guide to the use of soils as foundations and as construction materials for hydraulic structures.- 2nd Ed.: 810 S.; Washington D.C. (U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Col.)
- GEIGER, W., DREISTUHL, H. (1995): Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten.- Emschergenossenschaft und Internationale Bauausstellung Emscher Park [Hrsg.]: 293 S.; München.
- HEITFELD, K.-H., OLZEM, R., STOLPE, H. (1979): Erarbeitung von Kriterien und Untersuchungsmethoden für die Dichtigkeit von Böden zur Standortbeurteilung für Sondermülldeponien (Untersuchungsmethoden).- RWTH Aachen: 81 S.; Aachen
- LANGGUTH, H.-R., Voigt, R. (1980): Hydrogeologische Methoden.-: 486 S.; Berlin, Heidelberg, New York
- LEISER, U., MOHS, B., JUNGE, H., HUDEC, B., (1995): Versickerung von Niederschlagswasser in urbanen Gebieten unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes.- AHU-Umwelttexte 1995/96, Text 4, S. 1-20; Aachen
- MAROTZ, G. (1968): Technische Grundlagen einer Wasserspeicherung im natürlichen Untergrund.- Mitteil. Inst. f. Wasserrwirt., Grundbau u. Wasserbau der Univ. Stuttgart, 9: 228 S.; Stuttgart.
- SCHAEFFER, G., COLLINS, H. J. (1966): Eine Methode zur Messung der Infiltrationsrate im Felde.- Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, (4): S. 193-199; Berlin, Hamburg.

Anlage 1

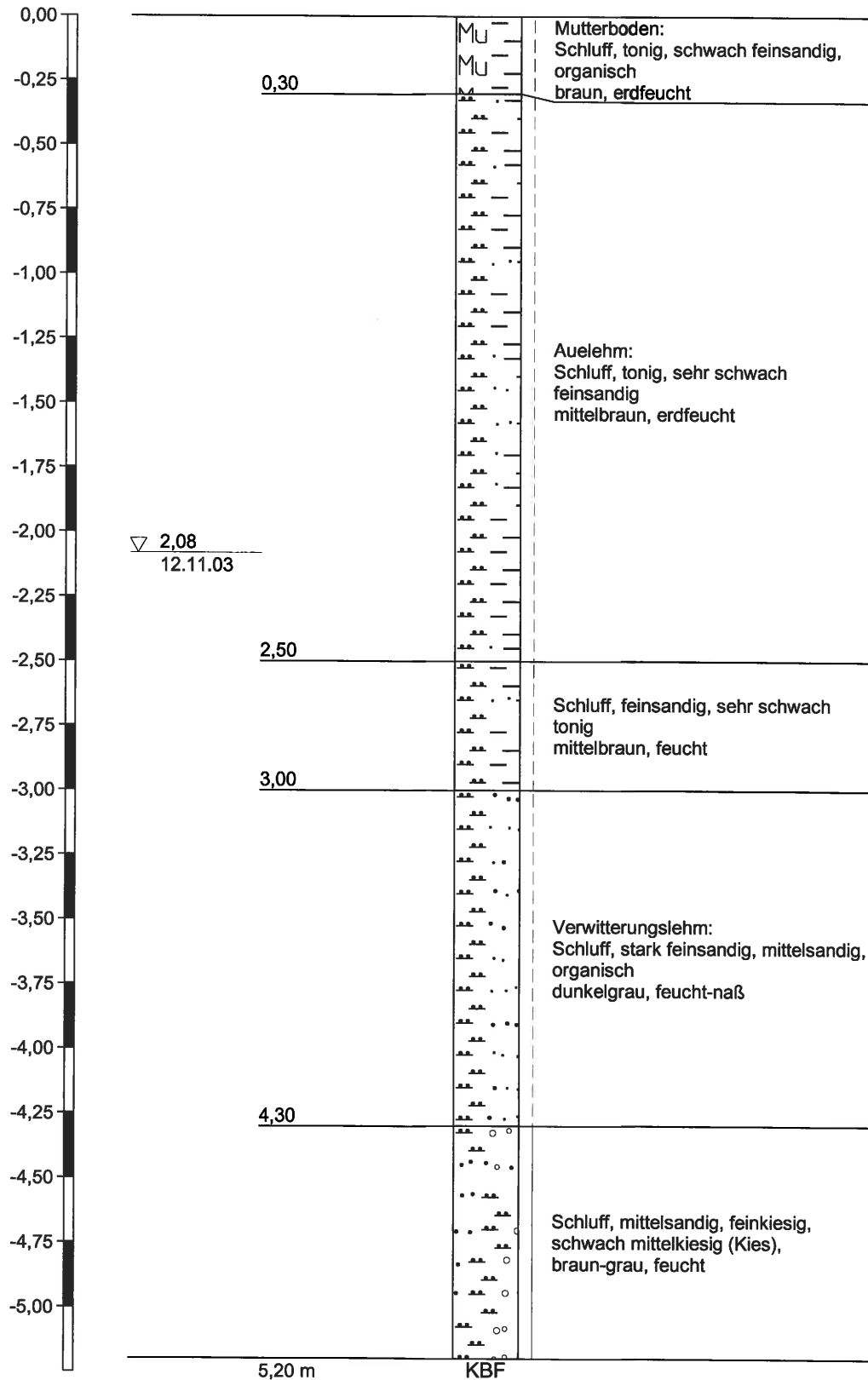
Lageplan (M 1 : 500)



Anlage 2

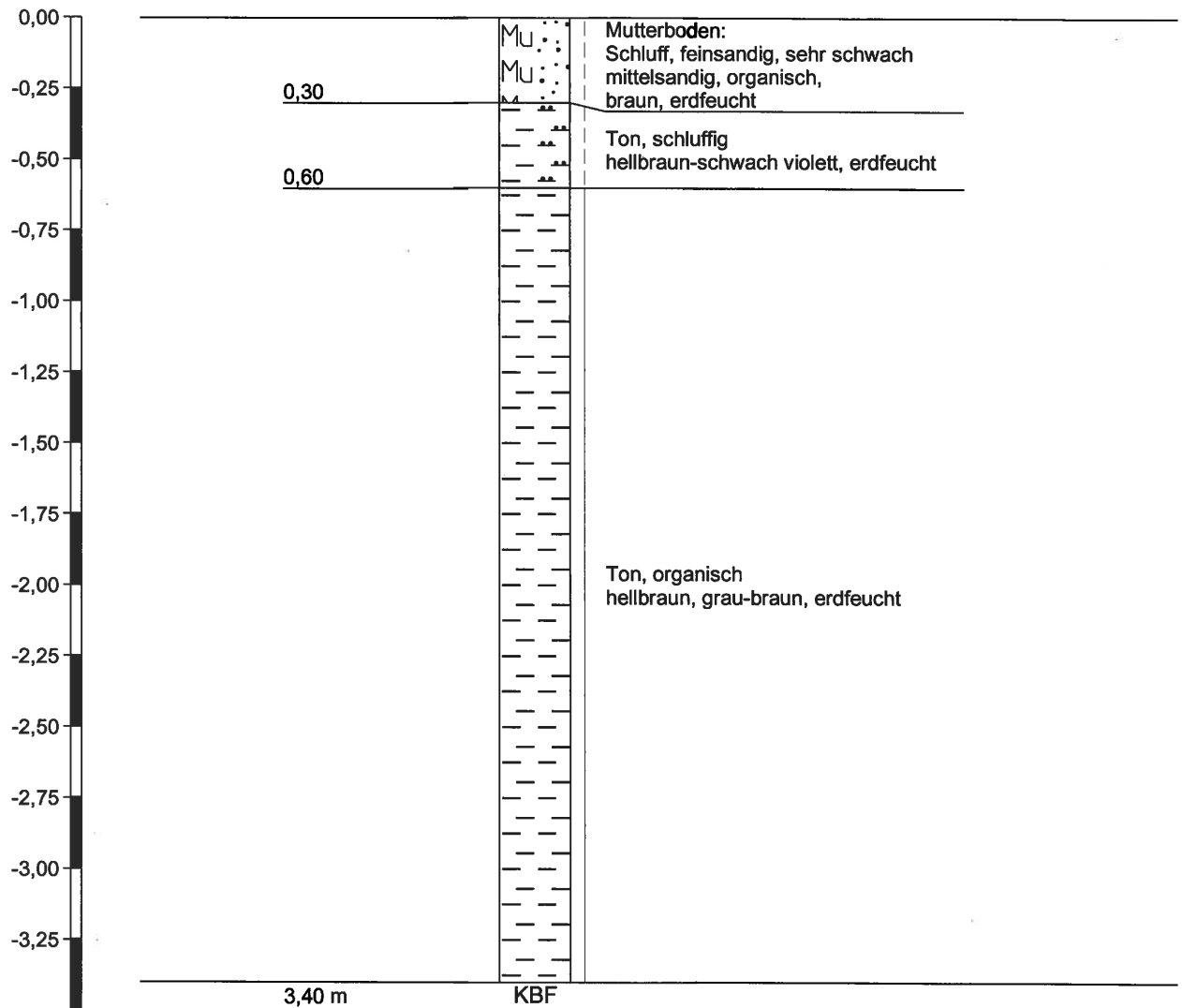
Bohrprofile (M 1 : 25)

RKS 1



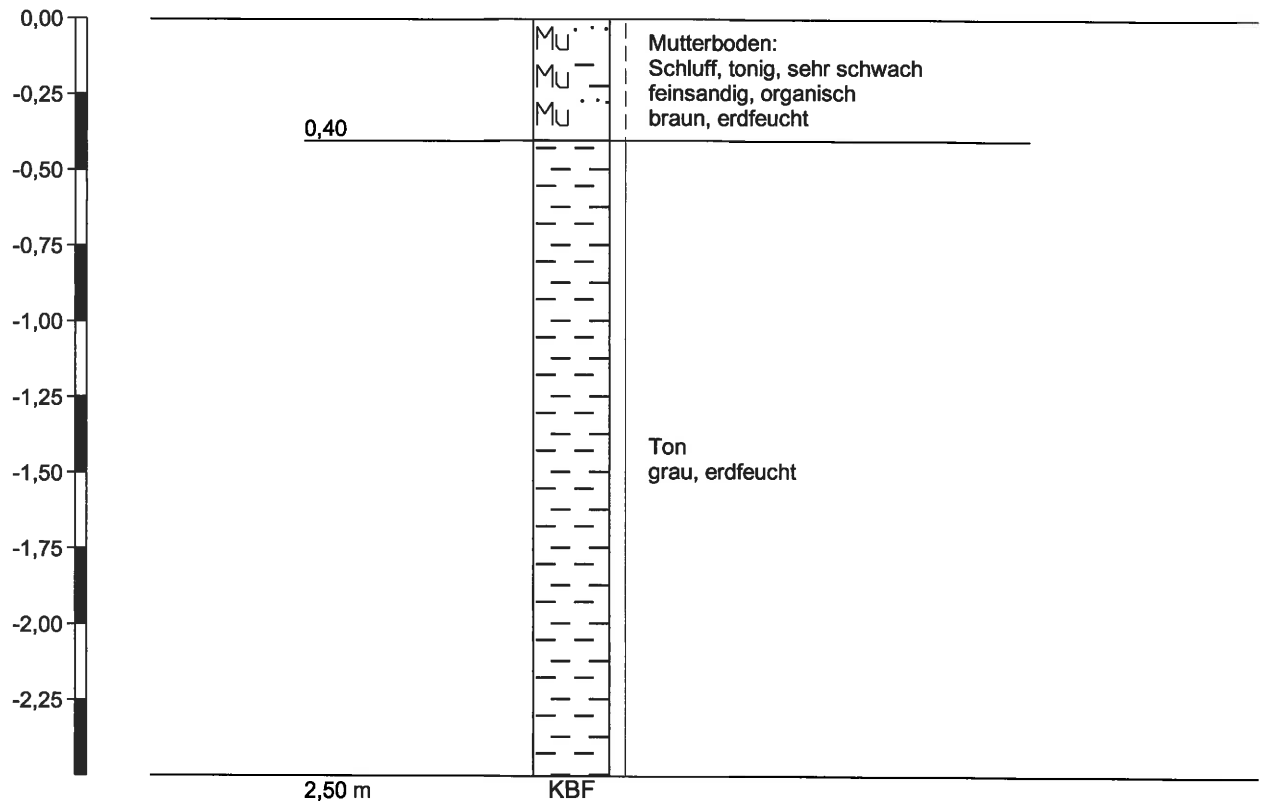
Höhenmaßstab 1:25

RKS 2



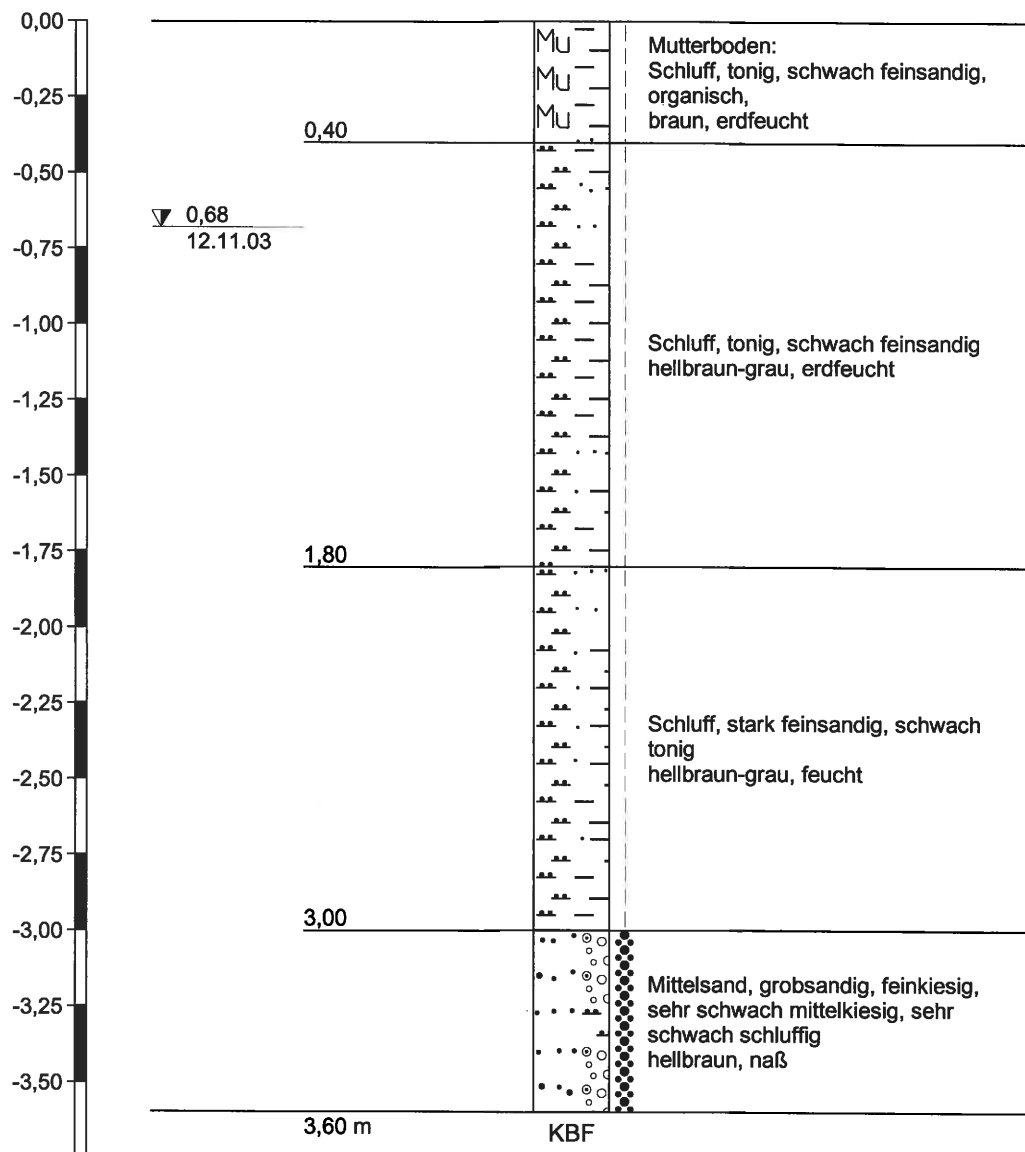
Höhenmaßstab 1:25

RKS 3



Höhenmaßstab 1:25

RKS 4



Höhenmaßstab 1:25

Boden- und Felsarten



Mutterboden, Mu



Feinkies, fG, feinkiesig, fg



Grobsand, gS, grobsandig, gs



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Ton, T, tonig, t



Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg



Kies, G, kiesig, g



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Schluff, U, schluffig, u

Korngrößenbereich

f - fein
 m - mittel
 g - grob

Nebenanteile

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

Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht

Konsistenz



breiig



weich



steif

halbfest



fest

Grundwasser

▽ 1,00
 23.12.03

Grundwasser am 23.12.03 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

▽ 1,00
 23.12.03
 1,80

Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 23.12.03

▽ 1,00
 23.12.03

Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 23.12.03

▽ 1,00
 23.12.03

Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00
 23.12.03
 ↓

Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände