

Ingenieurgeologisches Baugrundgutachten

Projekt: Biberach, Gewerbegebiete am Flugplatz
Auftraggeber: Stadt Biberach
Berichtsdatum: 18.09.2007
Auftragsnummer: 075661



R. BUCHHOLZ + PARTNER GMBH
Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund
88633 Heiligenberg, Röhrenbach 16, Tel.: (07554) 9119, Fax: (07554) 9117

Objekt:	Baugrunduntersuchung in Biberach Gewerbegebiete am Flugplatz
Projektnummer:	075661
Auftraggeber:	Stadt Biberach Stadtplanungsamt Museumstr. 2 88400 Biberach
Planung:	Stadtplanungsamt Biberach
Aufgabenstellung:	Bautechnische Beschreibung der Schichtenfolge Angabe von Bodenkennwerten Beschreibung der Grundwasserverhältnisse Versickerungsfähigkeit des Bodens Angaben für Grundwasserabsenkungen Gründungsvorschläge für Kanal- und Straßenbau Gründungsempfehlungen für Hochbau Angaben zu Möglichkeiten der Geothermienutzung
Zweck des Gutachtens:	Planungshinweise für Gründung und Bauausführung
Unterlagen, Vorkenntnisse:	Rahmenplan Gewerbegebiet Flugplatz 1:750 Ingenieurgeologisches Baugrundgutachten Nord- westumfahrung Biberach vom 28.06.2005 GK 25 Blatt 7824 Biberach Nord
angewandte Methoden:	Rammkernbohrungen nach DIN 4021 schwere Rammsondierungen nach DIN 4094
Zeitraum der Feldarbeiten:	16.08.2007 - 22.08.2007
Berichtsumfang:	Dieser Bericht enthält 20 Textseiten und 6 Anlagen
Berichtsdatum:	18.09.2007
Dateiname:	0756_001.ber
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. M. Gruler
Verteiler:	3 x Auftraggeber, 1 x Archiv Fa. Buchholz

R. BUCHHOLZ + PARTNER GMBH

Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund
88633 Heiligenberg, Röhrenbach 16, Tel.: (07554) 9119, Fax: (07554) 9117
E-Mail: buchholz.partner.heiligenberg@t-online.de
Internet: www.buchholz-und-partner.de

Ingenieurgeologisches Gutachten

Kapitel.....	Seite
1 Zusammenfassung.....	6
2 Allgemeines.....	6
2.1 Vorgang	6
2.2 Bauvorhaben, Aufgabenstellung.....	6
2.3 Geologischer Überblick	6
3 Durchgeführte Untersuchungen	7
3.1 Rammkernbohrungen.....	7
3.2 Schwere Rammsondierungen.....	8
4 Ergebnisse der Untersuchungen	8
4.1 Bodenmechanische Beschreibung der Schichten.....	8
4.2 Grundwasserverhältnisse	11
4.3 Betonaggressivität des Grundwassers	12
5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes.....	13
5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten.....	13
5.2 Zulässige Bodenpressung nach DIN 1054	14
5.3 Kennwerte für erdstatische Berechnungen	15
5.4 Erdbebengefährdung	16
5.5 Bodenklassen nach DIN 18300.....	16
5.6 Versickerungseignung	17
5.7 Erdwärmenutzung	17
6 Allgemeine Gründungsvorschläge.....	17
6.1 Kanalbau	17
6.2 Strassenbau	18
6.3 Hochbau	18
7 Schlussbemerkungen	19

Tabelle	Seite
Tabelle 1: Lage der Bohrungen und Sondierungen und deren Aufschlusstiefe	7
Tabelle 2: Übersicht über die aufgeschlossene Schichtenfolge (ohne Oberboden)	9
Tabelle 3: Grundwasserspiegel	12
Tabelle 4: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften und die bautechnische Eignung des Aushubmateri- als	14
Tabelle 5: Kennwerte für erdstatische Berechnungen	15
Tabelle 6: Kennwerte für die Bemessung von Bohrpfählen nach DIN 1054	16
Tabelle 7: Bodenklassen nach DIN 18300	16
Tabelle 8: Liste der Normen und Vorschriften	21
Tabelle 14: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in kN/m ² für Streifenfundamente auf nichtbindigen und schwach feinkörnigen Böden (Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST)	22
Tabelle 9: Zulässige mittlere Bodenpressung für Streifenfundamente bei bindigem und gemischtkörnigem Baugrund in kN/m ²	23
Tabelle 10: Erdbebenzonen, geologische Untergrundklassen, Baugrundklassen	24

Anhang	Nr.
Liste der in diesem Gutachten zitierten oder als Referenz verwendeten DIN-Normen	1
Tabellen zur zulässigen Bodenpressung für Streifenfundamente	2
Zusammenfassung DIN 4149 und Karte der Erdbebenzonen und geol. Untergrundklassen	3

Anlage	Nr.
Übersichtslageplan, vergrößerter Ausschnitt aus der TK-25-CD	1
Lageplan mit Bohr- und Sondierstellen, M 1:5000	2
Profilschnitt 1 (GG „Neuer Weiher“, Nordwest), M 1:1500/1:100	3.1
Profilschnitt 2 (NWU 0+100 bis 1+300) , M 1:1000/1:100	3.2
Profilschnitt 3 (GG „Neuer Weiher“, Südost), M 1:1500/1:100	3.3
Profilschnitt 4 (GG „Neuer Weiher“, Ost), M 1:1000/1:100	3.4
Profilschnitt 5 (Versickerungsfläche)	3.5
Profilschnitt 6 (GG „Birkstock“)	3.6
Legende und Zeichenerklärung zum Profilschnitt und den Bohrprofilen	4
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme	5.1 - 5.24
Schichtenverzeichnisse	6.1 - 6.24
CD-ROM mit Gutachten im pdf Format	7

1 Zusammenfassung

Der in den Untersuchungen zur Nordwestumfahrung aufgetretene sehr wechselhafte und schlechte Untergrund mit enthaltenen Torfschichten setzt sich nach Nordwesten und Südosten nicht fort. Er beschränkt sich auf einen Umkreis von ca. 200 m um die Bohrpunkte BK 3/05 und BK 5/05. Es tritt überwiegend für Gründungen mäßig bis normal geeigneter Untergrund für die GG Biberach, und normal geeigneter Untergrund für das GG Warthausen auf.

Auf der gesamten Fläche erscheint die Versickerung von Oberflächenwasser nicht möglich. Zum einen stehen oberflächennah stark schluffig - lehmige Schichten mit zu geringer Wasserdurchlässigkeit an. Zum anderen besteht ein sehr geringer Grundwasserflurabstand, so daß der notwendige Abstand zum Grundwasser von > 1 m nicht eingehalten werden kann.

2 Allgemeines

2.1 Vorgang

Am 27.07.2007 wurde dem Büro R. Buchholz + Partner GmbH, Heiligenberg, von der Stadt Biberach der Auftrag für Baugrunduntersuchungen im Objekt Gewerbegebiet Flugplatz erteilt.

Grundlage für den Leistungsumfang ist der Kostenvoranschlag vom 10.05.2007

2.2 Bauvorhaben, Aufgabenstellung

Die Stadt Biberach plant südlich des Flugplatzes die Anlage von 3 Gewerbegebieten. Die Fläche wird von der Trasse der Nordwestumfahrung durchquert.

Die Baugrunduntersuchung zur Nordwestumfahrung hat im Bereich „Neuer Weiher“ einen unerwartet wechselhaften und schlechten Untergrund erbracht. Durch rasterartig angeordnete Bohr- und Sondieraufschlüsse sollte das Baugrundmodell erweitert werden. Darüberhinaus sollte die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser geprüft werden. Es sollen daraus Gründungsvorschläge für Kanal-, Straßen- und Hochbau abgeleitet werden.

2.3 Geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte GK 25 Blatt 7824 Biberach - Nord ist der Untergrund aus riss-eiszeitlichen Moräneschichten aufgebaut, die größtenteils von jungen Anmoor- und Lössbildungen bedeckt werden.

Böden mit humosem Anteil finden sich in den Senken, deren Ränder fingerförmig gegen die Moränehügel auslaufen. Nach der Kartierung liegt der Norwestteil des GG Neuer Weiher im Löss- und Anmoorboden. Der Südwestteil des GG Neuer Weiher und die nordöstlichen Gewerbegebiete liegen im Bereich der Grundmoräne.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Die Ausführung der Feldarbeiten erfolgte vom 16. - 22.08.2007.

Die Lage aller Bohrungen und Sondierungen geht aus der folgenden Tabelle 1 und dem Lageplan, Anlage 2, hervor.

Tabelle 1: Lage der Bohrungen und Sondierungen und deren Aufschlusstiefe

Ansatzpunkt	Höhe (m ü. NN)	Aufschlusstiefe (m u. GOK)	Rechtswert	Hochwert
BK 1	584,24	5,70	3556 600	5330 112
BK 2/DPH 2	581,90	4,60/5,40	3556 742	5330 260
BK 3	580,78	4,60	3556 876	5330 367
BK 4	580,12	6,00	3556 914	5330 449
BK 5/DPH 5	579,60	4,60/6,90	3556 973	5330 542
BK 6	580,02	4,70	3557 162	5330 688
BK 7/DPH 7	580,28	6,00/5,90	3557 305	5330 768
BK 8	580,74	5,00	3557 289	5330 546
BK 9 / DPH 9	583,35	5,60/5,90	3557 317	5330 475
BK 10/DPH 10	580,89	6,20/5,90	3557 124	5330 360
BK 11/DPH 11	584,40	5,00/4,90	3557 094	5330 197
BK 12	581,35	5,00	3556 894	5330 099
BK 13	584,48	5,40	3556 927	5329 968
BK 14/DPH 14	583,68	5,40/5,90	3556 775	5329 940
BK 15/DPH 15	591,73	6,10/6,90	3557 600	5330 874
BK 16	594,23	5,60	3557 769	5330 896
BK 17/DPH 17	589,40	4,60/5,90	3557 874	5330 986
BK 18	587,64	3,80	3557 914	5331 147
BK 19/DPH 19	588,96	6,00/5,90	3557 783	5331 149
BK 20	588,59	4,60	3557 681	5331 095
BK 21	579,65	3,10	3557 387	5331 026
BK 22	576,94	3,00	3557 401	5331 115
BK 23	580,25	3,00	3557 519	5331 173
BK 24	575,64	2,40	3557 568	5331 362
Summe lfd. m		116,00/59,50		

3.1 Rammkernbohrungen

Es wurden 24 unverrohrte Rammkernbohrungen nach DIN 4021 (BK 1 bis BK 24) mit Schuppen von 110 bis 60 mm Durchmesser bis in eine Tiefe zwischen 2,4 m und 6,2 m u. GOK niedergebracht. Es wurden insgesamt 116,0 lfd. m gebohrt.

Die Bodenansprache nach DIN 4022, DIN ISO 14688 und DIN 18196 haben der Unterzeichner und Dipl. Geol. Sabine Thesing vorgenommen. Die Feststellung der Konsistenz erfolgte durch Feldversuche nach DIN 4022.

Die Ergebnisse der geologischen Feldaufnahme sind als einzelne Bohrprofile in den Anlagen 5 ff dargestellt und in Form von Schichtenverzeichnissen (Anlagen 6 ff) dokumentiert.

3.2 Schwere Rammsondierungen

Auf der Fläche der Gewerbegebiete sind insgesamt 10 schwere Rammsondierungen (DPH 2 bis DPH 19) zwischen 4,9 m und 6,9 m Tiefe nach DIN 4094 durchgeführt worden. Es wurden insgesamt 59,5 lfd. m sondiert.

Die Sondierungen dienen der Ergänzung der Bohraufschlüsse hinsichtlich der Scherfestigkeit und der Lagerungsdichte. Sie wurden bis zu einer im Einzelfall für ausreichend gehaltenen Tiefe unter die Bauwerkssohle niedergebracht.

Die Schlagzahlen gehen aus den Sondierprotokollen, Anlagen 5 ff, hervor. Die Farbcodierung der Schlagzahlwerte von 0 - 7, 7 - 15 und > 15 Schlägen/10 cm Eindringung soll eine Hilfestellung bei der Beurteilung des Eindringwiderstandes geben. Sie erlauben bei nichtbindigem Boden die Abschätzung der Lagerungsdichten locker, mitteldicht und dicht. Rot soll bei bestimmten Bodenarten auf schlechte Werte hinweisen, bedeutet aber nicht, dass dort nicht gebaut werden kann. Im bindigen Boden ist mit der Höhe der Schlagzahl keine festgelegte Einstufung der Bodeneigenschaften verbunden.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Bodenmechanische Beschreibung der Schichten

Durch die Bohrarbeiten wurden Schichten erschlossen, die nachfolgend zusammenfassend beschrieben und in den Profilschnitten, Anlagen 3.1 bis 3.6 maßstäblich dargestellt sind. In Tabelle 2 werden die wichtigsten Merkmale zusammengestellt.

Die Schichtgrenzen dienen nur der allgemeinen Orientierung über die wichtigsten geologischen Einheiten. Sie sind aus Bohrdaten konstruiert und sollen nicht für exakte Tiefenermittlungen herangezogen werden.

Tabelle 2: Übersicht über die aufgeschlossene Schichtenfolge (ohne Oberboden)

Baugrund-schicht	Tiefe der Schichtuntergrenze ¹ m u. GOK	Materialbeschreibung <i>Name der Baugrundschiicht</i>	Konsistenz bzw. Lagerungsdichte ²	gemittelte Schlagzahl der schweren Rammsonde nach DIN 4094	Bodengruppe nach DIN 18196, Kurzzeichen ²	Bodenklasse nach DIN 18300	Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 94
1	zwischen 0,7 m und 2,3 m	Schluff, tonig oder stark tonig kaum Grobkorn, z.T. schwach kiesig, feinsandig, verwitterte Komponenten <i>Lösslehm, Tallehm</i>	steif bis halbfest, halbfest, (mitteldicht)	0-4	TL, TA, TM, [GU*]	4	F 3
2 nur in BK 2/05, 5/05, 7, 8, 21, 24	zwischen 0 m und 5,0	reiner Torf, anmooriger Ton teils hoher Holz- und Faseranteil <i>Torf, Mudde</i>	steif, halbfest	1 - 8	HN, HZ, OT	4	F 3
3	zwischen 3,7 m und 6,1 m	Schluff, tonig, sandig schluffiger Kies, häufig rotbraun, entkalkt <i>div. Moränosedimente, mäßig - stark verwittert, locker</i>	weich, steif, halbfest, locker bis mitteldicht, mitteldicht	2 - 10	TM, TL, SU*, GU*, GU	4, 3	F 2, F 3
4	> 10 m	Schluff, stark tonig, schluffig, sandig; Kies, stark sandig; Sand, schluffig, stark kiesig Abgrenzung zu 3 unscharf, wenig verwittert <i>Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch und fest</i>	steif, halbfest mitteldicht, (locker), dicht	3 - > 30	TL, GT*, GU*, SU*, GU	4, 3	F 3, F 2

1 Anmerkung: An den Bohrpunkten ergeben sich unterschiedliche Tiefenlagen der betreffenden Schichten

2 Anmerkung: Bestimmung nach Augenschein, ohne Laborversuche

Wir gliedern die in den Bohrungen punktförmig aufgeschlossenen Schichten in vier Baugrundsichten. Baugrundsichten sollen die natürliche Vielfalt der geologischen Schichten zu Einheiten mit vergleichbarer Beschaffenheit und Baugrundeignung zusammenfassen. Sie weisen im Rahmen natürlicher Schwankungen ähnliche Zusammensetzung und Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Die Mutterbodenbedeckung beträgt zwischen 0,10 und 0,40 m. Auf dem als Ackerland genutzten Gelände ist sie geringer als auf dem Grünland.

Zur Baugrundschiicht 1 zählen wir hier grobkornfreien und grobkornarmen Boden aus Ton und Schluff, der auch nur einen geringen Sandanteil führt. Er ist durch Anwehung als Löss oder durch Abschlämmung aus Moränematerial entstanden. Die Tiefe der Schichtunterkante liegt zwischen 0,7 und 2,3 m. Die Konsistenz ist weitestgehend steif. Den Böden in dieser Baugrundschiicht ist eine mittlere bis leichte Plastizität gegeben und sie werden damit in die Bodengruppen TL und TM eingeordnet. Somit gehören sie nach DIN 18300 der Bodenklasse 4 an.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde schwanken in dieser obersten Bodenzone zwischen 1 und 5 Schlägen/10 cm Eindringung, was für grobkornfreien Boden ein für mittlere bis

schwache Konsistenz normaler Wert ist. Höhere Werte sind auf dünne Zonen innerhalb von Schichten ohne Abgrenzung beschränkt.

Die Baugrundsicht 2 wurde nur in den Bohrungen BK 3/05, BK 5/05, 7, 8, 22 und 24 angetroffen. Sie keilt gegen die jeweils benachbarten Bohrungen aus. Unter der Überdeckung durch den Schwemmlehm der Baugrundsicht 1 steht bis zu einer Tiefe von 5 m einerseits Ton mit Humusanteil mit einer Gesamtmächtigkeit von 1,5 m und andererseits reiner Torf mit einer Mächtigkeit von 1,7 m und zusätzlich pflanzenfaseriger, humoser Ton mit 1,7 m Mächtigkeit an. Das Auftreten von Torf scheint somit an die grosse Tiefe einer ehemaligen Senke im Moränegebiet und an die grosse Gesamtdicke der Schicht gebunden zu sein. In den reinen Torfschichten liegt ein unterschiedlicher Zersetzungsgrad vor, der von wenig zersetzt mit gut erkennbaren Holzteilen und Pflanzenfasern bis stärker zersetzt reicht. Die Konsistenz ist steif, deswegen erfolgt die Einstufung in die Bodenklasse 3 nach DIN 18300; durch die Faserigkeit entsteht ein erhöhter Widerstand beim Bohren und Rammen.

Die aufgeschlossenen Tonschichten mit organischem Anteil weisen ebenfalls eine steife Konsistenz auf. Die Festigkeitsmessung mit Rammsondierungen hat in dem betroffenen Tiefenabschnitt Werte zwischen 1 und 8 Schlägen/ 10 cm Eindringung ergeben, sie sind bezogen auf einzelne Schichten verhältnismässig hoch, womit sich die aus der Schichtlagerung gezogene Folgerung bestätigt, dass es sich um einen durch die Überdeckung vorkonsolidierten Boden handelt.

Es liegen Böden mit den Kurzzeichen HN, HZ und OT mit Übergang in TM vor.

Der anstehende Moräneboden wird in zwei Baugrundsichten eingeteilt und die Abgrenzung nach dem Grad der Verwitterung und der Festigkeit nach Rammsondierungen vorgenommen. Hinsichtlich der Bodenarten ergeben sich Überschneidungen und es werden die vielfältig variablen Einzelschichten unter dem Oberbegriff Moräne zusammengefasst.

Die Baugrundsicht 3 besteht hauptsächlich aus Schluff und Ton und der Vermengung dieser Anteile und mit Kiesanteil, die durch Verwitterung aus ehemals grobkornreicheren Moräneböden hervorgegangen sind. Der rostige Farbton und die völlige Kalkfreiheit sind deutliche Kennzeichen für die starke Verwitterung, die mit der Tiefe ungleichmässig abnimmt und sich bis in so unterschiedliche und unerwartet grosse Tiefen zwischen rd. 2,4 und über 6,0 m nachweisen lässt. Die grössten Tiefen wurden am SW Ende der Gewerbegebiete beobachtet, in der Senke geht die Tiefenwirkung vermutlich wegen des höheren Grundwasserspiegels zurück. Zur gleichen Baugrundsicht gliedern wir auch Kiesschichten mit Sand- und Schluffanteil, die teils rostfarben und teils eine frische Erdfarbe aufweisen, die aber dann durch eine sehr geringe Schlagzahl auffallen. Die Lagerungsdichte muss in diesen Fällen mit sehr locker angegeben werden. Typische Schlagzahlen im Verwitterungslehm liegen zwischen 2 und 8 Schlägen/10 cm Eindringung. Wegen Umwandlungserscheinungen von nichtbindigen in bindigen Boden liegt ein weites Feld von Bodengruppen vor: TM, TL, SU*, GU*, GU. Die Konsistenzen reichen von steif bis halbfest.

Anhand der Schlagzahl erkennbarer, festerer Untergrund wird in der Baugrundsicht 4 zusammengefasst, wobei das Abgrenzungskriterium flexibel den Bodenarten und Festigkeiten angepasst wurde. Es wird an mehreren Stellen Geschiebemergel angetroffen, in anderen Bohrungen wird stark schluffiger Moränekies erbohrt. Allen Schichten ist in der Regel ein höherer Widerstand beim Eindringen der Rammsonde gemeinsam, als dies bei den vorherigen

Schichten der Fall war. Die absolute Höhe der Schlagzahl kann jedoch im Profil und von Punkt zu Punkt recht unterschiedlich sein und von 10 - 20 Schlägen/10 cm Eindringung mit Spitzen bis > 50 im GM und Moräneschluff bis nur 3 - 4 Schlägen/10 cm Eindringung im Moränekies reichen. Auch dieser von Verwitterung weitgehend unbeeinflusste Untergrund ist also uneinheitlich und nur in seinen Grundzügen zwischen den Bohrungen verfolgbar.

Es wird ein breites Feld von Kornverteilungen in den Einzelschichten angetroffen, die ähnlich wie in der vorherigen Baugrundsicht eine Einordnung in die Gruppen TL, GT*, GU*, SU* und GU erhalten.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Es wurden Grundwasserspiegel bis 0,03 m unter der Geländeoberfläche beobachtet. Andere Bohrungen blieben trotz Nässe am Bohrgut trocken. Dies ist ein Hinweis auf sehr geringe Wasserdurchlässigkeiten. Die Moränesand- und Kiesschichten sind wasserführend. Sie werden durch stark verlehnte und verwitterte Moräneschichten sowie durch Tal- und Lößlehm-schichten überdeckt. Dabei herrschen gespannte Grundwasserverhältnisse mit Druckhöhen bis zu 3,5 m.

Die einzelnen Flurabstände und NN-Höhen sind in der Tabelle 8 angegeben. Angaben zu den jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels sind nicht möglich. Es ist nach der Erfahrung in gering durchlässigen Moränegebieten davon auszugehen, dass der Wasserspiegel in Folge langer Regenperioden bis nahe an die Geländeoberfläche ansteigen kann.

In den Moränesedimenten ist vor allem in der nassen Jahreszeit mit Schicht- und Sickerwässern über bindigen Lagen und in sandigen Einlagerungen zu rechnen. Wasserzutritte sind bei den Erdarbeiten zu erwarten, es wird jedoch nicht mit grossen Wassermengen gerechnet, da die Durchlässigkeiten gering sind und ein zusammenhängender Aquifer nicht ausgebildet ist.

Tabelle 3: Grundwasserspiegel

Messpunkt	Wasserspiegel (m u. GOK, Messung am 20.08.2007)	Wasserspiegel (m ü. NN)
BK 1	4,10, Anstieg auf 0,30	584,24
BK 2	2,00, Anstieg auf 0,60	581,90
BK 3	2,05, Anstieg auf 0,95	580,78
BK 4	1,90, Anstieg auf 0,33	579,79
BK 5	1,10, Anstieg auf 0,30	579,30
BK 6	1,70, Anstieg auf 0,12	579,90
BK 7	3,50, Anstieg auf 0,10	580,18
BK 8	2,10, Anstieg auf 0,03	580,71
BK 9	3,60, Anstieg auf 3,20	580,15
BK 10	1,90, Anstieg auf 0,34	580,55
BK 11	trocken	
BK 12	0,85, Anstieg auf 0,15	581,20
BK 13	2,40, Anstieg auf 1,20	583,28
BK 14	naß 4,60 - 5,10, aber kein Wasserspiegel	
BK 15	naß 4,95 - 5,30, aber kein Wasserspiegel	
BK 16	naß 4,32 - 5,0 m, aber kein Wasserspiegel	
BK 17	trocken	
BK 18	1,35	586,29
BK 19	trocken	
BK 20	trocken	
BK 21	0,60	579,05
BK 22	1,60, Anstieg auf 0,36	576,58
BK 23	2,70, Anstieg auf 1,55	578,70
BK 24	1,60, Anstieg auf 0,75	574,89

4.3 Betonaggressivität des Grundwassers

Der fehlende Kalkgehalt und insbesondere die Torfschichten sind Hinweise für ein Auftreten von schwach betonangreifendem Grundwasser. Da die Durchlässigkeit der fraglichen Schichten gering ist, gehen wir von einem geringen Risiko aus.

5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten

Hinsichtlich der Festigkeit und der Baugrundeignung lässt sich die Gruppe der Baugrundsichten 1 bis 3 mit im Durchschnitt sehr ungünstigen Eigenschaften von der Baugrundsicht 4 mit im Durchschnitt mittleren bis guten Eigenschaften unterscheiden.

Eindeutige Angaben zur Bewertung werden vor allem durch die Wechselhaftigkeit selbst auf kleinster Entfernung erschwert. Wie mit den Worten „im Durchschnitt“ ausgedrückt wird treten Abweichungen auf, die vor dem Hintergrund des zu errichtenden Bauwerks sorgfältig beachtet werden müssen.

In den Schichten 1 bis 3 sind hoher Feinkornanteil, Auflockerung und Schwächung des Korngerüsts durch Vernässung und Entkalkung und rein organische Böden vorhanden, die in der Tendenz alle eine sehr niedrige Scherfestigkeit und grosse bis sehr grosse Zusammendrückbarkeit aufweisen, wenn man sich nach der visuellen Beschaffenheit des Bohrkerns und dem Sondierdiagramm richtet. Sie sind für Gründungen nur eingeschränkt brauchbar, da eine Belastung durch ein Bauwerk zu grossen Setzungen führen kann. Die Torfschichten stellen einen für Gebäudegründungen ungeeigneten Baugrund dar.

Alle Böden sind stark wasser- und frostempfindlich. Die Rammpbarkeit ist aufgrund von Findlingsblöcken auch in der aufgelockerten Verwitterungszone nicht überall gegeben. In Einschnitten anfallender mineralischer Boden eignet sich nur nach einer Behandlung mit Bodenverbesserungsmittel als Dammbaustoff, der die Verdichtungskriterien nach ZTVE-StB 94 erfüllen muss.

Der organische Boden, sofern davon überhaupt Aushub anfällt, ist für jegliche Bauzwecke ungeeignet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten geotechnischen Eigenschaften der Hauptbodenarten nach Tabelle 5 DIN 18196 zusammengestellt.

Tabelle 4: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften und die bautechnische Eignung des Aushubmaterials

allgemeine Beschreibung				
Baugrundsicht	1	2	3	4
Tiefe (m u. GOK)	max. 1,6	max. 5,0	max. 6,1	> 10
Materialbeschreibung	Schluff, Ton	Org. Schluff	Schluff-Kies	Schluff-Kies
Zustandsform, Lagerungsdichte	steif	steif	weich, steif halbfest	steif, halbfest locker, mitteldicht
Bodengruppe nach DIN 18196, Kurzzeichen	TL	HN - HZ, OT	TM - GU*	TL - GU
Bodenklasse nach DIN 18300	4 u. 5	4	3 u. 4	3 u. 4
Frostempfindlichkeit ZTVE	F 2 u. F 3	F 3	F 2 u. F 3	F 2 u. F 3
bautechnische Eigenschaften ¹				
Scherfestigkeit	mässig - sehr gering	gering - sehr gering	gross - gering	mässig - sehr gross
Verdichtungsfähigkeit	mässig - sehr schlecht	sehr schlecht	gut - schlecht	gut - mässig
Zusammendrückbarkeit	mittel - sehr gross	sehr gross	sehr gering bis mittel	vernachlässigbar klein - mittel
Durchlässigkeit	sehr gering	mittel - sehr gering	sehr gering	mittel - sehr gering
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	mittel - gross	gross - mittel	gross - mittel	gering - gross
Frostempfindlichkeit	sehr gross - mittel	mittel - sehr gross	sehr gross - mittel	mittel - sehr gross
bautechnische Eignung ¹				
Baugrund für Gründungen	brauchbar - mässig brauchbar	ungeeignet	gut geeignet - brauchbar	sehr gut geeignet - brauchbar
Baustoff für Erd- und Baustrassen	wenig geeignet - ungeeignet	ungeeignet	geeignet - brauchbar	sehr gut - gut geeignet
Baustoff für Strassendämme	mässig brauchbar - weniger geeignet	ungeeignet	mässig brauchbar	gut geeignet - mässig brauchbar

1: Einstufung nach DIN 18196

5.2 Zulässige Bodenpressung nach DIN 1054

Die folgenden Angaben sollen die Grössenordnung der ausnutzbaren Tragfähigkeit anhand der aufnehmbaren Sohlpressung veranschaulichen. Wegen der Abfolge von guten und schlechten Böden im Profil sind die Angaben nicht als Rechenwerte zu verstehen.

Die Baugrundsicht 1 fasst tonige bis stark tonige Schluffe der Bodengruppen TL und TM zusammen, welche eine steife und steife bis halbfeste Konsistenz aufweisen. Diese Baugrundsicht erstreckt sich bis in Tiefen zwischen 0,7 m und 2,3 m unter GOK. Für diesen Tiefenbereich können sich die Bodenpressungen an der Tabelle A.5 der DIN 1054 orientieren und liegen je nach Einbindetiefe der Streifenfundamente zwischen 120 und 180 kN/m².

Für den darunter folgenden, örtlich begrenzt auftretenden Torf der Baugrundsicht 2 werden keine Bodenpressungen angegeben, da Torf nicht für Gründungen herangezogen werden sollte.

Darunter folgen bis in Tiefen zwischen 3,7 m und 6,1 m unter GOK die tonigen und sandigen Schluffe, sowie die schluffigen Kiese der Baugrundsicht 3. Diese Böden gehören den Bodengruppen TM, TL, SU*, GU* und GU an und weisen eine steife, z.T. halbfeste Konsistenz, bzw. mitteldichte Lagerung auf. Für den nichtbindigen, mitteldicht gelagerten Boden kann eine zulässige Bodenpressung von 270 kN/m² angegeben werden, bei einer Breite der Fundamente von 0,5 m und Einbindetiefe von 1 m. Bei Antreffen von bindigem Boden dieser

Baugrundsicht kann mit Bodenpressungen von 120 bis 180 kN/m² gerechnet werden, abhängig von der Einbindetiefe.

Die in der Baugrundsicht 4 beschriebenen Schluffe und Kiese der Bodengruppen TL, GU* und GU weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz bzw. mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Die zulässigen Bodenpressungen liegen nach DIN 1054 zwischen 180 und 270 kN/m² (Tab. A.2 und A.4 der DIN 1054). Bei nachgewiesener dichter Lagerung können die angegebenen Tabellenwerte um 50 % erhöht werden, soweit die Gründungsebene nicht unter dem Grundwasserspiegel liegt.

Für die Baugrundsichten 1 und 3 können die zul. Bodenpressungen ebenfalls anhand der Schlagzahlen der schweren Rammsonde abgeschätzt werden. Demnach werden folgende Belastungen für vertretbar gehalten:

Schlagzahl < 1 Schläge/10 cm Eindringung	nicht gründungsfähig, oder höchstens mit verstärkter Bodenplatte oder Bodenaustausch.
Schlagzahl 5 - 10 Schläge / 10 cm Eindringung	mittelmäßig gründungsfähig zul. Bodenpressung ca. 180 kN/m ²
Schlagzahl > 10 Schläge / 10 cm Eindringung	gut gründungsfähig zul. Bodenpressung ca. 250 kN/m ²

5.3 Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach den Untersuchungsergebnissen sowie Angaben der einschlägigen Literatur und der DIN 1055 für vergleichbare Bodenarten können vorläufig folgende, in der Tabelle 10 angegebene Kennwerte für erdstatische Entwurfsberechnungen angenommen werden.

Tabelle 5: Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Baugrundsicht	Bodengruppe	Wichte über Wasser cal γ [kN/m ³]	Wichte unter Wasser cal γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel cal ϕ' [°]	Kohäsion drärierter Boden cal c' [kN/m ²]	Kohäsion undrärierter Boden cal c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	TL, TM	18,5 - 20,5	8,5 - 10,5	17,5 - 27,5	0 - 10	0 - 35	6
2	OH, HZ, HN	13,0 - 17,0	3,0 - 7,0	15	0 - 5	10 - 20	6 - 8
3	TM, TL, GU*, SU*	18,0 - 21,0	8,0 - 11,0	22,5 - 30,0	0 - 5	0 - 40	8 - 12
4	TL, SU*, GU*, GU	20,0 - 23,0	10,0 - 13,0	25,0 - 32,5	0 - 5	0 - 40	20 - 60

Die Werte beinhalten keinen Einfluss von Porenwasserüberdruck und Sickerströmung, die bei nasser Jahreszeit und bei Einschnitten unter dem Grundwasserspiegel auftreten können. Sie gelten für die beschriebenen Hauptbodenarten im ungestörten Lagerungszustand.

Die endgültige Festlegung von Rechenwerten für die Ausführungsplanung sollte mit uns abgestimmt werden da örtlich Böden mit günstigeren oder ungünstigeren Werten auftreten können und die Bildung von Mittelwerten zu unzutreffenden Ergebnissen führen kann.

In der folgenden Tabelle 9 sind die für die Bemessung von Bohrpfählen nach DIN 1054 erforderlichen Kennwerte angegeben. In Anbetracht der Unstetigkeiten im Untergrund erscheint es ratsam, die Werte vorsichtig einzusetzen.

Tabelle 6: Kennwerte für die Bemessung von Bohrpfählen nach DIN 1054

Baugrundsicht	gemittelter Eindringwiderstand der Rammsonde $N_{10} \approx q_s$ [Mpa]	Bruchwert für den Pfahlspitzenwiderstand σ_{sf} $s/D = 0,02$ [MN/m ²]	Bruchwert der Mantelreibung τ_{mf} [MN/m ²]	Bettungsmodul f. Einzelpfähle $k_{sh} \approx E_s/1$ für $D \geq 1,0$ m $k_{sh} \approx E_s/d$ für $D \leq 1,0$ m Angabe für $d = 0,5$ m [MN/m ³]
1 Lösslehm, Tallehm	0 - 2	--	--	--
2 Torf, Mudde	1 - 8	--	--	--
3 verwitterte Moräne	0 - 6	--	--	--
4 unverwitterte Moräne	3 - > 30	0,3 - 1,0	0,03 - 0,12	10 - 30

Auch diese Werte streuen je nach Standort stark.

5.4 Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg M 1:350000 und den Erkundungsergebnissen ist folgende Einstufung gegeben:

Erdbebenzone: 0

geologische Untergrundklasse: S

Baugrundklasse: C

Bei der architektonischen Gestaltung der Gebäude und der konstruktiven Berechnung sind die Empfehlungen der DIN 4149 zu beachten. Wir weisen auch auf den Leitfadens „Erdbebensicheres Bauen“ des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg hin.

5.5 Bodenklassen nach DIN 18300

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Bodenklassen gelten für das Lösen, Laden, Fördern und Verdichten der Böden.

Tabelle 7: Bodenklassen nach DIN 18300

Bodenschicht (bis m u. GOK)	Bodenklasse nach DIN 18300
Oberboden (Mutterboden)	1
1	4 (durch Aufweichen 2)
2	4
3	3 u. 4
4	3 u. 4

Fast alle Böden haben eine hohe Wasser- und Frostempfindlichkeit. Als Bedarfsposition sollte vorsorglich wegen Findlingsblöcken im Moräneboden auch höhere Bodenklassen bis Klasse 7 in die Ausschreibung aufgenommen werden.

Durch unvermeidbare Aufweichung des Bodens kann er Eigenschaften der BKL 2 annehmen, so dass auch dieser Fall in der Leistungsbeschreibung für die Erdarbeiten berücksichtigt werden soll.

5.6 Versickerungseignung

Die oberflächernah anstehenden Böden sind stark schluff- und tonhaltig. Sie besitzen eine sehr schlechte Wasserdurchlässigkeit, so dass der nach ATV A 138 vorausgesetzte kf-Wert von $> 1 \times 10^{-6}$ m/s nicht erreicht wird. Darüberhinaus sind die Grundwasserflurabstände sehr gering, so daß der nach ATV A 138 notwendige Abstand der Versickerungsmulde zum Grundwasser von > 1 m nicht eingehalten werden kann. Die gesamte Fläche eignet sich nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser. Auf die Durchführung von Versickerungsversuchen wurde aufgrund der offensichtlichen Nichteignung zur Versickerung verzichtet.

5.7 Erdwärmenutzung

Das Untersuchungsgebiet ist zur Erdwärmenutzung geeignet. Ein Wasserschutzgebiet ist nicht betroffen.

Die Erdwärmenutzung mittels Erdsonden in Bohrlöchern ist grundsätzlich immer möglich. Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes und des hohen Wasserandranges in den Schmelzwasserkielesschichten empfiehlt sich die Erdwärmenutzung mittels Wasser - Wasser Wärmepumpen mit Wasserförderung aus einem Schachtbrunnen.

6 Allgemeine Gründungsvorschläge

Die ausgeführten Untersuchungen erlauben die Aufstellung eines ausreichend verlässlichen Baugrundmodells, welches einen Überblick über den Untergrund und seinen Einfluss auf die geplanten Bauwerke bietet. Wir weisen dem Untersuchungsgebiet aufgrund des stark wechselhaften Untergrundes einen mittleren geotechnischen Schwierigkeitsgrad zu.

Die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Böden lassen die Erschließung von Gewerbeflächen grundsätzlich zu, wenn die nachfolgenden Hinweise bei der weiteren Planung Beachtung finden.

6.1 Kanalbau

Der erkundete Moräneuntergrund ist überall normal als Auflager für Kanalrohre geeignet. Sollten an der Kanalsole Torfschichten angeschnitten werden, sind diese auszutauschen.

Der anfallende anorganische Erdaushub eignet sich nach der Behandlung mit Feinkalk zur Wiederverfüllung der Leitungsgräben. Bei steifer Konsistenz liegt der benötigte Zugabeanteil erfahrungsgemäß bei 2 - 4 Gew%. Aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit der anstehenden Böden sind die Erdarbeiten stark von der Witterung abhängig.

Unter Beachtung der DIN 4124 können die Sand- und Kiesschichten mit 45° , die steifen Schluffschichten mit 60° geböschet werden. Der Böschungsfuß erfordert ggf. eine Sicherung gegen Ausspülen und Bruch.

Die Grundwasserabsenkung kann durch Abpumpen aus Schachtbrunnen erfolgen.

6.2 Strassenbau

Nach der Erfahrung ist in Böden mit weicher bis steifer Konsistenz der nach der ZTVE-StB 94 geforderte Verformungsmodul auf dem Erdplanum von 45 MN/m^2 durch einfache Verdichtung nicht zu erreichen und erfordert entweder die Bodenverbesserung mit Feinkalk oder die Erhöhung der Dicke der Tragschicht.

Die wesentlichen Vorteile der Verkalkung bestehen in einer Reduktion des Wassergehaltes und einer günstigen Veränderung der Plastizitätseigenschaften und der Tragfähigkeit. Die Ermittlung der erforderlichen Kalkzugabemengen soll von den natürlichen Wassergehalten und des im Proctorversuch ermittelten optimalen Wassergehaltes ausgehen. Zur überschlägigen Kostenermittlung können die Erfahrungswerte von 2 – 3 Gew.-Prozente Feinkalk/Volumeneinheit Trockenmasse für steife Tone angenommen werden.

Die erforderlichen Kalkzugabemengen ergeben sich danach zu $36 - 54 \text{ kg Feinkalk/m}^3$ bei Verwendung des Bodens als Unterbau bei Aufschüttungen. Bei geländegleichen Trasseneinschnitten und bei einlagigem Einbau mit einer Stärke von 0,3 m beträgt die Zugabemenge $12 - 18 \text{ kg Feinkalk/m}^2$. In Gebieten mit Torfuntergrund ist ein abschnittsweiser zweilagiger Einbau mit 0,5 m Dicke vorherzusehen, dann beträgt die Zugabemenge rechnerisch $18 - 27 \text{ kg Feinkalk/m}^2$.

Da Böden mit unterschiedlichem Ausgangswassergehalt angeschnitten werden, ergibt sich eine Streuung der voraussichtlichen Mengen. In der Praxis werden vielfach Kombinationsbindemittel eingesetzt. Die tatsächlich erforderlichen Mengen sollten vor Beginn der Erdarbeiten durch Laborversuche ermittelt werden.

In der Decklehmschicht ist kein regelmässiger Kies- und Steinanteil vorhanden, der ein systematisches Frähhindernis wäre. Einzelne Steine und Blöcke als Verwitterungsreste können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Die Prüfung des Verdichtungsgrads erfolgt am besten mit Plattendruckversuchen. Auf das fertiggestellte Planum kann der Aufbau der Trag- und Frostschuttschicht erfolgen.

Die angetroffenen Böden sind wasserstauend. Soweit sich Einschnitte ergeben, ist in Muldenlagen eine Dränage des Oberbaus vorzusehen.

6.3 Hochbau

Für Gebäudegründungen sind nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen mäßige bis normale Bedingungen gegeben. Aufgrund der Wechselhaftigkeit des Untergrunds können im Folgenden nur allgemeine Gründungsvorschläge gegeben werden. Es empfiehlt sich, für die einzelnen Gebäude gesonderte Baugrunduntersuchungen durchführen zu lassen.

Kommt die Baugrubensohle in den Baugrundsichten 1 oder 3 zu liegen, kann im Allgemeinen mit den in Kap. 5.2 genannten, geringen Bodenpressungen zwischen 120 und 180 kN/m^2 je nach Einbindetiefe die Lastabtragung über Streifenfundamente erfolgen.

Liegt die Baugrubensohle in nichtbindigen, mitteldicht gelagerten Schichten der Baugrundschiicht 3, wird eine Bodenpressung von 270 kN/m^2 als zulässig angesehen, bei einer Einbindetiefe von 1 m.

Die Baugrundschiicht 2 ist grundsätzlich nicht für Gründungen geeignet. Werden Torfschichten angeschnitten, sind sie zu entfernen und mit Kies auszutauschen.

Aufgrund der geringen zulässigen Bodenpressungen für die Baugrundschiichten 1 und 3 empfiehlt sich die Lastabtragung über eine tragende Bodenplatte. Für die Berechnung der Bodenplatte empfiehlt sich das Steifemodulverfahren. Die auf vorsichtigen Erfahrungswerten beruhenden Steifemoduln sind in Kap. 5.3 genannt.

Des Weiteren kann als Alternative eine Tiefergründung auf die Baugrundschiicht 4, mit den für diesen Tiefenbereich in Kap. 5.2 genannten Bodenpressungen, genannt werden.

Untergeschoße müssen als wasserdichte Wanne ausgebildet werden, da sich Wasser in den Arbeitsräumen sammelt und auf die Gebäudeaußenhaut drückt. Sofern bei Gebäuden ohne Unterkellerung die UK der Bodenplatte unterhalb der Geländeoberfläche liegt und der Durchlässigkeitsbeiwert schlechter als $k_f = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ist, ist nach DIN 18195 eine Abdichtung gegen nichtdrückendes Sickerwasser vorgeschrieben.

Bei Aushub der Baugruben sind die Angaben zu den zulässigen Böschungswinkeln in Kap. 6.1 zu beachten.

7 Schlussbemerkungen

Da Planungseinzelheiten noch nicht vorliegen und wegen der wechselnden Untergrundverhältnisse sind keine abschliessenden Angaben möglich.

In der Neuausgabe der DIN 4020 wird auf die Bedeutung der Einbeziehung des Bodengutachters zwischen der Erkundung und der Ausführung und zur Baugrubenabnahme hingewiesen.

Sofern sich im Laufe der weiteren Planung und der Bauausführung geotechnische Fragestellungen ergeben, die mit diesem Gutachten unbeantwortet bleiben oder wenn die angetroffenen Bodenverhältnisse anders als dargestellt sind, müssen wir hinzugezogen werden, um über die Erfordernis von weiteren Erkundungen oder die Überarbeitung des Gutachtens zu entscheiden.

Bohrungen und Sondierungen geben grundsätzlich nur punktförmig über den Baugrund und die Bodenarten Auskunft. Der Schichtenverlauf und die Schichtmächtigkeiten können sich zwischen den Aufschlusspunkten ändern.

Wir weisen ergänzend darauf hin, dass aufgrund der punktuellen Aufschlüsse und der wechselhaften Böden ein Restrisiko bezüglich des Baugrundes verbleibt. Die Aussagen des Gutachtens gelten nur für die unmittelbare Umgebung der Bohrungen.

Gefertigt:

Heiligenberg, den 18.09.2007

R. Buchholz + Partner GmbH

Dipl.-Geol. Marc Gruler

Anhang: 1

1. Liste der in diesem Gutachten zitierten Normen

In diesem Gutachten wurden einige der nachfolgenden DIN-Normen als Referenz verwendet oder zitiert. Die Kenntnis der Normen wird für das Verständnis des Berichtes vorausgesetzt.

Tabelle 8: Liste der Normen und Vorschriften

Dokument	Titel
EVB	Empfehlungen „Verformungen des Baugrunds bei baulichen Anlagen“
ZTVE-StB 94	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Strassenbau, Fassung 1997
ZTVT-StB 95	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Strassenbau
ETV-StB-BW 99	Ergänzungen zu den technischen Vertragsbedingungen im Strassenbau - Baden-Württemberg - Ausgabe 1999
DIN 1054	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1055	Lastannahmen für Bauten (Bodenkenngrößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel)
DIN 4017	Grundbruchberechnungen
DIN 4022-3	Benennen und Beschreiben von Boden und Fels - Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein)
DIN 4019	Setzungsberechnungen
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
DIN 4021	Erkundung durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
DIN 4022-1	Benennen und Beschreiben von Boden und Fels - Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
DIN 4023	Baugrund- und Wasserbohrungen - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
DIN 4030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
DIN 4094	Teil 1 und Teil 2, Ramm- und Drucksondiergeräte (Masse und Arbeitsweise der Geräte; Anwendung und Auswertung)
DIN 4124	Baugruben und Gräben (Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten)
DIN ISO 14688	Bestimmung und Klassifizierung von Böden
DIN 18121	Wassergehalt
DIN 18122	Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)
DIN 18123	Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18196	Erdbau (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zum Erkennen von Bodengruppen)
DIN 18300	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten

Anhang: 2

Zusammenfassung aus DIN 1054:2003-1: nichtbindiger Boden

Tabelle 9: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in kN/m² für Streifenfundamente auf nichtbindigen und schwach feinkörnigen Böden (Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST)

DIN 1054		Tabelle A.1				Tabelle A.2					
Bauwerk		setzungsunempfindlich				setzungsempfindlich					
Breite des Streifenfundaments b bzw. b' in m		0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Einbindetiefe t in m	0,5	200	300	400	500	200	300	330	280	250	220
	1	270	370	470	570	270	370	360	310	270	240
	1,5	340	440	540	640	340	440	390	340	290	260
	2	400	500	600	700	400	500	420	360	310	280
bei kleinen Bauwerken		150 mit Breiten $\geq 0,3$ m und Gründungstiefen $\geq 0,3$ m									

Spezielle Voraussetzungen für den Regelfall bei der Benutzung von Tabelle A.1 und A.2 der DIN 1054)*

- Massgebender Grundwasserspiegel nicht höher als Gründungssohle
- Ausreichende Lagerungsdichte
- Fundamentbreite $\geq 5,0$ m. (Bei $b > 3,0$ bzw. $b < 5,0$ m Verringerung von σ_{zul} der jeweils letzten Tabellenspalte um 10 % je m zusätzlicher Breite)

Erhöhung der Tafelwerte der Tabelle A.1 und A.2 der DIN 1054)* bei $b \geq 0,5$ m und $d \geq 0,5$ m

- Um 20 % bei Rechteckfundamenten mit $a/b < 2$ und bei Kreisfundamenten. Die Werte in den beiden ersten Spalten der Tabelle 1 nur dann, wenn Einbindetiefe $t > 0,6 b$ bzw. b'
- Um 50 % bei nachgewiesener dichter Lagerung.

Herabsetzung der Tafelwerte der Tabelle A.1 der DIN 1054)*

- Bis um 40 % bei Grundwasserspiegel in Gründungssohle oder darüber
- Beim Angriff auch von waagerechten Kräften ist ein Abminderungsfaktor zu berücksichtigen.

)* - Anmerkung:

Der genaue Wortlaut der Voraussetzung der Anwendung und der Erhöhung oder Herabsetzung der Tabellenwerte muss der DIN 1054 entnommen werden.

Voraussetzungen für die Anwendung und die Erhöhung der Werte für den aufnehmbaren Sohldruck

Bodengruppe nach DIN 18196	Ungleichförmigkeitszahl nach DIN 18196	mittlere Lagerungsdichte nach DIN 18126	mittlerer Verdichtungsgrad nach DIN 18127	mittlerer Spitzenwiderstand der Drucksonde
SE, SU, GU, GE, GT	≤ 3	$\geq 0,30$ $\geq 0,50$	≥ 95 % ≥ 98 %	$\geq 7,5$ ≥ 15
SE, SW, SI, SU, GE, GW, GT, GU	> 3	$\geq 0,45$ $\geq 0,65$	≥ 98 % ≥ 100 %	$\geq 7,5$ ≥ 15

Anhang: 2

Zusammenfassung aus DIN 1054: bindiger Boden**Tabelle 10: Zulässige mittlere Bodenpressung für Streifenfundamente bei bindigem und gemischtkörnigem Baugrund in kN/m²**

DIN 1054	Tabelle 3	Tabelle 4			Tabelle 5			Tabelle 6			
Bodenart	reiner Schluff	gemischtkörniger Boden, der Korngrößen vom Ton- bis in den Sand-, Kies- oder Steinbereich enthält			tonig-schluffiger Boden			fetter Ton			
Bodengruppen	UL	SU*, ST, ST*, GU*, GT*			UM, TL, TM			TA			
Konsistenz	steif bis halbfest	steif	halbfest	fest	steif	halbfest	fest	steif	halbfest	fest	
Einbindetiefe t in m ¹⁾	0,5	130	150	220	330	120	170	280	90	140	200
	1	180	180	280	380	140	210	320	110	180	240
	1,5	220	220	330	440	160	250	360	130	210	270
	2	250	250	370	500	180	280	400	150	230	300

¹⁾ Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

Spezielle Voraussetzungen für den Regelfall bei der Benutzung von Tabelle 2)*

- Bindiger Boden mindestens von steifem Zustand
- Allmähliche Lastaufbringung bei steifer Konsistenz, bei schneller Belastung oder weicher Konsistenz Nachweis der zulässigen Bodenpressung mit Setzungs- und Grundbruchuntersuchungen.
- Verträglichkeit der Setzungen von 2 bis 4 cm für das Bauwerk
Fundamentbreiten < 5,0 m

Erhöhung der Tafelwerte)* (Tabelle 3 bis 6, in Tabelle 2)

- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $a/b < 2$ und bei Kreisfundamenten um 20 %

Abminderung der Tafelwerte)* (Tabelle 3 bis 6, in Tabelle 2)

- Bei Fundamentbreiten zwischen 2 und 5 m um 10 % der Tafelwerte je m zusätzlicher Fundamentbreite.

)* - Anmerkung:

Der genaue Wortlaut der Voraussetzung der Anwendung und der Erhöhung oder Herabsetzung der Tabellenwerte muss der DIN 1054 entnommen werden

Anhang: 3

Zusammenfassung aus DIN 4149:2005-04 und Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg M 1:350000

Tabelle 11: Erdbebenzonen, geologische Untergrundklassen, Baugrundklassen

Erdbebenzonen					
Intensität	< 6	6 - 6,5	6,5 - 7	7 - 7,5	> 7,5
Erdbebenzone	--	0	1	2	3

geologische Untergrundklassen			
geolog. Beschreibung Untergrund ab einer Tiefe von etwa 20 m	Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund	Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklasse R und der Untergrundklasse S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Untergrundklasse	R	T	S

Baugrundklassen			
Baugrundbeschreibung seismisch relevanter, oberflächennaher Untergrund bis zu einer Tiefe von etwa 20 m, Tiefe bis 3 m bleibt ausser Betracht	unverwitterte (bergfrische) Festgesteine mit hoher Festigkeit	mässig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit oder grobkörnige (rollige) bzw. Gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung bzw. fester Konsistenz (z. B. glazial vorbelastete Lockergesteine)	stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz oder feinkörnige (bindige) Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz
dominierende Scherwellengeschwindigkeiten (m/s)	> 800	350 ... 800	150 ... 300
Baugrundklasse	A	B	C

Allgemeine Hinweise

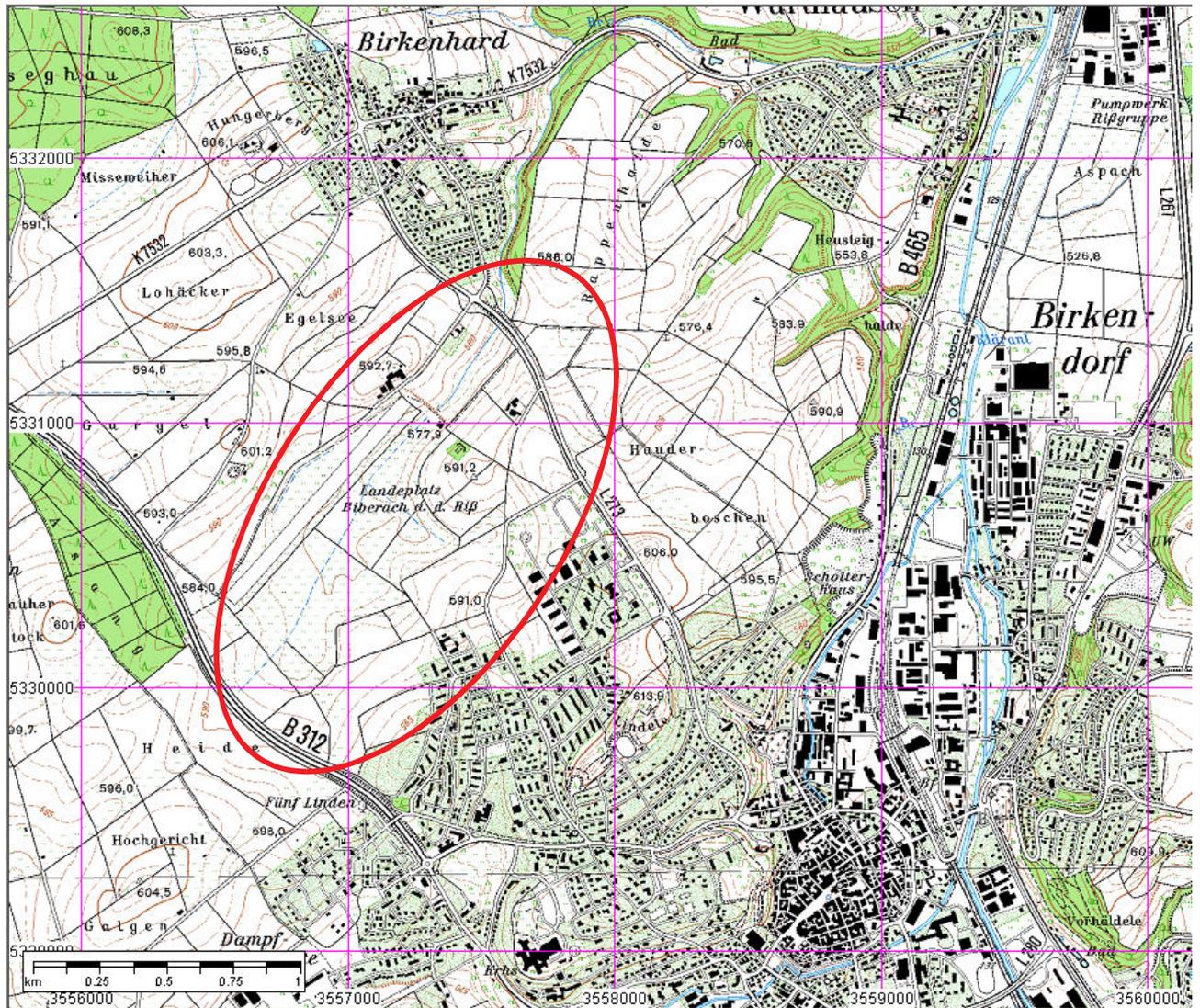
In der Zone 0 ist die Erdbebengefährdung so gering, dass die Norm nicht angewendet werden muss. Die Zonen 1 bis 3 sind in stärkerem Mass von Erdbeben betroffen.

Der Einfluss auf die Erdbebeneinwirkungen ist gesondert zu untersuchen und berücksichtigen, wenn als Baugrund tiefgründig unverfestigte Ablagerungen in lockerer Lagerung (z. B. lockerer Sand) bzw. in weicher oder breiiger Konsistenz (z. B. Seeton, Schlick) vorhanden sind (dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen unter 150 m/s).

Zu vermeiden sind Gründungen von Gebäuden in unterschiedlicher Tiefe, auf unterschiedlichen Gründungselementen und auf verschiedenem Baugrund, wenn sie deutlich voneinander abweichendes Verformungsverhalten aufweisen.

Schräge Pfähle sind in den Erdbebenzonen 2 u. 3 möglichst zu vermeiden.

Es sollten keine Risiken von Grundbruch, Hangrutschung und Setzung infolge Bodenverflüssigung oder Bodenverdichtung bei Erdbeben gegeben sein.



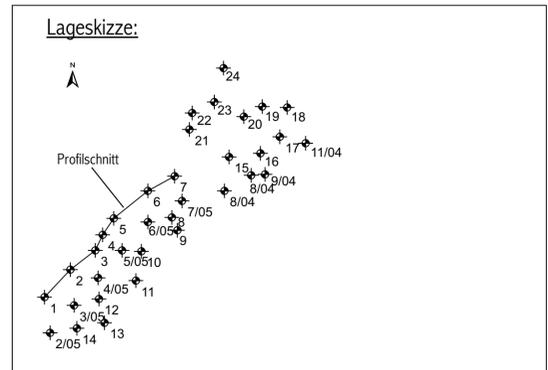
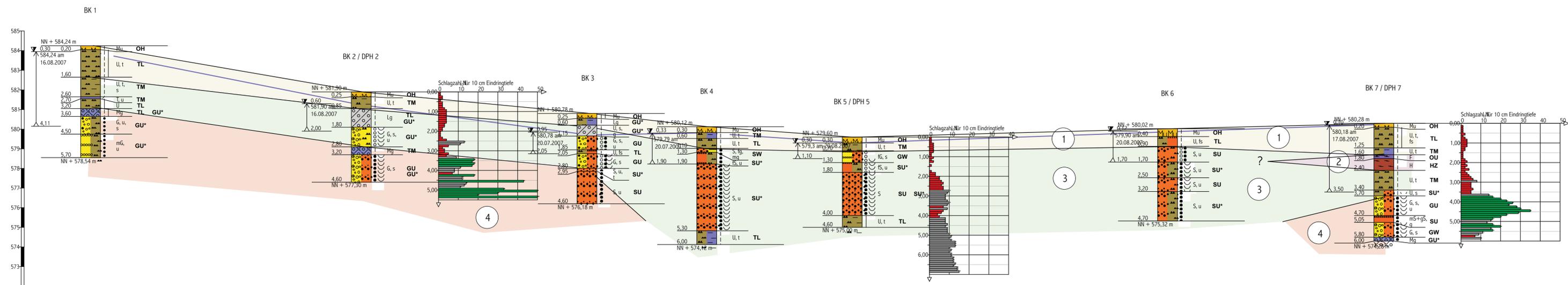
Legende:

○ Objektgebiet

Objekt:	Gewerbegebiet Fugplatz			
Darstellung:	Übersichtslageplan			
	Vergrößerter Ausschnitt aus TK 25-CD			
	Grundlage: Topographische Karte 1: 25 000 - © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (http://www.lv-bw.de) vom 22.01.2001, Az.:2851.2A/274.			
Ort:	Biberach		Masstab: s. Balken	Datei: 0756_001.doc
Auftraggeber: Stadt Biberach	bearbeitet: MG	Auftr.-Nr.: 075661	Datum: 04.10.07	Anlage Nr.: 1
R. Buchholz + Partner GmbH	Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund D-88633 Heiligenberg, Röhrenbach 16, Tel.: (07554) 9119, Fax: 9117			

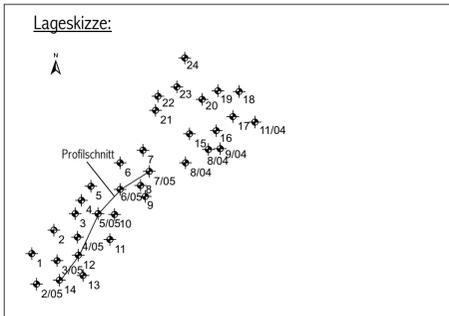
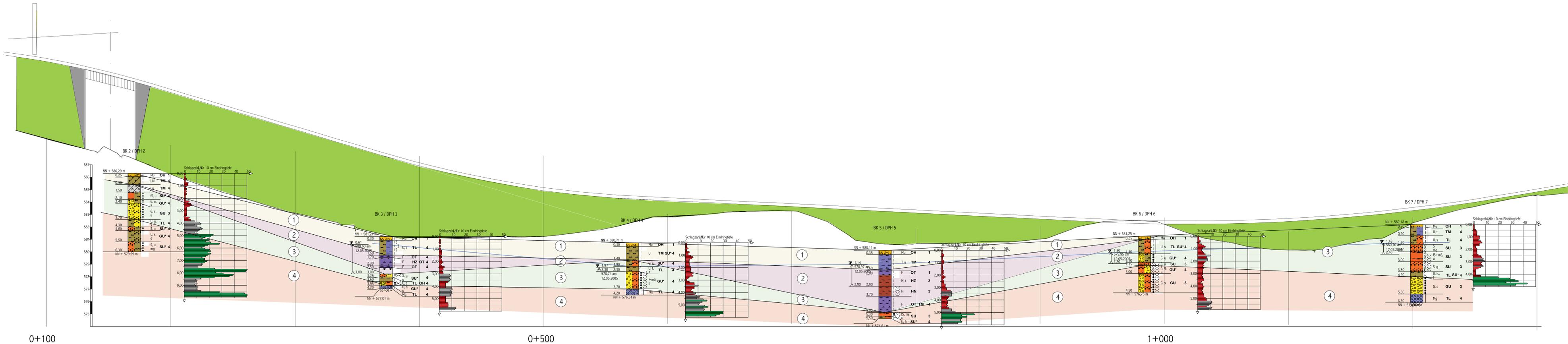


Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Lageplan der Aufschlußpunkte			
	Maßstab 1: 5000			
	Kartengrundlage: B- Grund			
Ort:	Biberach			Comp. Code
				0756_001.skf
Auftraggeber:	Bearb.:	Aufr. Nr.	Datum:	Anlage Nr.:
Stadt Biberach	MG	075661	27.8.07	2
R. Buchholz + Partner GmbH		Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119		



- Baugrundsichten:**
- 1 Lößlehm, Tallehm
 - 2 Torf, Mudde
 - 3 div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
 - 4 Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

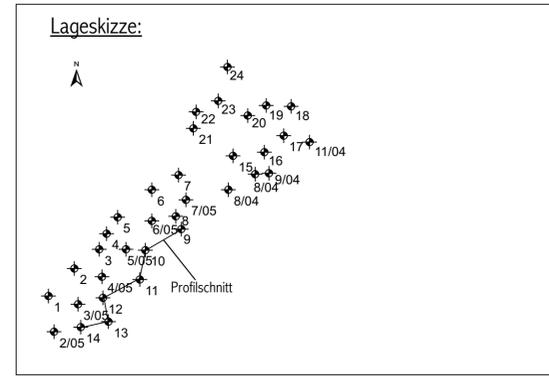
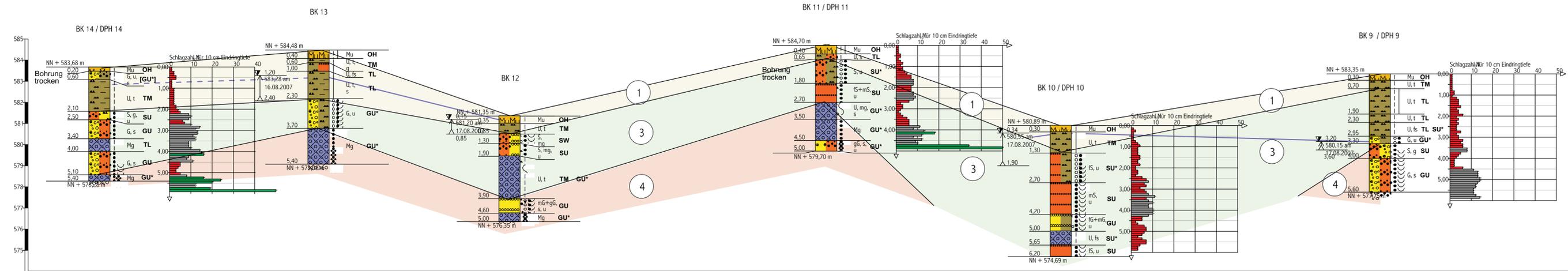
Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Profilschnitt 1 Zeichen und Symbole nach DIN 4023 Maßstab 1:1500 / 1:100, 15-fach überhöht Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.			
Ort:	Biberach	Comp.Code:	0756_002.cdr	
Auftraggeber:	Bearb.:	Auftr. Nr.:	Datum:	Anlage Nr.:
Stadt Biberach	MG	075661	3.9.07	3.1
R. Buchholz + Partner GmbH Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119				



Baugrundsichten:

- ① Lößlehm, Tallehm
- ② Torf, Mudde
- ③ div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
- ④ Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

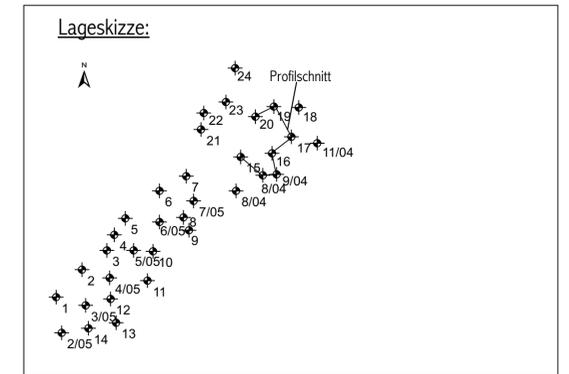
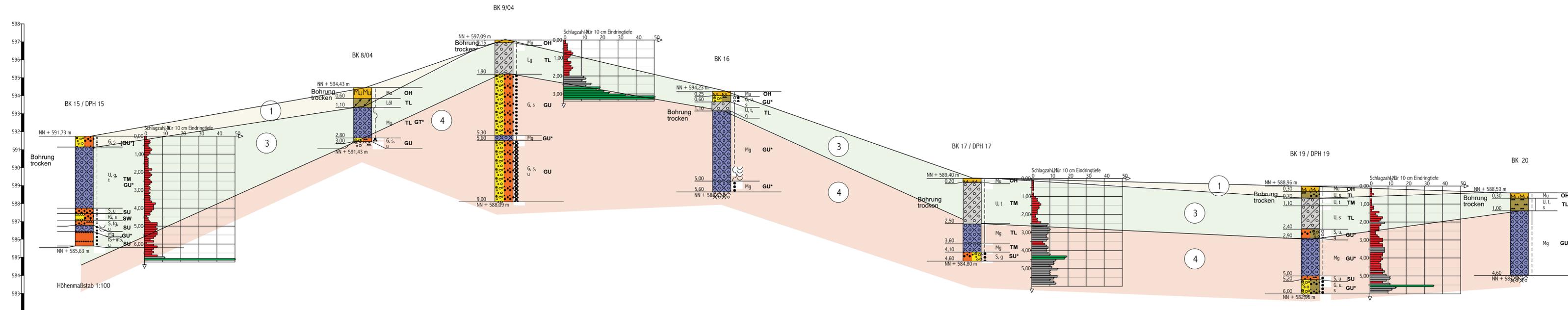
Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Profilschnitt 2 Zeichen und Symbole nach DIN 4023 Maßstab 1:1000 / 1:100, 10-fach überhöht Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe Geländeverlauf zur Illustration nach alter Trassenplanung			
Ort:	Biberach			Comp.Code: 0756 007.cdr
Auftraggeber:	Landratsamt Biberach	Bearb.: MG	Aufr.Nr.: 075661	Datum: 1.6.05
				Anlage Nr.: 3.2
R. Buchholz + Partner GmbH Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119				



Baugrundsichten:

- ① Lößlehm, Tallehm
- ③ div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
- ④ Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

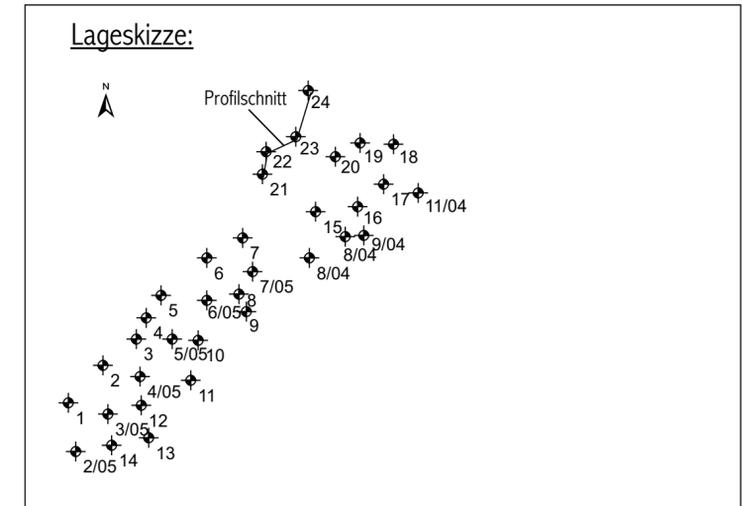
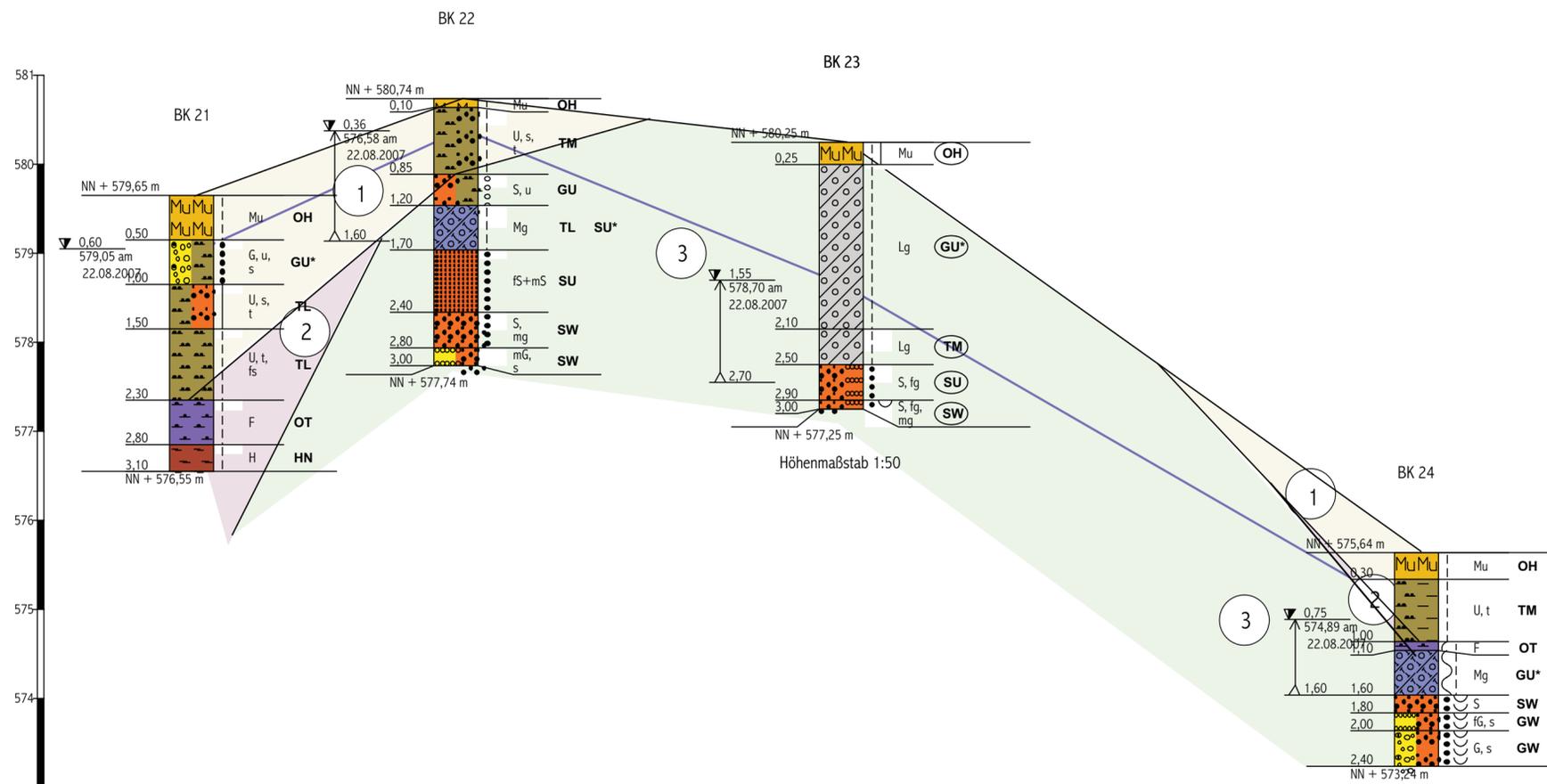
Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Profilschnitt 3 Zeichen und Symbole nach DIN 4023 Maßstab 1:1500 / 1:100, 15-fach überhöht Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.			
Ort:	Biberach			Comp.Code: 0756_003.cdr
Auftraggeber:	Bearb.:	Aufr. Nr.:	Datum:	Anlage Nr.:
Stadt Biberach	MG	075661	3.9.07	3.3
R. Buchholz + Partner GmbH Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119				



Baugrundsichten:

- 1 Auffüllung
- 3 div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
- 4 Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

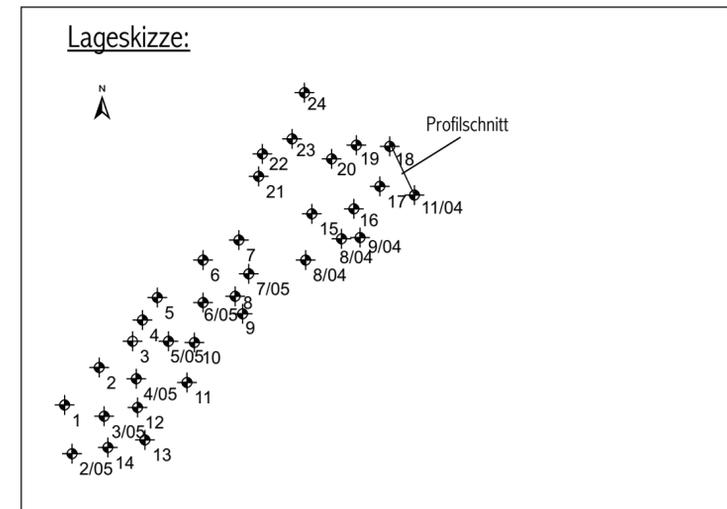
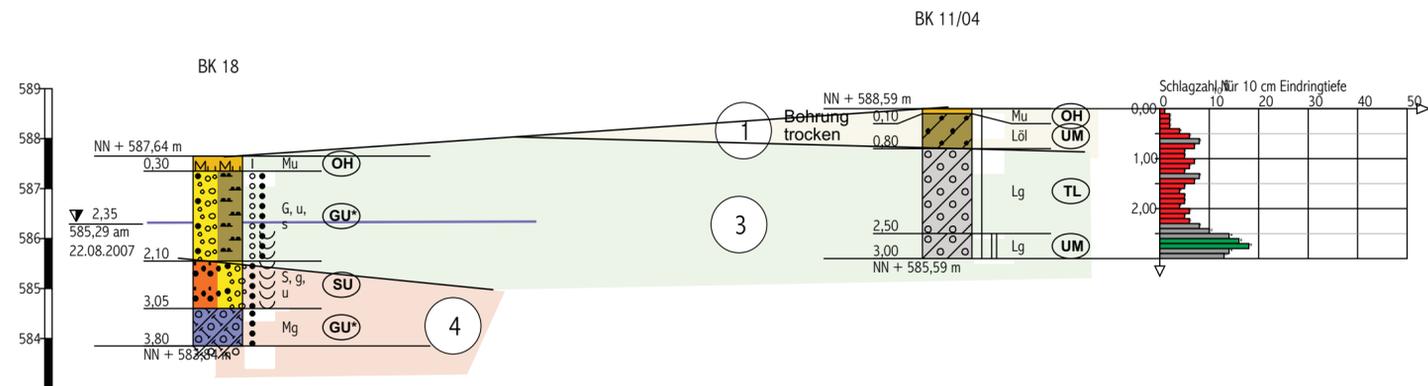
Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz		
Darstellung:	Profilschnitt 4 Zeichen und Symbole nach DIN 4023 Maßstab 1:1000 / 1:100, 10-fach überhöht Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.		
Ort:	Biberach		Comp.Code: 0756 004.cdr
Auftraggeber:	Bearb.:	Aufr. Nr.:	Datum:
Stadt Biberach	MG	075661	3.9.07
Anlage Nr.:		3.4	
R. Buchholz + Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund Partner GmbH D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119			



Baugrundsichten:

- 1 Lößlehm, Tallehm
- 2 Torf, Mudde
- 3 div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
- 4 Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Profilschnitt 5			
	Zeichen und Symbole nach DIN 4023			
	Maßstab 1:1500 / 1:50, 30-fach überhöht			
	Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe.			
	Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.			
Ort:	Biberach			Comp.Code: 0756_006.cdr
Auftraggeber:	Bearb.:	Aufr. Nr.	Datum:	Anlage Nr.:
Stadt Biberach	MG	075661	3.9.07	3.5
R. Buchholz + Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund				
Partner GmbH D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119				



Baugrundsichten:

- 1 Lößlehm, Tallehm
- 3 div. Moränesedimente, überwiegend stark verwittert, locker
- 4 Geschiebemergel, Moränekies, überwiegend frisch, fest

Objekt:	Biberach, Gewerbegebiet Flugplatz			
Darstellung:	Profilschnitt 6 Zeichen und Symbole nach DIN 4023 Maßstab 1:1500 / 1:100, 15- fach überhöht Die Bohr- und Sondieransatzpunkte liegen direkt nebeneinander und auf selber Höhe. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind vermutet.			
Ort:	Biberach			Comp.Code: 0756 005.edr
Auftraggeber:	Stadt Biberach	Bearb.:	MG	Auftr. Nr. 075661 Datum: 3.9.07 Anlage Nr.: 3.6
R. Buchholz + Büro für Geologie, Ingenieurgeophysik, Umweltschutz und Baugrund Partner GmbH D-88633 Heiligenberg Röhrenbach 16 Tel.: (07554) 9119				

Boden- und Felsarten

	Lößlehm, Löl		Torf, H, torfig, h
	Mudde, F, organische Beimengungen, o		Mutterboden, Mu
	Geschiebelehm, Lg		Geschiebemergel, Mg
	Steine, X, steinig, x		Grobkies, gG, grobkiesig, gg
	Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg		Feinkies, fG, feinkiesig, fg
	Kies, G, kiesig, g		Grobsand, gS, grobsandig, gs
	Mittelsand, mS, mittelsandig, ms		Feinsand, fS, feinsandig, fs
	Sand, S, sandig, s		Schluff, U, schluffig, u
	Ton, T, tonig, t		

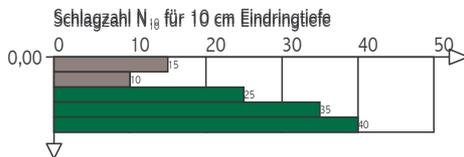
Korngrößenbereich

f	- fein
m	- mittel
g	- grob

Nebenanteile

'	- schwach (<15%)
—	- stark (30-40%)

Rammdiagramm



Farben

	Locker
	Mitteldicht
	Dicht

Bodenklassen nach DIN 18300

1	Oberboden (Mutterboden)	2	Fließende Bodenarten
3	Leicht lösbare Bodenarten	4	Mittelschwer lösbare Bodenarten
5	Schwer lösbare Bodenarten	6	Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
7	Schwer lösbarer Fels		

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) | [] Auffüllung aus natürlichen Böden |
| A Auffüllung aus Fremdstoffen | |

Sonstige Zeichen

 naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

Lagerungsdichte

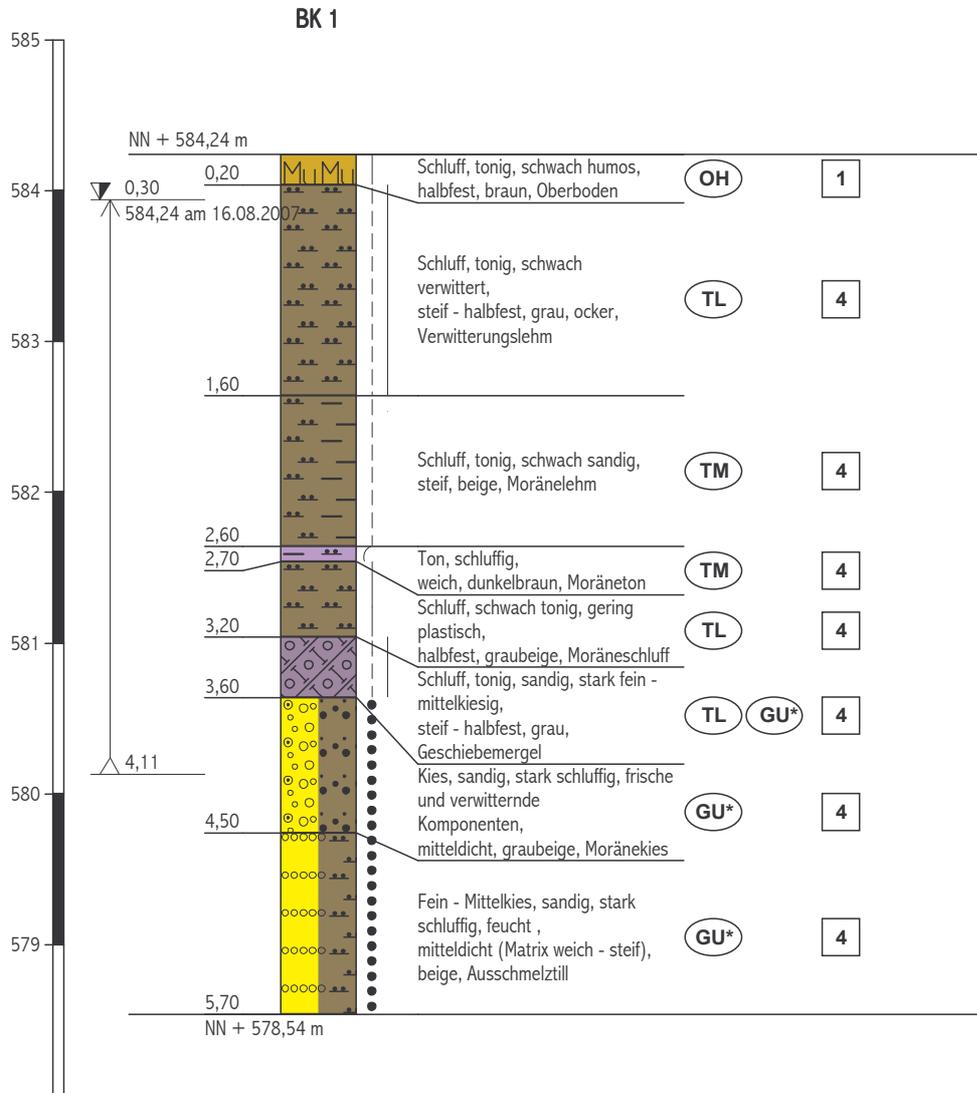
 locker  mitteldicht  dicht

Konsistenz

 breiig  weich  steif  halbfest  fest

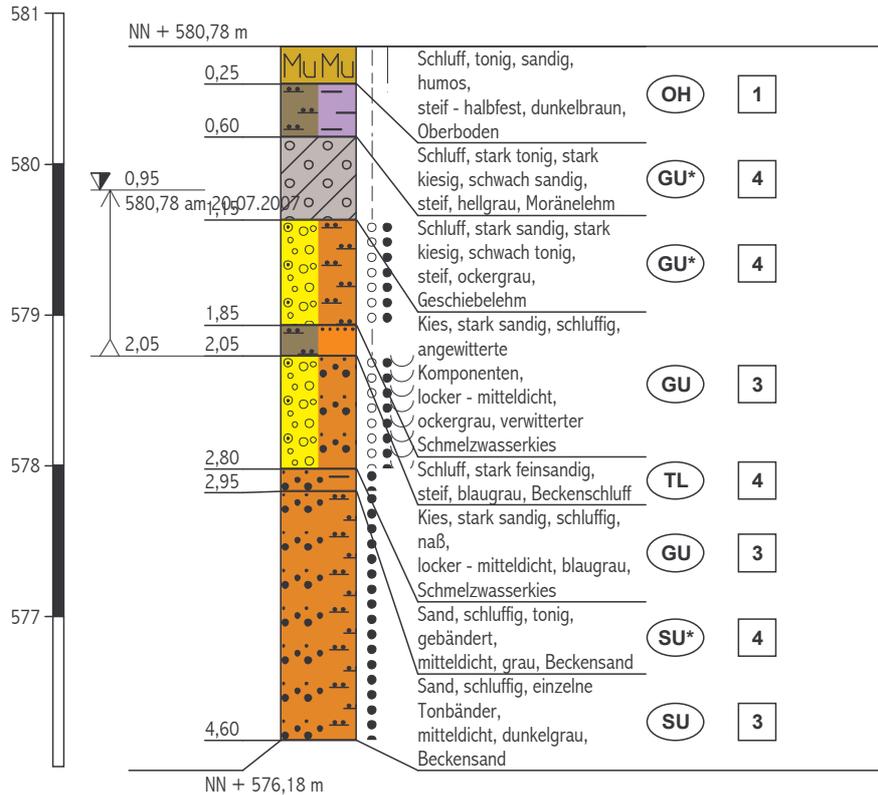
Proben

- | | | | |
|--|---|--|---|
| P1  1,00 | Sonderprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe | K1  1,00 | Bohrkern Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe |
| WP1  1,00 | Wasserprobe Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe | GL1  1,00 | Probenglas Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe |
| HS1  1,00 | Head-Space Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe | SZ1  1,00 | Stechzylinder Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe |
| KE1  1,00 | Kunststoffeimer Nr 1 m Tiefe 1,00 m Tiefe | | |

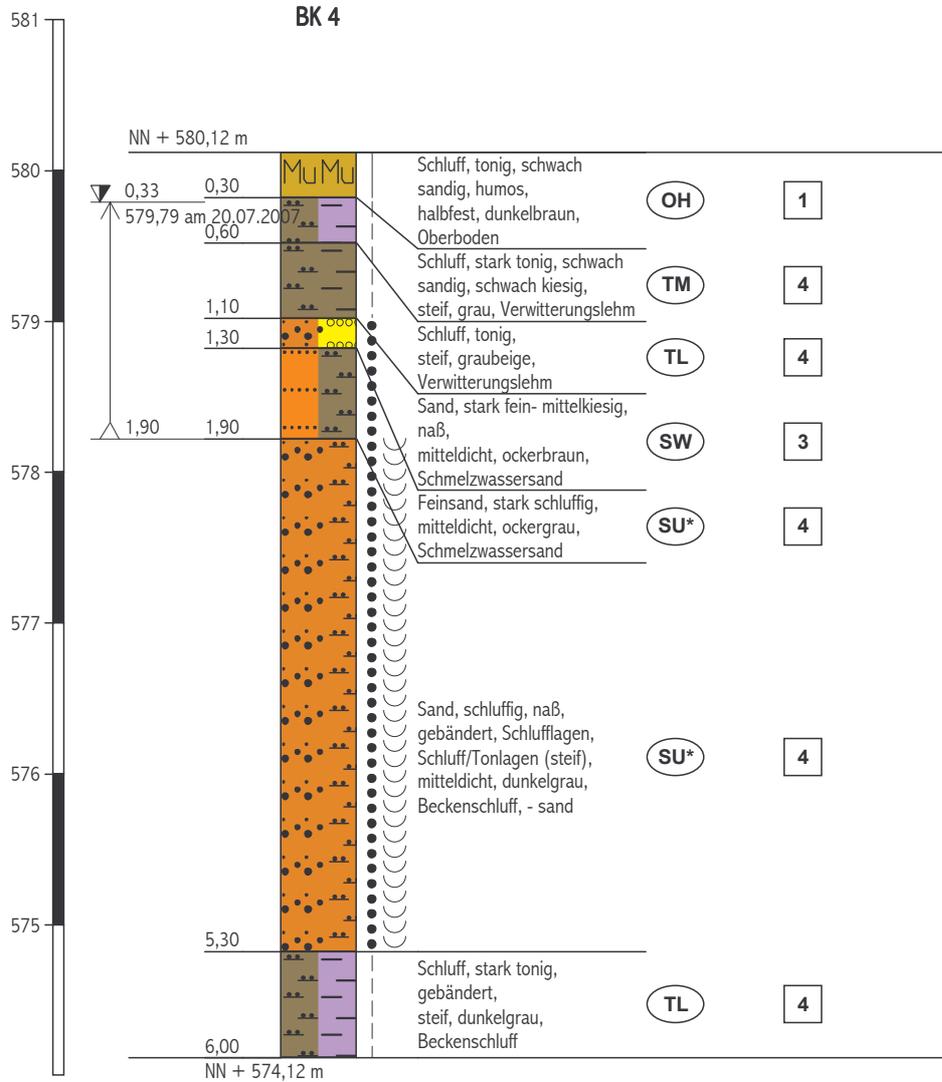


Höhenmaßstab 1:50

BK 3

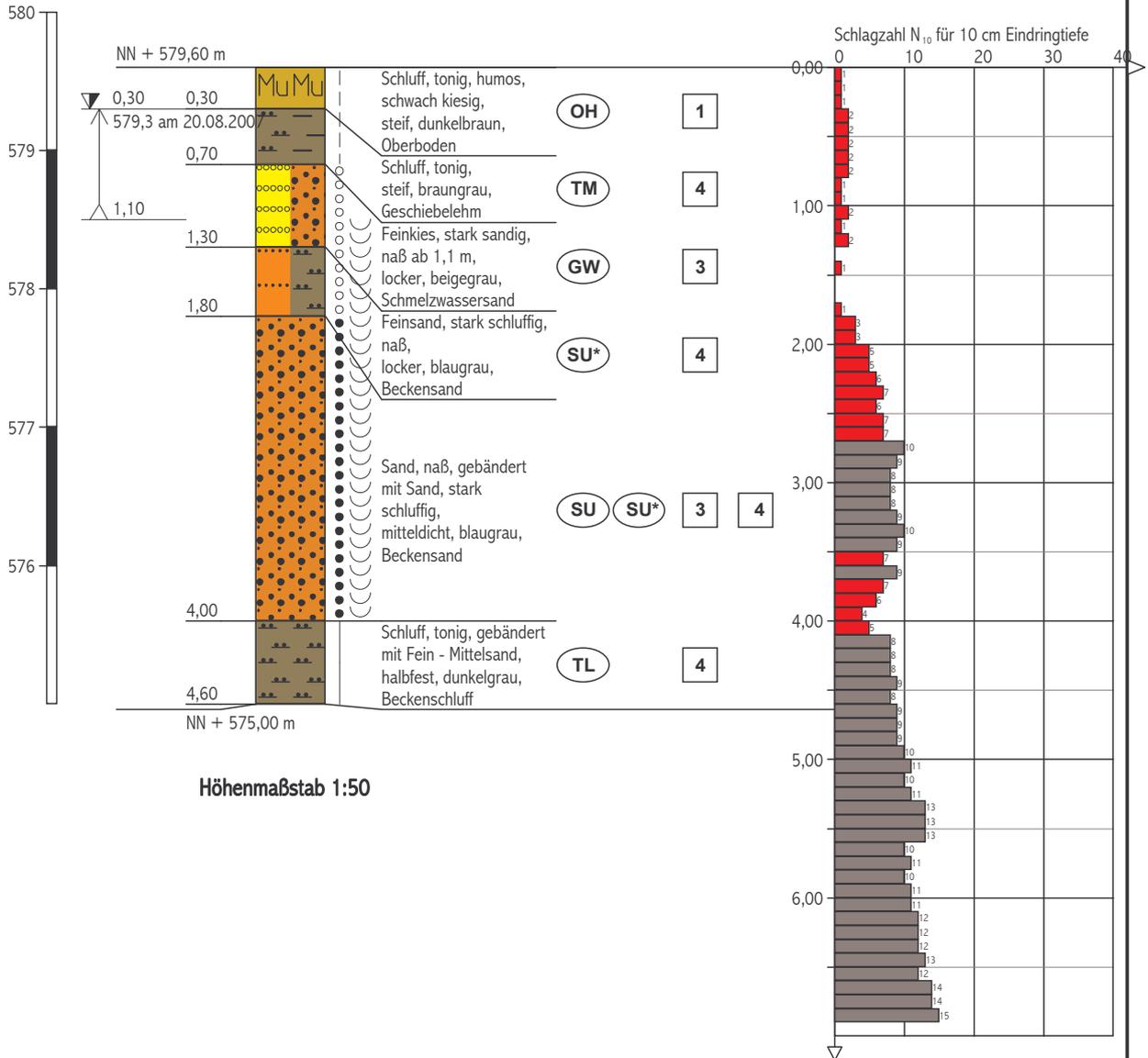


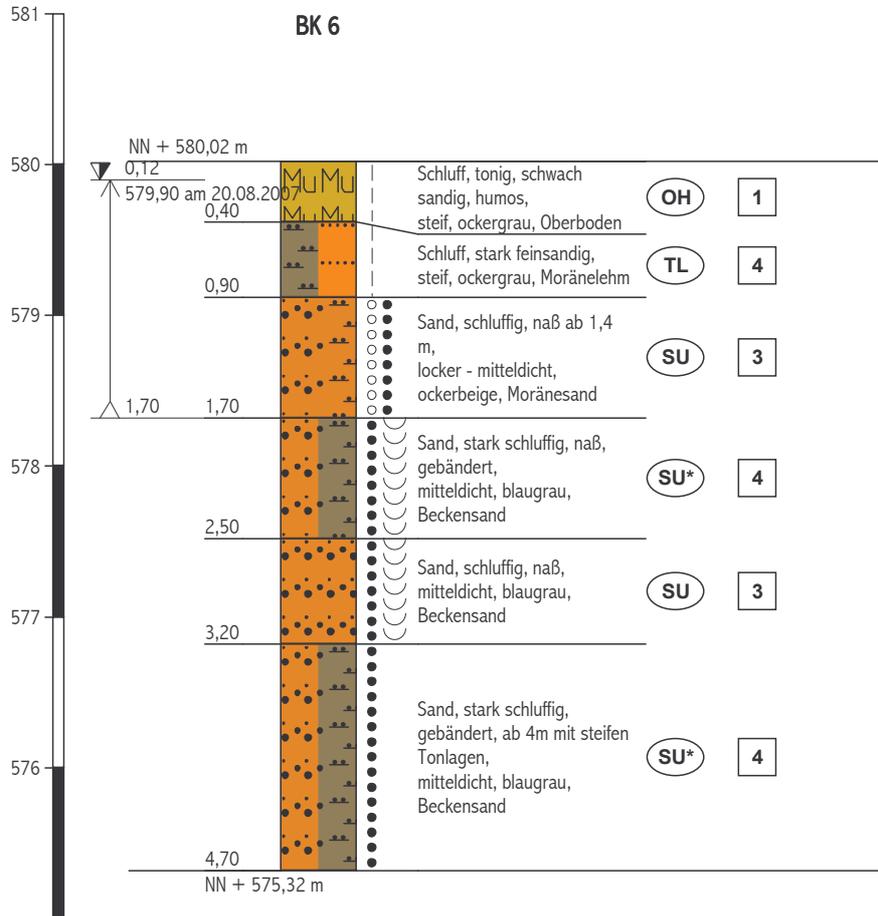
Höhenmaßstab 1:50



Höhenmaßstab 1:50

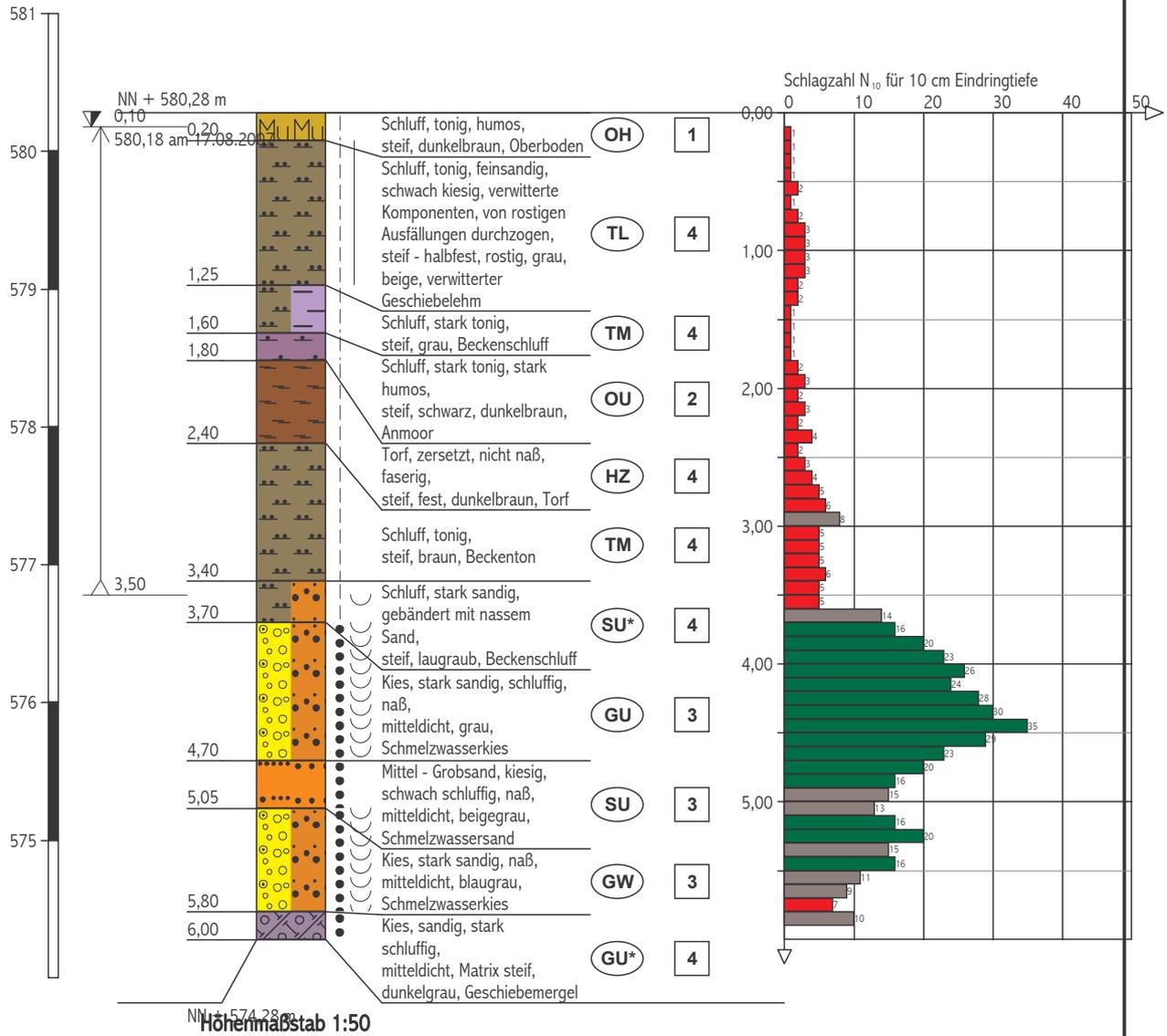
BK 5 / DPH 5



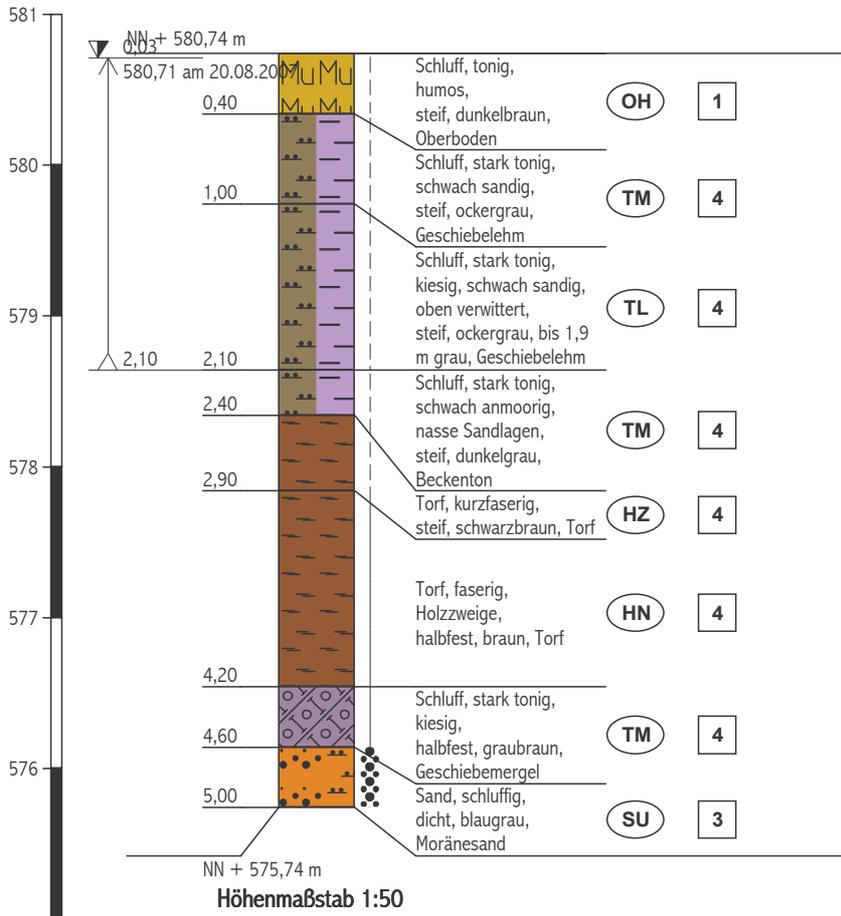


Höhenmaßstab 1:50

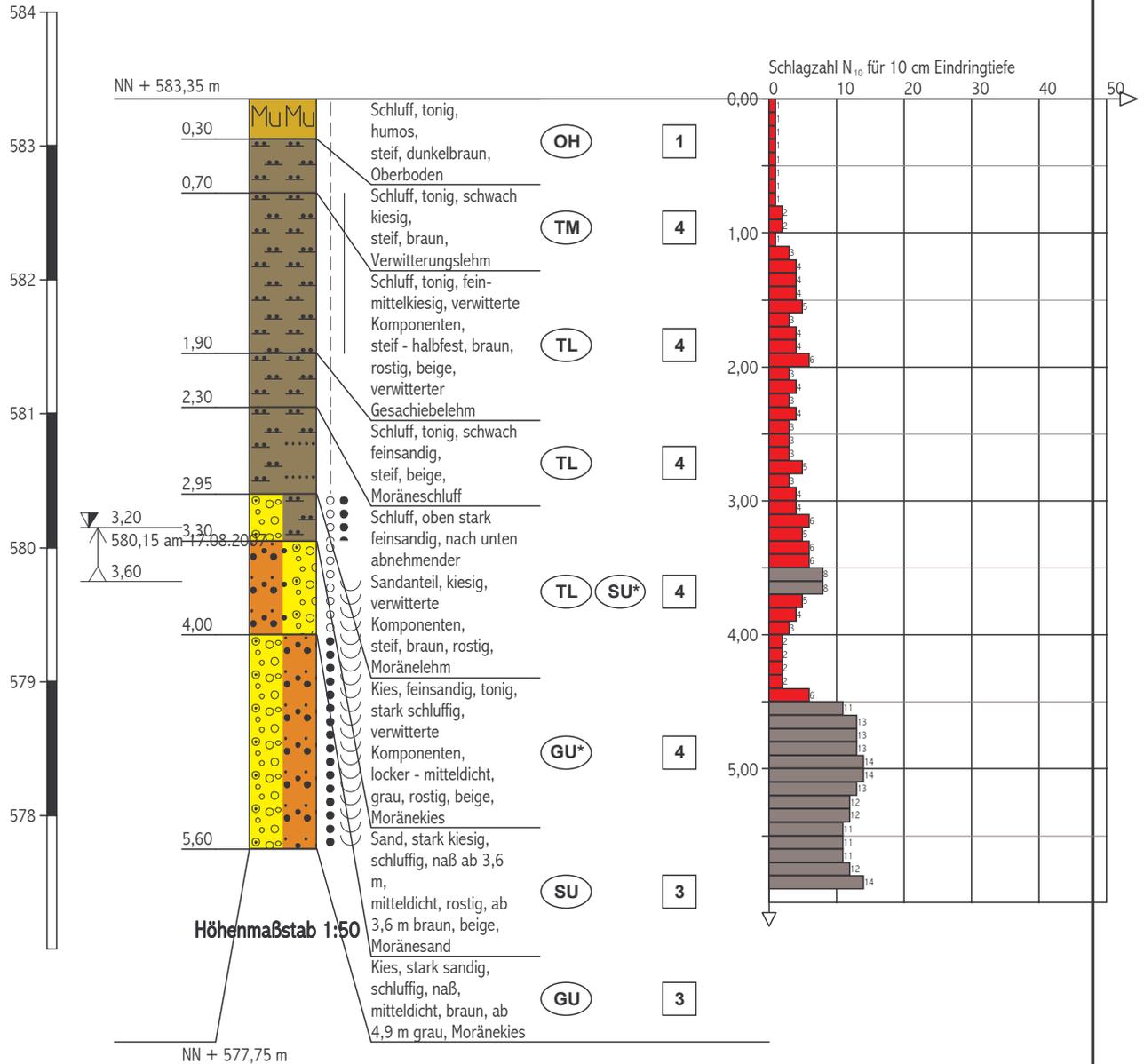
BK 7 / DPH 7



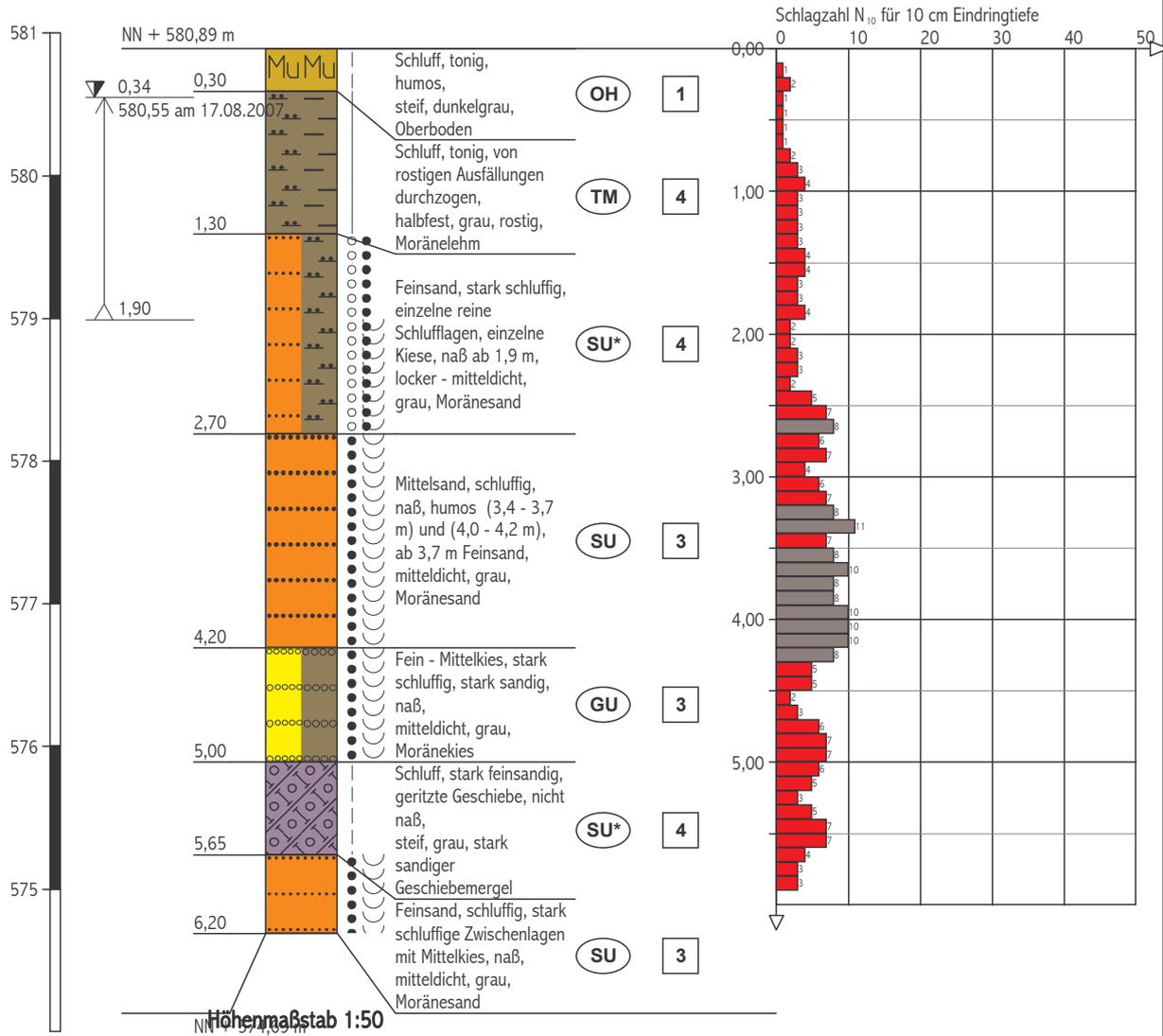
BK 8



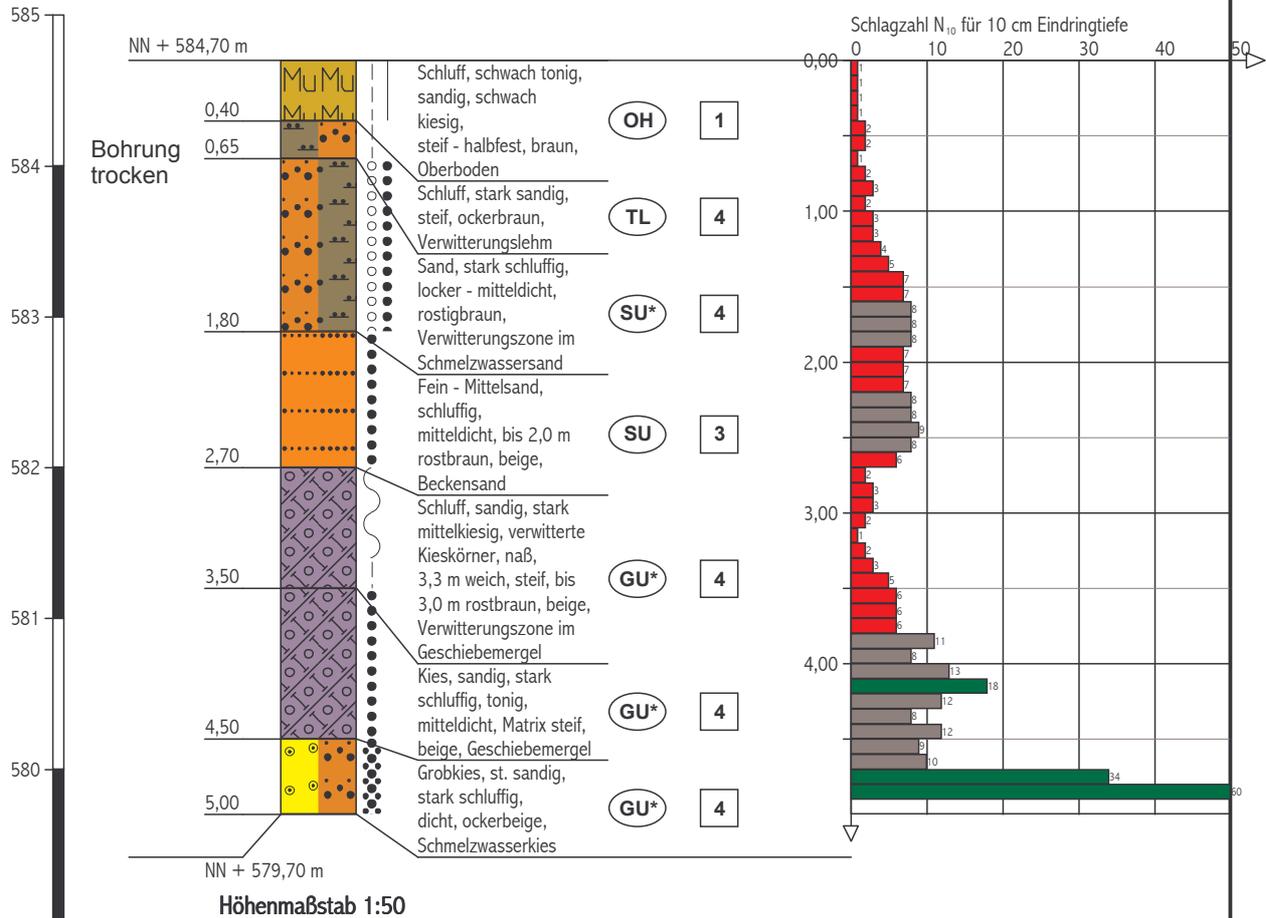
BK 9 / DPH 9



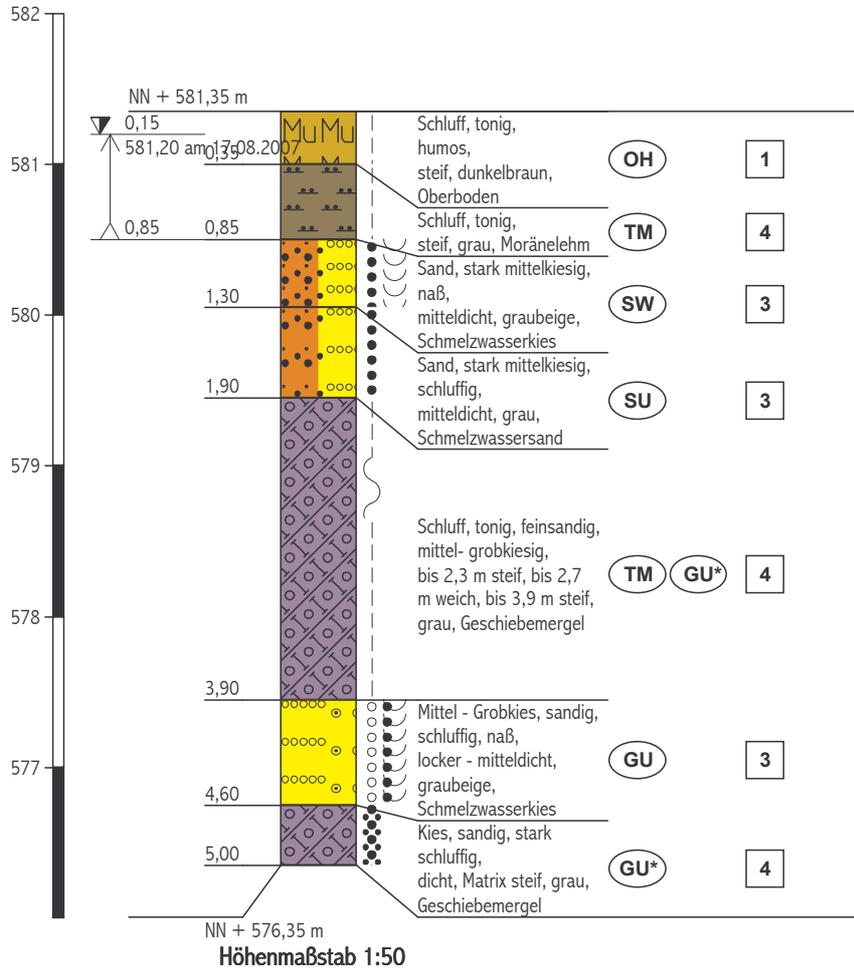
BK 10 / DPH 10



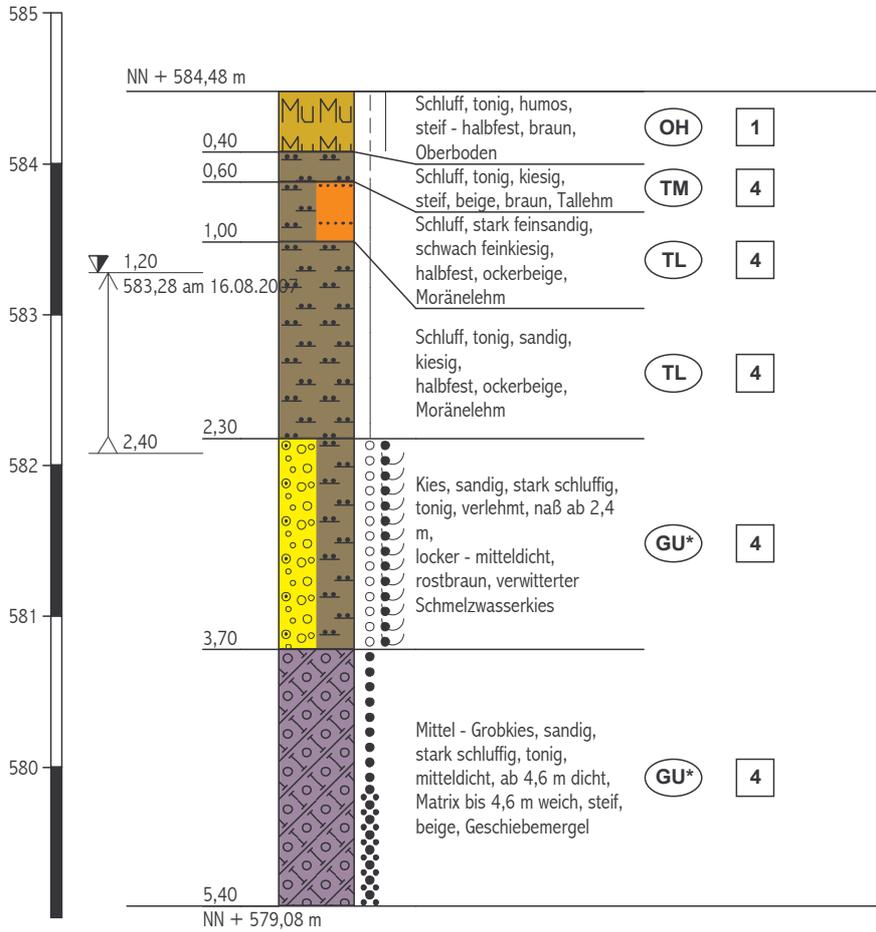
BK 11 / DPH 11



BK 12

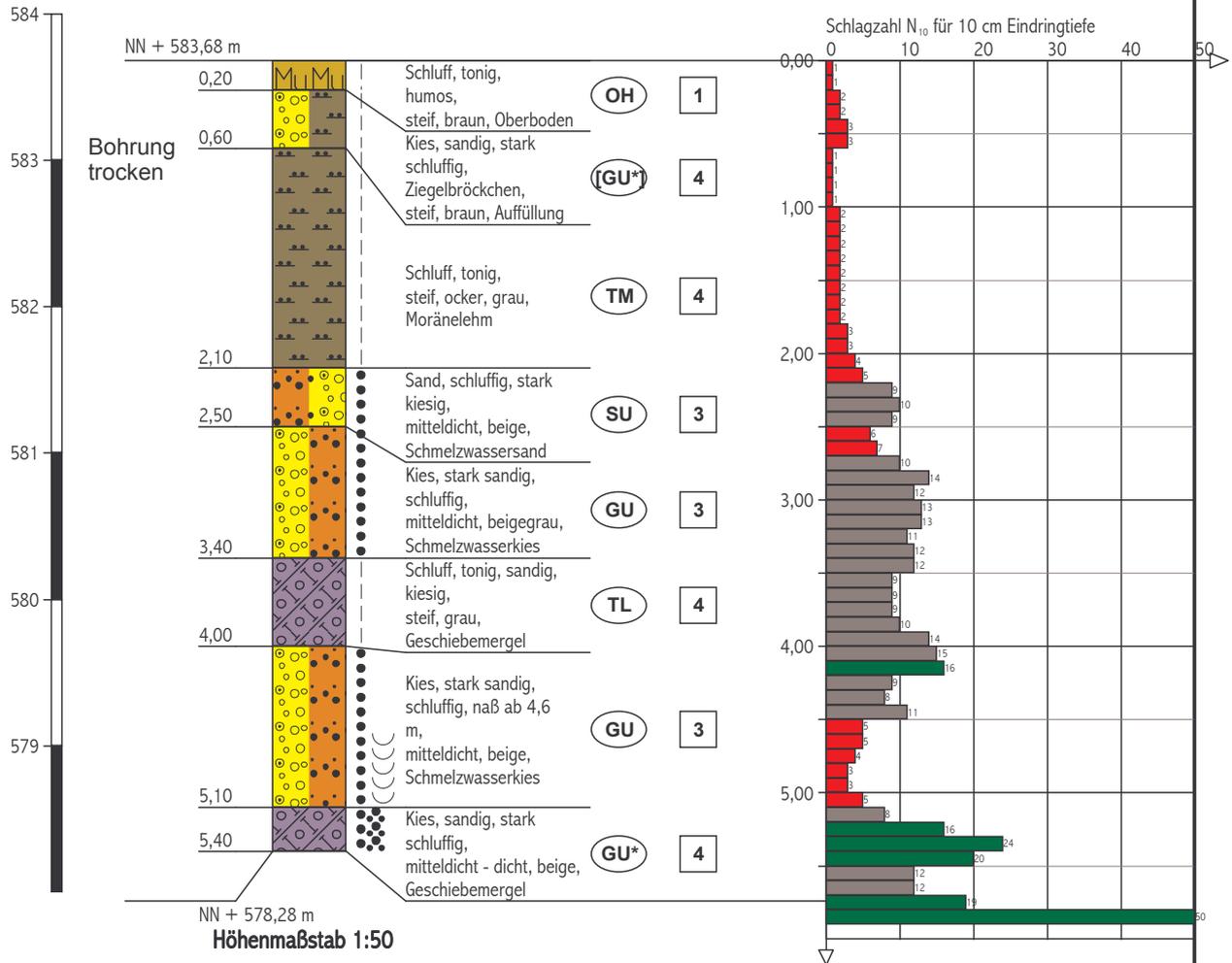


BK 13

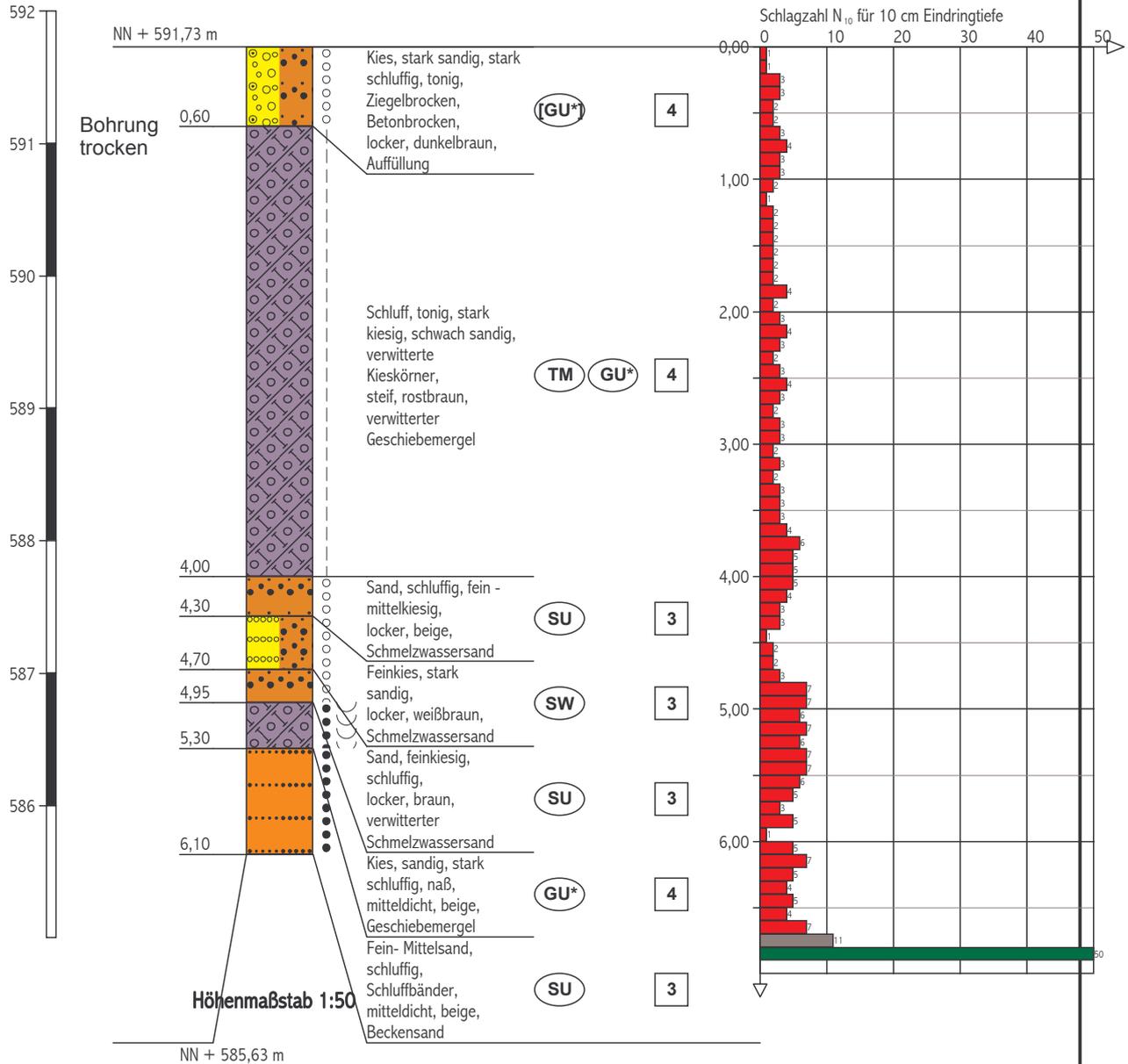


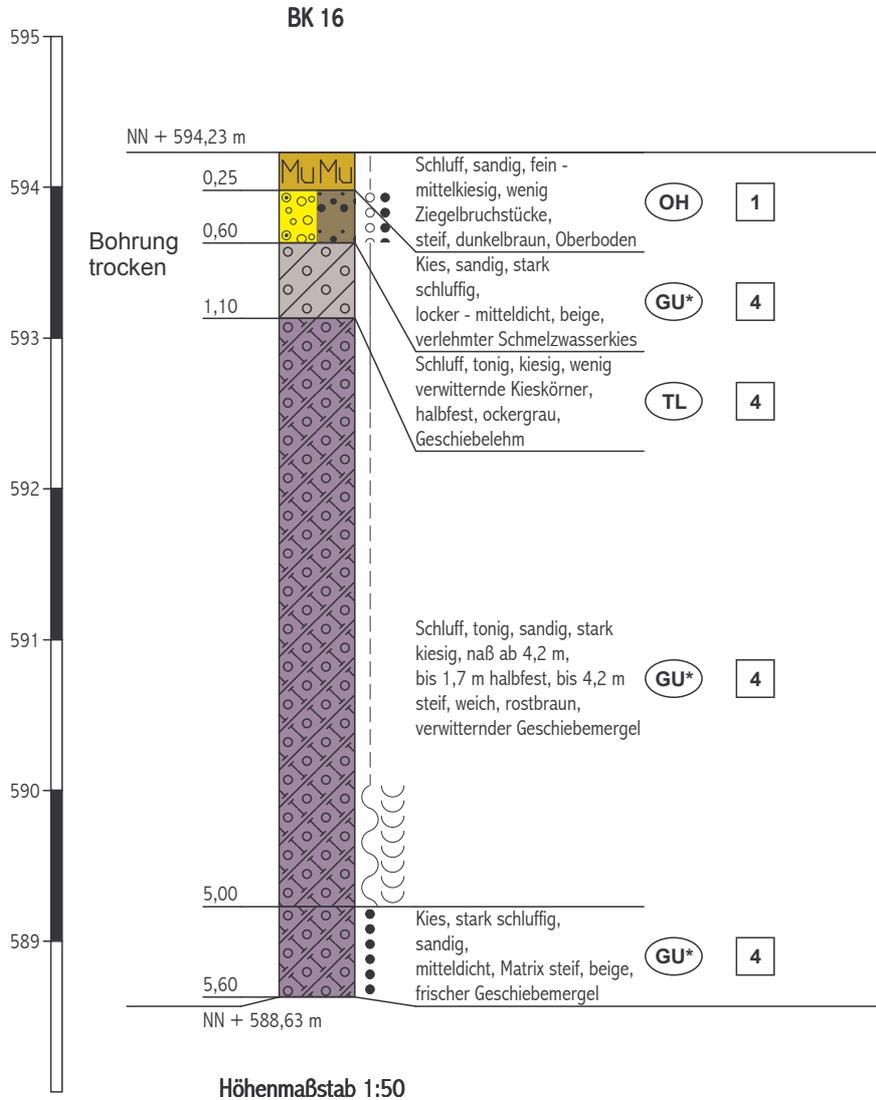
Höhenmaßstab 1:50

BK 14 / DPH 14

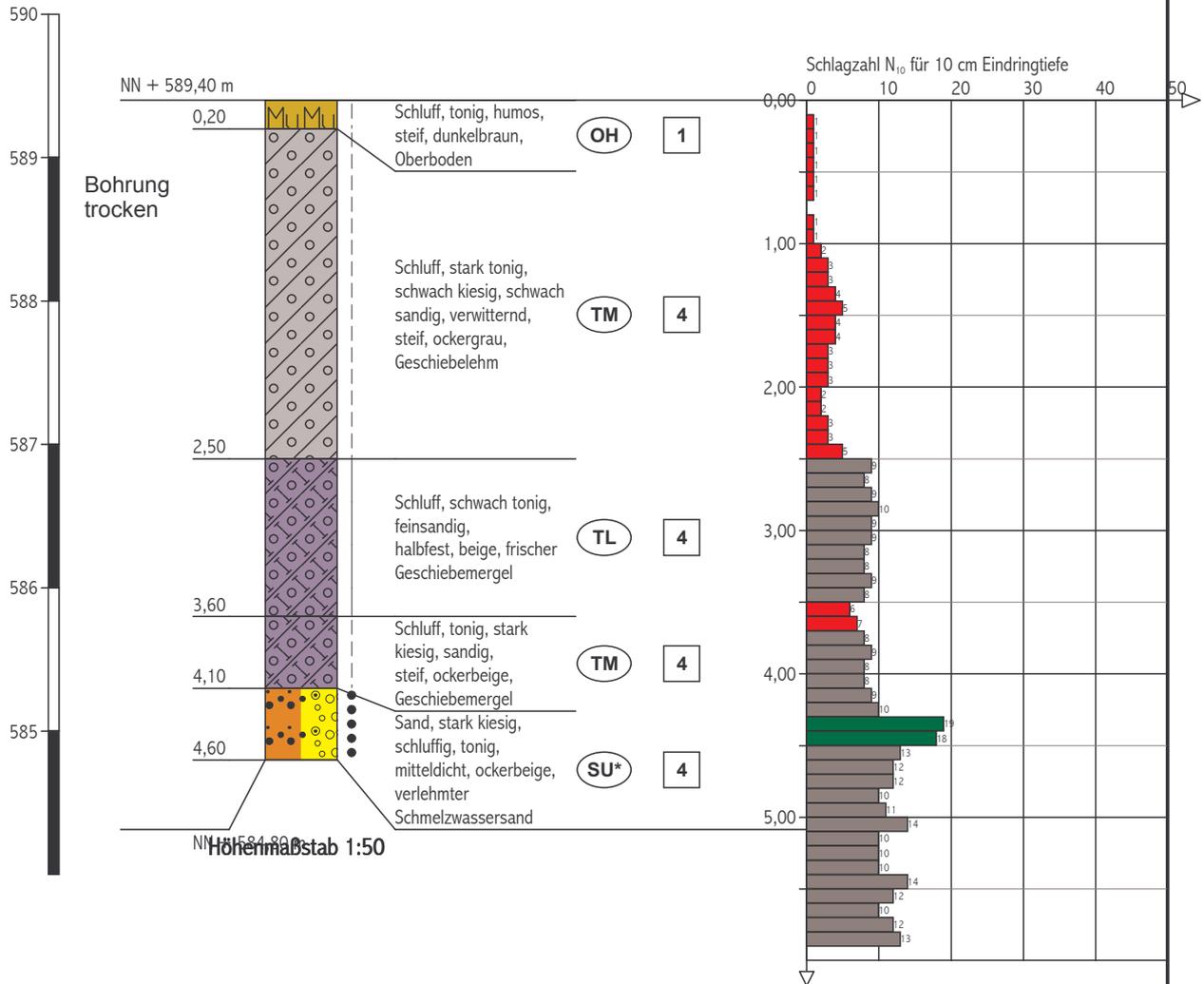


BK 15 / DPH 15

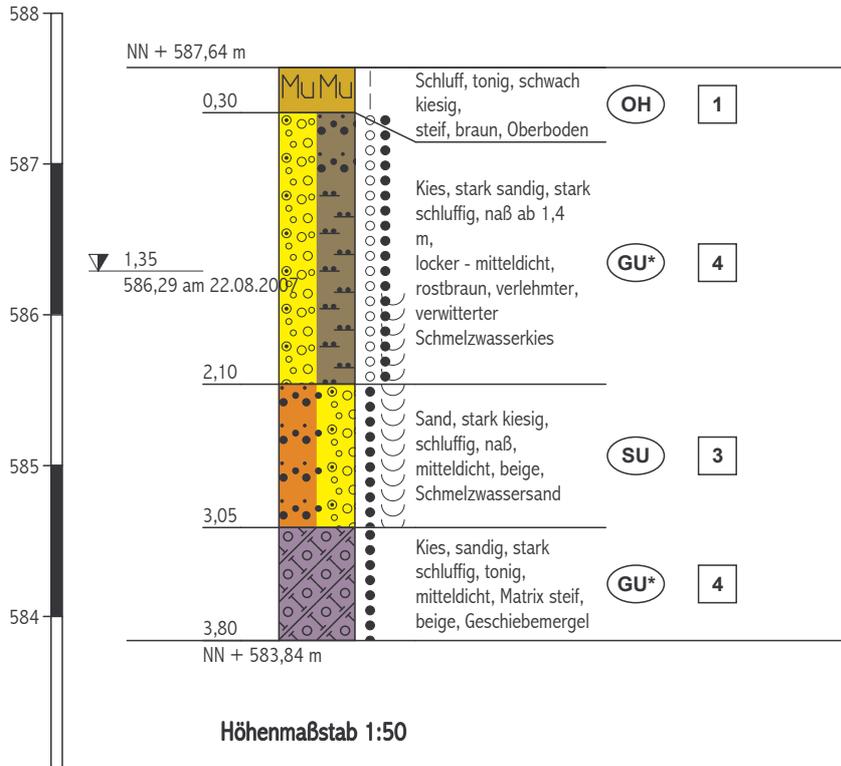




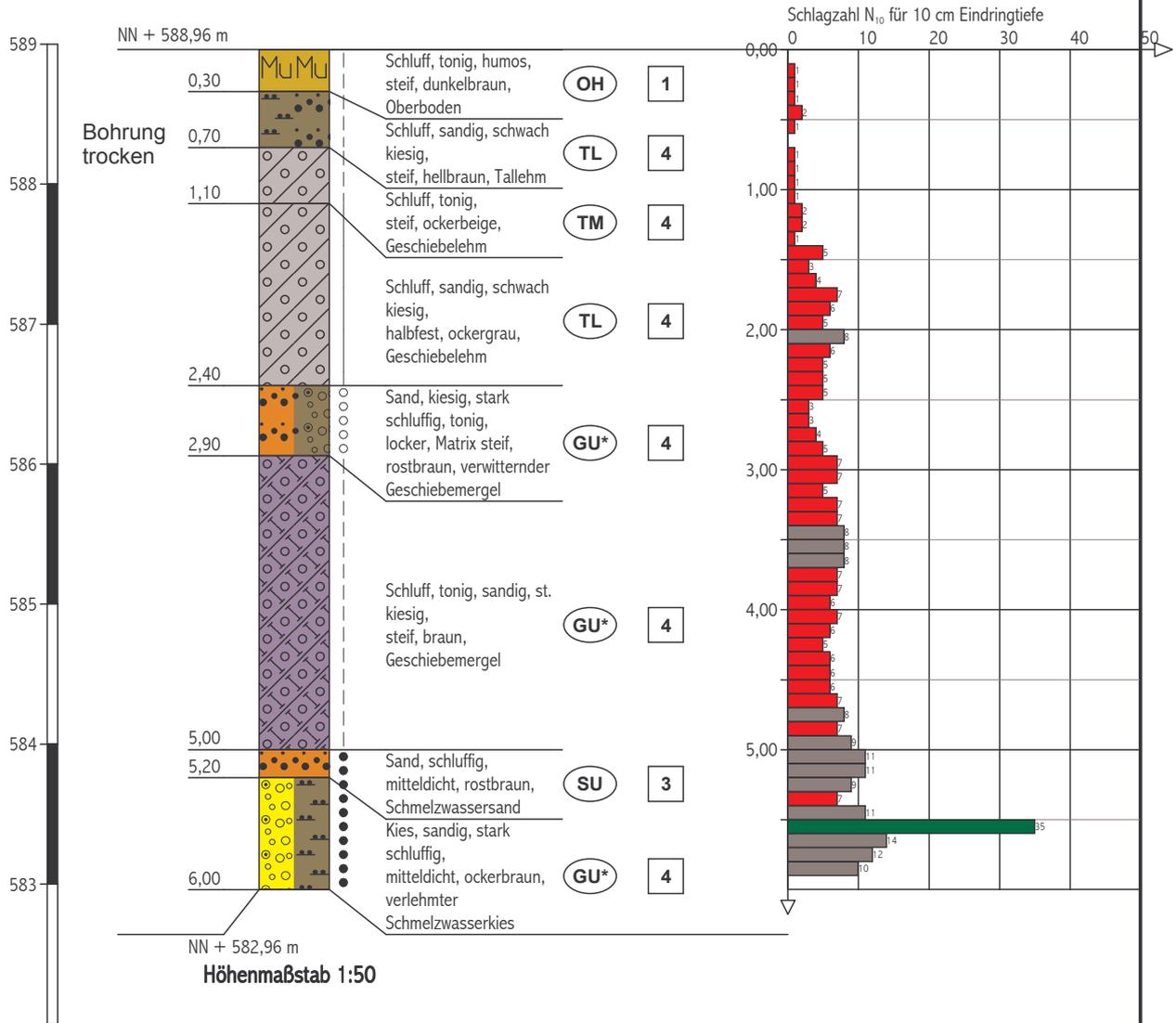
BK 17 / DPH 17



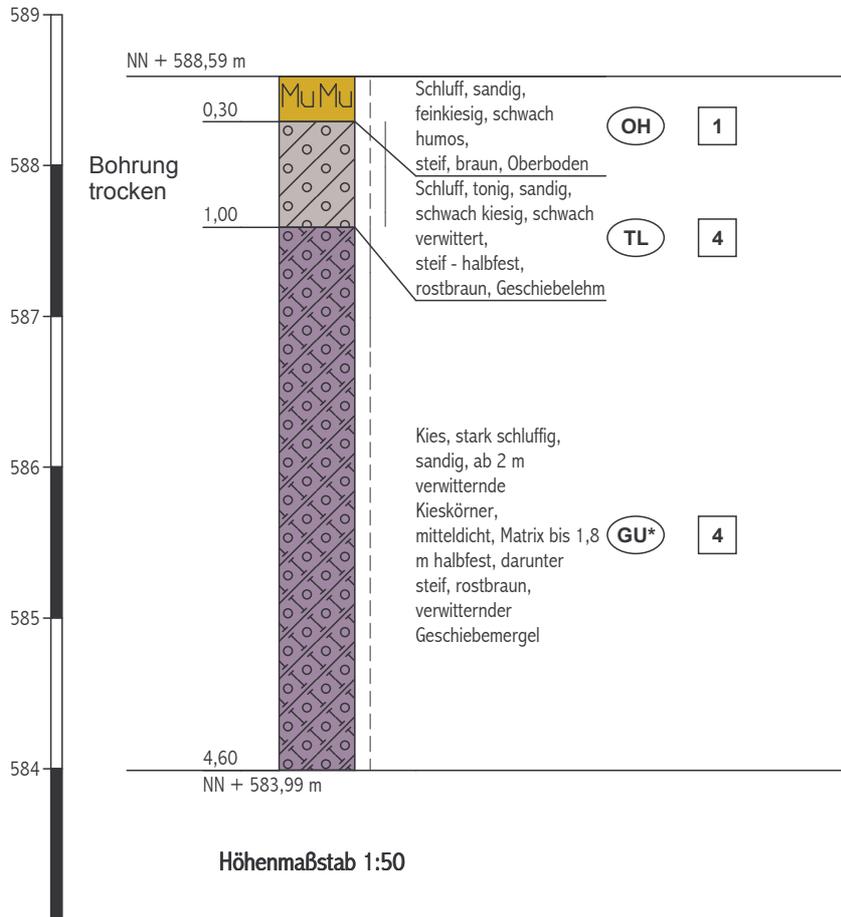
BK 18



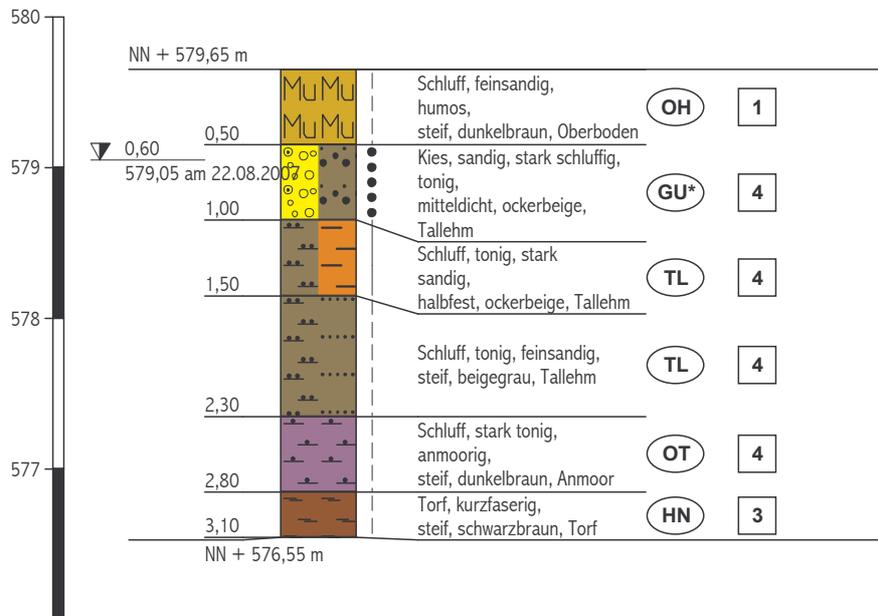
BK 19 / DPH 19



BK 20

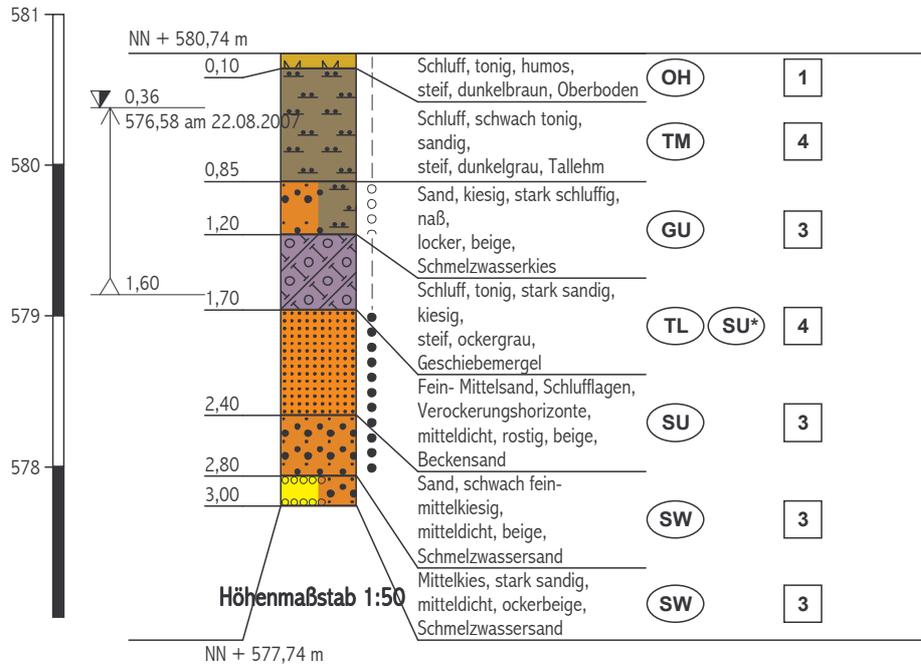


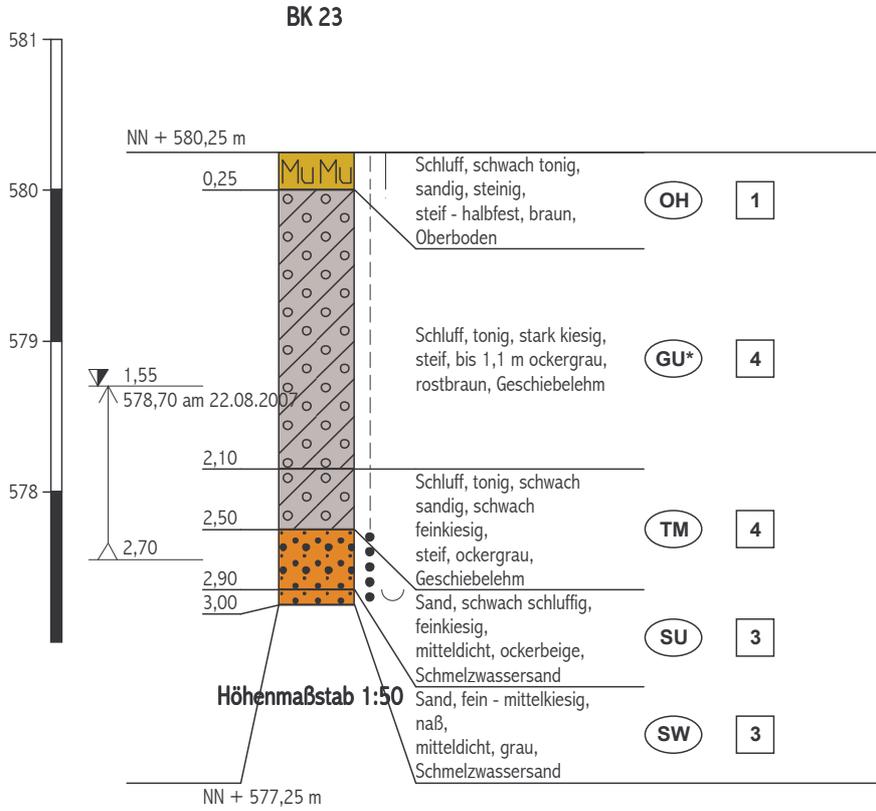
BK 21



Höhenmaßstab 1:50

BK 22





BK 24

