

Geotechnisches Gutachten  
zur  
Erschließung des Gewerbegebietes "Flugplatz"  
in  
88400 Biberach a.d. Riß

Auftraggeber: Stadt Biberach  
Eigenbetrieb Stadtentwässerung  
Zeppelinring 50  
88400 Biberach

Planung: ES tiefbauplanung  
Biberacher Straße 101  
88441 Mittelbiberach

Geotechnische Projektleitung: Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi  
Vertretung Oberschwaben

Erstattungsdatum: 19. Mai 2010

Aktenzeichen: BCGWFL G01

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	2
2. Unterlagen	2
3. Projektbeschreibung	3
4. Geologischer Überblick	4
5. Baugrunduntersuchungen	4
6. Schichtenbeschreibung und -lagerung	6
7. Hydrogeologische Situation	8
8. Laboruntersuchungen	10
9. Bodenklassen	11
10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	11
11. Boden- bzw. Berechnungskennwerte	12
12. Kanalbau	12
13. Straßenbau	15
14. Regenwasserversickerung	19
15. Hochwasserrückhaltebecken	19
16. Pumpwerk / Regenklärbecken	20
17. Bebauung Gewerbeflächen	24
17.1 Baugruben und Böschungen	24
17.2 Bauwerksgründungen	24
17.3 Schutz von Bauwerken vor Durchfeuchtung	27
17.4 Arbeitsraumverfüllung / Geländeprofilierungen	28
18. Geländeanschüttungen	29
19. Erdbebensicherheit	29
20. Schlussbemerkungen	29

## Verzeichnis der Anlagen:

Anlage 1	Lagepläne	
	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage 2	Bohrsondierungen und Kernbohrungen	
	2.1 - 2.12	Bohrkernaufnahmen
	2.13	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage 3	3.1 – 3.5	Geologische Profilschnitte
Anlage 4	4.1 + 4.2	Auswertung Pumpversuche
Anlage 5		Zusammenstellung der bodenmechanischen/-physikalischen Laborversuche
Anlage 6	6.1 + 6.2	Konsistenzgrenzenbestimmungen
Anlage 7	7.1 – 7.4	Bestimmung der Korngrößenverteilung

## 1. Auftrag

Der Eigenbetrieb Stadtentwässerung der Stadt Biberach a.d. Riß, plant die Erschließung des Gewerbegebietes "Flugplatz" südöstlich der Start- und Landebahn des Flugplatzes Biberach / Riß. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HUP**), Vertretung Oberschwaben auf der Basis des Angebotes vom 17.03.2010 (Az.: BCGWFL K01a) mit Schreiben vom 18.03.10 vom Eigenbetrieb Stadtentwässerung der Stadt Biberach beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

Der Auftrag beinhaltet die Ausführung von Bohrsondierungen und Kernbohrungen sowie die geologische und hydrogeologische Aus- und Bewertung der Untersuchungsergebnisse. Des Weiteren waren bodenmechanische Laborversuche zur Bewertung und Klassifizierung der anstehenden Böden und Pumpversuche zur Abschätzung des Wasserandrangs sowie der Wasserdurchlässigkeit durchzuführen. Die Untersuchungen und Ergebnisse sind zu dokumentieren und zusammen mit der Angabe von Berechnungskennwerten, Angaben zur Herstellung der Kanalbaumaßnahmen, des Pumpwerks und des Regenklärbeckens sowie Hinweise zur Herstellung des Regenrückhaltebeckens und zur Bauausführung in einem Geotechnischen Gutachten zu erstatten.

## 2. Unterlagen

Folgende Unterlagen standen uns für die Bearbeitung zur Verfügung:

### R. Buchholz + Partner GmbH:

- /1/ Ingenieurgeologisches Baugrundgutachten, Gewerbegebiet am Flugplatz in Biberach vom 18.09.2007, Auftragsnummer: 075661
- /2/ Ingenieurgeologisches Baugrundgutachten, K 7532 Nordwestumfahrung Biberach, Bauanfang bis Station 1+400 vom 28.06.2005, Auftragsnummer: 053122

### ES tiefbauplanung:

- /3/ Lageplan mit Lage und Höhe der Untersuchungsstellen als pdf- und dwg- Datei
- /4/ Vorabzug Lageplan Kanalplanung für das Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach M 1:1000 als pdf-Datei
- /5/ Vorabzug Längsschnitte Kanalplanung für das Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach M 1:2000 als pdf-Datei

- /6/ Vorabzug Grundriss und Schnitte Regenklärbecken für das Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach M 1:100 als pdf-Datei
- /7/ Vorabzug Grundriss und Schnitte Schmutzwasserpumpwerk für das Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach M 1:50 als pdf-Datei

**Henke und Partner GmbH:**

- /8/ Geotechnisches Gutachten zum Bauvorhaben K 7532 Nordwestumfahrung zwischen Bau-km 0+140 bis 1+170 in 88400 Biberach a.d. Riß vom 07.05.2010

**Geologisches Landesamt Baden-Württemberg:**

- /9/ Geologische Karte von Baden-Württemberg von 1985 Blatt 7824 Biberach a.d. Riß-Nord

### **3. Projektbeschreibung**

Die ES tiefbauplanung plant im Auftrag der Stadt Biberach die Erschließung des Gewerbegebietes "Flugplatz" südöstlich der Start- und Landebahn des Flugplatzes in Biberach a.d. Riß. In etwa mittig durch das geplante Gewerbegebiet soll die geplante Nordwestumfahrung Biberach verlaufen. Das Gelände wird derzeit komplett landwirtschaftlich als Acker- und Grünfläche genutzt. Auf dem Erschließungsgebiet stehen derzeit keinerlei Gebäude.

Nordöstlich, direkt an das Gewerbegebiet angrenzend, soll ein Pumpwerk und ein Regenklärbecken errichtet werden. Im weiteren Verlauf in nordöstliche Richtung soll zwischen den bestehenden Flugzeughangars und der L273 im Bereich des Neuweihergrabens ein offenes Hochwasserrückhaltebecken hergestellt werden.

Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, dem die Lage des zu erschließenden Geländes entnommen werden kann. Aus dem Lageplan der als Anlage 1.2 beiliegt, ist die Ausdehnung bzw. Grenze des Erschließungsgebiets, die geplante Nordwestumfahrung sowie die Lage des geplanten Pumpwerks und Regenklärbeckens sowie des Hochwasserrückhaltebeckens ersichtlich.

Das Gewerbegebiet soll südöstlich und nordwestlich der geplanten Nordwestumfahrung mittels einer jeweils zur Nordwestumfahrung in etwa parallel verlaufenden Straße sowie jeweils einer Verbindungsstraße zur Nordwestumfahrung erschlossen werden. Aufgrund der unterschiedlichen Ge-

ländehöhen im Bereich des geplanten Gewerbegebietes sieht die Planung Kanalbaumaßnahmen (Abwasserkanal und Regenwasserkanal) bis zu ca. 7,5 m unter Geländeoberkante (GOK) vor.

#### **4. Geologischer Überblick**

Das geplante Gewerbegebiet liegt südöstlich des Flugplatzes Biberach a. d. Riß in einer flachen Senke nordwestlich oberhalb von Biberach. Nach der geologischen Karte /9/ stehen in dieser Senke zunächst junge Anschwemmungen, in Form von teilweise humosen bis torfigen Aueablagerungen (Mudden und Torfe) und Fließerden an. Diese jungen Anschwemmungen liegen auf rißeiszeitlichen Moränensedimente in Form von Geschiebemergeln und -lehm sowie Moränenkiesen und -sand. Der tiefere Untergrund wird von den Schichten der Oberen Meeresmolasse gebildet, die hier zumeist als feinsandige bis sandige Mergel ausgebildet sind.

#### **5. Baugrunduntersuchungen**

Zur Erkundung der Untergrundsituation wurden in Abstimmung mit der ES tiefbauplanung 9 Bohrsondierungen (BS 1/10 bis BS 9/10 ) und 3 Kernbohrungen (KB 1/10 bis KB 3/10) niedergebracht. Zwei Kernbohrungen (KB 1/10 und KB 2/10) wurden als 5" - Grundwassermessstelle und zwei Bohrsondierungen (BS 2/10 und BS 6/10) als 2" - Grundwasserbeobachtungspegel ausgebaut.

Die Bohrsondierungen wurden durch Mitarbeiter von Henke und Partner (HuP) und die Kernbohrungen durch die Fa. Goller Bohrtechnik vom 24.03.2010 bis zum 26.03.2010 abgeteuft.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab durch die ES tiefbauplanung nach Lage und Höhe eingemessen.

Die Lage der Untersuchungspunkte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

Die Bohrungen wurden von einem Diplom-Geologen nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN 4022 aufgenommen und beschrieben. Für geotechnische Laborversuche wurden repräsentative Bodenproben aus den einzelnen Schichten entnommen.

Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an DIN 4023 sind in den Anlagen 2.1 bis 2.12 beigelegt. Als Anlage 2.13 ist eine Zeichenerklärung der verwendeten Signaturen beigelegt.

Nachfolgend sind die anhand der Bohraufschlüsse ermittelten Schichtgrenzen der aufgeschlossenen Böden bzw. geologischen Schichten im Baufeld tabellarisch dargestellt.

Bezeichnung Aufschluss	Ansatzhöhe GOK [mNN]	UK Oberboden / Schichtdicke [mNN] / [m]	UK Auffüllung / Schichtdicke [mNN] / [m]	UK Fließerde / Schichtdicke [mNN] / [m]	UK Torf/Mudde / Schichtdicke [mNN] / [m]	UK Moränen- sedimente [mNN]
BS 1/10	581,27	581,17 / 0,10	575,67 / 5,50	574,77 / 0,90	574,07 / 0,7	n.e.
BS 2/10	581,96	581,66 / 0,30	581,26 / 0,40	580,96 / 0,30	n.v.	n.e.
KB 1/10	581,34	581,04 / 0,30	n.v.	578,54 / 2,80	0,4 <sup>1)</sup>	n.e.
BS 3/10	579,47	579,07 / 0,40	n.v.	578,27 / 0,80	576,77 / 1,5	n.e.
BS 4/10	580,97	580,72 / 0,25	n.v.	579,47 / 1,25	578,27 / 1,2	n.e.
BS 5/10	581,89	581,59 / 0,30	n.v.	580,09 / 1,50	n.v.	n.e.
KB 2/10	580,79	580,49 / 0,30	n.v.	578,59 / 1,90	575,19 / 3,2	n.e.
BS 6/10	582,88	582,58 / 0,30	n.v.	581,28 / 1,30	n.v.	n.e.
KB 3/10	584,43	584,13 / 0,30	n.v.	581,83 / 2,30	n.v.	n.e.
BS 7/10	580,29	579,99 / 0,30	n.v.	578,79 / 1,20	576,09 / 2,7	n.e.
BS 8/10	581,25	580,95 / 0,40	n.v.	579,55 / 1,40	578,05 / 1,5	n.e.
BS 9/10	581,80	581,50 / 0,30	n.v.	580,20 / 1,30	578,80 / 1,4	n.e.

n.v. = Schicht nicht vorhanden

n.e. = Schichtgrenze im Aufschluss nicht erreicht

<sup>1)</sup> vermutlich nur lokaler Einschluss

Routinemäßig wurden die gewonnenen Sondierkerne auf organoleptisch feststellbare Verunreinigungen überprüft. Hierbei konnten keine Hinweise auf Verunreinigungen erkannt werden. Eine gezielte Untersuchung und Bewertung auf Untergrundverunreinigungen war nicht Bestandteil des Auftrages.

Aufgrund der Vornutzung des Geländes als landwirtschaftliche Nutzfläche kann eine Belastung durch Agrarchemikalien nicht ausgeschlossen werden.

## 6. Schichtenbeschreibung und -lagerung

Anhand der ausgeführten Bohrsondierungen stellt sich die geologische Situation für das untersuchte Baufeld wie folgt dar:

Generell beginnt die Schichtenfolge bei allen Bohrungen mit einem **Oberboden** in Mächtigkeiten von ca. 10 cm bis 40 cm.

In den Bohrsondierungen BS 1/10 und BS 2/10 wurden unter dem Oberboden künstliche Auffüllungen angetroffen. Bei der BS 1 weist die Auffüllung bedingt durch den Straßendamm der L273 eine Mächtigkeit von ca. 5,5 m auf. Bei der Auffüllung in der BS 1 handelt es sich überwiegend um grobkörnige Böden (Kiese und Sande). Bei der BS 2 wurde eine ca. 40 cm mächtige bindige Auffüllung mit Fremdkomponenten aufgeschlossen.

Unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen wurden in allen Bohrungen **Fließerden** in Mächtigkeiten von ca. 0,3 m bis 2,8 m angetroffen. Bei der Fließerde handelt es sich um einen braunen bis hellgrauen tonigen Schluff bzw. um einen schluffigen Ton, der bereichsweise schwach sandig und schwach kiesig sein kann. Die Konsistenz der feinkörnigen Fließerde schwankt von weich bis halbfest.

In den Bohrsondierungen BS 2/10, BS 5/10, BS 6/10 und in den Kernbohrungen KB 1/10 und KB 3/10 wurden unter der Fließerde **rißeiszeitliche Moränensedimente** bis zu Endtiefe der Bohrungen angetroffen. Bei den risseiszeitlichen Moränensedimenten handelt es sich um eine Wechselagerung von feinkörnigen **Geschiebelehmen** sowie um grobkörnige **Moränensande** und **-kiese**. Die grobkörnigen Moränensedimente bestehen aus schwach schluffigen bis schluffigen, fein- bis mittelkiesigen Sanden oder aus sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen bzw. aus Kies-/ Sandgemischen. Teilweise wurden auch humose Bestandteile in den grobkörnigen Moränensedimenten festgestellt. Bei den feinkörnigen Geschiebelehmen handelt es sich um schwach tonige bis tonige, schwach kiesige bis kiesige, schwach sandige bis sandige Schluffe. Die Konsistenz der überwiegend graubraunen Geschiebelehme schwankte in den Aufschlüssen von weich bis halbfest.

In den übrigen Bohrungen wurden unter der Fließerde zunächst **Mudden** (organische Schluffe und Tone) sowie **Torfudden** und **Torfe** aufgeschlossen. Die Schichtmächtigkeit der organischen

Böden schwankt in den Aufschlüssen von minimal 0,7 m bis maximal 3,2 m. Die schwarzen, grau bis braunen Ton- /Schluff- /Sand- und Torfmudden sind schwach bis stark humos. Die Konsistenz der Ton-/ Schluff und Torfmudden schwankt in den Bohrsondierungen von weich – breiig bis steif. Die schwarzen und braunen Torfe sind bereichsweise nur gering zersetzt, teilweise aber auch stark zersetzt. Unter den aufgeschlossenen organischen Schichten folgen bis zur Endtiefe der Bohrsondierungen ebenfalls risseiszeitliche Moränensedimente wie zuvor beschrieben. In der Kernbohrung KB 1 wurde in einer Tiefe von ca. 10,7 m unter GOK auf einer Mächtigkeit von ca. 0,4 m Torf aufgeschlossen. Da diese Torfschicht untypisch innerhalb der Moränensedimente liegt, wird vermutet das es sich hierbei um einen lokalen organischen Einschluss durch z.B. ein Holzstück das durch den Gletscher mitgeschleppt wurde, handelt.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurde für den geplanten Verlauf der Kanalbaumaßnahmen 5 geologische Profilschnitte angefertigt. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Die geologischen Profilschnitte liegen als Anlage 3.1 bis 3.5 bei.

Anhand der geologischen Profilschnitte ist die Heterogenität der im Untergrund anstehenden Bodenschichten, insbesondere das sehr heterogene Auftreten von gering wasserdurchlässigen bindigen Böden und wasserdurchlässigen grobkörnigen Böden innerhalb der risseiszeitlichen Moränensedimente, deutlich erkennbar.

In dem Lageplan der Anlage 1.2 wurden unter Berücksichtigung der Baugrundaufschlüsse die Bereiche mit stark kompressiblen organischen Schichten im Untergrund abgeschätzt und dargestellt.



## 7. Hydrogeologische Situation

Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden zwei Kernbohrungen KB 1/10 und KB 2/10 zu 5"Grundwassermessstellen mit Verfilterung ab 1,0 m unter GOK bis zur Endtiefe der Bohrung ausgebaut. Die Bohrsondierungen BS 2/10 und BS 8/10 wurden zur Beobachtung des Grundwasserspiegels als 2" Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Ausbaupläne der Grundwassermessstellen (GWM) sind zusammen mit den Bohrprofilen in der Anlage 2 dargestellt.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Bohrungen der Grund- bzw. Schichtwasserstand gemessen. Da die Bohrlöcher teilweise nicht standfest waren, waren diese bereits vor der beabsichtigten GW-Messung bereichsweise wieder zugefallen. Durch das Zufallen kann es zu einem Wassereinstau kommen, so dass die Grundwasserspiegelmessungen in den unverrohrten Bohrlöchern mit Unsicherheiten behaftet sind.

Nachfolgend sind die gemessenen Grund- bzw. Schichtwasserstände in den Bohrungen direkt nach Abschluss der Bohrarbeiten tabellarisch dargestellt:

Bezeichnung Bohrsondierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [mNN]	Bemerkung
BS 1/10	2,35	574,51	
BS 2/10	-	-	Kein GW bis 5,0 m u. GOK
BS 3/10	0,50	578,97	
BS 4/10	1,47	579,50	
BS 5/10	2,60	579,29	
BS 6/10	3,80	579,08	
BS 7/10	1,09	579,20	
BS 8/10	1,70	579,55	
BS 9/10	1,20	580,60	
KB 1/10	9,30	572,04	
KB 2/10	0,80	579,99	
KB 3/10	4,00	580,43	

Nachfolgend sind die ausgeführten Grundwassermessungen in den ausgebauten Grundwassermessstellen aufgezeigt:

Messstelle	KB 1/10		KB 2/10		BS 2/10		BS 6/10	
Höhe POK	581,99 mNN		581,59 mNN		582,06 mNN		583,88 mNN	
Datum	m. u POK	mNN	m. u POK	mNN	m. u POK	mNN	m. u POK	mNN
29.03.10	11,81	570,18	1,60	579,99	trocken	-	3,55	580,33
23.04.10			1,80	579,79			3,66	580,22
03.05.10	12,88	569,11	1,82	579,77	trocken		3,71	580,17
07.05.10	12,90	569,09						

Zur Bestimmung der horizontalen in-situ-Wasserdurchlässigkeit der wasserführenden Schichten wurden in den als 5''-Grundwassermessstellen (GWM) ausgebauten Pegeln Kurzzeitpumpversuche ausgeführt. Bei den Versuchen wurde ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert in der GWM KB 1/10 von ca.  $k_f = 4 \times 10^{-6}$  m/s und in der GWM KB 2/10 von ca.  $5 \times 10^{-6}$  m/s ermittelt. Die Auswertung sowie die Ergebnisse der Pumpversuche sind in der Anlage 4.1.1 bis 4.2.5 dargestellt. Bei den Pumpversuchen wurden Wassermengen von 0,042 l/s (GWM KB 1/10) und 0,083 l/s (GWM KB 2/10) entnommen. Die maximale Absenkung des Wasserspiegels betrug bei der GWM KB 1/10 = 2,56 m und bei der GWM KB 2/10 = 3,64 m. Die geringe Förderrate bei gleichzeitig deutlicher Absenkung des Wasserspiegels zeigt, dass der Wasserandrang gering ist. Obwohl die Grundwassermessstellen nach Fertigstellung des Ausbaus ausreichend klargespült wurden, wurde bei den Pumpversuchen mit dem Wasser auch deutliche Mengen von Sand aus dem Untergrund ausgespült bzw. gefördert.

Bei der Ausführung der Kurzzeitpumpversuche wurde beim Versuch in der GWM KB 1/10 der Beobachtungspiegel BS 2/10 in einer Entfernung von ca. 70 m mit beobachtet. Da dieser im Vorfeld schon trocken war, konnte keine Reaktion aufgrund der GW-Absenkung festgestellt werden. Beim Pumpversuch in der GWM KB 2/10 wurde der Beobachtungspiegel BS 6/10 in einer Entfernung von ca. 70 m ebenfalls mit beobachtet. Es konnte keine Reaktion des GW-Spiegels durch die GW-Absenkung erkannt werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Wasserzirkulation in den grobkörnigen Moränensedimenten stattfindet. Aufgrund der Ablagerungsbedingten unterschiedlichen Höhenlagen der grobkörnigen

Moränenablagerungen und durch die topographischen Verhältnisse des untersuchten Baufeldes ist das Grund- bzw. Schichtwasser unter den gering wasserdurchlässigen bindigen Böden überwiegend gespannt. Es ist mit jahreszeitlichen Schwankungen des Grund- bzw. Schichtwasserspiegels zu rechnen. Das Grundwasserdruckniveau kann bis nahe an die Geländeoberfläche ansteigen. Aufgrund der unterschiedlichen Höhenlagen der wasserführenden grobkörnigen Schichten im Bereich des Baufeldes und des bei den Pumpversuchen festgestellten geringen Wasserandranges, kann davon ausgegangen werden, dass kein zusammenhängender Grund- bzw. Schichtwasserleiter mit großer Ergiebigkeit vorhanden ist.

## 8. Laboruntersuchungen

Für geotechnische Laboruntersuchungen wurden aus den frischen Bohrkernen repräsentative Bodenproben entnommen.

Zur Bodenklassifikation und zur Bestimmung bodenphysikalischer und -mechanischer Eigenschaften wurden im geotechnischen Labor nachfolgende geotechnischen Laboruntersuchungen ausgeführt:

- 30-mal Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121
- 2-mal Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 4-mal Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 5-mal Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5 bei.

In den Anlagen 6.1 und 6.2 sind die Bestimmungen der Konsistenzgrenzen beigelegt. Die Bestimmung der Korngrößenverteilung kann der Anlage 7.1 bis 7.4 entnommen werden.

Wie aus den geotechnischen Laboruntersuchungen hervorgeht, handelt es sich bei den Moränensanden um überwiegend schluffige bis stark schuffige Feinsande, die in Verbindung mit Wasser zum Fließen neigen (Fließeisande).

## 9. Bodenklassen

Die einzelnen in den Untersuchungen angetroffenen Bodenschichten können gemäß DIN 18300 für „Erdarbeiten“ und DIN 18301 für „Bohrarbeiten“ folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:

	<b>Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 Erdarbeiten</b>	<b>Boden- und Felsklassen Nach DIN 18301 Bohrarbeiten</b>
<b>Oberboden</b>	1	BO 1
<b>Fließerde</b>	4 / 5	BB 2 / BB 3
<b>Mudde</b>	4 / 5	BO 1
<b>Torf</b>	2 / 3	BO 1 / BO 2
<b>Geschiebelehm</b>	4 / 5	BB 2 / BB 3 / BS 1
<b>Moränensand / -kies</b>	3 / 4 / 5	BN 1 / BN 2 / BS 1

## 10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend wurden die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche sowie der Geländeuntersuchungen und allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt:

<b>geologische Bezeichnung</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Zusammen- drückbarkeit</b>	<b>Durchlässig- keit</b>	<b>Wiedereinbau/ Verdichtungs- fähigkeit</b>	<b>Frostklasse ZTVE-StB94</b>
<b>Fließerde</b>	TL / TM / TA	groß	sehr gering	sehr schlecht bis schlecht	<b>F3</b> sehr frostempfindlich
<b>Mudde / Torf</b>	HN /HZ / OT / OU	sehr groß	mittel bis sehr gering	nicht möglich	<b>F3</b> sehr frostempfindlich
<b>Geschiebelehm</b>	TL / TM	groß	sehr gering	schlecht	<b>F3</b> sehr frostempfindlich
<b>Moränensand / -kies</b>	GU* / SU* / GU / SU/ SW / GW	mittel bis sehr gering	gering bis groß	mittel bis sehr gut	<b>F1 - F3<sup>1)</sup></b> nicht - sehr frostempfindlich <sup>1)</sup>

1) abhängig von Kornverteilung und Ungleichförmigkeitszahl U

## 11. Boden- bzw. Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach DIN 1054 angenommen werden. Die charakteristischen Bodenkennwerte wurden auf der Grundlage der durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen festgelegt. Bei der Angabe zum Reibungswinkel und zur Kohäsion handelt es sich dabei um effektive Werte.

Bodenschichten	Wichte $g_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $g'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $j_k$ [°]	Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Undrännierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Fließerde	19	9	20 (17,5 – 25)	1 (0 - 20)	20 (15 - 100)	3 (1 bis 10)
Mudde / Torf	10 (0 – 15)	1 (1 – 5)	20 (15 – 25)	5 (2 - 30)	20 (15 - 40)	1,5 (0,5 bis 3)
Geschiebelehm	19,5	9,5	25 (22,5 – 27,5)	5 (3 - 12)	30 (20 - 100)	6 (4 bis 12)
Moränensand / -kies	20	11	30 (27,5 – 32,5)	2 (0 - 5)		25 (15 bis 60)

() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

## 12. Kanalbau

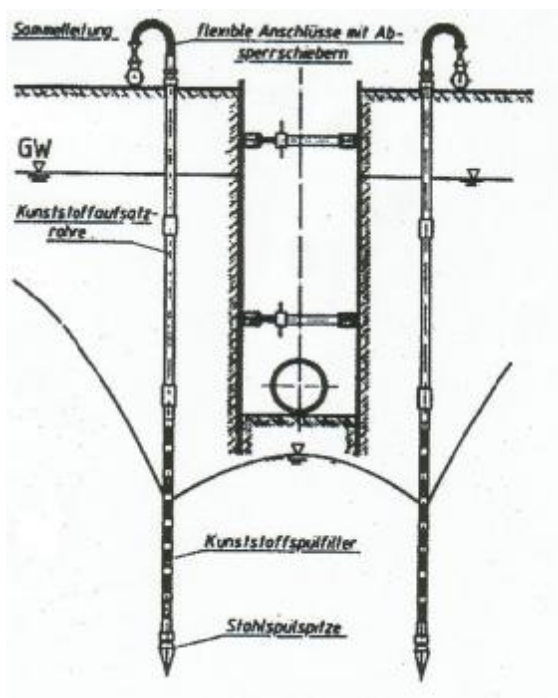
Im Zuge der Erschließung des Gewerbegebiets "Flugplatz" sind nach /4/ Kanalbaumaßnahmen bis in eine Tiefe von ca. 8 m unter GOK auszuführen.

Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sowie von Gruben für Schächte sind die Richtlinien der DIN 4124 zu beachten. Freie Böschungen dürfen nur über dem GW-Spiegel ausgebildet werden. Erforderliche freie Böschungen über dem GW-Spiegel sind mit  $\beta \leq 45^\circ$  anzulegen.

Unter dem GW-Spiegel können entsprechende für die erforderliche Tiefe zugelassene Grabenverbaugeräte verwendet werden, sofern das Grundwasser bis unter die Aushubsohle abgesenkt wird. Da im Untergrund des Baufeldes überwiegend schluffige Feinsande anstehen, bei denen die Gefahr des Ausfließens besteht, müssen bei der Verwendung von Grabenverbaugeräten diese

Böden durch eine Vakuum-Wasserhaltung (Entwässerung durch Unterdruck) stabilisiert werden. Für den Einsatz von Grabenverbaugeräten sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Eine Vakuumanlage besteht aus Saugrohren mit einer Durchmesser von ca. 1" bis 2" die in den Untergrund eingespült werden. Die Vakuumpumpen sollten einen Unterdruck von  $> 0,9$  bar erzeugen. Der Unterdruck sollte um 1 bis 2 m Wassersäule größer als die geodätische Saughöhe von der Filterspitze zur Sammelrohrleitung betragen. Zur Verhinderung von Luftenbrüchen müssen die Filter eine ausreichende Überdeckung haben. Der Filterabstand ist vom Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$  - Wert) abhängig. Da Berechnungsverfahren fehlen, werden Vakuumanlagen auf Erfahrungsbasis dimensioniert. Die Prognose des Wasserandrangs ist wegen des vermutlich geringen Wasserandrangs ( $k_f < 1 \times 10^{-4}$  m/s) von untergeordneter Bedeutung. Entsprechend der Reichweite des Vakuums im Boden haben die Vakuumpumpen einen Abstand von max. 1 m bis 2 m. Die Überdeckung sollte  $\geq 1,0$  m bis 1,5 m betragen. Absenktiefen von ca. 5 bis 7 m können hierbei erreicht werden. Sind größere Absenktiefen aufgrund tieferer Aushubsohlen erforderlich, kann dies durch einen Voraushub bis zum GW Spiegel erreicht werden. Kann dies aufgrund des hohen GW-Spiegels nicht realisiert werden ist eine Staffelabsenkung bzw. die Herstellung von Vakuumtiefbrunnen erforderlich. Nachfolgend ist ein Beispiel einer Vakuumanlage für die Anwendung in Leitungsgräben dargestellt.



Wie die Aufschlüsse ergeben haben, liegen im Baufeld sehr heterogene Untergrund- und Grundwasserhältnisse vor. Die Verwendung von Vakuum-Entwässerungen wird nach dem Ergebnis der Baugrunderkundungen in weiten Teilen das am besten geeignete Verfahren zur Wasserhaltung während der Bauzeit darstellen. Es muss wegen der Heterogenität des Untergrundes jedoch mit Teilbereichen gerechnet werden, in denen dieses Verfahren an seine Grenzen stößt und nicht geeignet ist, so dass für solche Fälle in der Ausschreibung die Ausführung von gebohrten Entwässerungsbrunnen mit Tauchpumpe und die Ausführung von offenen Wasserhaltungsmaßnahmen über Pumpensämpfe vorzusehen ist. In der Ausschreibung sollten ausreichende Positionen vorgesehen werden, um mit diesen die Bauarbeiten an die zu erwartenden heterogenen Untergrundverhältnisse anpassen zu können.

Im Allgemeinen ist die Grabensohle tiefer auszuheben und ein Auflager einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und die sonstigen Anforderungen erfüllt. Die Anforderungen der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" sind zu beachten. Um Schäden in den Kanälen zu vermeiden, sind weiche bindige Böden, insbesondere die hier in Teilbereichen anstehenden stark kompressiblen organische Böden, bis ca. 20 cm unter das Rohraulager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden zu ersetzen.

Innerhalb der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und –wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach den Vorschriften der jeweiligen Leitungsbetreiber bzw. Leitungshersteller einzubauen. Die Verdichtung in der Leitungszone hat nach den Angaben der ZTV A – StB 97/06 zu erfolgen.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** werden Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1 bzw. V2 (nichtbindige bis schwachbindige Böden) mit den Bezeichnungen nach **DIN 18196: GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST** oder mit Bindemittel stabilisierte bindige Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad  $D_{pr}$  in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB 09 und ZTV A-StB 97/06 zu entnehmen. Die oberen 0,5 m bis zum Erdplanum einer Straße sollten mit einem gut kornabgestuften Kies- oder Schottergemisch bzw. mit einem mit Bindemittel stabilisierten Boden verfüllt und ver-

dichtet werden, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen.

Das Verfüllmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Verfüllungen sind über entsprechend je nach verwendetem Einbaumaterial geeignete Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung bzw. Tragfähigkeit zu überwachen.

### 13. Straßenbau

Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach RStO gewählten Bauklasse, der Frosteinwirkzone und der Lage der Straßenbaumaßnahme sowie der gewählten Befestigung ab. Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkzone II, es ist daher ein Zuschlag von 5 cm zum frostsicheren Mindestaufbau vorzusehen. Die oberflächennah anstehenden bindigen Böden (Fließerden) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) nach ZTV E StB 2009 zuzuordnen.

Für das Niveau Erdplanum wird nach der ZTV E-StB 2009 eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Frost-/Tragschichtaufbau die geforderte Tragfähigkeit auf OK Frost-/Tragschicht erreichen zu können. Die im oberen Bereich im Baufeld anstehenden Fließerden weisen erfahrungsgemäß Tragfähigkeiten von ca.  $E_{v2} \approx 10$  bis  $25 \text{ MN/m}^2$  auf. Um gleichzeitig die Tragfähigkeits- und die Verdichtungsgradanforderungen für das Erdplanum nach ZTV E StB 09 erreichen zu können, müssen die anstehenden Fließerden mit einem Bindemittel stabilisiert bzw. muss ein entsprechender Bodenaustausch ausgeführt werden.

Für eine ggf. erforderliche wirtschaftliche Dimensionierung einer Bodenaustauschschicht ist die Ausgangstragfähigkeit auf Niveau planmäßigem Erdplanum der geplanten Erschließungsstraßen über statische Plattendruckversuche zu überprüfen. Ein Bodenaustausch kann mit gut tragfähigem Boden z.B. Schotter oder Kies 0/45 mm erfolgen. Die erforderliche Mächtigkeit der Bodenaustauschschicht unter planmäßiges Erdplanumsniveau kann in Abhängigkeit der vorhandenen Ausgangstragfähigkeit nachfolgender Tabelle entnommen werden.



Ausgangstragfähigkeit Erdplanum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	geforderte Tragfähigkeit Erdplanum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht [cm]
10	≥ 45	45
20	≥ 45	25
30	≥ 45	15

Zwischenwerte können interpoliert werden

Zur Minimierung von Abtragsmassen kann eine Bodenstabilisierung der oberflächlich anstehenden bindigen Böden ausgeführt werden. Die Bodenstabilisierung ist in einer Mindestmächtigkeit von 40 cm auszuführen.

Für die Bodenstabilisierung wird ein Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch z.B. DOROSOL C50, Fa Holcim oder Bodenbinder 500, Fa Schwenk) empfohlen. Erfahrungsgemäß ist eine Bindemittelzugabemenge von ≥ 2% bezogen auf die Trockenmasse des Bodens erforderlich. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 % bei einer Trockendichte des Bodens von ca. 1700 kg/m<sup>3</sup> ergibt dies bei einer Frästiefe von 40 cm ein Bindemittelbedarf von ca. 20 kg/m<sup>2</sup>.

Bei Umsetzung einer qualifizierten Bodenverbesserung mit den Mindestanforderungen an die Bindemittelzugabe von ≥ 3%, Schichtdicken ≥ 25 cm (gefordert 40 cm) und einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70$  MN/m<sup>2</sup> auf dem Erdplanum kann der Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden und damit der frostsichere Mindestaufbau um 10 cm reduziert werden (Einsparung von 10 cm Kies- oder Schottertragschicht!). Erfahrungsgemäß kann bei einer Bindemittelzugabe ≥ 4 bis 5 % ein  $E_{v2}$  – Modul von ≥ 70 MN/m<sup>2</sup> auf dem Erdplanum erreicht werden. Es wird empfohlen, zur Überprüfung der erreichbaren Tragfähigkeit bei unterschiedlichen Bindemittelzugabemengen ein Versuchsfeld anzulegen.

Um die zuvor genannte hohe Tragfähigkeit bei einer ausreichenden Verdichtung erreichen zu können bzw. bei sehr trockener Witterung muss gegebenenfalls Wasser zugegeben werden. Noch fehlendes Wasser muss nach dem ersten Fräsen oder während des Fräsens zugegeben werden. Die Wasserzugabe erfolgt entweder durch einen Wassersprengwagen oder durch einen Sprühbal-

ken in der Frästrommel. Wird Wasser nach dem ersten Fräsen zugegeben, ist zwingend ein zweiter Fräsdurchgang erforderlich.

Auf eine gute Homogenisierung des Boden-Bindemittelgemisches ist zu achten. Es sollte daher von mindestens zwei Fräsvorgängen für die ausreichende Homogenisierung ausgegangen werden. Um die 40 cm mächtige stabilisierte Schicht fachgerecht zu verdichten, muss eine Walzenzug mit Stampffußbandage und einem Betriebsgewicht von  $\geq 14$  to verwendet werden. Danach ist die Oberfläche durch eine entsprechend schwerere Glattradwalze zu schließen.

Als Verdichtungsgrad für die feinkörnige, bodenstabilisierte Schicht sollte mindestens 97% der einfachen Proctordichte erreicht werden. Der Luftporengehalt muss  $n_a \leq 8$  % betragen.

Zur Überprüfung einer fachgerechten Verdichtung sollte der Verhältniswert des statischen Plattendruckversuches direkt nach dem Einbau des Boden-Bindemittelgemisches  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  betragen. Zusätzlich ist der Luftporengehalt durch Zylinderprobenentnahme zu prüfen. Die Kontrolle der erreichten Tragfähigkeit sollte  $\geq 3$  Tage nach dem Einbau mittels statischen Plattendruckversuchen erfolgen.

Um Schäden zu vermeiden, ist bei der Bindemittleinarbeitung zum Schutz von Fahrzeugen, Flugzeugen etc. und von Nachbarbebauungen unbedingt die Windrichtung zu beachten. Gegebenenfalls ist ein staubarmes Bindemittel zu verwenden.

Die beauftragte Firma sollte entsprechende Erfahrung mit Bodenverbesserungen nachweisen können. Die einschlägigen zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV), Merkblätter und Lieferbedingungen sind zu beachten.

Bei starken Niederschlägen sind Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Bindemittel einzustellen. Bei geringen Niederschlägen muss das Einfräsen des Bindemittels so schnell erfolgen, dass eine Durchfeuchtung und damit eine Verklumpung des Bindemittels vermieden wird. Trotzdem entstandene Klumpen müssen beim Einfräsen ausreichend zerkleinert werden. Eine Bodenstabilisierung darf nur bei Temperaturen  $\geq 5^\circ\text{C}$  ausgeführt werden. Die Temperaturen in dem eingebauten Boden-Bindemittelgemisch dürfen in den ersten 3 Tagen nicht unter  $5^\circ\text{C}$  absinken. Gegebenenfalls ist das Planum vor Frosteinwirkung zu schützen. Bei Frosteinwirkung muss die Planumsentwässerung

rung so wirksam sein, dass ein Gefrieren der Bodenverbesserung im wassergesättigten Zustand vermieden wird. Gefrorener Boden kann nicht für eine Bodenverbesserung verwendet werden.

Mischbindemittel sind aufgrund des Erstarrungsverhaltens des Zements innerhalb von 2 Stunden nach dem Einarbeiten des Bindemittels zu verdichten.

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Fließerden sollte das Erdplanum mit einem Quergefälle hergestellt werden und bei Gefahr eines Wassereinstaus durch Dränagen bzw. einen Entwässerungsgraben entwässert werden.

Kommen Erschließungsstraßen im Bereich mit stark kompressiblen organischen Schichten im Untergrund zu liegen, wird empfohlen zur Vergleichmäßigung der Setzungen eine hochzugfeste Geokunststoffbewehrung auf das Erdplanum einzulegen. Wenn möglich, wird empfohlen, eine temporäre Überschüttung über den planmäßigen Straßengradient zur Vorwegnahme von Setzungen aus der Verkehrslast aufzubringen. Wird das Erdplanum mit Bindemittel stabilisiert ist ein alkalibeständige Geokunststoffbewehrung zu verwenden. Geogitter bzw. Gewebe sind waagrecht zu verlegen und vor dem Aufbringen der Schüttung gerade zu recken und leicht zu spannen (z.B. mittels Einschlagen von Stahlnadeln), so dass Faltenfreiheit gewährleistet ist. Überlappungsstöße in Längs- und Querrichtung müssen mindestens 0,5 m betragen. Die Geokunststoffbewehrungen dürfen nicht direkt befahren werden. Das Schüttmaterial ist "vor Kopf" einzubringen. Eine Befahrung kann nach Aufbringung einer mindestens 15 cm mächtigen Bodenschicht über der Geokunststoffbewehrung erfolgen.

Die Einbauweisen und Einbaubedingungen nach der ZTV E-StB sind einzuhalten. Die nach ZTV E-StB und ZTV SoB-StB bzw. RStO geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Erdplanum und OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist nachzuweisen. Auf OK Frost-/Tragschicht ist eine Mindesttragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  einzuhalten. Die Verdichtung der Frost-/Tragschicht von  $D_{pr} \geq 103 \%$  ist über einen Verhältnisswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  nachzuweisen. Es wird empfohlen, je einen statischen Plattendruckversuch pro 1000 m<sup>2</sup> durchzuführen.

#### **14. Regenwasserversickerung**

Aufgrund der oberflächennah anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden und des geringen Grundwasserabstandes zur Geländeoberkante eignet sich das Baufeld nicht für eine oberflächen-nahe Versickerung von Niederschlagswasser.

#### **15. Hochwasserrückhaltebecken**

Nordöstlich des geplanten Gewerbegebietes "Flugplatz" ist vor dem Straßendamm der L273 im Bereich des hier durchfließenden Neuweihergrabens der Bau eines offenen Hochwasserrückhaltebeckens vorgesehen.

Anhand der im Straßendamm der L273 ausgeführten Bohrsondierung (BS 1/10) wurde festgestellt, dass der Straßendamm bis eine Tiefe von ca. 5,6 m unter GOK aus überwiegend grobkörnigen sandigen Kiesen bzw. kiesigen Sanden besteht. Um die Standsicherheit des Straßendamms durch ein schnelles Durchsickern des Damms zu vermeiden, wird empfohlen den Straßendamm durch das Aufbringen eines mindestens 1 m mächtigen Lehmschlags von der Sohle des Hochwasserrückhaltebeckens bis zur maximalen Einstauhöhe bzw. zum max. Wasserstand zu schützen. Der Lehmschlag sollte mit einem gering wasserdurchlässigen Boden der Bodengruppe TL oder TM nach DIN 18196 hergestellt werden. Alternativ kann auch der Einbau einer Bentonitmatte mit Oberbodenandeckung vorgesehen werden. Bäume und Büsche dürfen im Bereich der Abdichtung nicht gepflanzt werden, um eine Beschädigung der Abdichtung durch Wurzeln zu vermeiden.

Das im Bereich des Hochwasserrückhaltebeckens vorhandene Unterführungsbauwerk soll als Notüberlauf dienen. Ein Erosionsschutz durch abfließendes Wasser am Straßendamm ist vorzusehen.

Die Böschungen des Hochwasserrückhaltebeckens sollten möglichst flach ( $n < 1:3$ ) ausgebildet werden. Die Standsicherheit der Böschungen sind nachzuweisen.

## 16. Pumpwerk / Regenklärbecken

Das geplante Pumpwerk und das Regenklärbecken kommen im Bereich der Kernbohrung KB 1/10 zu liegen. Nach /4/ soll die Gründungssohle des Pumpwerks ca. 9,5 m unter bestehender GOK liegen. Die Aushubsohle für das geplante Regenklärbecken liegt nach /6/ ca. 8 m unter GOK. Die Grundrissabmessungen des geplanten Pumpwerks betragen nach /7/ ca. 7,3 m x 4,1 m und die des Regenklärbeckens nach /6/ ca. 23,6 m x 11,6 m. Um Planungs- und Ausführungssicherheit zu bekommen, werden aufgrund der stark wechselnden Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zusätzliche Baugrunderkundungen für diese Bauwerke empfohlen.

Derzeit liegt nur ein Aufschluss im Bereich der Bauwerke vor, wechselnde Verhältnisse sind als wahrscheinlich anzunehmen. Daher und aufgrund der erforderlichen Aushubtiefe für die Herstellung des Pumpwerks und des Regenklärbeckens wird die Ausbildung eines wasserundurchlässigen temporären Verbaus mittels eines Spundwandkastens empfohlen. Zur Aufnahme der horizontalen Lasten muss eine Innenaussteifung bzw. eine Rückverankerung mittels temporärer Zuganker ausgeführt werden. Die Baugrubenumschließung muss statisch bemessen werden. Aufgrund der sehr stark wechselnden Untergrundverhältnisse können keine genauen Aussagen zum Grundwasserspiegel für den Bereich des geplanten Pumpwerks und des Regenklärbeckens gemacht werden. Für die statische Bemessung des Verbaus wird deshalb ein Bemessungswasserstand von 597,5 mNN empfohlen.

Eine Rückverankerung des Baugrubenverbaus sollte in den risseiszeitlichen Moränensedimenten (Geschiebelehm bzw. Moränenkiese oder – Moränensanden) erfolgen. Eine Krafteinleitungslänge von  $l_0 \geq 5,0$  m ist vorzusehen.

Nach Erfahrungswerten und den Ostermayer-Tabellen können für risseiszeitliche Moränensedimente als Grenzwert der mittleren Mantelreibung  $\tau_M = 140$  kN/m<sup>2</sup> bei Durchführung einer Nachverpressung mittels 2 unterschiedlich tiefgeführter Verpressschläuche im Drittpunkt der Verankerungslänge oder bei Verwendung eines Ankerzementes (z.B. Fa. Schwenk CEM I 42,5 R-HO), der durch spezielle Zusätze eine Expansion des Verpresskörpers bewirkt angenommen werden. Trotz genauer Erkundung und einwandfreier Ankerherstellung ist aufgrund örtlich wechselnder Untergrundverhältnisse und Einflüssen bei der Herstellung ein Sicherheitsbeiwert für den Entwurf einzuhalten. Bei einem berücksichtigten Faktor von 1,30 ergibt sich die abgeminderte Bruchspannung zu  $\tau_M = 105$  kN/m<sup>2</sup>.

Der nachfolgend angegebene charakteristische Herausziehwide-  
stand  $R_{a,k}$  (früher  $F_K$  = Grenz-  
kraft des Verpresskörpers) beziehen sich auf eine Kräfteintragungslänge  $l_0 = 5,0$  m, einen Ver-  
presskörperradius  $d_0 \geq 130$  mm (Fläche Verpresskörper  $\geq 2,04$  m<sup>2</sup>) und Ausführung einer  
Nachverpressung (z. B: mittels 2 unterschiedlich tiefgeführter Verpressschläuche im Drittelpunkt  
der Verankerungslänge bzw. bei Verwendung eines Ankerzementes).

	charakteristischer Herausziehwide- stand $R_{a,k}$ (kN)	Bemessungswert $R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_A$ (kN) <sup>2)</sup>
<b>Moränensedimente</b>	<b>210<sup>1)</sup></b>	<b>190</b>

1)  $R_{a,k} = 105 \text{ kN/m}^2 \times 2,04 \text{ m}^2 \approx 214 \text{ kN}$

2)  $\gamma_A = 1,10$  nach DIN 1054 Tabelle 3

Die angegebenen Ankerkräfte sind auf der Baustelle durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.

Die Prüfkraft  $P_P$  (kN) in der Eignungsprüfung bzw. Abnahmeprüfung ist aus der Bemessungs-  
Beanspruchungen  $E_{a,d}$  (kN) entsprechend  $P_P = 1,1 \times E_{a,d}$  zu ermitteln.

Die Entwurfsregeln nach Ostermayer für die Anordnung von Verpressankern sind zu berücksichti-  
gen.

Stehen in der Gründungssohle bis unter die UK Spundwand grobkörnige Moränensedimente an, ist  
bei einer GW-Absenkung bis zur Baugrubensohle die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch  
nachzuweisen. Wenn die Spundwände zusammen mit einer in Höhe der Baugrubensohle oder  
darunter liegenden, den Wasserzutritt verhindernden Schicht einen geschlossenen Baukörper bil-  
den, dann ist der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Auftrieb bei einer GW-  
Absenkung in der Baugrube zu erbringen.

Da nur mit einem geringen Wasserandrang, wie aus den Pumpversuchen ersichtlich, gerechnet  
werden muss, wird für die Bauzeit die Einrichtung einer offenen Wasserhaltung innerhalb der Bau-  
grubenumschließung vorgeschlagen. Das Grundwasser ist über einzelne Brunnen unterhalb der  
Baugrubensohle zu fassen. Gegebenenfalls sind Drainageleitungen als Zuleitungen des Grund-  
wassers zu den Brunnen unter der Baugrubensohle zu verlegen. Der Wasserspiegel sollte bis

mindestens 50 cm unter das tiefste Aushubniveau abgesenkt werden. Das Grundwasser ist zu sammeln und über ein Absetzbecken zu leiten, bevor es der Vorflut zugeführt werden kann. Das Wasser kann in eine natürliche Vorflut oder in die Kanalisation abgeleitet werden. Die entsprechenden Einleiterrichtlinien sind hierbei zu beachten.

Um eine Ausspülen von Feinanteilen zu verhindern, sind die Brunnen mit entsprechenden Filtern auszustatten.

Um auf der sicheren Seite zu liegen, wird angenommen, dass die Baugrubensohle bis unter die UK der Spundwandumschließung im Bereich der wasserdurchlässigen Moränensedimente ( $k_f \leq 1 \times 10^{-5}$  m/s) zu liegen kommt und unter Berücksichtigung einer Wasserspiegelabsenkung von ca. 9 m sowie einer Einbindung der Spundwand von  $\geq 3$  m unter die Baugrubensohle wird eine Wasserzufluss aus der Baugrubensohle von ca. 0,03 l/s pro m<sup>2</sup> Baugrubensohle abgeschätzt. Aus Systemundichtigkeiten der Umschließungswand sollte erfahrungsgemäß ein Zuschlag von 0,2 l/s bis 0,5 l/s pro 100 m<sup>2</sup> benetzter Fläche der Spundwand berücksichtigt werden. Bei genaueren Angaben zur Abmessung des Verbaus und der erforderlichen Verbautiefe sind die Angaben nochmals zu prüfen.

Da die Wasserspiegelabsenkung innerhalb der wasserdichten Baugrubenumschließung ausgeführt wird, kann davon ausgegangen werden, dass die benachbarten Flugzeughangars in einer Entfernung von ca. 40 m nicht beeinflusst werden.

Die Gründung des Pumpwerks und des Regenklärbeckens soll über eine Stahlbetonplatte erfolgen. Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt im Allgemeinen durch das Bettungsmodulverfahren.

Nach dem DIN - Fachbericht 130 "Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen" erfolgt der Berechnungsablauf zur Bestimmung von Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohldrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner

3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ( $EI = 0$ ) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter
4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner
5. Neuberechnung der Bettungsmoduln aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach Anpassung der Bettungsmoduli und ausreichender Übereinstimmung der Vertikalverformungen ist der Nachweis zur Verträglichkeit der Differenzverformungen für die aufgehende Konstruktion durch den Tragwerksplaner zu führen. Als zulässige Winkelverdrehung wird empfohlen, die Angaben nach Skempton/ Mc Donald in den Empfehlungen „Verformungen des Baugrunds bei baulichen Anlagen“ – EVB der DGGT mit heranzuziehen.

Für eine Muldenlagerung werden dort folgende Winkelverdrehungen ausgewiesen:

Grenze für erste Risse in tragenden Wänden	1/300
Sicherheitsgrenze zur Vermeidung jeglicher Risse	1/500
Grenze für setzungempfindliche Maschinen	1/750

Bei einer Sattellagerung sind die angegebenen Werte zu halbieren.

Liegen die genauen Gründungssohlen und Sohlspannungen der geplanten Bauwerke fest, wird ein Startwert für den Bettungsmodul von uns vorgegeben.

Kommt die Gründungssohle der geplanten Bauwerke in den grobkörnigen Moränensedimenten zu liegen, ist diese nach zu verdichten, kommt die Gründungssohle auf bindigen Böden zu liegen, ist die Sohle direkt nach dem Aushub (Aushublöffel mit durchgehender Schneide zur Vermeidung von Auflockerungen) durch eine Sauberkeitsschicht zu schützen.



## 17. **Bebauung Gewerbeflächen**

### 17.1 **Baugruben und Böschungen**

Baugruben für die gewerbliche Bebauung können bis zu einer Böschungshöhe von 5 m und über dem GW-Spiegel bei den anstehenden sehr heterogenen Böden mit einer Böschungsneigung von

$$b \leq 45^\circ$$

angelegt werden. Auf den Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen. Bis mindestens 2 m hinter die Böschungskrone ist diese lastfrei zu halten. Bei hohen Lasten hinter der Böschung (Kran, BE-Fläche usw.) oder bei freien Böschungshöhen von größer 5 m oder wenn oberhalb eine Hang mit einem Böschungswinkel von  $\beta > 10^\circ$  liegt, muss die Standsicherheit der Baugrube über einen rechnerischen Nachweis nach DIN 4084 erbracht werden. Sollen freie Böschungen unterhalb des GW-Spiegels angelegt werden sind Wasserhaltungsmaßnahmen durchzuführen. Bei einer offenen Wasserhaltung sind die Böschungen durch einen Auflastfilter vor dem Ausfließen der schluffigen Feinsande zu schützen. Gegebenenfalls sind flachere Böschungen unter dem GW-Spiegel erforderlich

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind die Baugrubenböschungen mit einer überlappenden und windsicher fixierten Folie abzuhängen. Am Kopf der Böschungen sollte zusätzlich eine Tagwassersperre angeordnet werden.

### 17.2 **Bauwerksgründungen**

Außerhalb von Bereichen mit stark kompressiblen organischen Schichten im Untergrund können die gewerblichen Gebäude im Allgemeinen auf Steifen- und Einzelfundamenten und Gründungsplatten gegründet werden. Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Einzel- und Streifenfundamenten bzw. Frostschrüzen von mindestens 0,8 m ist vorzusehen. Um Setzungen aufgrund von Schwinderscheinungen des oberflächennah anstehenden tonigen Bodens durch Austrocknung möglichst zu vermeiden, ist eine Einbindung der außenliegenden Fundamente von mindesten 1,4 m unter GOK vorzusehen. Sind organische Schichten im Untergrund vorhanden sind diese unter der Gründungssohle auszutauschen oder sind die Gründungskörper durch z.B. Brunnen Gründungen auf den tragfähigen Untergrund zu führen.

Aufgrund der angetroffenen Heterogenität der anstehenden Böden im Baufeld wird dringend angeraten, für jedes einzelne Bauvorhaben im Hinblick auf die spezifischen lokalen Verhältnisse eine gesonderte Baugrunduntersuchung auszuführen. Sämtliche Angaben zur Gründung sind auf die konkreten Planungen und Gebäudeabmessungen und -art abzustimmen und sind insbesondere hinsichtlich der Verträglichkeit der Setzungen usw. zu prüfen. Mischgründungen in unterschiedlichen Schichten sollten vermieden werden.

Für eine Vordimensionierung einer Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in den oberflächennah anstehenden Fließerden bei mindestens steifer Konsistenz wird unter Berücksichtigung einer Fundamenteinbindung von mindesten 0,8 m unter GOK und einer Mindestfundamentbreite von Streifenfundamenten von  $b$  bzw.  $b' \geq 0,5$  m sowie von Einzelfundamenten von  $b$  bzw.  $b' \geq 0,8$  m ein aufnehmbarer Sohldruck von  $\sigma_{zul} = 130$  kN/m<sup>2</sup> angegeben.

Für eine Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in den risseiszeitlichen Moränensedimenten wird für eine Vordimensionierung unter Berücksichtigung einer Fundamenteinbindung von mindesten 0,8 m unter GOK bzw. Bodenplatte und einer Mindestfundamentbreite von Streifenfundamenten von  $b$  bzw.  $b' \geq 0,5$  m sowie von Einzelfundamenten von  $b$  bzw.  $b' \geq 0,8$  m ein aufnehmbarer Sohldruck von  $\sigma_{zul} = 200$  kN/m<sup>2</sup> angegeben. Weiche bindige Geschiebelehme unter der Gründungssohle sind durch Magerbeton zu ersetzen.

Bei Ansatz der angegebenen aufnehmbaren Sohldrücke sind abhängig vom Anteil der überwiegend ständigen und damit setzungswirksamen Lasten Setzungen von ca. 1 bis 3 cm Setzungen zu erwarten.

Erfahrungsgemäß können durch bauwerksspezifische Baugrunderkundungen deutlich höhere aufnehmbare Sohldrücke zugelassen werden.

Plattengründungen führen erfahrungsgemäß zu einer besseren Lastverteilung und somit zu einer Verringerung bauwerksschädlicher Setzungsdifferenzen. Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt im Allgemeinen durch das Bettungsmodulverfahren.

Nach dem DIN - Fachbericht 130 "Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen" erfolgt der Berechnungsablauf zur Bestimmung von Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohldrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ( $EI = 0$ ) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter
4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner
5. Neuberechnung der Bettungsmoduln aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach Anpassung der Bettungsmoduli und ausreichender Übereinstimmung der Vertikalverformungen ist der Nachweis zur Verträglichkeit der Differenzverformungen für die aufgehende Konstruktion durch den Tragwerksplaner zu führen. Als zulässige Winkelverdrehung wird empfohlen, die Angaben nach Skempton/ Mc Donald in den Empfehlungen „Verformungen des Baugrunds bei baulichen Anlagen“ – EVB der DGGT mit heranzuziehen.

Für eine Muldenlagerung werden dort folgende Winkelverdrehungen ausgewiesen:

Grenze für erste Risse in tragenden Wänden	1/300
Sicherheitsgrenze zur Vermeidung jeglicher Risse	1/500
Grenze für setzungsempfindliche Maschinen	1/750

Bei einer Sattellagerung sind die angegeben Werte zu halbieren.

Um einen Startwert für den Bettungsmodul festlegen zu können ist eine bauwerksspezifische Baugrunderkundung notwendig.

Kommt die Baugrubensohle in den anstehenden bindigen Böden zu liegen ist der Aushub bei möglichst trockener Witterung auszuführen oder es wird empfohlen eine Planumsschutzschicht von ca. 25 cm zum Schutz der Baugrubensohle zu belassen. Die Gründungssohle von Einzel- und Streifenfundamenten ist sofort nach dem Aushub (Aushublöffel mit durchgehender Schneide zur Vermeidung von Auflockerungen) mit einer Sauberkeitsschicht zu schützen.

### 17.3 Schutz von Bauwerken vor Durchfeuchtung

Entsprechend Kapitel 7 kann das Grundwasser bis zur Geländeoberkante ansteigen. Somit muss je nach Höhenlage des Gründungsniveaus von einer ständigen bzw. zeitweisen Einbindung von Bauwerken in das Grundwasser ausgegangen werden. Des Weiteren ist mit kapillar aufsteigendem Wasser zu rechnen.

Bindet das Bauwerk ständig in das Grundwasser ein bzw. dürfen bei einer temporären Einbindung des Bauwerks in das Grundwasser keine Dränagemaßnahmen aufgrund behördlicher bzw. waserrechtlicher Auflagen durchgeführt werden, ist eine Abdichtung gegen drückendes Wasser nach DIN 18195, Teil 6 auszubilden.

Bei einer nur zeitweisen Einbindung des Bauwerks kann zur Sicherung der Bodenplatte gegen Grundwasserspitzenwerte ggf. eine Ringdränage (DN 100) als Sicherheitsdränage außerhalb der Frostschürzen bzw. von Streifenfundamenten verlegt werden. Die Dränsohle der Dränrohre sollte hierbei an ihrem Hochpunkt mindestens  $\geq 0,2$  m unter UK Bodenplatte liegen. Unter der Bodenplatte sollte ein Flächendrän sowie eine kapillarbrechende Schicht aus Kies der Körnung 4/8 mm mit einer Mindestmächtigkeit von 20 cm ausgebildet werden. Unter dem Flächendrän ist ein Trenn- und Filtervlies der Georobustheitsklasse GRK 2 zu verlegen, um das Eindringen von Feinanteilen aus dem Untergrund in die Dränschicht zu verhindern. Über dem Flächendrän ist eine Kunststoffolie zu verlegen, um das Einschlämmen von Zementsuspension aus dem Betonieren der Sauberkeitsschicht bzw. Bodenplatte zu verhindern. In den Frostschürzen bzw. Streifenfundamenten sind Rohrdurchführungen (DN 100) in einem Abstand von  $a = 4$  m mit Gefälle zur Ringdränage auszubilden, um aufsteigendes Wasser unterhalb der Bodenplatte zur Ringdränage abzuleiten. Die Auflagerung der Dränrohre der Ringdränage sollte direkt auf einem Trenn- und Filtervlies (GRK 2) erfolgen. Gegebenenfalls ist eine Sandausgleichsschicht bei unregelmäßiger Grabensohle unter dem Vlies vorzusehen. Die Sickerschicht um die Dränrohre sollte aus Kies der Körnung 4/8 mm

ausgebildet werden. Zur Vermeidung der Einschlammungen von Feinanteilen des anstehenden bindigen Bodens muss die Sickerschicht komplett mit einem Trenn- und Filtevlies (GRK 2) ummantelt werden. Um einen Eintrag von Tagwasser in die Sickerschicht zu verhindern, sollte die an der Oberfläche mit gering wasserdurchlässigem Boden abgedeckt werden.

Davon ausgehend, dass keine behördlichen Auflagen gegen Dränagemaßnahmen nach DIN 4095 sprechen, reicht nach Tabelle 1 der DIN 18195-1 für erdberührte Sohlen und Außenwände eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser nach DIN 18195-4 aus.

#### **17.4 Arbeitsraumverfüllung / Geländeprofilierungen**

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden bei mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von 1 bis 2% der Auffüllhöhe toleriert werden können.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Zugänge, Stellplätze, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare Böden der Verdichtungsklasse V 1 nach ZTV A-StB, wie auch unbelastetes Recycling-Material sowie die anstehenden grobkörnigen Moränersedimente (Feinanteil < 15 %) zu verwenden. Die Verdichtung sollte hierbei mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. Um Tagwassereintritte in den Arbeitsraum zu verringern, sollten die außerhalb des Bauwerks und außerhalb von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigen Boden verfüllt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Geländeanschlüpfungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich der Bauwerksgründung zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen können.

## 18. Geländeanschüttungen

Sind Geländeaufschüttungen im Bereich von späteren Gebäuden im geplanten Gewerbegebiet vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit die Konsolidationssetzungen vor Erstellung von Bauwerken abgeklungen sind.

## 19. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149:2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das Baufeld folgende ingenieurgeophysikalische Zuordnung:

Erdbebenzone:	0
Untergrundklasse:	S
Baugrundklasse:	C

## 20. Schlussbemerkungen

Das geologische Modell des Baugrunds resultiert aus punktuellen Aufschlüssen im Bereich der geplanten Infrastrukturbauten und ist Ergebnis einer durchgeführten Interpolation. Abweichungen zwischen Modell und örtlicher Situation sind daher möglich und werden aufgrund der Heterogenität des angetroffenen Baugrundes erwartet. Treten von den beschriebenen Baugrund- und Grundwasserhältnissen wesentliche Abweichungen auf, ist der Baugrundgutachter umgehend zu informieren.

Um Schäden im Straßenbereich der geplanten Nordwestumfahrung, die beidseitig durch das geplante Gewerbegebiet "Flugplatz" eingeschlossen wird, zu vermeiden, sind die Baumaßnahmen, der Ablauf der einzelnen Baumaßnahmen und deren gegenseitige Beeinflussung im Vorfeld abzustimmen. Durch den Rückbau von landwirtschaftlichen Drängen kann es zu einem Wasseranstieg im Baufeld kommen. Ein Wasseranstieg führt erfahrungsgemäß nicht zu größeren Verformungen. Eine Grundwasserabsenkung kann dagegen bei den anstehenden Böden zu erheblichen Verformungen im Untergrund führen. Geländeaufschüttungen neben Straßen über das ehemalige Geländeniveau können ebenfalls zu Schäden in diesen führen. Es wird empfohlen die vorhandenen

Dränagen möglichst zu erhalten und nach baulichen Eingriffen wieder zu verbinden bzw. gleichwertigen Ersatz zu schaffen. Bei der Verwendung von grobkörnigem Verfüllmaterial zur Kanalgrabenverfüllung wird der Einbau von gering wasserdurchlässigen Querschotts empfohlen, um das Grundwasser nicht maßgebend zu beeinflussen.

Für den Erdbau (Kanal- und Straßenbau) wird empfohlen, eine Fremdüberwachung, insbesondere bei Bodenverbesserungsmaßnahmen, zur Beratung, Prüfung (Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen) und Qualitätssicherung mit einzuschalten. Eigenüberwachungsmaßnahmen der ausführenden Firma stellen erfahrungsgemäß keine verlässliche Qualitätskontrolle für den Bauherrn dar.

Sofern noch Fragen zum Gutachten bestehen, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Hinsichtlich weiterführender geotechnischer Fragestellungen wie Gründung einzelner Gebäude, geotechnischen Berechnungen sowie bei der Fremdüberwachung können wir unsere Mitwirkung anbieten.



.....  
(Projektleitung)

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi



.....  
(Projektbearbeitung)

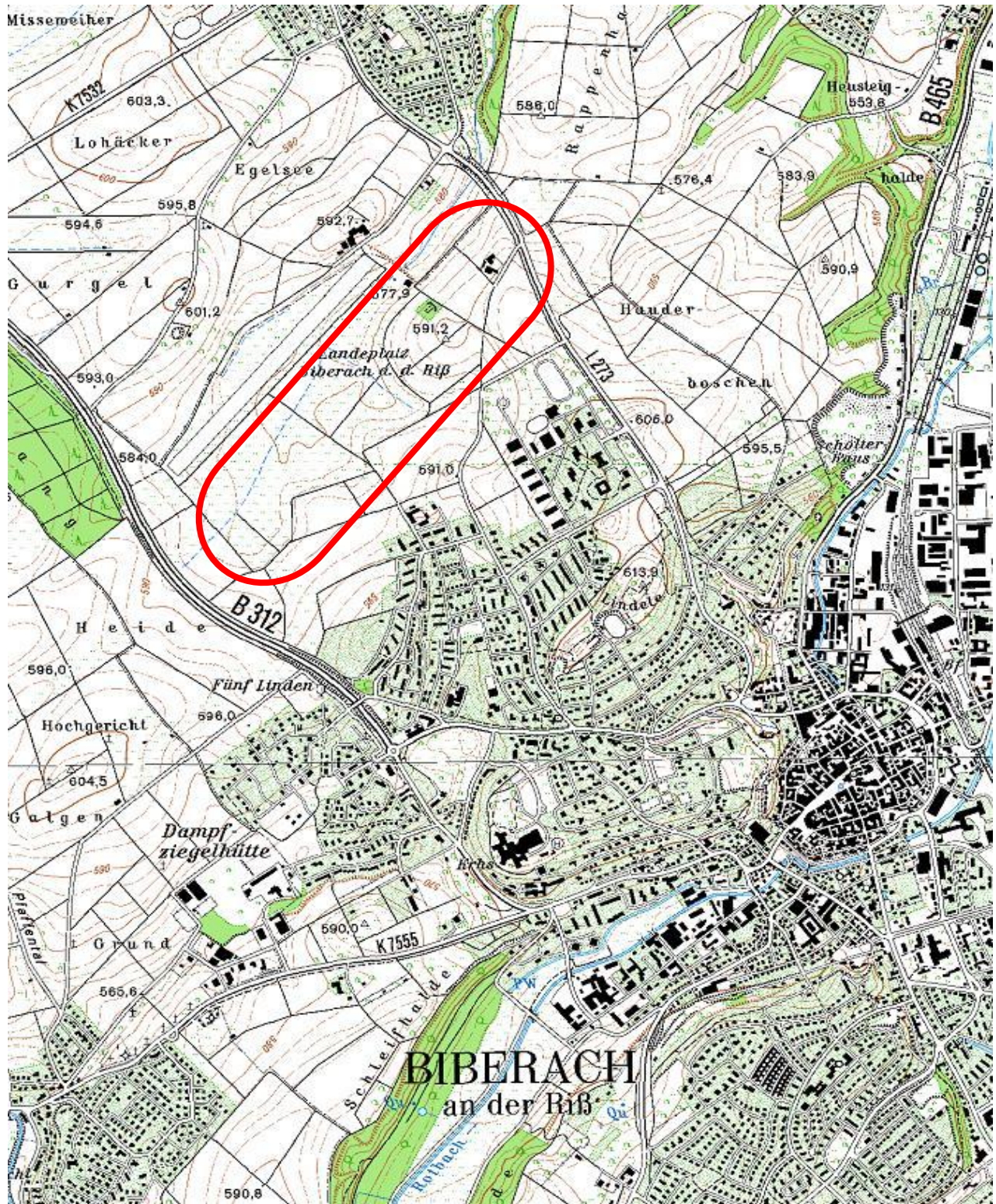
Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle



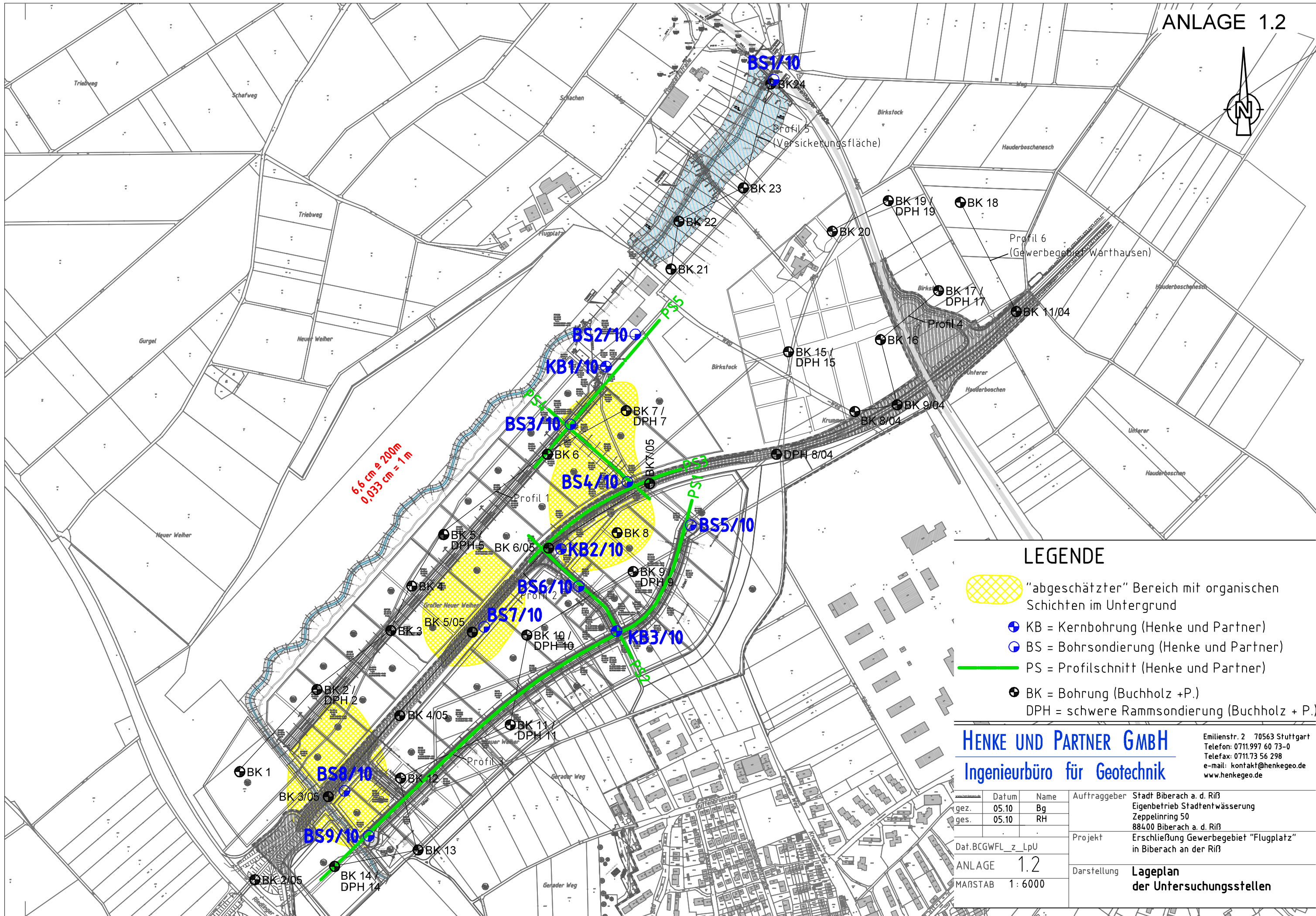
Von der Industrie- und Handelskammer  
Ulm öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Projekt: BV Gewerbegebiet "Flugplatz" in Biberach

Übersichtslageplan:







**LEGENDE**

- "abgeschätzter" Bereich mit organischen Schichten im Untergrund
- KB = Kernbohrung (Henke und Partner)
- BS = Bohrsondierung (Henke und Partner)
- PS = Profilschnitt (Henke und Partner)
- BK = Bohrung (Buchholz +P.)  
DPH = schwere Rammsondierung (Buchholz + P.)

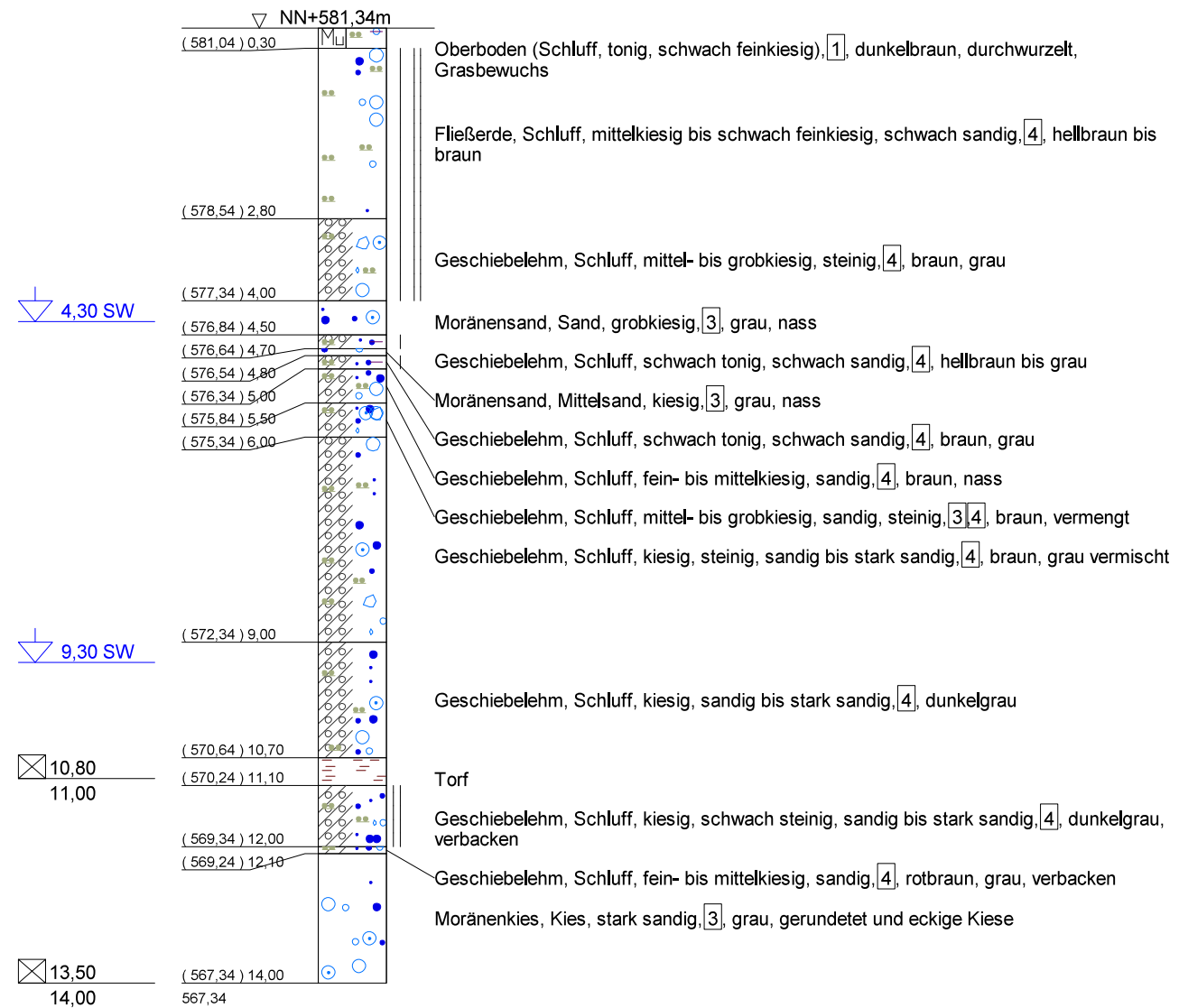
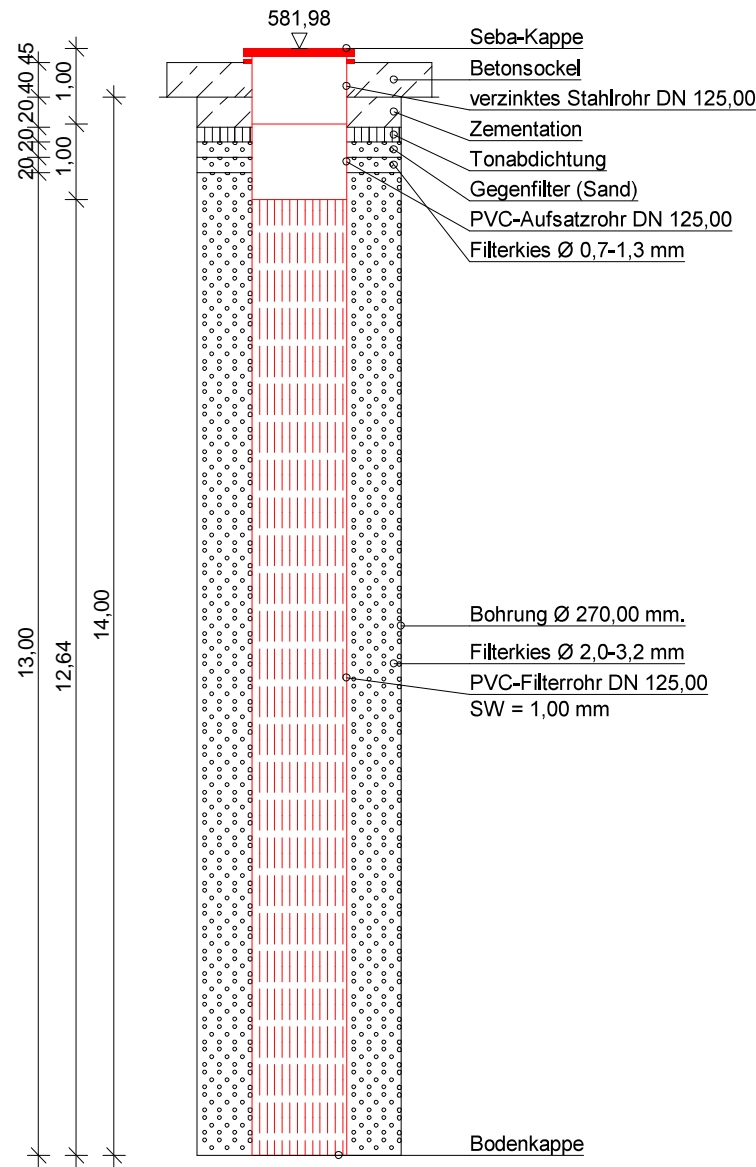
**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart  
Telefon: 0711.997 60 73-0  
Telefax: 0711.73 56 298  
e-mail: kontakt@henkegeo.de  
www.henkegeo.de

Datum	Name	Auftraggeber	Stadt Biberach a. d. Riß Eigenbetrieb Stadtentwässerung Zeppelinring 50 88400 Biberach a. d. Riß
gez. 05.10	Bg	Projekt	
ges. 05.10	RH	Erschließung Gewerbegebiet "Flugplatz" in Biberach an der Riß	
Dat.BCGWFL_z_LpU		Darstellung	Lageplan der Untersuchungsstellen
ANLAGE 1.2			
MAßSTAB 1: 6000			

Pegelausbau

KB1/10

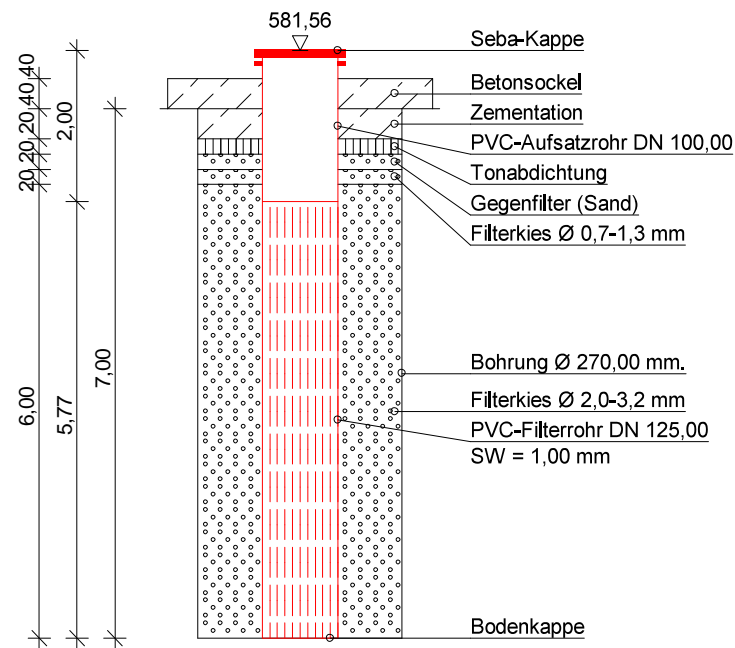


Bauvorhaben:  
**BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach**

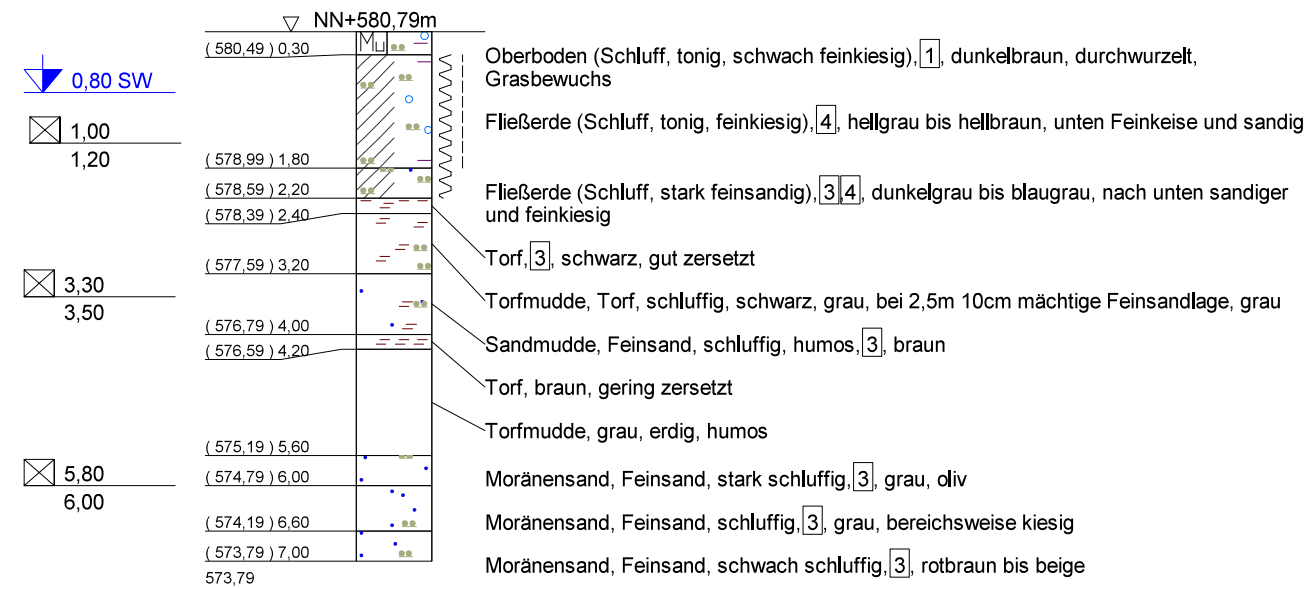
Planbezeichnung:  
**Kernbohrung KB1/10**

Plan-Nr: BCGWFL KB1	Maßstab: 1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Heimann
	Gezeichnet: Hn
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: BCGWFL	

Pegelausbau



KB2/10



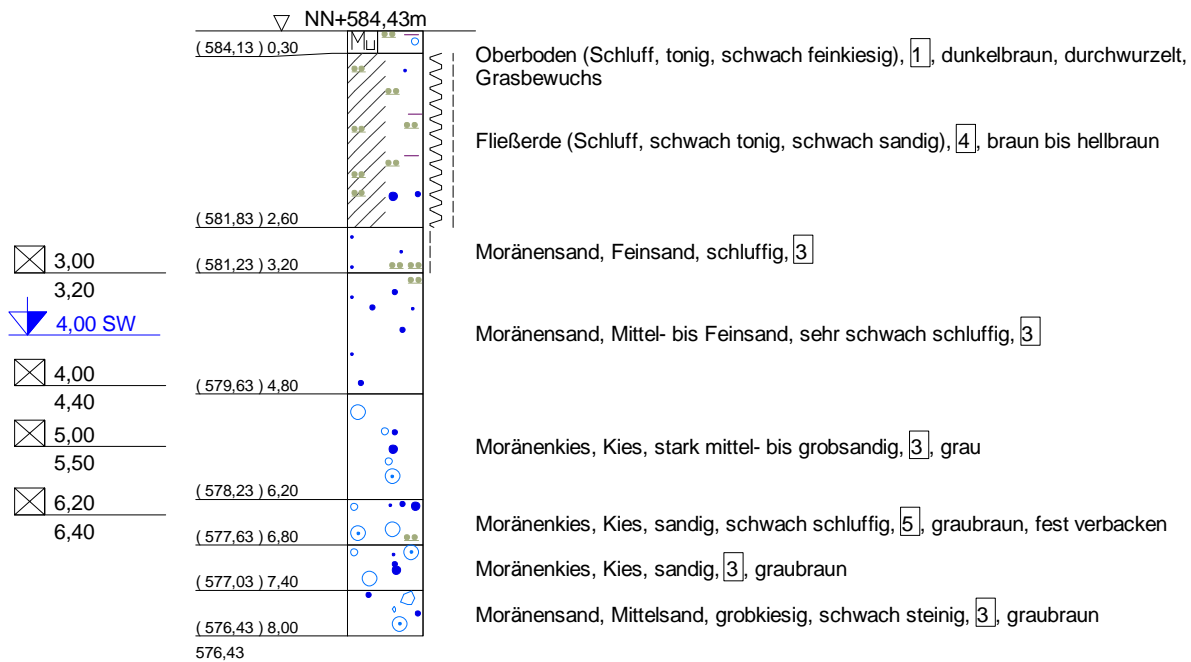
Bauvorhaben:  
**BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach**

Planbezeichnung:  
**Kernbohrung KB2/10**

Plan-Nr: BCGWFL KB2	Maßstab: 1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Heimmann
	Gezeichnet: Hn
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: BCGWFL	

Datum: 24.03.11

KB3/10

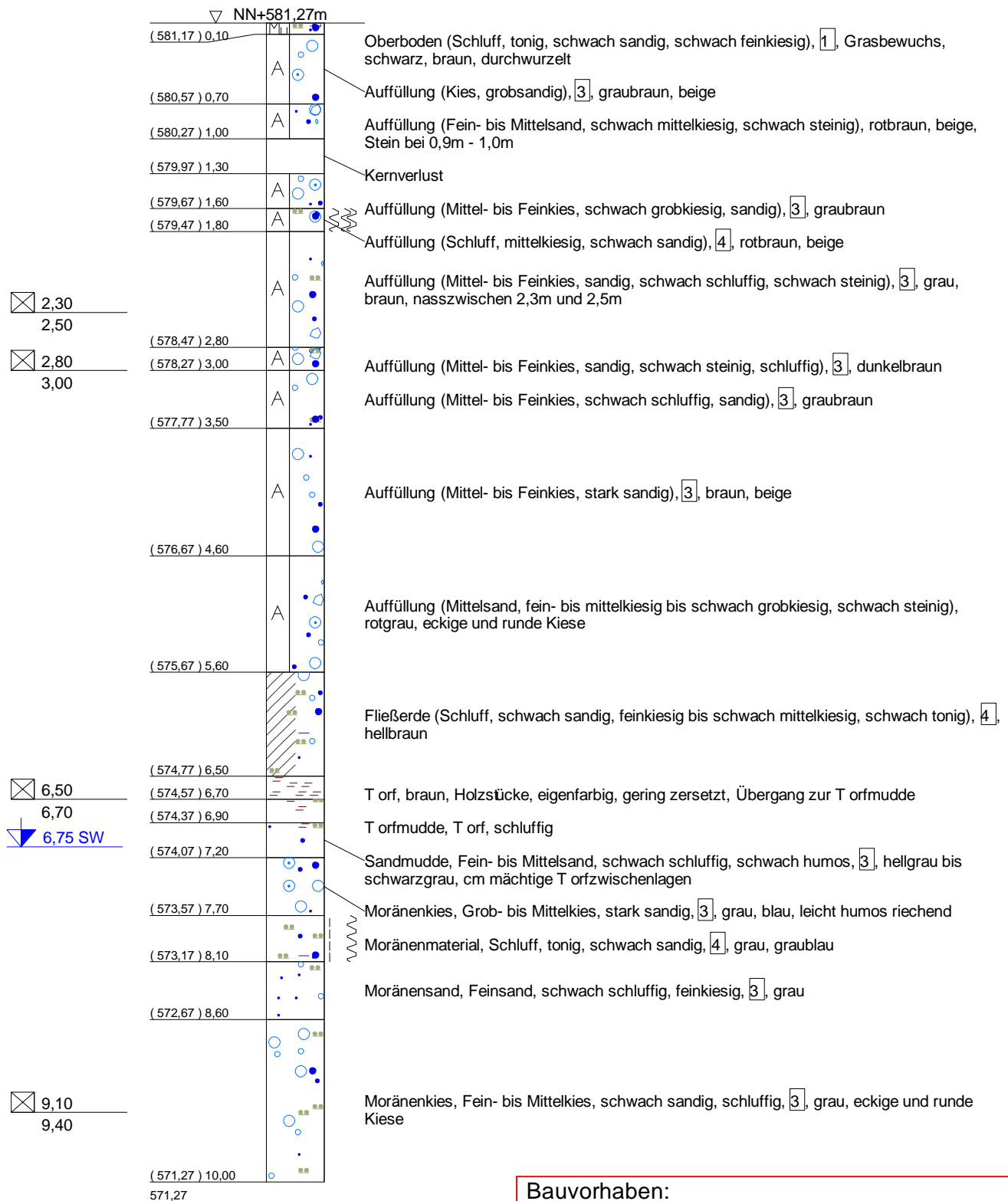


**Bauvorhaben:**  
**BV Gewerbegebiet**  
**am Flughafen von Biberach**

**Planbezeichnung:**  
**Kernbohrung KB3/10**

Plan-Nr: BCGWFL KB3	Maßstab: 1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 071 1 / 73 33 35 Fax: 071 1 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: BCGWFL	

## BS1/10

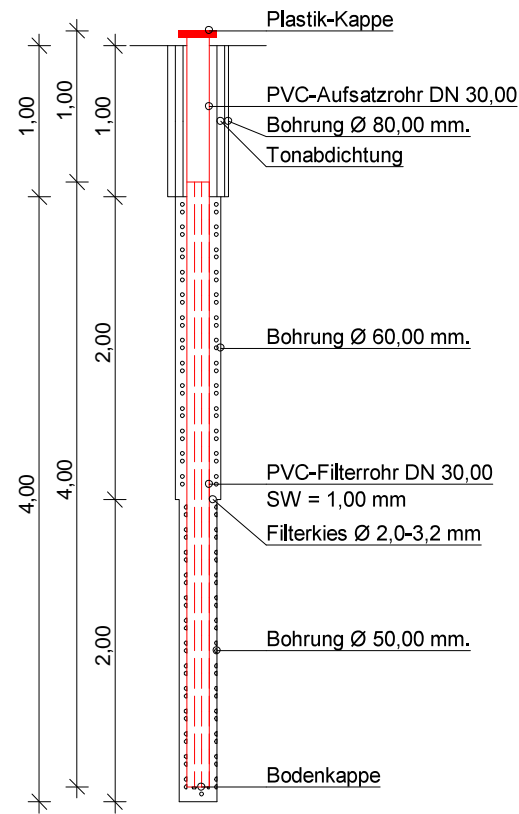


**Bauvorhaben:**  
 BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach

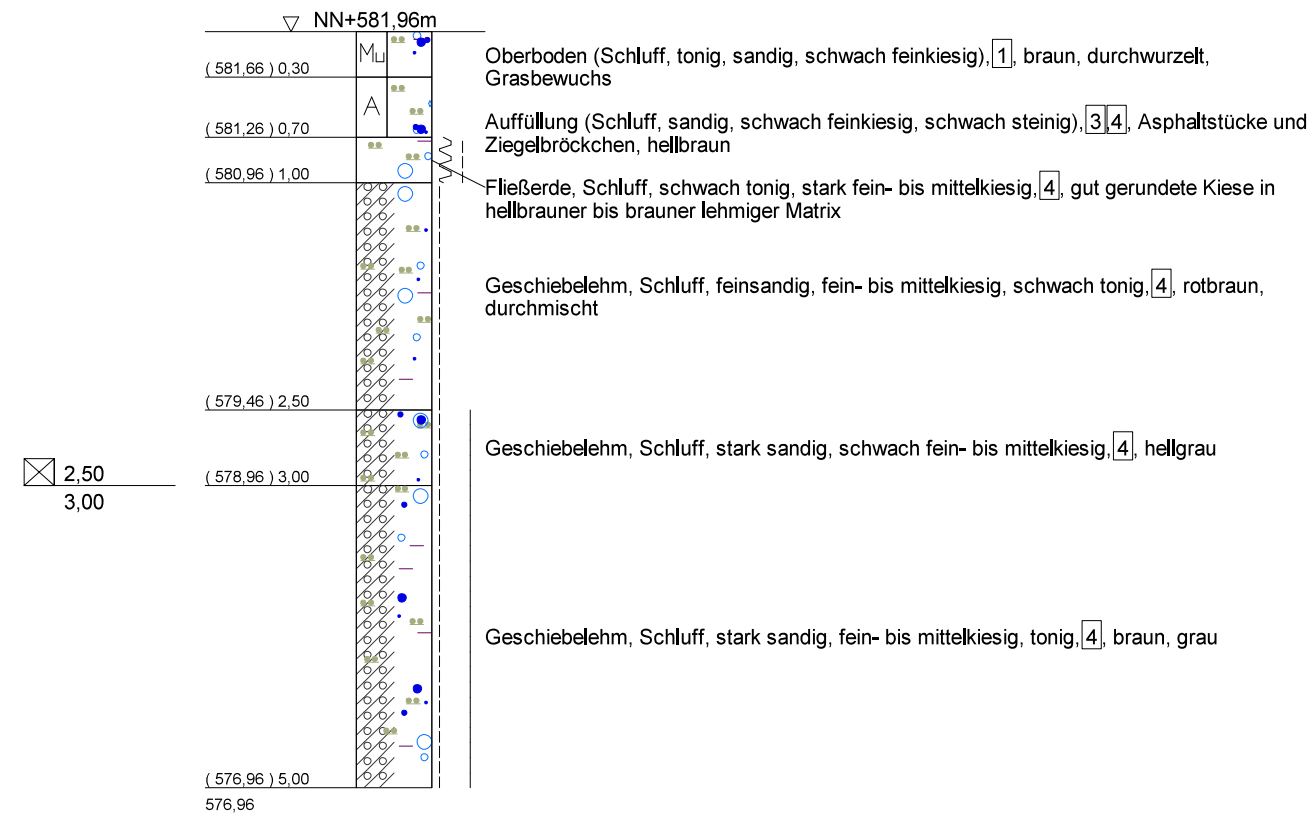
**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung BS1b

Plan-Nr:	BCGWFL BS1b	Maßstab:	1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	Dipl. Geol. A. Heimann	Datum:
	Gezeichnet:	Hn	25.03.10
	Geändert:		
	Gesehen:		
	Projekt-Nr:	BCGWFL	

Pegelausbau



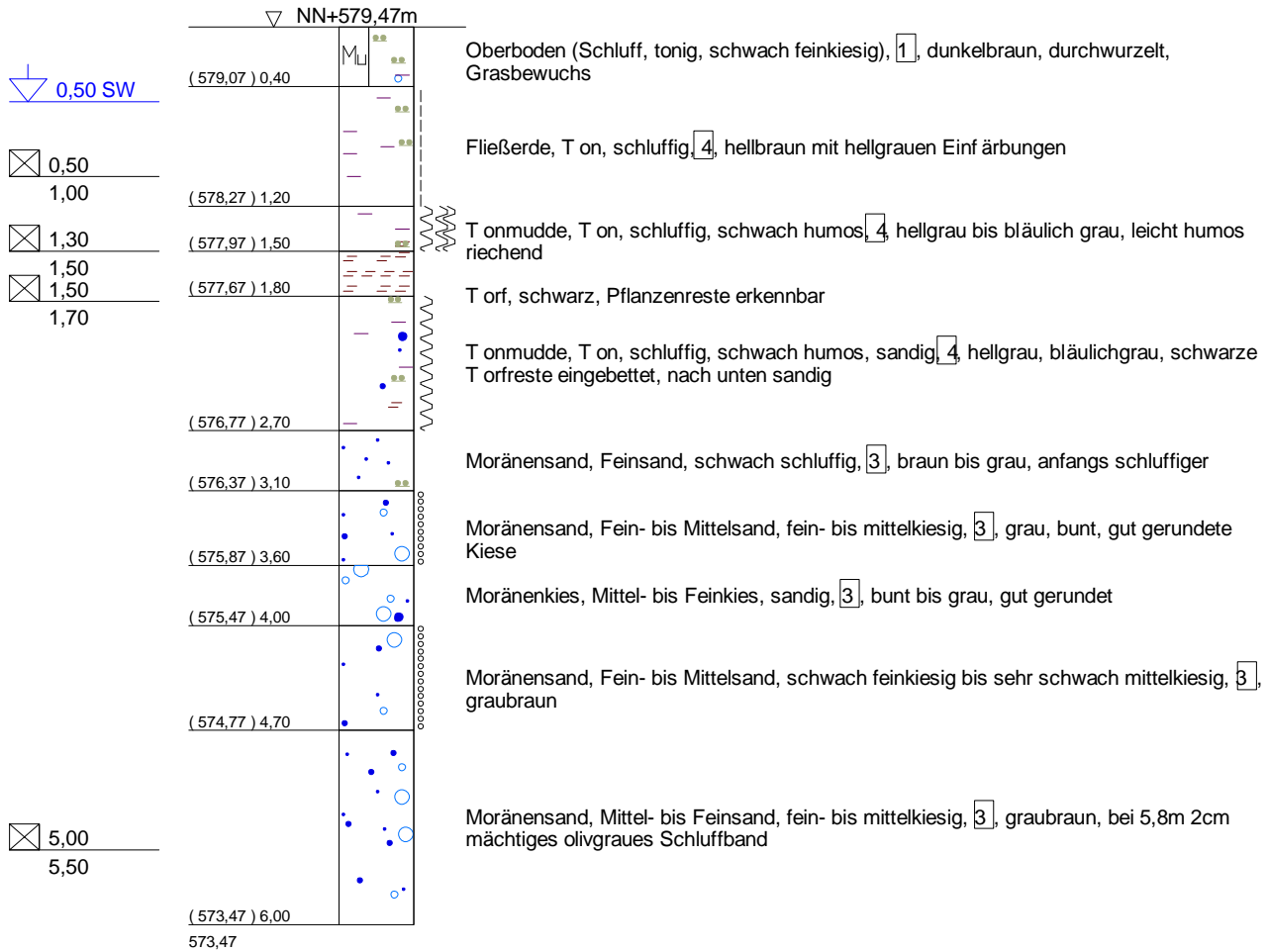
BS2/10



kein GW angetroffen

<b>Bauvorhaben:</b> BV Gewerbegebiet am Flughafen von Biberach		
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung BS2		
Plan-Nr: BCGWFL BS2	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.11
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: BCGWFL		

BS3/10

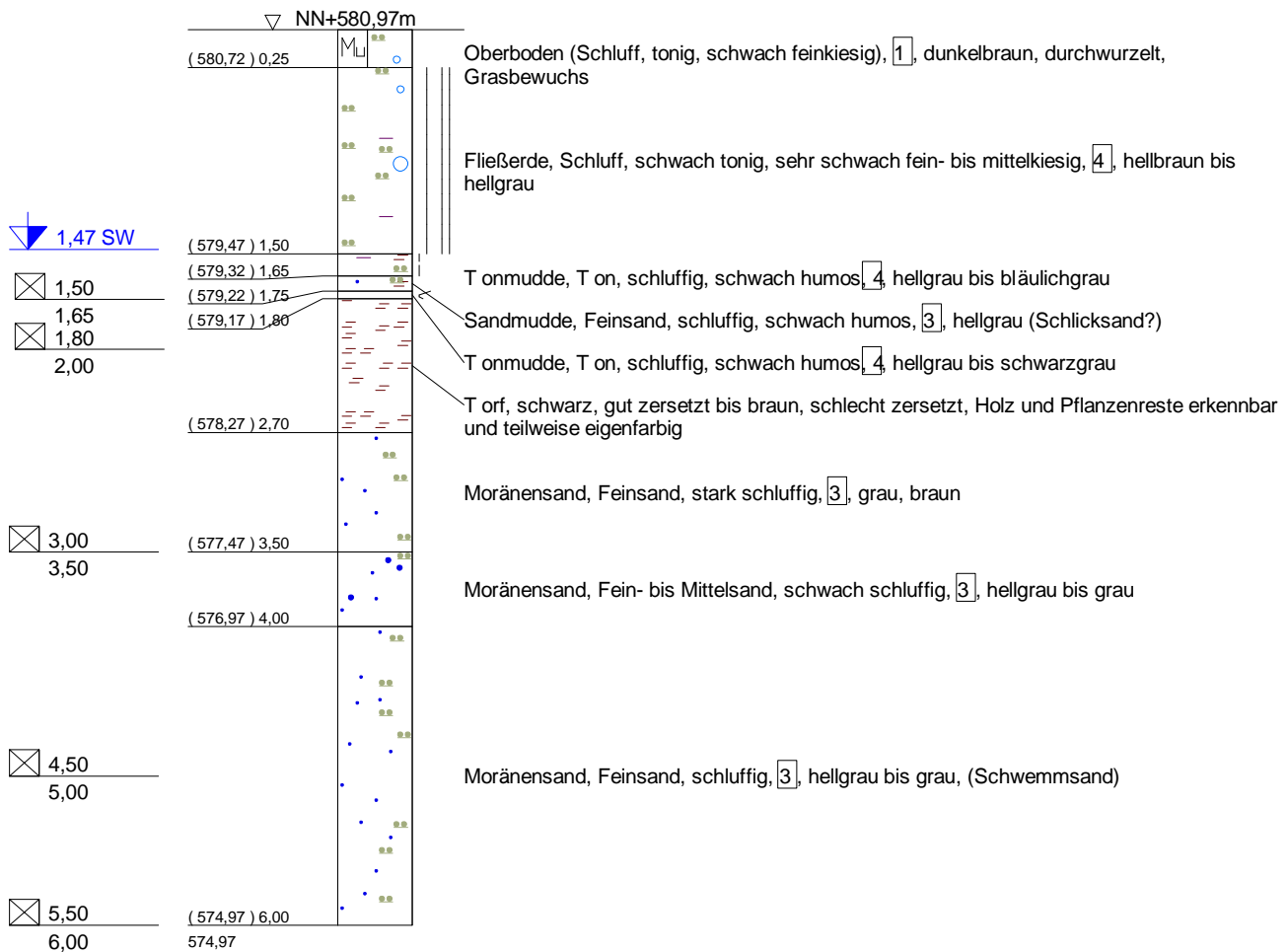


**Bauvorhaben:**  
 BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung BS3

Plan-Nr: BCGWFL BS3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann
	Gezeichnet: Hn
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
	Datum: 24.03.10
	Projekt-Nr: BCGWFL

BS4/10



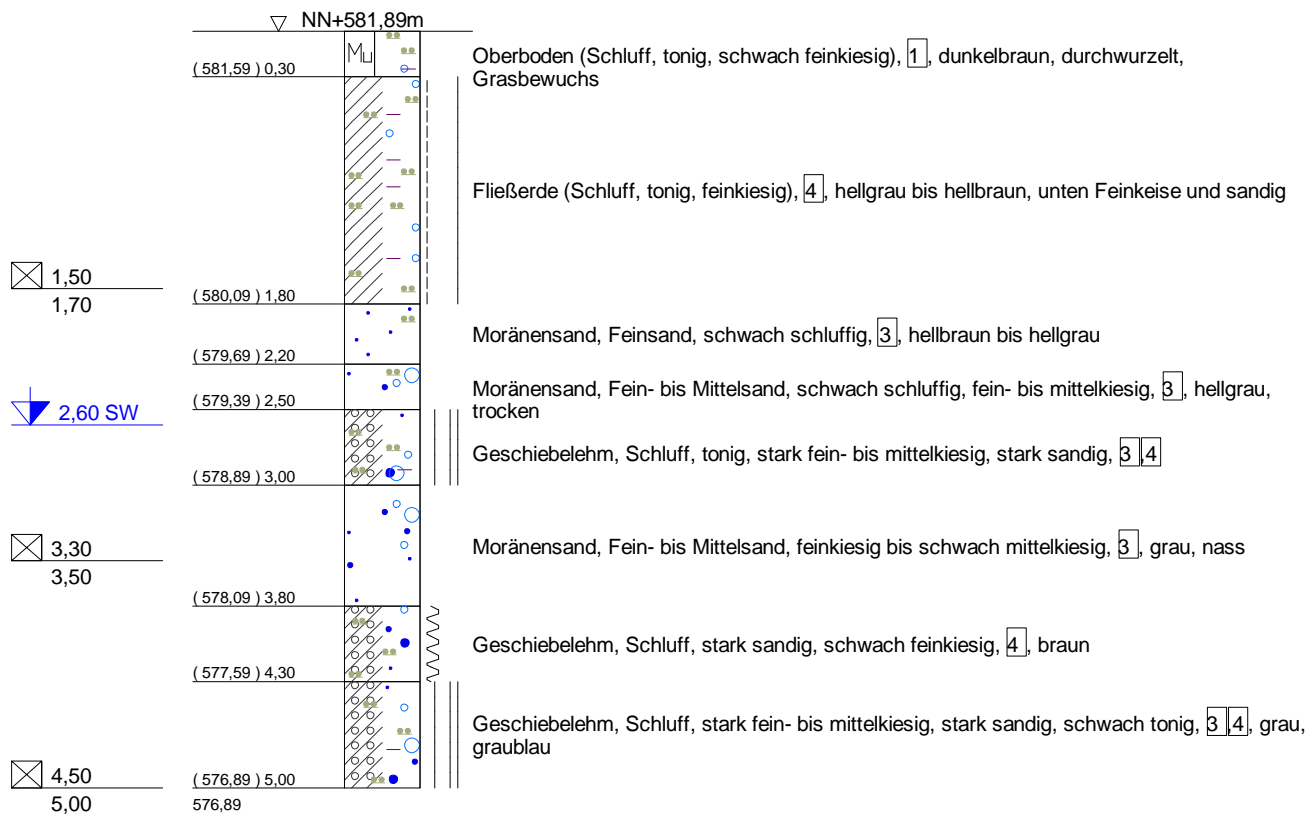
**Bauvorhaben:**  
 BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung BS4

Plan-Nr: BCGWFL BS4	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: BCGWFL	



BS5/10

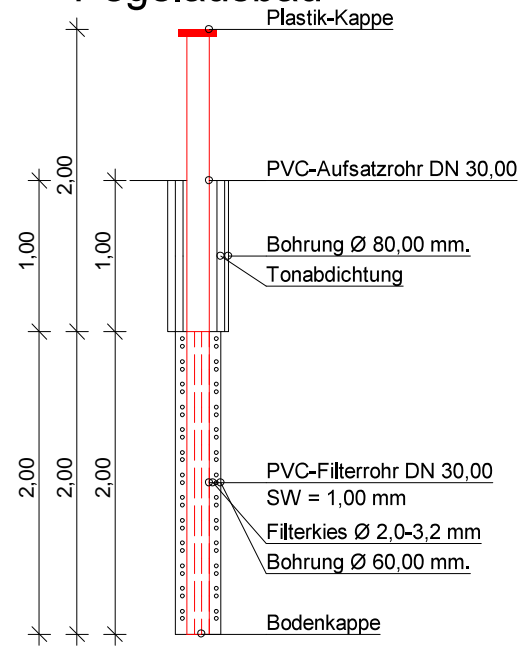


**Bauvorhaben:**  
**BV Gewerbegebiet**  
**am Flughafen von Biberach**

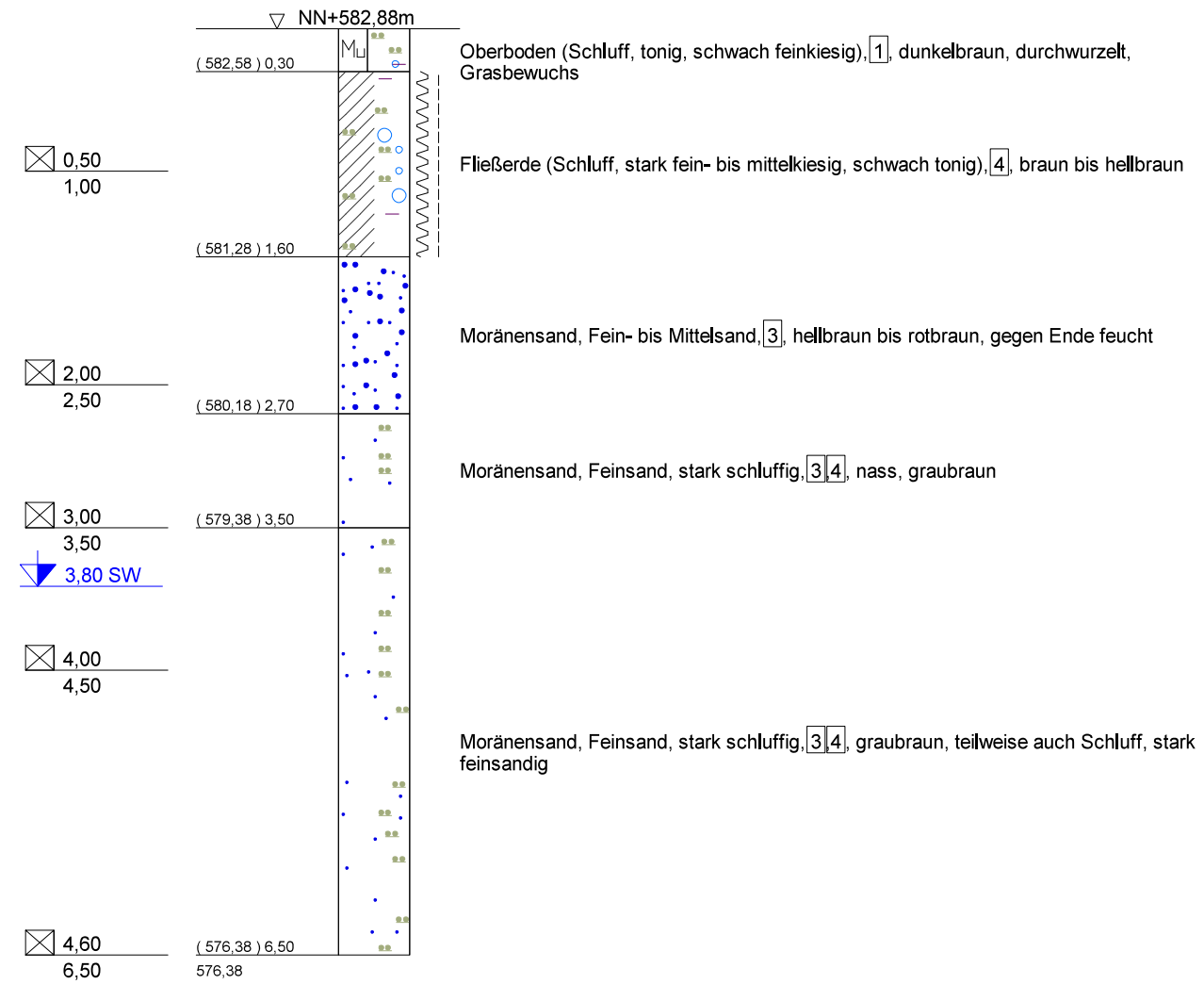
**Planbezeichnung:**  
**Bohrsondierung BS5**

Plan-Nr: BCGWFL BS5	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 071 1 / 73 33 35 Fax: 071 1 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: BCGWFL	

Pegelausbau

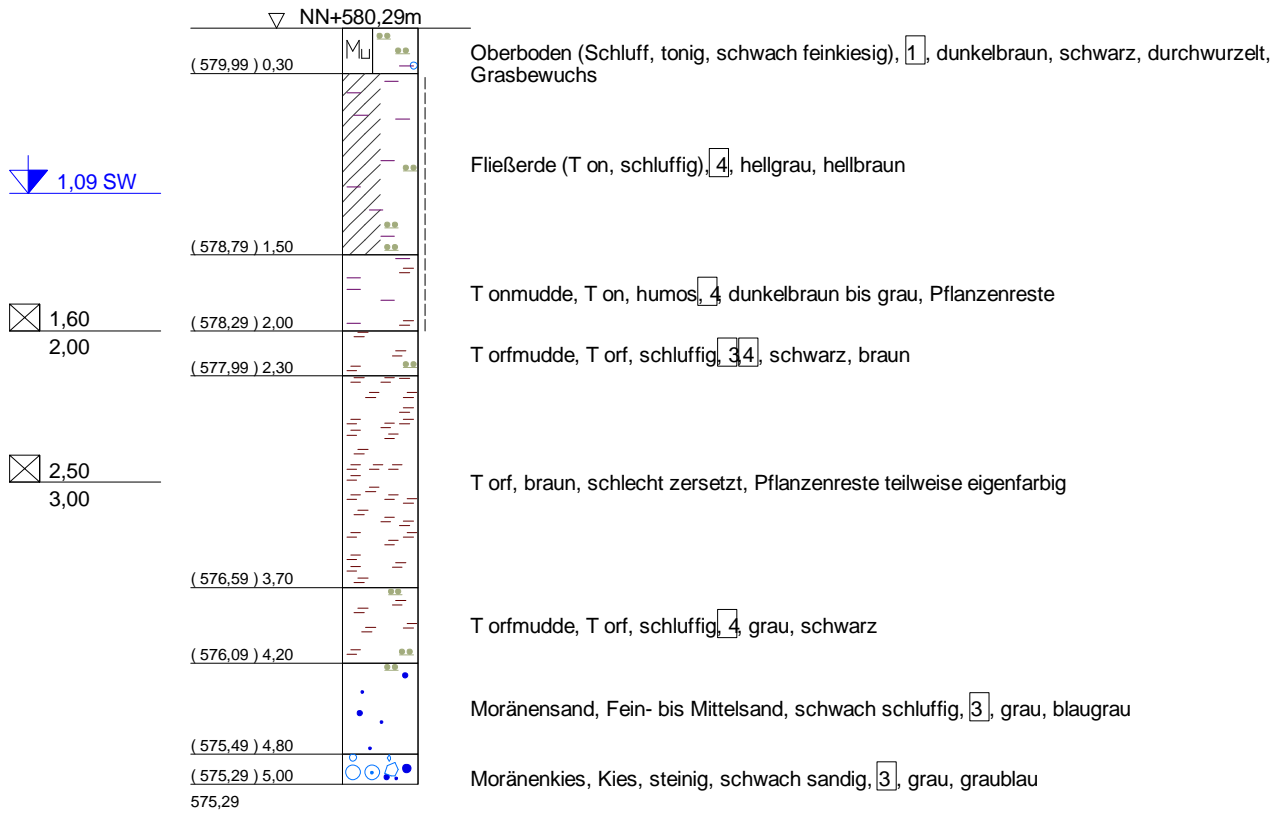


BS6/10



<b>Bauvorhaben:</b> BV Gewerbegebiet am Flughafen von Biberach		
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung BS6		
Plan-Nr: BCGWFL BS6	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.11
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: BCGWFL	

BS7/10

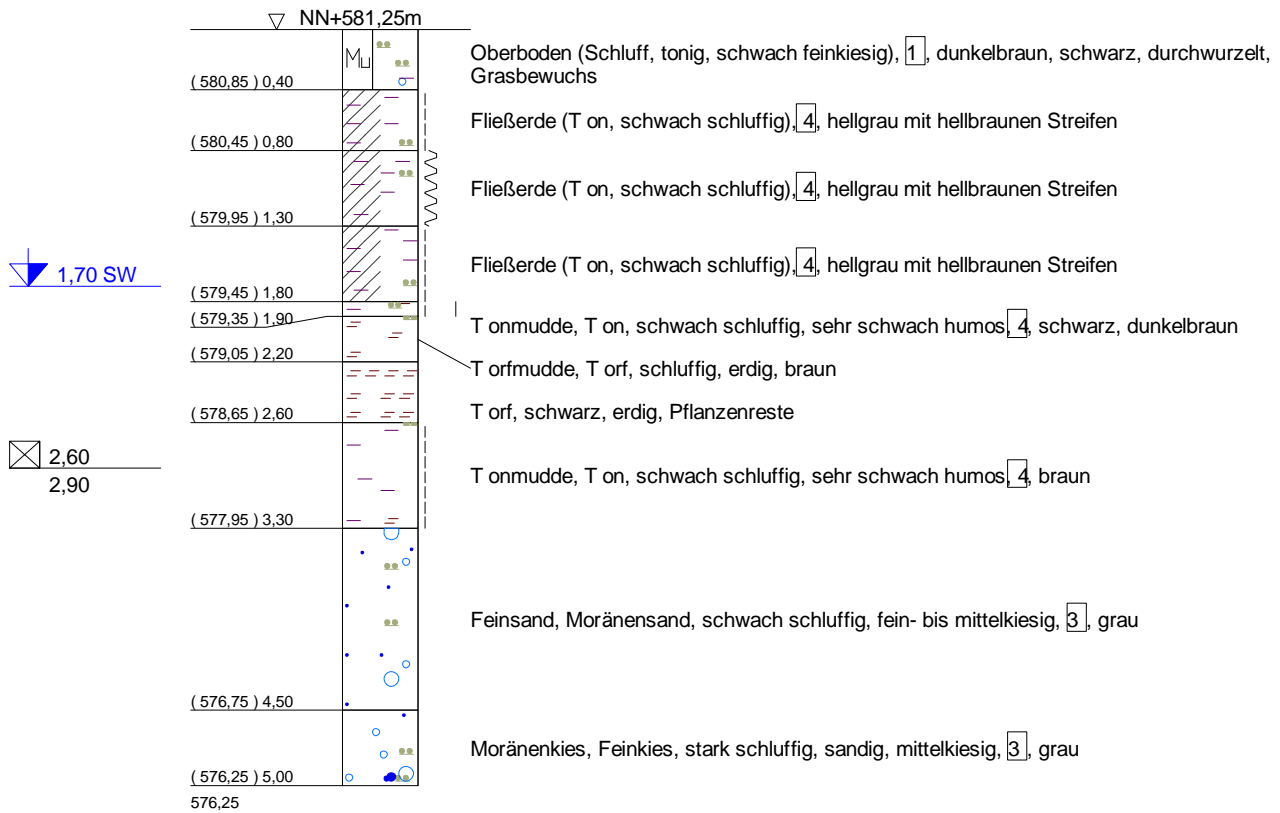


**Bauvorhaben:**  
**BV Gewerbegebiet**  
**am Flughafen von Biberach**

**Planbezeichnung:**  
**Bohrsondierung BS7**

Plan-Nr: BCGWFL BS7	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 071 1 / 73 33 35 Fax: 071 1 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: BCGWFL	

## BS8/10

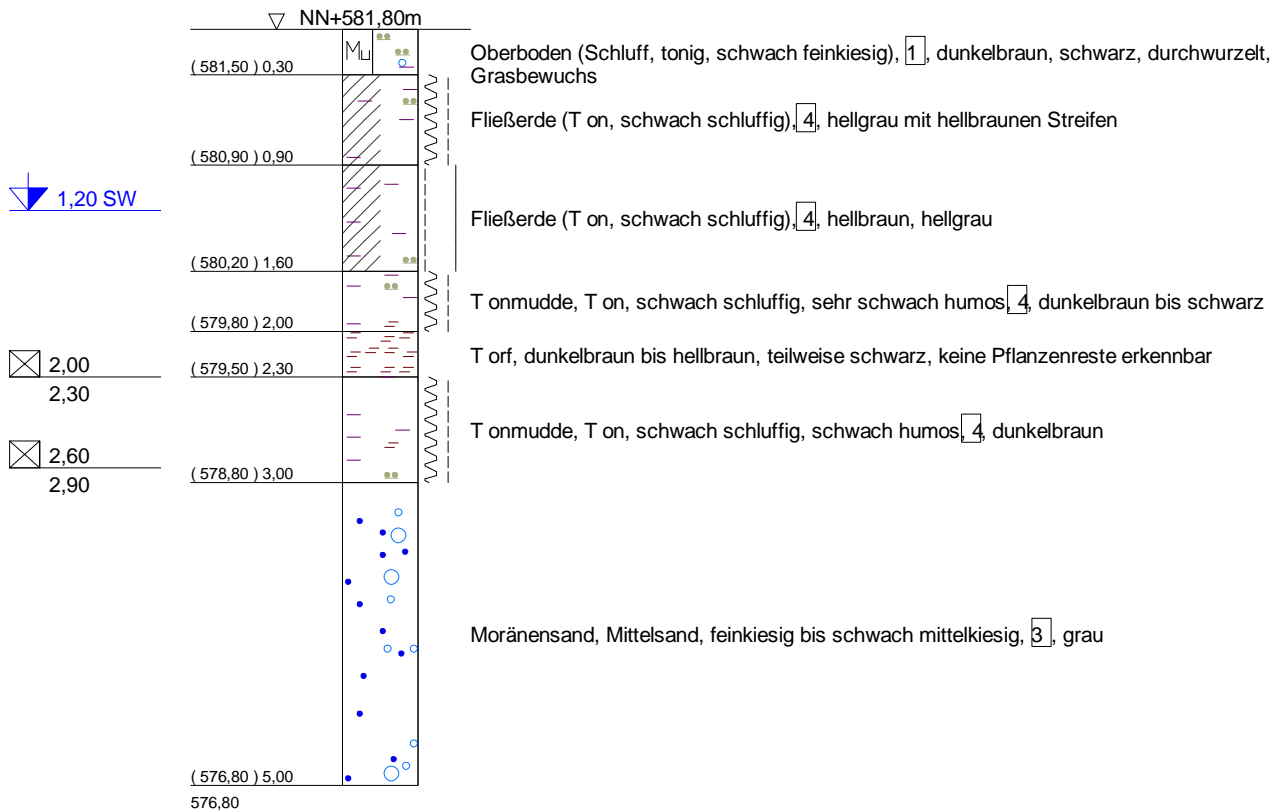


**Bauvorhaben:**  
**BV Gewerbegebiet**  
**am Flughafen von Biberach**

**Planbezeichnung:**  
**Bohrsondierung BS8**

Plan-Nr: BCGWFL BS8	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 071 1 / 73 33 35 Fax: 071 1 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 25.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: BCGWFL		

BS9/10



**Bauvorhaben:**  
 BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung BS9

Plan-Nr: BCGWFL BS9	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 071 1 / 73 33 35 Fax: 071 1 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 25.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: BCGWFL		

## Zeichenerklärung (DIN 4023)

HENKE UND PARTNER GMBH  
Ingenieurbüro für GeotechnikBodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Humus, Torf	humos, torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

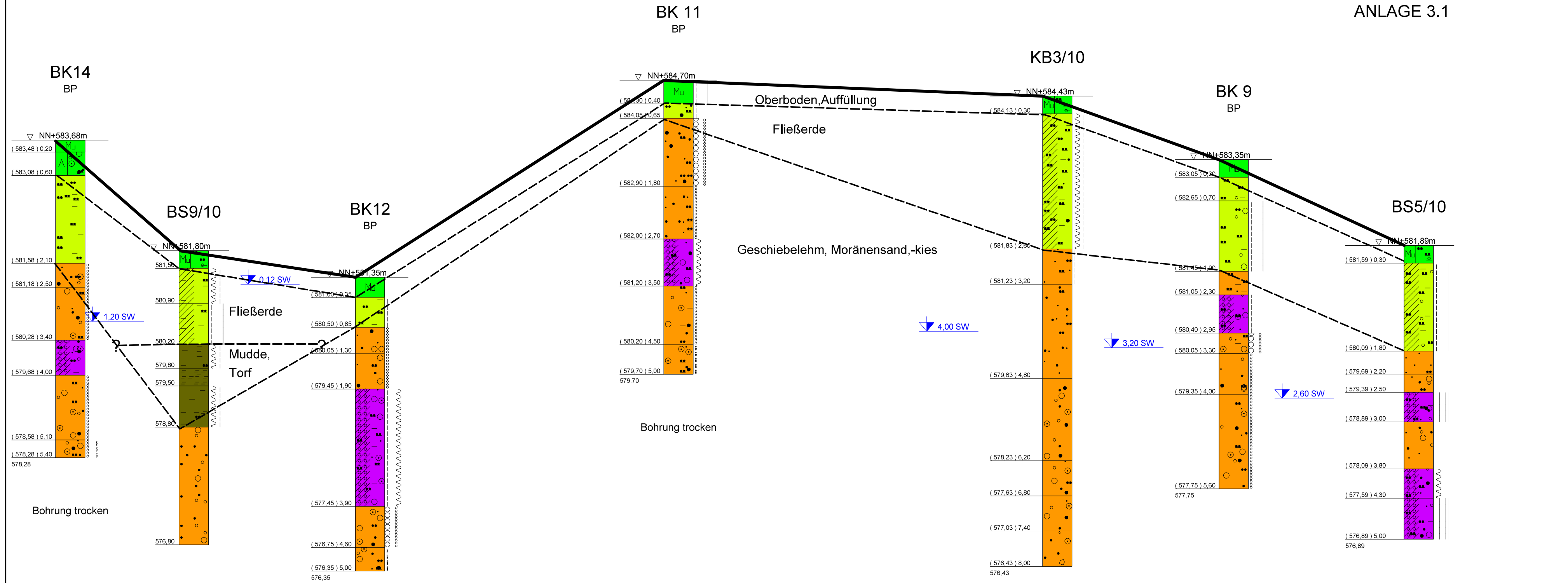
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz

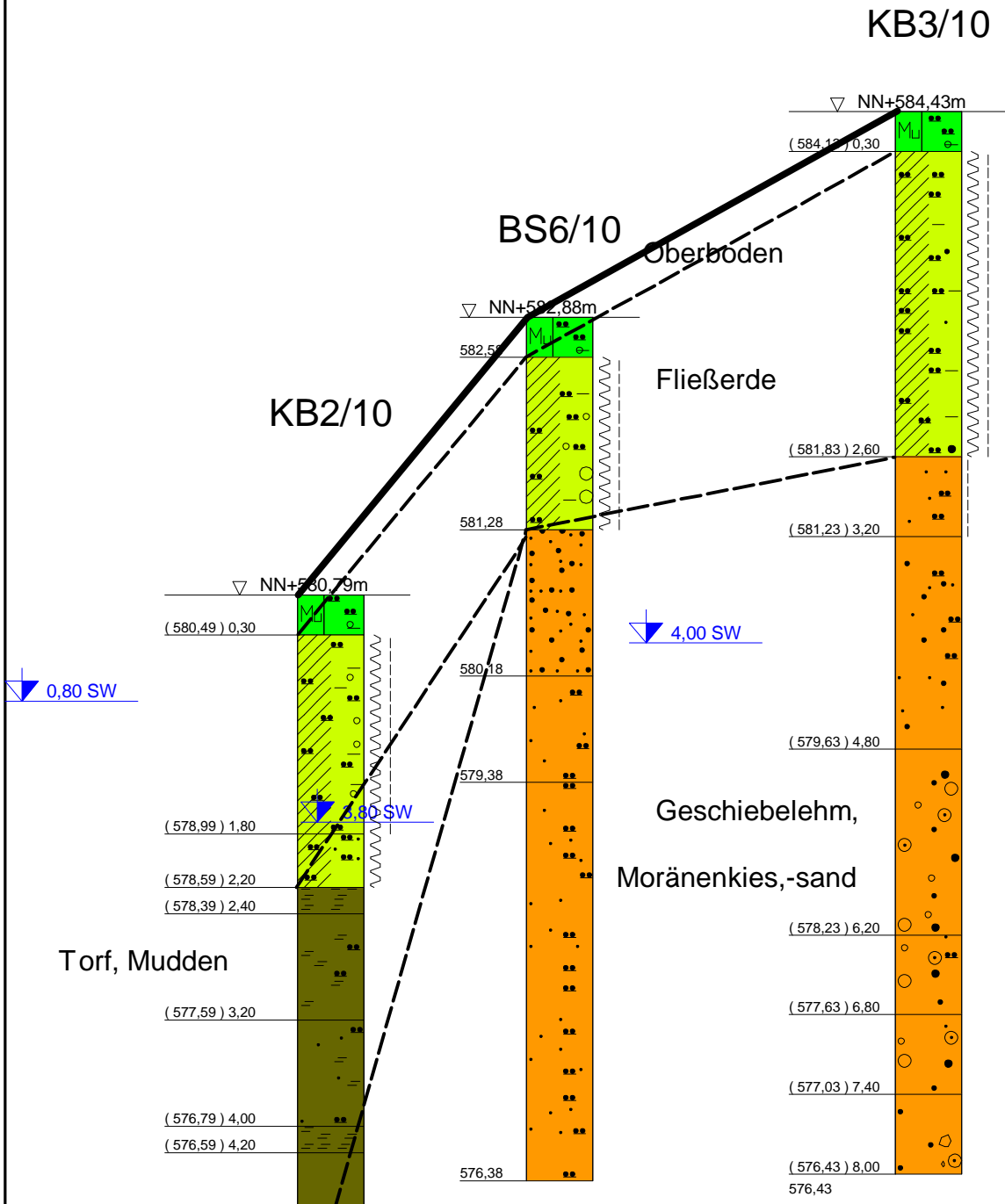
	flüssig		halbfest
	breiig		fest
	weich	∟	klüftig
	steif	∟	stark klüftig, brüchig

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser



<b>Bauvorhaben:</b> BV Gewerbegebiet am Flughafen von Biberach		
<b>Planbezeichnung:</b> Profilschnitt PS1		
Plan-Nr: BCGWFL UPS1	Maßstab: H.1:50, L.1:2000	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 25.03.11
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: BCGWFL		



**Bauvorhaben:**  
 BV Gewerbegebiet  
 am Flughafen von Biberach

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt PS 2

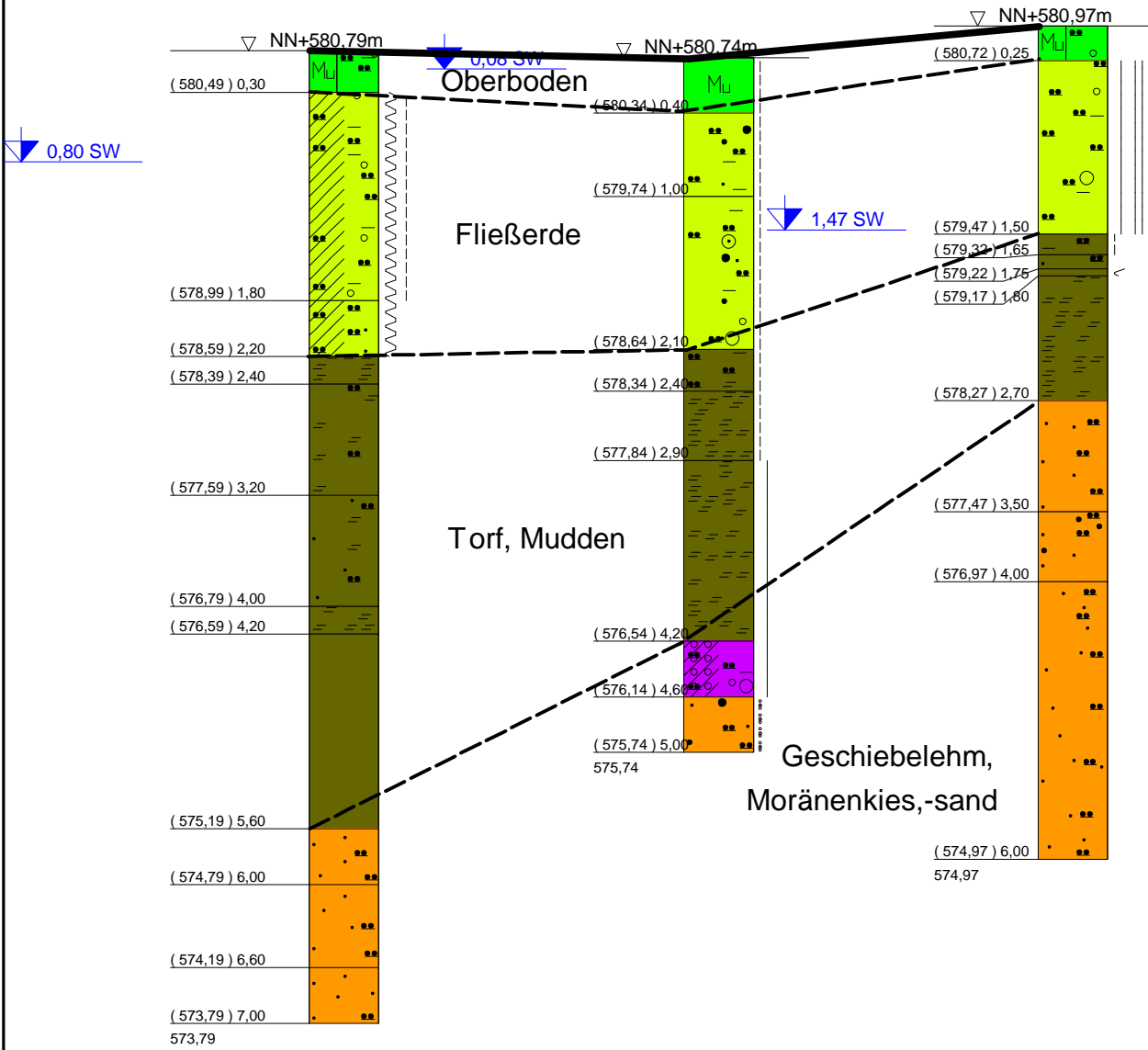
Plan-Nr: BCGWFL PS2	Maßstab: H.1:50;L.1:2000
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann
	Gezeichnet: Hn
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: BCGWFL	Datum: 24.03.11



KB2/10

BK 8  
BP

BS4/10

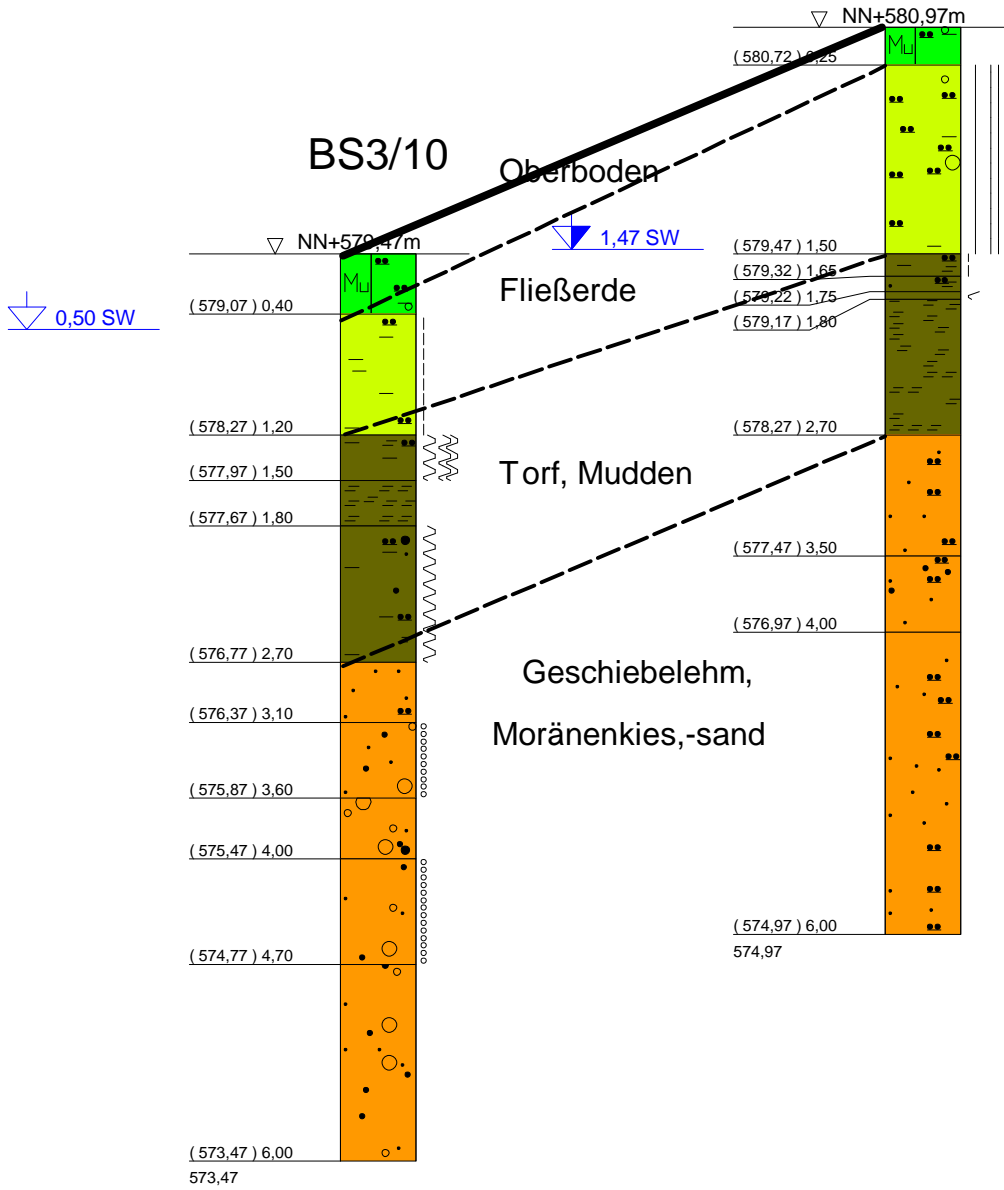


**Bauvorhaben:**  
BV Gewerbegebiet  
am Flughafen von Biberach

**Planbezeichnung:**  
Profilschnitt PS 3

Plan-Nr: BCGWFL PS3	Maßstab: H.1:50;L.1:2000	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: BCGWFL		

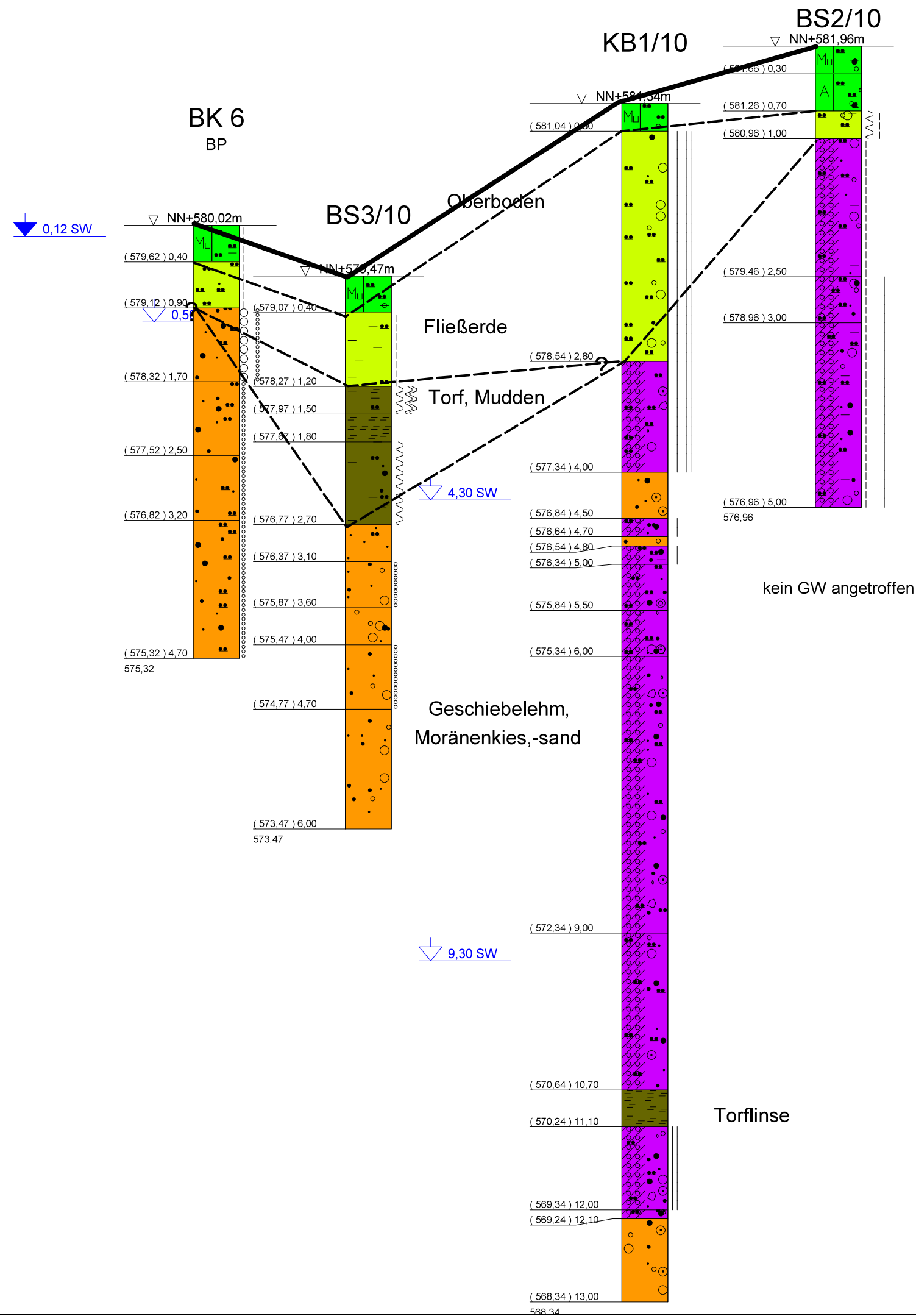
BS4/10



**Bauvorhaben:**  
**BV Gewerbegebiet**  
**am Flughafen von Biberach**

**Planbezeichnung:**  
**Profilschnitt PS 4**

Plan-Nr: BCGWFL PS4	Maßstab: H.1:50;L.1:2000	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl. Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.10
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: BCGWFL		



<b>Bauvorhaben:</b> BV Gewerbegebiet am Flughafen von Biberach		
<b>Planbezeichnung:</b> Profilschnitt PS 5		
Plan-Nr: BCGWFL PS5	Maßstab: H.1:50;L.1:2000	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Heimann	Datum: 24.03.11
	Gezeichnet: Hn	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: BCGWFL		

# Pumpversuchsauswertung

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Biberach, Gewerbegebiet am Flughafen

Meßstelle: KB 1/10

Datum: 26.03.2010

Geländehöhe: 581,34 m ü. NN

Aquifertyp: gespannt

Ruhewasserspiegel: 572,24 m ü. NN

OK Aquifer: 12,10 m u. GOK

UK Aquifer: 14,00 m u. GOK

Aquifermächtigkeit: 1,90 m

Filterstrecke: 14,3 - 11,5 m u. GOK

Q m <sup>3</sup> /s	s m	s <sub>k</sub> m	Δs <sub>k</sub> m	T m <sup>2</sup> /s	k <sub>f</sub> m/s	Auswerteverfahren
4,17E-05			1,35	5,6E-06	3,0E-06	Wiederanstieg nach Theis
4,17E-05	2,56				5,0E-06	Absenkung nach Körner

# Pumpversuch

**HENKE UND PARTNER GMBH**

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Pegel: KB1/10

Anlage 4.1.2

Meßpunkt: POK Höhe M.P. (mü.NN):

Ruhepegel (m ü.NN.): 9,74

Versuchsbeginn

Datum: 26.03.10

Uhrzeit: 12:55

Wiederanstiegsbeginn

Datum: 26.03.10

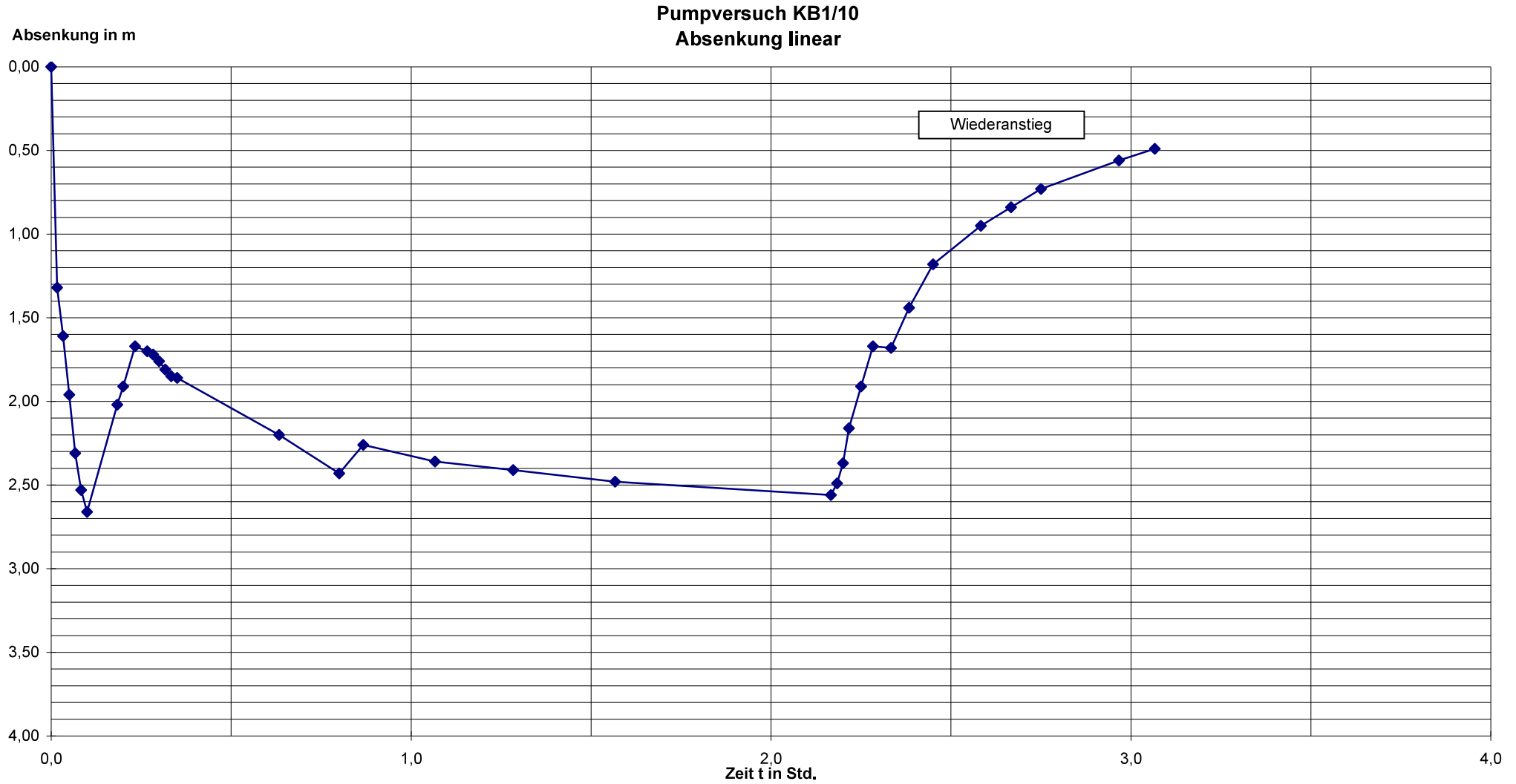
Uhrzeit: 15:07

Datum/Uhrzeit	Dauer hh:mm:ss	Wasserstand unter Messpunkt mNN	Absenkung m	Wasserstand mNN	Zählerstand m³	Menge l	Leistung l/s	T emp. °C	Leitfähigkeit µS/cm	pH-Wert
26.03.2010 12:56	0:00:00	9,74	0,00		405,9590	0				
	0:01:00	11,06	1,32							
	0:02:00	11,35	1,61							
	0:03:00	11,70	1,96							
	0:04:00	12,05	2,31							
	0:05:00	12,27	2,53							
	0:06:00	12,40	2,66		406,2830	324	0,90			
	0:11:00	11,76	2,02							
	0:12:00	11,65	1,91							
	0:14:00	11,41	1,67		406,2830	324	0,39			
	0:16:00	11,44	1,70							
	0:17:00	11,46	1,72							
	0:18:00	11,50	1,76							
	0:19:00	11,55	1,81							
	0:20:00	11,59	1,85							
	0:21:00	11,60	1,86							
	0:38:00	11,94	2,20							
	0:48:00	12,17	2,43							
	0:52:00	12,00	2,26							
	1:04:00	12,10	2,36							
	1:17:00	12,15	2,41							
	1:34:00	12,22	2,48							
	2:10:00	12,30	2,56		406,5500	591	0,04			
	0:00:00	12,30	2,56							
	0:01:00	12,23	2,49							
	0:02:00	12,11	2,37							
	0:03:00	11,90	2,16							
	0:05:00	11,65	1,91							
	0:07:00	11,41	1,67							
	0:10:00	11,42	1,68							
	0:13:00	11,18	1,44							
	0:17:00	10,92	1,18							
	0:25:00	10,69	0,95							
	0:30:00	10,58	0,84							



Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Datum: 26.03.2010

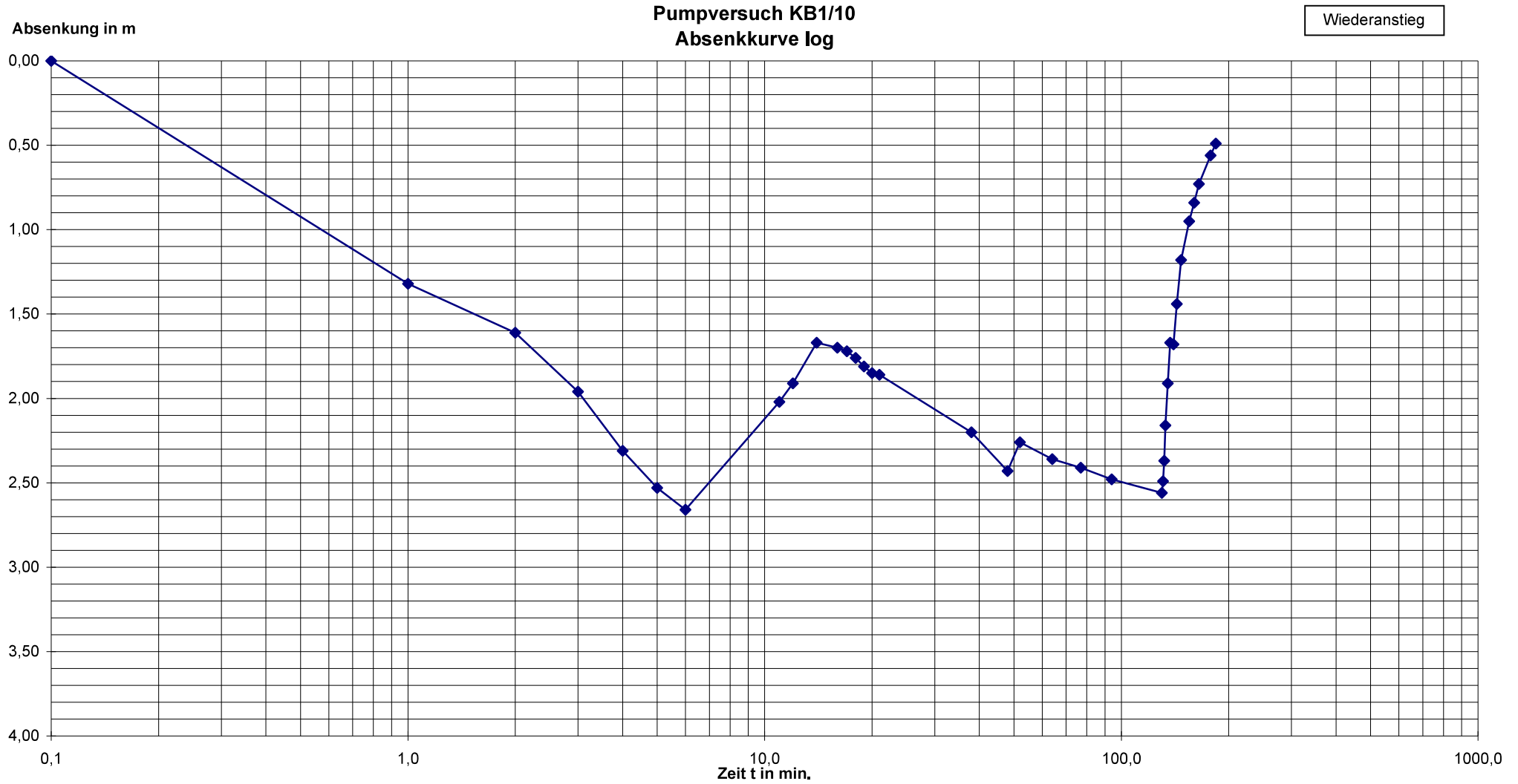


# Pumpversuch

HENKE UND PARTNER GMBH  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Datum: 26.03.2010

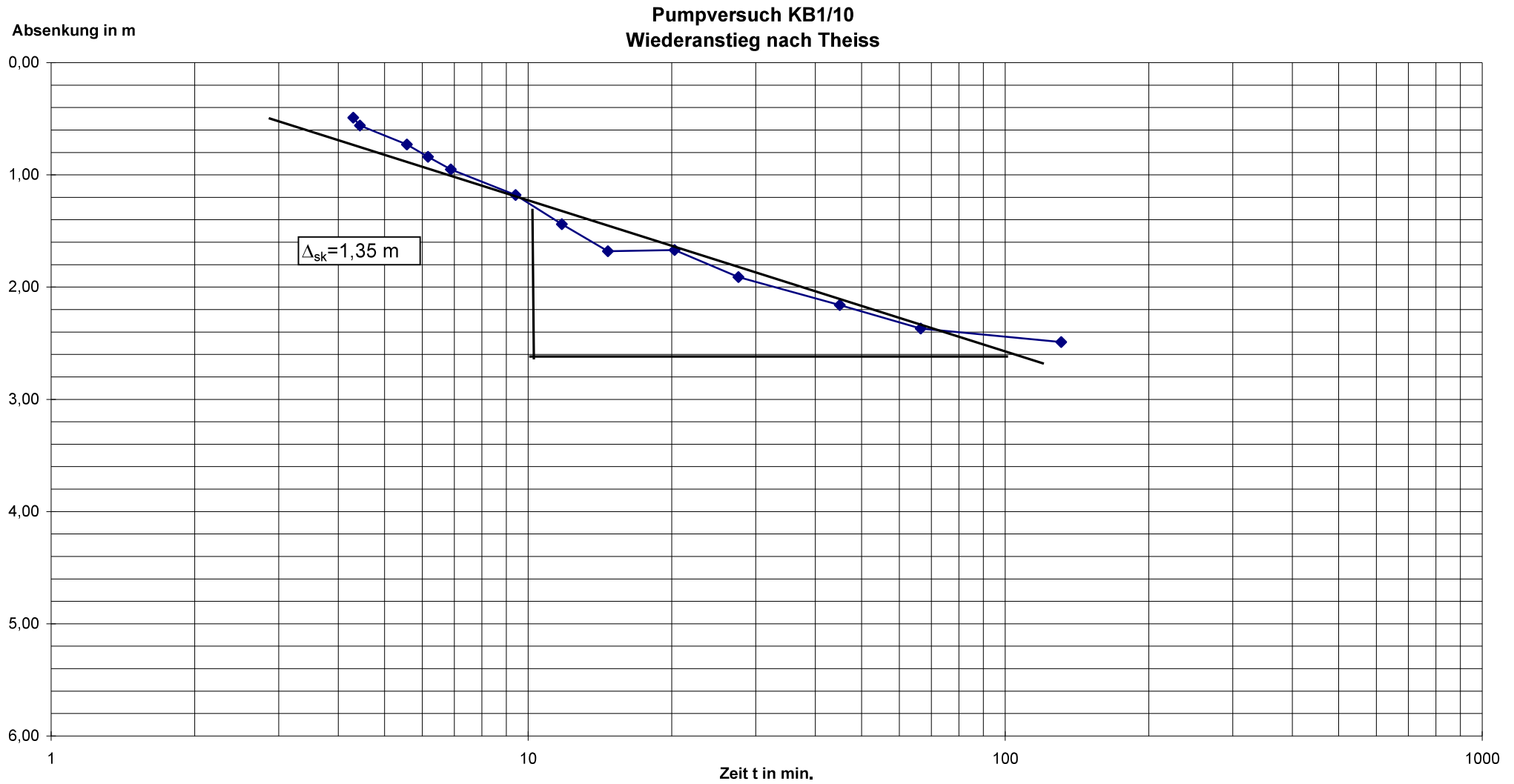


ANLAGE 4.1.4



Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Datum: 26.03.2010



**Pumpversuchsauswertung****HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Biberach, Gewerbegebiet am Flughafen

Meßstelle: KB 2/10

Datum: 25.03.2010

Geländehöhe: 580,79 m ü. NN

Aquifertyp: gespannt

Ruhewasserspiegel: 579,64 m ü. NN

OK Aquifer: 4,80 m u. GOK

UK Aquifer: 7,00 m u. GOK

Aquifermächtigkeit: 2,20 m

Filterstrecke: 14,3 - 11,5 m u. GOK

Q m <sup>3</sup> /s	s m	s <sub>k</sub> m	Δs <sub>k</sub> m	T m <sup>2</sup> /s	k <sub>f</sub> m/s	Auswerteverfahren
8,30E-05			2,35	6,5E-06	2,9E-06	Wiederanstieg nach Theis
8,30E-05	3,64	3,64			6,1E-06	Absenkung nach Körner

# Pumpversuch

**HENKE UND PARTNER GMBH**

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Pegel: KB 2/10

Anlage 4.2.2

Meßpunkt: POK Höhe M.P. (mü.NN): 581,56

Ruhepegel (m ü.NN.): 1,92

Versuchsbeginn

Datum: 25.03.10

Uhrzeit: 13:40

Wiederanstiegsbeginn

Datum: 25.03.10

Uhrzeit: 17:10

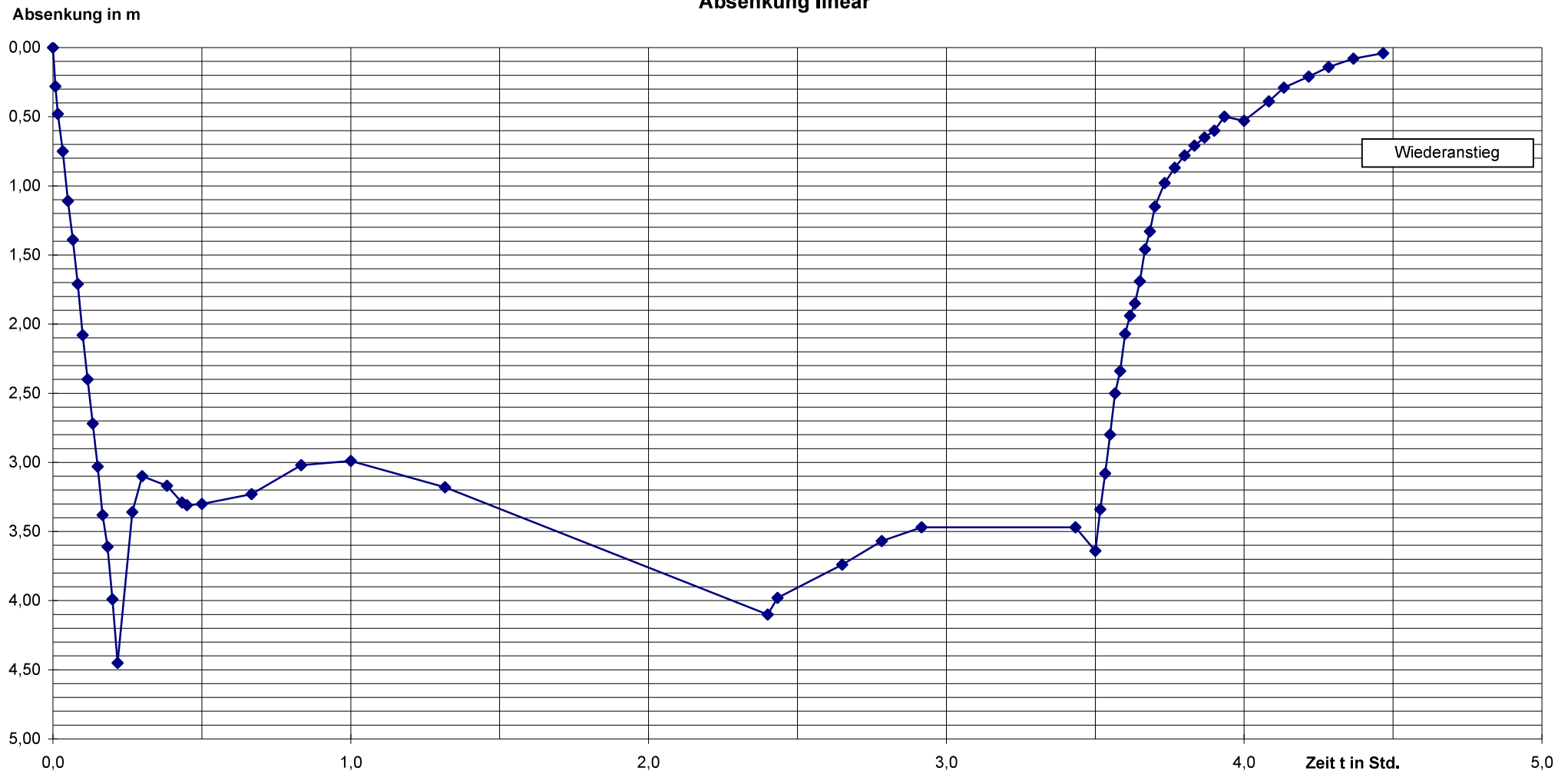
Datum/Uhrzeit	Dauer hh:mm:ss	Wasserstand unter Messpunkt mNN	Absenkung m	Wasserstand mNN	Zählerstand m³	Menge l	Leistung l/s	T emp. °C	Leitfähigkeit µS/cm	pH-Wert
25.03.2010 13:40	0:00:00	1,92	0,00	579,64	403,0710	0				
	0:00:30	2,20	0,28	579,36						
	0:01:00	2,40	0,48	579,16						
	0:02:00	2,67	0,75	578,89						
	0:03:00	3,03	1,11	578,53	403,1650	94	0,52			
	0:04:00	3,31	1,39	578,25						
	0:05:00	3,63	1,71	577,93						
	0:06:00	4,00	2,08	577,56						
	0:07:00	4,32	2,40	577,24						
	0:08:00	4,64	2,72	576,92						
	0:09:00	4,95	3,03	576,61						
	0:10:00	5,30	3,38	576,26						
	0:11:00	5,53	3,61	576,03						
	0:12:00	5,91	3,99	575,65						
	0:13:00	6,37	4,45	575,19	403,2690	198	0,25			
	0:16:00	5,28	3,36	576,28						
	0:18:00	5,02	3,10	576,54						
	0:23:00	5,09	3,17	576,47						
	0:26:00	5,21	3,29	576,35						
	0:27:00	5,23	3,31	576,33						
	0:30:00	5,22	3,30	576,34	403,3000	229	0,13			
	0:40:00	5,15	3,23	576,41						
	0:50:00	4,94	3,02	576,62						
	1:00:00	4,91	2,99	576,65	403,4400	369	0,10			
	1:19:00	5,10	3,18	576,46						
	2:24:00	6,02	4,10	575,54	403,8050	734	0,08			
	2:26:00	5,90	3,98	575,66						
	2:39:00	5,66	3,74	575,90						
	2:47:00	5,49	3,57	576,07						
	2:55:00	5,39	3,47	576,17						
	3:26:00	5,39	3,47	576,17						
	3:30:00	5,56	3,64	576,00	404,1200	1049	0,08			
	0:01:00	5,50	3,58	576,06						
	0:02:00	5,26	3,34	576,30						
	0:03:00	5,00	3,08	576,56						



Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

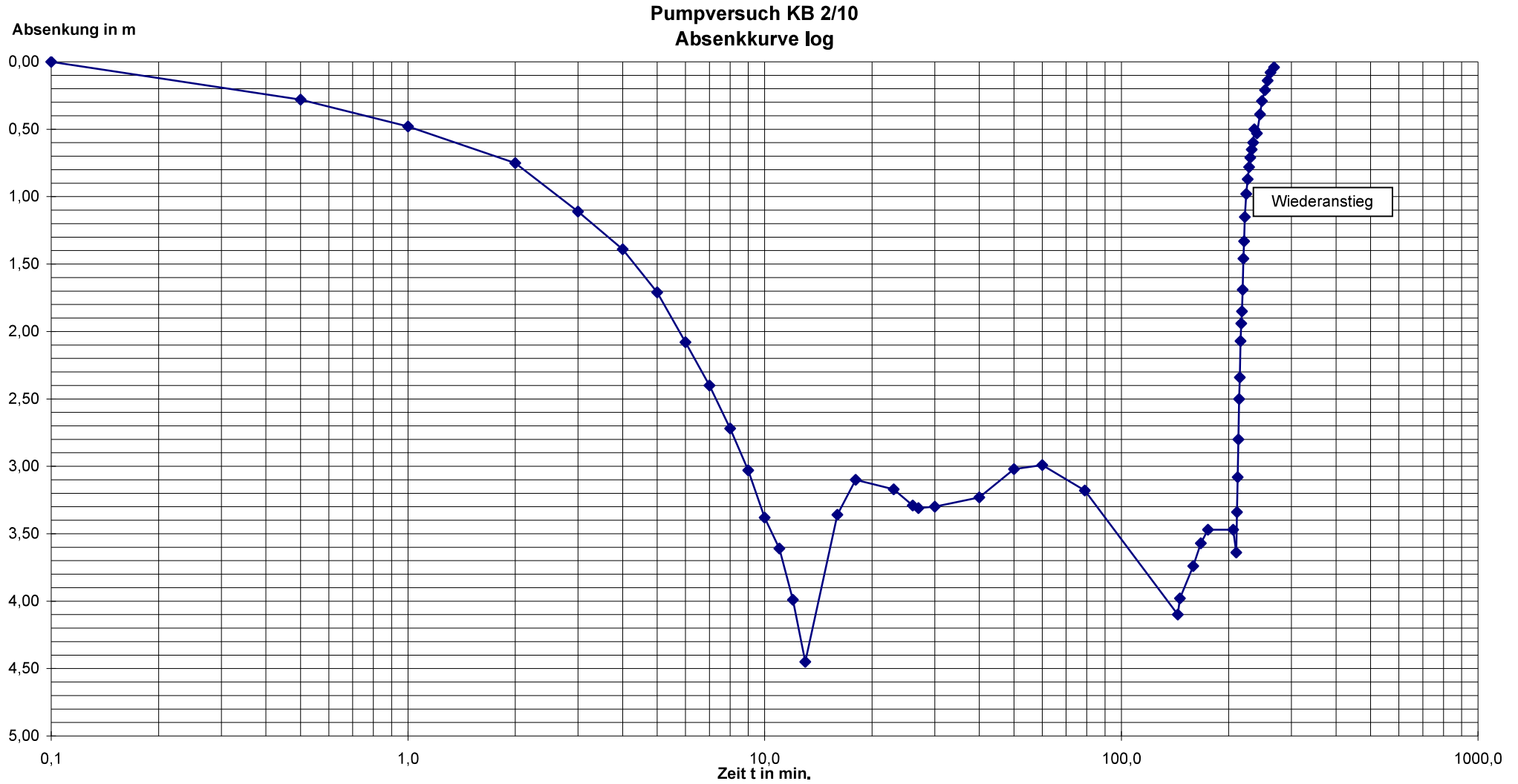
Datum: 25.03.2010

Pumpversuch KB 2/10  
Absenkung linear



Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

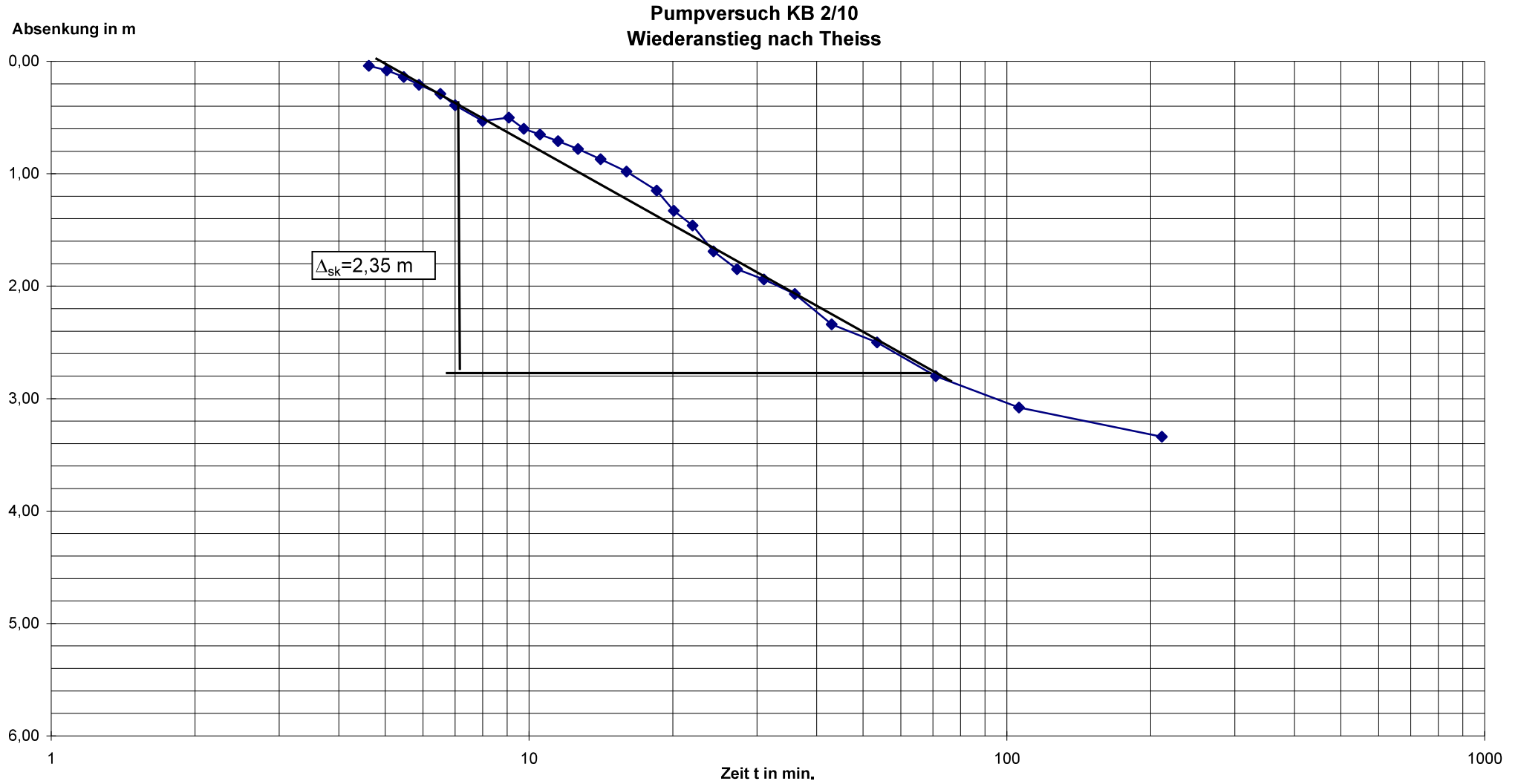
Datum: 25.03.2010



ANLAGE 4.2.4

Projekt: Gewerbegebiet Flughafen - Biberach

Datum: 25.03.2010



ANLAGE 4.2.5

# Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach

Probe	Material	w <sub>n</sub> %	w <sub>l</sub> %	w <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	V <sub>gl</sub> %	E <sub>s</sub> kN/m <sup>2</sup>	Bemerkungen
BS1/10; 6,5-6,7m	Torf	123,7														
BS2/10; 2,5-3,0m	Geschiebelehm	14,3														
KB1/10; 10,8-11,0m	Torf	48,6														
BS3/10; 0,5-1,0m	Fließerde	28,0	44,8	21,7	23,1	0,73	weich		<b>TM</b>							
BS3/10; 1,3-1,5m	Tonmudde	25,3												3,0		
BS3/10; 1,5-1,7m	Torf	171,9														
BS3/10; 5,0-5,5m	Moränensand	17,7														
BS3/10; 1,5-1,65m	Tonmudde	22,7														
BS4/10; 1,8-2,0m	Torf	117,9												46,2		
BS4/10; 3,0-3,5m	Moränensand	38,3														
BS4/10; 4,5-5,0m	Moränensand	25,9														
BS4/10; 5,5-6,0m	Moränensand	26,6														
BS5/10; 1,5-1,7m	Fließerde	22,5														
BS5/10; 4,5-5,0m	Geschiebelehm	28,4														
KB2/10; 1,0-1,2m	Fließerde	23,8														
KB2/10; 3,3-3,5m	Sandmudde	25,6												3,5		
KB2/10; 5,8-6,0m	Moränensand	25,9						0-1-8-1	<b>SU</b>							

bearb.  gepr.  geseh.

*kursiv angegebene Konsistenzen* abgeschätzt anhand w<sub>n</sub>

E<sub>s</sub> = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m<sup>2</sup>

ANLAGE 5.1



# Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Gewerbegebiet Flugplatz in Biberach

Probe	Material	w <sub>n</sub> %	w <sub>l</sub> %	w <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	V <sub>gl</sub> %	E <sub>s</sub> kN/m <sup>2</sup>	Bemerkungen
BS6/10; 0,5-1,0m	Fließerde	17,1														
BS6/10; 2,0-2,5m	Moränensand	22,2														
BS6/10; 3,0-3,5m	Moränensand	24,9														
BS6/10; 4,0-4,5m	Moränensand	23,9						0-3-7-0	SU*							
BS6/10; 6,0-6,5m	Moränensand	5,5						0-2-8-0	SU*							
KB3/10; 3,0-3,2m	Moränensand	14,7						0-4-6-0	SU*							
KB3/10; 4,4-4,5m	Moränensand	16,6														
KB3/10;5,0-5,5m	Moränenkies	17,3														
KB3/10; 6,2-6,4m	Moränenkies	11,1														
BS7/10; 1,6-2,0m	Tonmudde	28,5												8,1		
BS7/10; 2,5-3,0m	Torf	325,7														
BS9/10; 2,0-2,3m	Tonmudde	27,6	47,6	21,6	26,0	0,77	steif		TM					7,2		
BS9/10; 2,6-2,9m	Torf	41,1														

bearb.  gepr.  geseh.

*kursiv angegebene Konsistenzen* abgeschätzt anhand w<sub>n</sub>

E<sub>s</sub> = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m<sup>2</sup>

ANLAGE 5.2

# Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Gewerbegebiet Flugplatz BC

Datum: 21.04.10

Probe: BS3/10; 0,5-1,0m

Bodenart: Fließerde

nat. Wassergehalt  $w_n$ : **28** %

Fließgrenze  $w_L$ : **44,8** %

Ausrollgrenze  $w_P$ : **21,7** %

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P$ : **23,1**

Konsistenzzahl  $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ : **0,73**

Bodenart nach DIN 18 196: **TM**

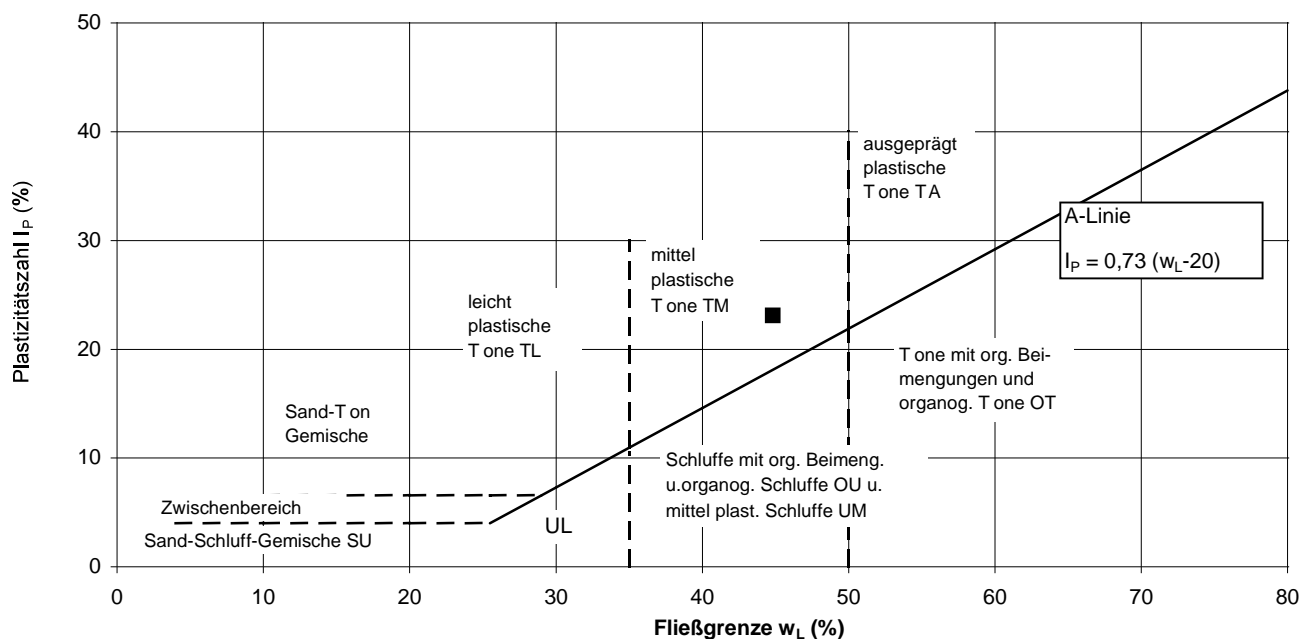
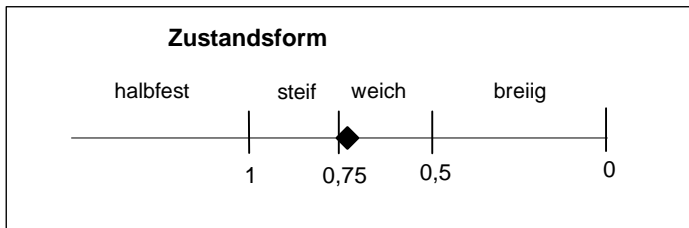
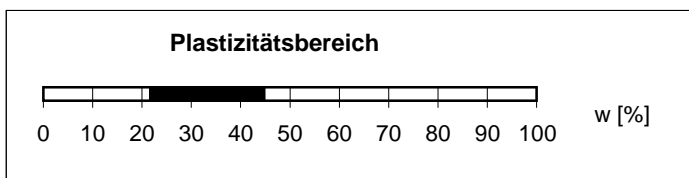
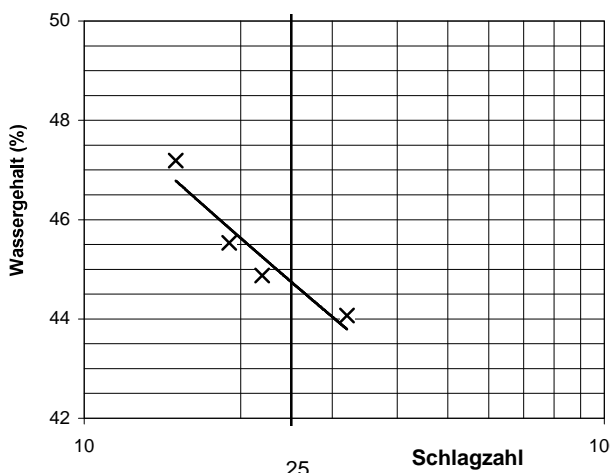
Konsistenz: **weich**

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ( $I_C = 1,0$ ): **21,7** %

Wassergehalt **steif** ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von: **27,5** % bis **21,8** %

Wassergehalt **weich** ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von: **33,3** % bis **27,6** %

Wassergehalt **breiig** ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von: **44,8** % bis **33,4** %



bearb.  gepr.  geseh.

# Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Gewerbegebiet Flugplatz BC

Datum: 21.04.10

Probe: BS9/10; 2,0-2,3m

Bodenart: T onmudde

nat. Wassergehalt  $w_n$ : **27,6** %

Fließgrenze  $w_L$ : **47,6** %

Ausrollgrenze  $w_P$ : **21,6** %

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P$ : **26**

Konsistenzzahl  $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ : **0,77**

Bodenart nach DIN 18 196: **TM**

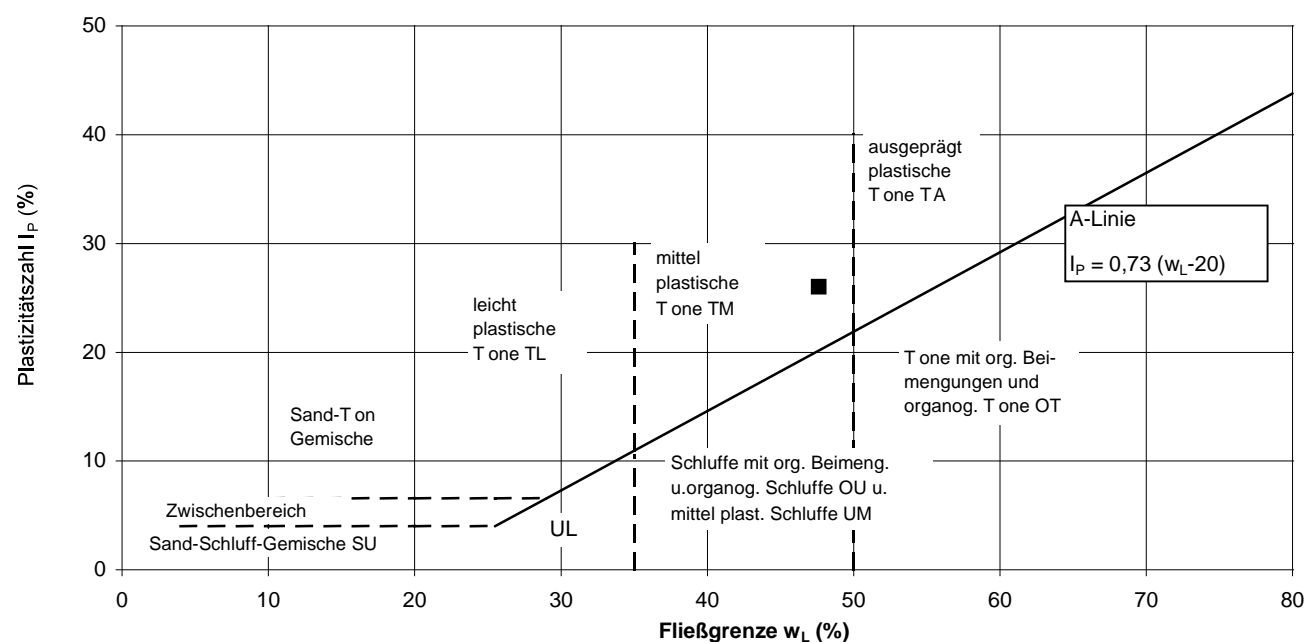
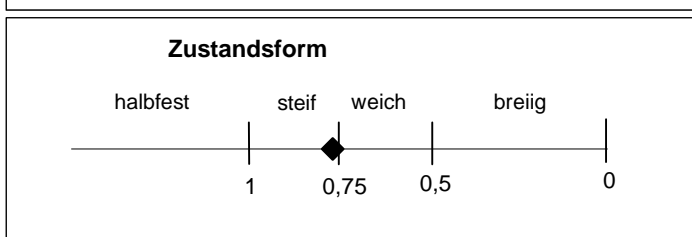
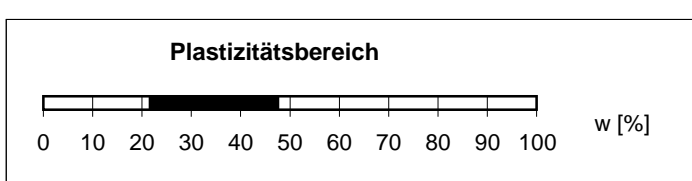
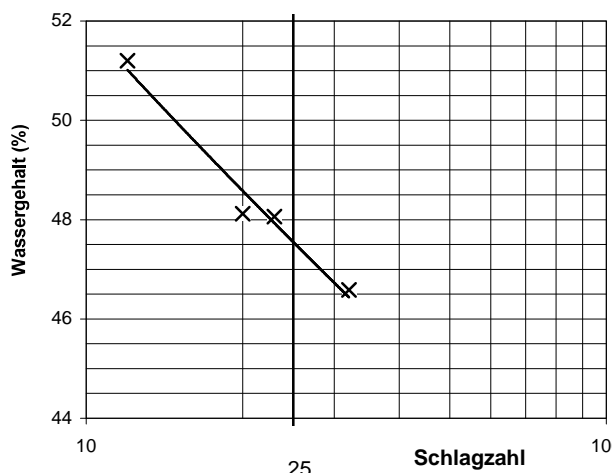
Konsistenz: **steif**

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ( $I_C = 1,0$ ): **21,6** %

Wassergehalt **steif** ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von: **28,1** % bis **21,7** %

Wassergehalt **weich** ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von: **34,6** % bis **28,2** %

Wassergehalt **breiig** ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von: **47,6** % bis **34,7** %



bearb.  gepr.  geseh.

# Korngrößenverteilung nach DIN 18123

PROJEKT: BV Gewerbegebiet Flugplatz - Biberach

T = 0 %

U = 14 %

S = 81 %

G = 5 %

KÖRNUNGSZIFFER = 0-1-8-1

$d_{10} = 0,038$

$d_{30} = 0,098$

$d_{60} = 0,12$

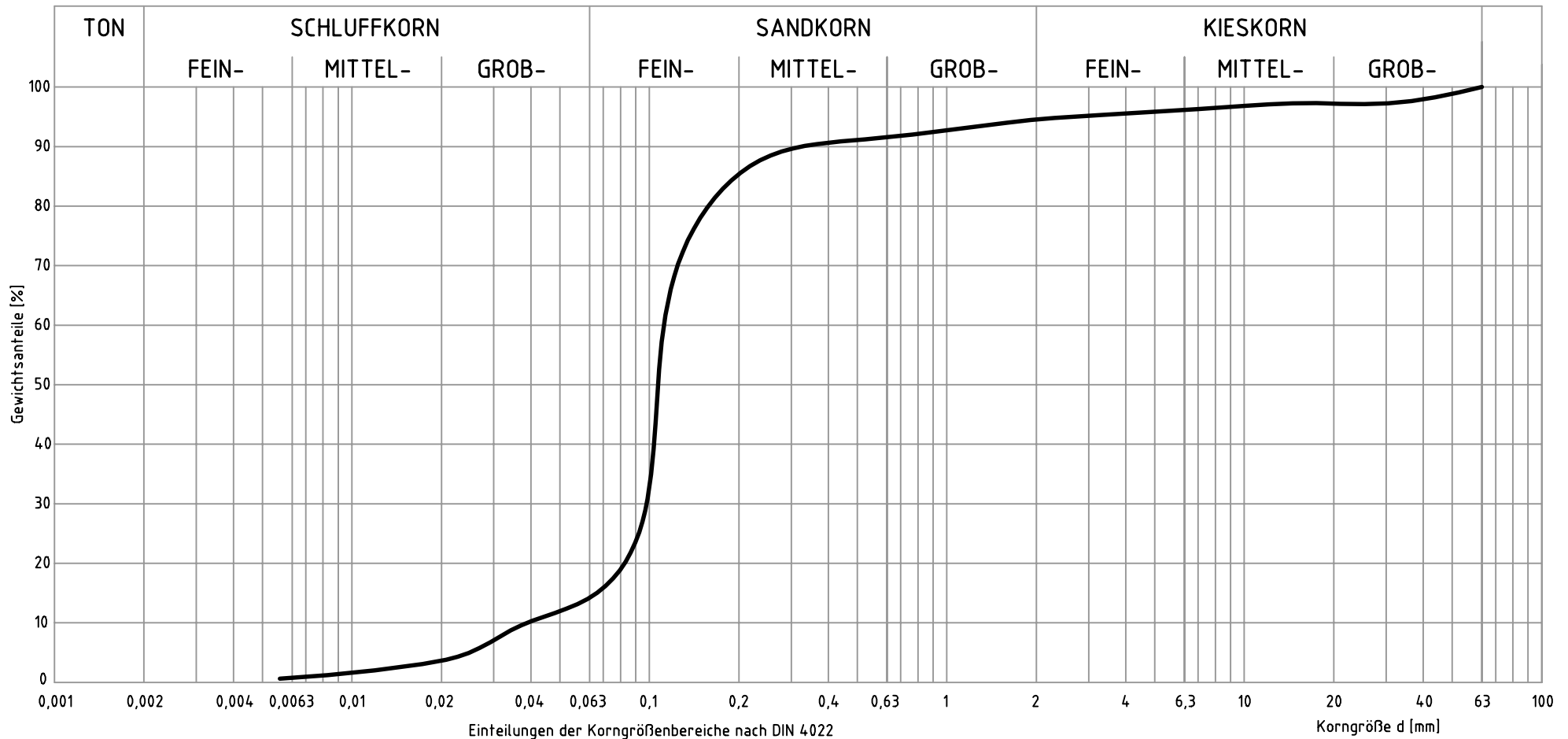
$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : 2,11$$

$$U = d_{60} / d_{10} : 3,2$$

DATUM: 19.04.2010

PROBENBEZ.: KB2 5,8-6,0 m

BODENART: SU



Bemerkung: .

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämung

bearb. Ba gez. Ba gepr. .

# Korngrößenverteilung nach DIN 18123

PROJEKT: BV Gewerbegebiet Flugplatz - Biberach

T = 2 %

U = 36 %

S = 61 %

G = 1 %

KÖRNUNGSZIFFER = 0-4-6-0

$d_{10} = 0,008$

$d_{30} = 0,024$

$d_{60} = 0,12$

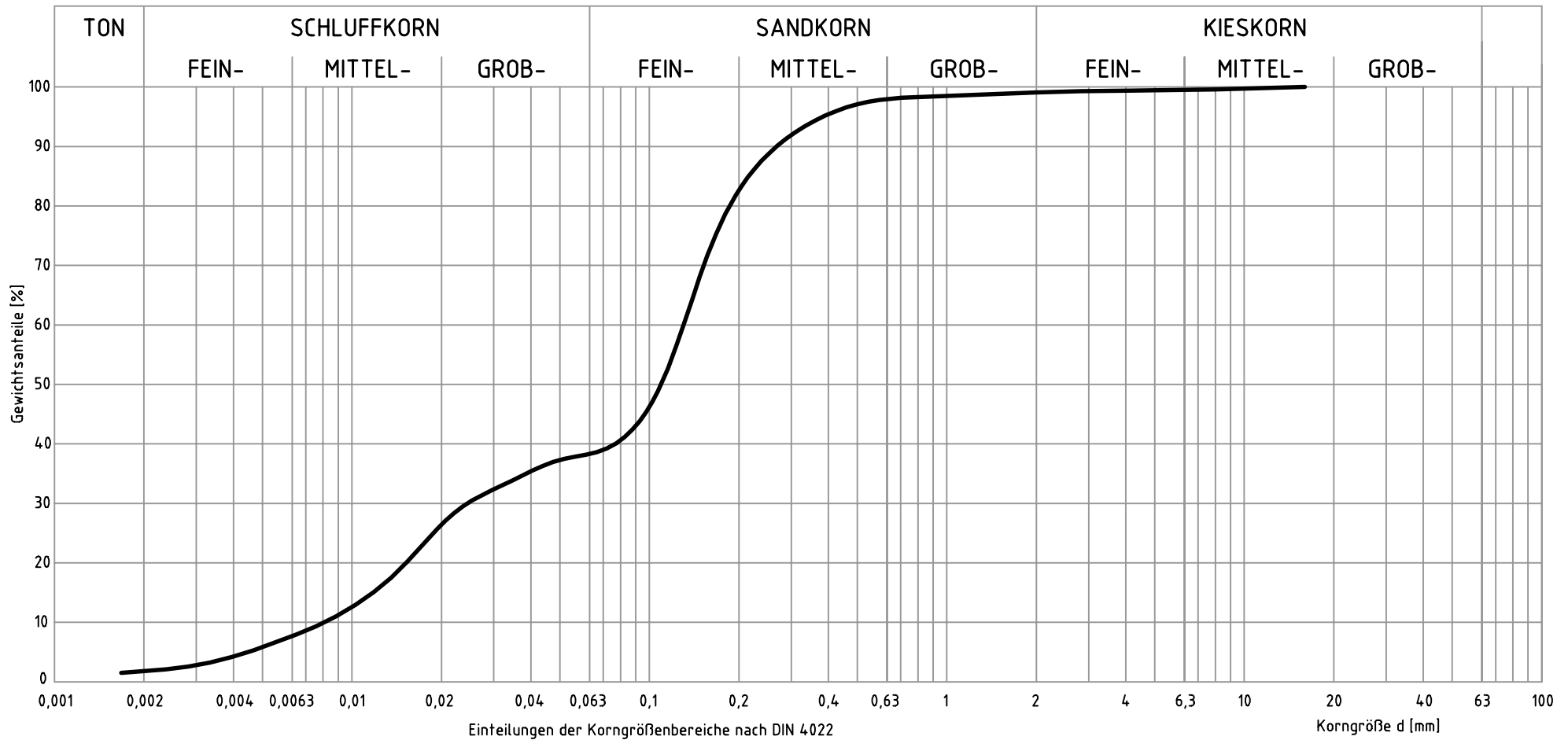
$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : 0,6$$

$$U = d_{60} / d_{10} : 15$$

DATUM: 19.04.2010

PROBENBEZ.: KB3 3,0-3,2 m

BODENART: SU\*



Bemerkung: .

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämzung

bearb. Ba gez. Ba gepr. .

Version 12/06/02

# Korngrößenverteilung nach DIN 18123

PROJEKT: BV Gewerbegebiet Flugplatz - Biberach

T = . %

U = 17 %

S = 82 %

G = 1 %

KÖRNUNGSZIFFER = 0-2-8-0

d<sub>10</sub> = .

d<sub>30</sub> = 0,13

d<sub>60</sub> = 0,18

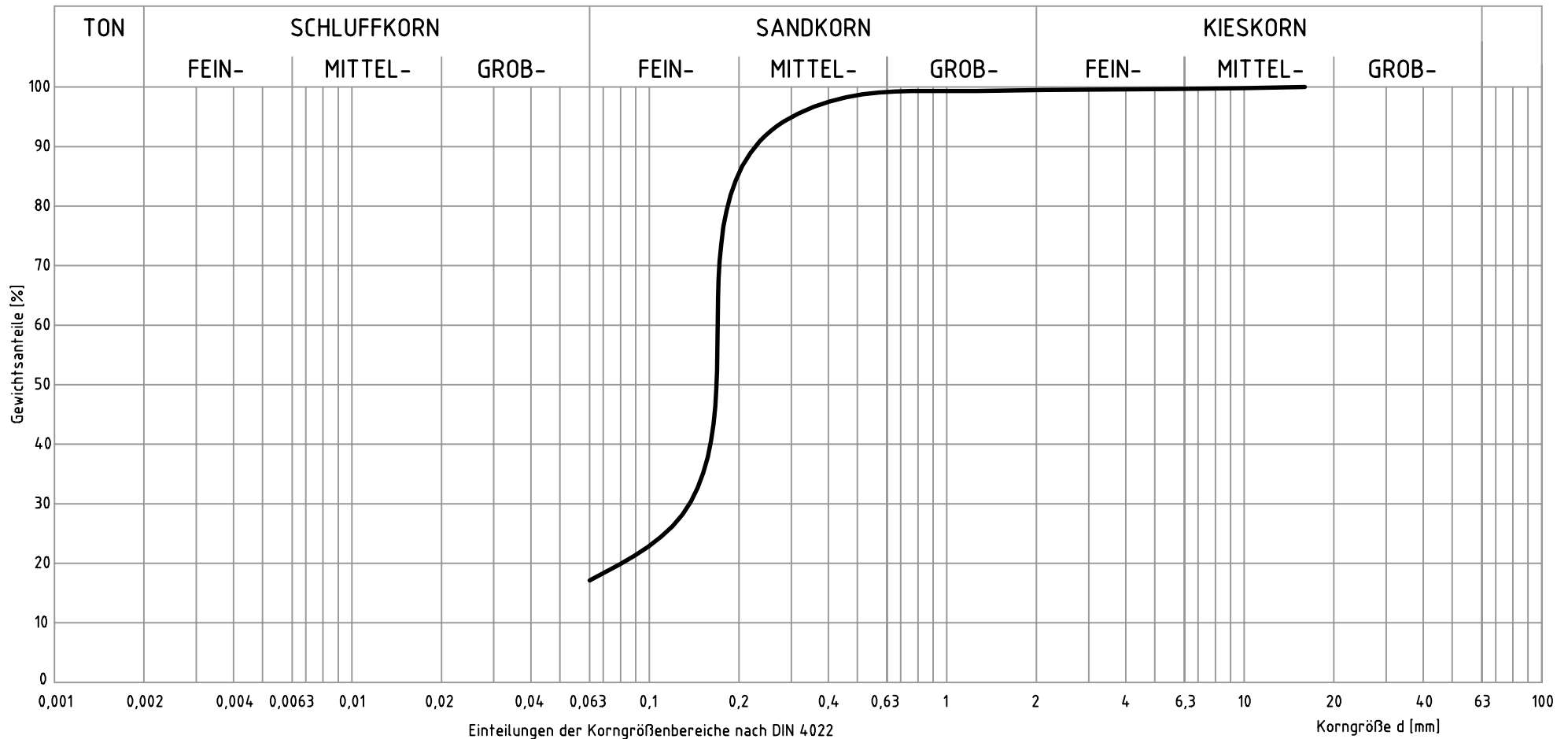
$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : .$$

$$U = d_{60} / d_{10} : .$$

DATUM: 19.04.2010

PROBENBEZ.: KB3 4,0-4,4 m

BODENART: SU\*



Bemerkung: .

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämzung

bearb. Ba gez. Ba gepr. .

# Korngrößenverteilung nach DIN 18123

PROJEKT: BV Gewerbegebiet Flugplatz - Biberach

T = 0 %

U = 34%

S = 65%

G = 1 %

KÖRNUNGSZIFFER = 0-3-7-0

$d_{10} = 0,011$

$d_{30} = 0,042$

$d_{60} = 0,11$

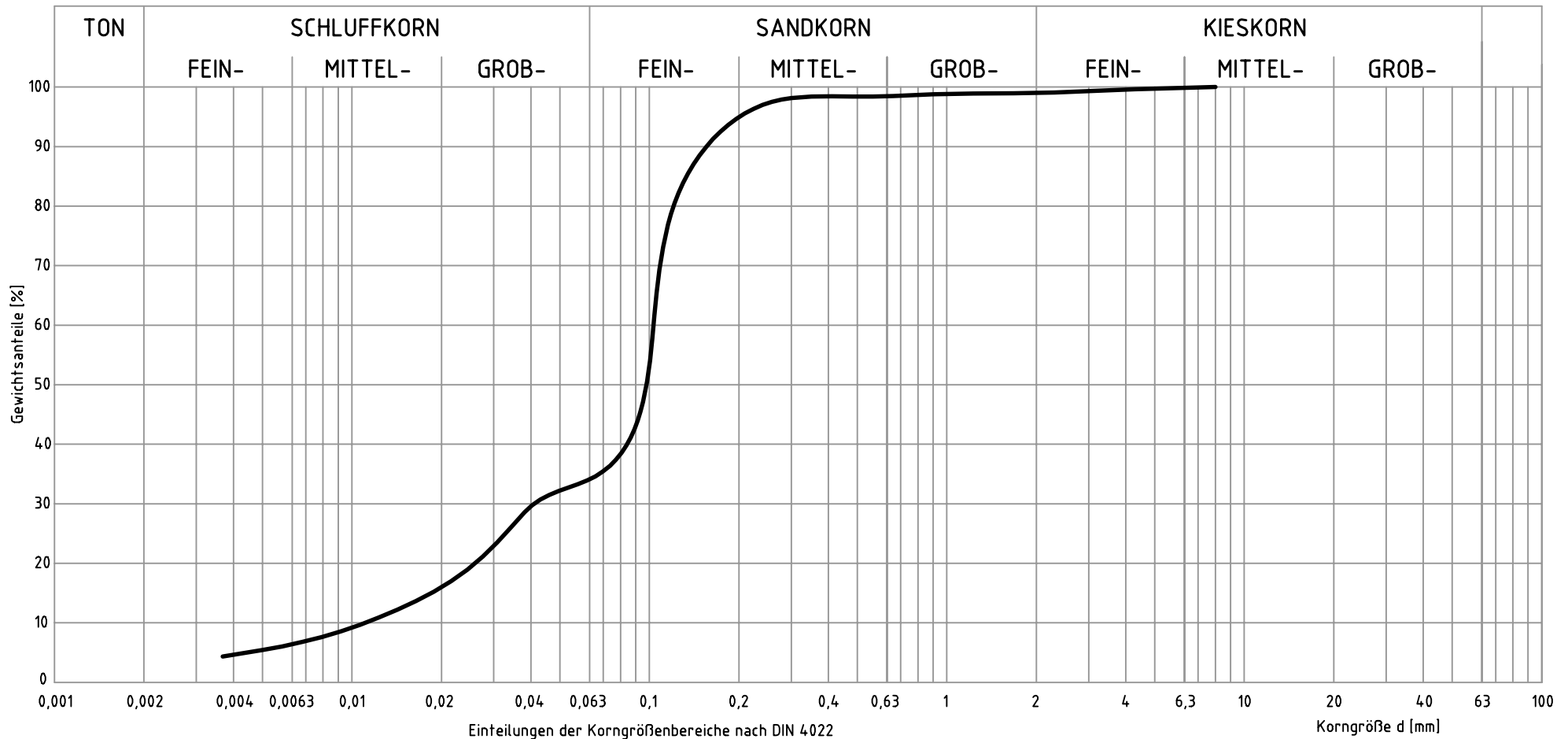
$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : 1,45$$

$$U = d_{60} / d_{10} : 10$$

DATUM: 19.04.2010

PROBENBEZ.: BS6 4,0-4,5 m

BODENART: SU\*



Bemerkung: .

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämung

bearb. Ba gez. Ba gepr. .