



GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

Titel: Neubau Osttangente und HRB Planbach in Magstadt

Auftraggeber: Gemeinde Magstadt
Ortsbauamt
Marktplatz 1
71106 Magstadt

Datum: 10.09.2012

Az.: 12241

Hö/däu/wi

Verteiler: Gemeinde Magstadt (1-fach)
Ingenieurbüro Westram (1-fach)
Unger Ingenieure (1-fach)

INHALT	Seite
1. VORBEMERKUNGEN	4
2. LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK	4
3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2 Grundwasserverhältnisse	9
4.3 Bodenmechanische Laborergebnisse	10
4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	11
4.5 Einstufung des erschlossenen Untergrundes in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300	12
5. NEUBAU OSTTANGENTE	13
5.1 Anforderungen an den Straßenaufbau	13
5.2 Einschnittsböschungen	15
5.3 Straßentrasse in Dammlage	15
6. NEUBAU HRB PLANBACH	16
6.1 Durchlassbauwerk	16
6.2 Hochwasserdamm	17
6.3 Untergrund im Bereich des Einstaus	19
6.4 Erforderliche Nachweise nach DIN 19700	19
7. ALTLASTEN	19
8. KAMPFMITTEL	20
9. SCHLUSSBEMERKUNGEN	20



ANLAGEN

- Anlage 1.1: Übersichtlageplan, M. 1 : 25 000, Auszug aus TK 25, Blatt 7219
Anlage 1.2: Lageplan, Maßstab 1 : 2.500
- Anlage 2.1 - 2.10: Schichtprofile und Rammsondierdiagramme
- Anlage 3.1.1 + 3.1.2: Natürliche Wassergehalte
Anlage 3.2.1 + 3.2.8: Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze)
- Anlage 4: Längsschnitt Osttangente mit Schichtaufbau
- Anlage 5.1 + 5.2: Standsicherheitsuntersuchungen Einschnitts- und Dammböschungen
Anlage 5.3: Grundbruchberechnungen zum Durchlassbauwerk
Anlage 5.4: Setzungsberechnungen zum Straßen- und Hochwasserschutzdamm

1. VORBEMERKUNGEN

Die Gemeinde Magstadt, das Ingenieurbüro Westram und Unger Ingenieure planen den Neubau einer Entlastungsstraße im Osten der Gemarkung, die Osttangente. Außerdem ist der Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB Planbach) am nördlichen Ende der Osttangente vorgesehen. Die Geotechnik Aalen erhielt von der Gemeinde Magstadt mit Schreiben vom 06.08.2012 auf der Grundlage des Honorarangebots vom 28.07.2012 den Auftrag, für dieses Bauvorhaben die Untergrundverhältnisse zu erkunden und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Entwurfsplan „Neubau Osttangente“ Vorabzug Gesamttrasse mit RRB im Maßstab 1 : 1000 vom 18.06.2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Axel Westram),
- Lageplan mit öffentlichen Flächen und abgesteckten Untersuchungsstellen im Maßstab 1 : 2.500 vom 16.08.2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Axel Westram),
- Regelquerschnitt R1 Osttangente im Maßstab 1 : 100 vom 21.07.2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Axel Westram),
- Höhenplan Osttangente – Hauptachse im Maßstab 1 : 1.000/200 vom 21.07.2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Axel Westram),
- Übersichtslageplan HRB Planbach im Maßstab 1 : 1.000 vom August 2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Unger),
- HRB Planbach Draufsicht Auslassbauwerk im Maßstab 1 : 100 vom August 2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Unger),
- HRB Planbach Ansicht, Schnitte Auslassbauwerk im Maßstab 1 : 100 vom August 2012 (gefertigt vom Ingenieurbüro Unger).

Anhand dieser Unterlagen und mit unseren Untersuchungsergebnissen wurde das vorliegende Gutachten erstellt.

2. LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Die Gemeinde Magstadt, zwischen Strohgäu und Oberem Gäu, liegt ca. 15 km westlich von Stuttgart. Das Untersuchungsgebiet befindet sich am östlichen Ortsrand von Magstadt. Die geplante Straßentrasse führt in einem nach Osten geschwungenen Bogen vom Magstädter Industriegebiet im Nordosten der Gemeinde in Richtung Süden zur „Alten Stuttgarter Straße“. Der nörd-

liche Abschnitt der Osttangente quert das untere Hölzeltal mit dem Planbach. Im weiteren Verlauf führt die Trasse in einem sanften Anstieg nach Süden.

Entlang der geplanten Straßentrasse wird der Untergrund von den Schichten des unteren und mittleren Mittelkeupers gebildet. Im Norden, im Tal wird der Untergrund von den Schichten des Gipskeupers (km 1 – unterer Mittelkeuper – Tonstein, Mergelstein, Dolomite und Gips) aufgebaut, der in Richtung Süden in die Schichten des mittleren Mittelkeupers (km 3), Bunte Mergel, übergeht. Der üblicherweise zwischen Gipskeuper und Bunte Mergel lagernde Schilfsandstein (km 2) fehlt im betrachteten Bereich. Wenige Zehnermeter westlich der Osttangente verläuft eine geologische Störung, bei der die Schichten östlich des Lineaments gegenüber den westlichen abgesunken sind.

Das betrachtete Gebiet wurde bisher landwirtschaftlich genutzt.

3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 16.08.2012 von der Geotechnik Aalen 10 Rammkernbohrungen mit Tiefen von 2,7 m (BS 6) bis 5,9 m (BS 8) abgeteuft. Die geologische und bodenmechanische Schichtaufnahme erfolgte durch den rechts Unterzeichnenden. Das Untersuchungsrastraster wurde noch durch 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde ergänzt (vgl. DPH nach DIN 4094). Die Aufschluss-Ansatzstellen wurden vom Ingenieurbüro Axel Westram nach Lage und Höhe eingemessen. Die Untersuchungsstellen sind in ihrer Lage auf dem beigefügten Lageplan (Anlage 1.2 – Grundlage Lageplan Ingenieurbüro Axel Westram) verzeichnet. Die Schichtprofile und Rammsondierdiagramme sind in den Anlagen 2.1 bis 2.10 grafisch dargestellt.

An repräsentativen Bodenproben wurden in unserem Labor bodenmechanische Versuche unter anderem zur Abschätzung der in Abschnitt 4.4 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte und zur näheren Einstufung der Böden nach DIN 18196 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Als Anlage 4 liegt dem Gutachten das Höhenprofil der Hauptachse (Planvorlage Ingenieurbüro Axel Westram) mit der Darstellung der Untergrundverhältnisse bei.

Als Anlage 5 liegen dem Gutachten geotechnische Berechnungen zur Standsicherheit der Einschnittsböschung und den Dammböschungen sowie Setzungsermittlungen zum Dammbauwerk und Berechnungen zur Grundbruchsicherheit des Durchlassbauwerks bei.

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Mit den Bohrungen wurde ein Schichtaufbau festgestellt, der sich in zwei Bereiche gliedern lässt. Zum einen handelt es sich um die Talaue des Planbaches im Norden der Straßentrasse und im Bereich des HRB und zum anderen um den Hang der von der Talaue zum Kreisverkehr an der „Alten Stuttgarter Straße“ ansteigt.

Der Abschnitt der Talaue reicht vom Bauende im Norden bis zur Querung der Verlängerung der Oswaldstraße. Der Untergrund ist in diesem Bereich von oben nach unten wie folgt aufgebaut (vgl. Bohrungen BS 1 bis BS 4 und BS 7):

- Oberboden/künstliche Auffüllungen
- Auelehm
- Bachablagerungen
- Gipskeuper (km 1).

Der Untergrund im Abschnitt südlich der Talaue, ab der Oswaldstraße bis zum Kreisverkehr im Süden wird von oben nach unten wie folgt aufgebaut (vgl. BS 4 bis BS 6 und BS 8 bis BS 10):

- Oberboden/künstliche Auffüllungen
- Lösslehm (in BS 8 von Auelehm überlagert)
- Hanglehm, Fließerde
- Gipskeuper (km 1) oder Bunte Mergel (km 3).

Nachfolgend sind die einzelnen Schichtglieder näher beschrieben.

Die **künstlichen Auffüllungen** sind auf die Befestigung von Verkehrswegen (BS 5 – Kalksteinschotter mit schluffig-tonigen Beimengungen) und eine Geländeerhöhung im Zuge des Straßen-

baus für die Straße „Salzgräble“ (BS 7 – Schluff, tonig, kiesig, sandig, steife Konsistenz) beschränkt. Der **Oberboden** aus humosen Schluff-Ton-Gemischen liegt zumeist in einer Mächtigkeit von 20 cm vor.

Die unter den künstlichen Auffüllungen bzw. unter dem Oberboden in den Bohrungen BS 1 bis BS 4 sowie BS 7 und BS 8 folgenden **Auelehm Böden** bestehen überwiegend aus schluffigem und schluffig-organischem Ton zumeist weicher, gelegentlich auch steifer Konsistenz. Sie werden in den Bohrungen BS 1 bis BS 4 und BS 7 von **Bachablagerungen** unterlagert, die aus sandigen, kiesigen Ton-Schluff-Gemischen weicher, selten steifer Konsistenz bestehen.

In den Bohrungen BS 5 und BS 6 sowie BS 9 bis BS 10 wird der natürliche Untergrund unter dem Oberboden bzw. den künstlichen Auffüllungen im wesentlichen von **Lösslehm und Löss** gebildet. Beim Lösslehm handelt es sich um einen tonigen bis stark tonigen Schluff, während der Löss als toniger bis schwach toniger Schluff vorliegt (nur in BS 9 erschlossen). In BS 8, wo die oberste natürliche Schicht von einem Auelehm gebildet wird, unterlagert der Lösslehm diese Auelehm-schicht. Löss und Lösslehm liegen in steifer Konsistenz vor.

Unter dem Lösslehm wurden in den Bohrungen BS 5, BS 6, und BS 8 weitere quartäre Deck-schichten in Form von **Hangschutt** (in BS 5 – schluffiger Ton halbfester Konsistenz mit Mergel-steinstückchen) und **Fließberdeschichten** (BS 6 und BS 8) Ton schluffig bis stark schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, steif bzw. steif bis halbfest erschlossen.

Als tiefste Schichtglieder wurden in den Bohrungen BS 1 bis BS 4 und BS 7 unter den oben be-schriebenen quartären Deckschichten der Gipskeuper (km 1) und in den Bohrungen BS 5 und BS 6 Bunte Mergel (km 3) erbohrt. Die Bohrungen BS 8 bis BS 10 endeten im Quartär.

Die **Gipskeuperschichten** lagen in den oben bezeichneten Bohrungen zumeist als Verwitte-rungsschichten aus tonigem Schluff mit Mergel- und Tonsteinstückchen vor. Die Konsistenz war im oberen Bereich (Kontakt zum Quartär) steif, z. T. weich und ging zur Tiefe in halbfest über. Im tiefsten Bereich der Bohrungen enthielten die Gipskeuperschichten vereinzelt Residualschluffla-gen als Zeugnis der Gipsauslaugung. In BS 3 wurde innerhalb der Gipskeuperschichten eine La-ge erschlossen, die aufgrund des hohen Anteils an Mergelsteinstücken als stark kiesig angespro-chen wurde und wo die bindigen Anteile stark aufgeweicht bis breiige Konsistenz vorlagen. In dieser Schicht zirkulierte Grundwasser (s. Abschnitt 4.2).

Bei den im tiefsten Teil der Bohrungen BS 5 und BS 6 festgestellten Schichten der **Bunten Mergel** handelte es sich um verwitterten Tonschluffstein, der als toniger Schluff halbfester Konsistenz mit Tonschluffsteinstücken vorlag.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Schichtuntergrenzen dargestellt, wie sie in den Bohrungen festgestellt wurden.

Aufschluss	Künstliche Auf- füllungen m u. Gel. m NN	Auelehm m u. Gel. m NN	Bachablagerun- gen m u. Gel. m NN	Lösslehm, Löss, Hangschutt, Fließerde m u. Gel. m NN
BS 1	*	2,2 419,5	4,0 417,7	*
BS 2	*	2,4 420,2	2,9 419,7	*
BS 3	*	1,4 421,5	2,4 420,5	*
BS 4	*	2,5 422,2	2,9 421,8	*
BS 5	0,5 429,8	*	*	2,1 428,2
BS 6	*	*	*	1,8 435,3
BS 7	1,8 421,7	3,0 420,5	3,8 419,7	*
BS 8	*	2,2 242,3	*	> 6,0 < 438,5
BS 9	*	*	*	> 3,0 < 443,3
BS 10	*	*	*	> 3,0 < 447,3

* Schichtglied nicht ausgebildet.

Mit der Rammsondierung DPH 1 wurde festgestellt, dass im Bereich der Talaue mit felsartig festen Schichten erst in einer Tiefe von ca. 7 m gerechnet werden muss. Der Schlagzahlverlauf spiegelt ansonsten die Bohrerergebnisse wieder (geringe Schlagzahlen im Bereich der weichen quartären Deckschichten und höhere Schlagzahlen im Tiefenabschnitt der verwitterten Gipskeuperschichten).

Mit der Rammsondierung DPH 2 wurden im Bereich der dort lokal begrenzt vorhandenen Auelehmschichten Schlagzahlen von 1-2 festgestellt, die auf die weiche Konsistenz der Böden zurückzuführen sind. Im Übergang zum steifen Lösslehm steigen dann die Schlagzahlen auf Werte um 10 an. Auch im Bereich der Fließerde und den darunter zu erwartenden Verwitterungsschichten der Bunten Mergel bleiben die Schlagzahlen im Bereich von 10. Unterhalb von 9 m u. Gel. steigen sie dann leicht auf Werte zwischen 10 und 20 an. Bei 10,0 m u. Gel. wurde die Rammsondierung beendet.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Mit Ausnahme von Bohrung BS 3 wurde in keinem der Aufschlüsse Grundwasserzutritte festgestellt. In BS 3 wurde Grundwasser bei ca. 3,0 m u. Gel. angebohrt, das dann im Bohrloch bis 1,0 m u. Gel. anstieg (gespannte Verhältnisse).

Im vorliegenden Fall muss man davon ausgehen, dass in der Talau das Grundwasser aufgrund der bindigen Beschaffenheit der Auelehmböden und Bachablagerungen nur sehr langsam und in geringen Mengen fließen kann. Dort, wo das Material etwas grobstückiger ist (wie z. B. in BS 3 zwischen 2,9 m und 3,9 m u. Gel.) kann es aufgrund der höheren Durchlässigkeit besser zirkulieren. Prinzipiell muss man in der Talau davon ausgehen, dass nennenswerte Grundwasserführung nur in einzelnen besser durchlässigen Lagen und Linsen der Bachablagerungen möglich ist und dass dieses dann unter Druck steht (gespannte Verhältnisse). Der Druckspiegel des Grundwassers muss mit ca. 1,0 m u. Gel angenommen werden.

Bei dem in BS 3 gemessenen Wert handelt es sich nicht um den höchstmöglichen Grundwasserstand bzw. Druckspiegel des Grundwassers, sondern um eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand kann nur über langjährige Messungen ermittelt werden.

4.3 Bodenmechanische Laborergebnisse

In unserem geotechnischen Labor wurden zur besseren Beurteilung der Böden an repräsentativen Bodenproben verschiedene bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Mit den Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts der Böden wurde festgestellt, dass die Auelehmböden mit organischen Anteilen verhältnismäßig z.T. hohe Wassergehalte von etwa 20 % bis über 60 % aufweisen, während die Auelehme ohne organische Anteile Wassergehalte zwischen 20 % und 30 % enthalten. Die natürlichen Wassergehalte bei den übrigen quartären Deckschichten (Löss, Lösslehm, Hangschutt und Fließerde) schwanken in weiten Bereichen und reichen von 14 % bis 27 %. Bei gleichbleibender Konsistenz (steif-halbfest) ist bei höherem Tonanteil auch ein höherer Wassergehalt zu verzeichnen. Auch bei den Verwitterungsböden des Gipskeupers schwanken die natürlichen Wassergehalte in weiten Grenzen (19 % bis 32 %). Hier-



bei sind die Verwitterungstone, die höhere stückige Anteile aufweisen, meist etwas stärker aufgeweicht und zeigen höhere Wassergehalte. Die natürlichen Wassergehalte der Verwitterungsböden der Bunten Mergel sind verhältnismäßig einheitlich zwischen 17 % und 20 %.

Anhand der festgestellten Plastizitätsgrenzen und nach der Erfahrung mit vergleichbaren Böden können die erschlossenen Böden nach DIN 18196 in folgende Bodengruppen eingestuft werden:

Auelehm:	TL/TM/TA/OT
Bachablagerungen:	TM
Lösslehm:	TM
Löss:	ST*/TL (UL)
Hangschutt:	TM/TA (GT*)
Fließerde:	TM/TA
Gipskeuper:	TL/TM

Anhand der Plastizitätsgrenzen und dem natürlichen Wassergehalt wurden labortechnisch folgende Konsistenzen bestimmt:

Auelehm:	weich, steif
Lösslehm:	weich
Löss:	halbfest
Hangschutt:	steif
Fließerde:	steif
Gipskeuper:	weich



4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichtglied	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- Winkel φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul (MN/m ²) E_s
	γ	γ			
Künstliche Auffüllung*	20,0	10,0	25°	0	-
Auelehm TL/TM/TA	19,0	9,0	22,5°	5	3 – 6
Auelehm OT	18,0	8,0	15 - 20°	0	2 - 4
Bachablagerungen	19,5	9,5	20°	0 - 5	3 - 8
Lösslehm	19,5	9,5	22,5°	5 - 10	4 - 8
Löss	20,5	10,5	25°	2 - 5	5 - 10
Hangschutt	19,5	9,5	22,5°	5 - 10	5 - 10
Fließerde	19,5	9,5	20°	5 - 10	5 - 10
Gipskeuper, verwittert					
weich-steif	20,0	10,0	25°	0 – 10	4 - 10
halbfest-fest	21,0	11,0	27,5°	**	8 - 20
Bunte Mergel, verwittert	21,0	11,0	27,5°	**	8 - 20

* In der in den Bohrungen festgestellten Zusammensetzung.

** Schwankt in weiten Bereichen im Abhängigkeit des Verwitterungszustands, der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung sowie dem Durchtrennungsgrad. Muss in Abhängigkeit der Aufgabenstellung mit dem Baugrundgutachter einvernehmlich festgelegt werden.

Für verdichtet eingebautes Fremdmaterial können folgende Ansätze für bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

Materialart	Wichte (kN/m ²)	Reibungswinkel
	γ	φ'
Schotter, Splitt, Schotter-Splitt-Gemische und Recyclingmaterial nach TL Min-StB 2000	21	35°
Kies, Sand, Kies-Sand-Gemische sowie Siebschutt	20	32,5°
Bindiger Boden auch Aus-hubmaterial	20	25°

Nach DIN 4149 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt Magstadt in der **Erdbebenzone 1**. Nach Tabelle 2 der oben genannte Norm können Intensitätsintervalle I = 6,5 bis < 7,0 auftreten. Als Grundlage für den rechnerischen Erdbebennachweis sieht die DIN 4149 einen Bemessungs-

wert der **Bodenbeschleunigung** $a_g = 0,4 \text{ m/s}$ vor. Für den Erdbebennachweis von Staubauwerken beträgt für das Antwortspektrum die **Spitzenbodenbeschleunigung** $0,51 \text{ m/s}^2$ bei $T = 0,02 \text{ s}$ (mittlere Wiederholungsphase 500 Jahre). Entsprechend den Einstufungskriterien Nach DIN 4149_2005-04, Abschnitt 5.2 für die Baugrundklasse und die geologische Untergrundklasse, können die Untergrundverhältnisse am Standort des Bauvorhabens dem **Kombinationstyp C-R** zugeordnet werden.

4.5 Einstufung des erschlossenen Untergrundes in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Bodenschicht	Boden- bzw. Felsklasse nach DIN 18300
Oberboden	1, 2
künstliche Auffüllungen*	3, 4
Auelehm, Bachablagerungen	4, 5 (z.T. 2 ^{***})
Löss, Lösslehm, Hangschutt, Fließerde	4, 5 (z.T. 2)
Gipskeuper, verwittert	4 – 6 ^{**}
Bunte Mergel, verwittert	4 – 6 ^{**}

* In der in den Bohrungen festgestellten Zusammensetzung ohne Straßenaufbruch.

** Erst unterhalb der Aufschlussentiefen zu erwarten.

*** Bei $I_C < 0,5$ = breiige Konsistenz.

Die oben getroffene Einstufung kann ein Aufmaß in der Baugrube nicht ersetzen. Sollte es zwischen Bauherrschaft und Auftragnehmer zu unterschiedlichen Auffassungen bei der Einteilung des Untergrundes in Boden- und Felsklassen kommen, kann der Baugrundgutachter zur Klärung auftretender Fragen hinzugezogen werden.

5. NEUBAU OSTTANGENTE

5.1 Anforderungen an den Straßenaufbau

Vom Ingenieurbüro Axel Westram erhielten wir einen Schnitt mit folgendem Regelaufbau der geplanten Straße:

- 4 cm Splittmastix 0/11S
- 6 cm Asphaltbinder
- 10 cm bituminös gebundene Tragschicht
- 50 cm Schottertragschicht

Dieser Regelaufbau entspricht der Bauklasse III nach Tafel 1 der RStO 01¹ (zusätzlich 2 cm Mehrdicke Binderschicht). Für diese Bauklassen ist nach Zeile 3 der Tafel auf der ungebundenen Tragschicht ein E_{V2} -Wert aus dem statischen Plattendruckversuch von $\geq 150 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Um diesen Wert zuverlässig nachweisen zu können, ist bei einer Schichtdicke von 50 cm der ungebundenen Tragschicht eine Tragfähigkeit auf dem Erdplanum (Unterkante Schottertragschicht) von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Dieser Wert kann auf den, im Bereich des projektierten Erdplans anstehenden Böden (Lösslehm, Hanglehm, Fließerde, Auelehm) erfahrungsgemäß nicht ohne weiteres nachgewiesen werden. Bei steifen bis halbfesten Böden (Lösslehm, Fließerde, Hangschutt) kann man von Tragfähigkeitswerten in der Größenordnung von 20 MN/m^2 bis 30 MN/m^2 ausgehen, während bei weichen Auelehmböden E_{V2} -Wert deutlich unter 20 MN/m^2 , z. T. auch unter 10 MN/m^2 liegt.

Es sind daher Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums erforderlich. Da in der Regel eine Stabilisierung des Untergrundes mit einem Kombinationsbindemittel wirtschaftlicher ist als ein Bodenaustausch, wird im folgenden näher auf die Bodenverbesserung mit Bindemittel eingegangen.

Man kann aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse davon ausgehen, dass eine einlagige Bodenstabilisierung mit einer Dicke von ca. 40 cm ausreicht. In der Regel sind zur Erhöhung der Tragfähigkeit kombinierte Bindemittel (z. B. 30 % Weißfeinkalk und 70 % Zement oder 50 % Weißfeinkalk und 50 % Zement) geeigneter als die Verwendung von reinem Weißfeinkalk. Es ist zu beachten, dass bei Wind eine Verwehung von Bindemittel erfolgt. Um die Staubentwicklung in



unmittelbarer Nähe von Wohnbebauungen zu minimieren, können staubreduzierte Kombinationsbindemittel verwendet werden (z. B. Dorosol Pro von Holcim). In der nachfolgenden Tabelle sind ungefähre Anhaltswerte für den Bindemittelbedarf angegeben. Sie beruhen auf Anhaltswerten.

Bindemittelzugabemenge in Gew.-%	Bindemittelzugabemenge in kg/m ³	Bindemittelzugabemenge bei 40 cm Frästiefe in kg/m ²
1,5 %	ca. 22,5, - 27,5	ca. 10 - 12
2,5 %	ca. 37,5 – 45,0	ca. 15 – 18
3,5 %	ca. 50,0 – 62,5	ca. 20 – 25

Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge und ob eine einlagige Verbesserung reicht, sollte auf Testfeldern mit anstehenden, repräsentativen Böden ermittelt werden (ein Testfeld Talau, ein Testfeld außerhalb Talau). Gegebenenfalls muss die dort ermittelte, erforderliche Bindemittelmenge den Witterungsverhältnissen angepasst werden. Bei extrem trockener, heißer Witterung ist es unter Umständen erforderlich, das Boden-Bindemittel-Gemisch zu befeuchten.

Bei der Bodenverbesserung ist darauf zu achten, dass nach dem Ausstreuen des Bindemittels der Boden mindestens zweimal gefräst wird. Der Boden muss als feinkrümeliges Boden-Bindemittel-Gemisch mit homogener Färbung vorliegen. Die Fräse muss in der Lage sein, eine Schicht von 40 cm problemlos zu fräsen. Nach der Verdichtung mit der Schafffußwalze, muss die Fläche glatt gewalzt werden, so dass keine Vertiefungen mehr vorhanden sind, in die Wasser eindringen kann. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass Oberflächenwasser zügig ablaufen kann (entsprechende Gefälle vorsehen).

Der erforderliche E_{V2} -Wert von 45 MN/m² ist mittels statischer Plattendruckversuche nachzuweisen (vgl. hierzu ZTVE-StB 94, Abschnitt 14).

¹ RStO 01 = Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

5.2 Einschnittsböschungen

Die Straßentrasse verläuft in weiten Bereichen in etwa auf dem Niveau des vorhandene Geländes. Nennenswerte Einschnitte sind im Abschnitt km 0+150 bis 0+400 vorgesehen. Die maximale Einschnittstiefe beträgt ca. 4,5 m (ungefähre Sohle UK-Straßenaufbau). Mit der im Lageplan eingetragenen Böschungsfläche und der Einschnittstiefe ergeben sich Böschungsneigungen von 1:2,5 bzw. $\beta = 22^\circ$. Den Baugrunderkundungen zufolge verlaufen die Böschungen in Lösslehm-schichten. Bei Überprüfungen der Standsicherheit bleibender Böschungen in diesen Böden ergaben sich zulässige Ausnutzungsgrade von $\mu \leq 0,91$ (vgl. Anlage 5.1). Es sind daher keine besonderen geotechnischen Maßnahmen zur Herstellung der Böschungen erforderlich.

5.3 Straßentrasse in Dammlage

Von km 0+550 bis km 0+800 verläuft die Straße in Dammlage, wobei der Straßendamm gleichzeitig die Funktion als Hochwasserschutzdamm für das HRB Planbach wahrnehmen soll. Die maximale Dammhöhe beträgt ca. 2,0 m.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit des Planums (Unterkante ungebundene Schottertragschicht) ist man in der Lage, durch geeignete Materialauswahl und eine entsprechende Einbauqualität den erforderlichen E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ problemlos zu erzielen. Hinweise zu Materialanforderungen und Einbauqualität ergeben sich aus den Anforderungen an Hochwasserschutzdämme, die in Abschnitt 6.2 beschrieben sind.

Aufgrund der Dammschüttung wird der weiche Untergrund belastet, wodurch sich Setzungen einstellen. Überschlägige Setzungsermittlungen ergaben rechnerische Setzungsbeträge in der Größenordnung von 4 cm bis 5 cm (vgl. Anlage 5.4), die sich aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Böden (lange Konsolidationszeit) nur langsam einstellen (1 bis 2 Jahre). Es wird daher empfohlen, den Damm möglichst frühzeitig herzustellen und den endgültigen Belag so spät wie möglich aufzubringen. Es ist auch denkbar, die Setzungen geodätisch zu beobachten um den günstigen Zeitpunkt für die endgültige Fertigstellung der Straße besser abschätzen zu können.

An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass es grundbautechnische Möglichkeiten gibt, die Setzungen zu beschleunigen, wie vertikale Tiefendränierung und/oder überhöhte Vorschüttung des



Dammes, die aber wirtschaftlich erfahrungsgemäß aufwändig sind. Falls derartige Lösungen in Erwägung gezogen werden, sind wir gerne bereit hierauf näher einzugehen.

Es wurde auch im Fall des Dammes (Höhe 2 m, Böschungsneigung 1 : 2,5) mit einer Verkehrslast von zweimal SLW 60 Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Wenn das Dammschüttmaterial Scherparameter von $\varphi' \geq 22,5^\circ$ und eine Kohäsion $c' \geq 5 \text{ kN/m}^2$ aufweist (bindiger Boden der Bodengruppe TM nach DIN 18196), kann ein zulässiger Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 0,81$ nachgewiesen werden (vgl. Anlage 5.2).

6. NEUBAU HRB PLANBACH

6.1 Durchlassbauwerk

Die Bauwerkssohle ist in den uns vorliegenden Plänen mit 420,7 m NN angegeben. Im Vergleich zur nächst gelegenen Bohrung BS 1 beträgt dann die Einbindung in den Untergrund ca. 1 m. Unter dem Bauwerk stehen weiche, bindige Auelehmböden bis ca. 4 m u. Gel. und steife bis halb feste, bindige Verwitterungsböden des Gipskeupers an. Darunter ist mit festen Keuperschichten zu rechnen. Der Druckspiegel des Grundwassers liegt in etwa auf dem Niveau der Bauwerksunterkante (vgl. Abschnitt 4.2).

Da uns keine Lastangaben über das Bauwerk vorliegen, haben wir anhand der Abmessungen eine ungefähre Bauwerkslast abgeschätzt, die bei einer Plattengründung zu einer Bodenpressung von ca. 50 kN/m^2 führt. Mit dieser Last und dem oben beschriebenen Schichtaufbau unter Berücksichtigung der Kennwerte des Kapitels 4.4 wurde eine Grundbruchberechnung durchgeführt, wobei aufgrund der großen Bauwerksbreite von 6,4 m ein tief reichender Grundbruchkörper entsteht, wodurch die Sicherheit gegen Grundbruch problemlos nachgewiesen werden kann (vgl. Anlage 5.3). Die mit der Grundbruchberechnung ermittelten Setzungen liegen in der Größenordnung von 3 cm bis 4 cm und somit in einem ähnlichen Bereich wie die Verformungen, die für den Damm errechnet wurden.

Da der höchste Druckspiegel des Grundwassers nicht bekannt ist, sollte das Bauwerk statisch auftriebssicher bis zum Geländeniveau sein. Wir gehen davon aus, dass dies durch das Eigengewicht des Bauwerks nachgewiesen werden kann.



Die Bodenplatte des Durchlassbauwerks kann unter Zwischenschaltung einer ca. 30 cm dicken Ausgleichs- und Tragschicht auf den Baugrund aufgelegt werden. Das Material für die Ausgleichsschicht sollte gut abgestuft sein und auch bindige Anteile enthalten (ca. 15 % bis 30 %) um eine Unterströmung der Bodenplatte zu verhindern. Es ist auch denkbar, die Ausgleichsschicht aus KFT-Material herzustellen und die seitlichen Ränder der Bodenplatte voutenartig oder in Art von Frostschrägen nach unten zu ziehen, so dass die durchlässige Ausgleichsschicht für Wasserzutritte abgeschottet ist. Vor dem Einbringen der Ausgleichsschicht empfiehlt es sich die Baugrubensohle zu stabilisieren. Dies kann durch eine Bodenverbesserung mittels einem Bindemittel erfolgen oder aber es wird grobkörniges Material (Kalksteinschroppen) eingewalzt (10 cm Mehraushub und 20 cm Schroppenschicht – die 10 cm Übermaß werden erfahrungsgemäß in den weichen Untergrund eingedrückt).

Sollte der Baugrund eher dem Schichtaufbau der etwas weiter entfernten BS 2 entsprechen, wo die Auelehmböden oberflächenah steife Konsistenz aufweisen, ist eine Stabilisierung der Aushubsohle nicht erforderlich.

Aufgrund der festgestellten Grundwasserverhältnisse beschränkt sich die Wasserhaltung in der Baugrube voraussichtlich auf das Ableiten von Niederschlagswasser. Bei einer Baugrubentiefe von 1,75 m und weniger, kann man sich in Fragen der Böschungsgestaltung an die Vorgaben der DIN 4124 halten. Bei Böschungen höher als 1,75 m empfehlen wir geneigte Böschungen mit einem Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$.

6.2 Herstellung Hochwasserdamm

Im vorliegenden Fall erscheint es zweckmäßig, den Absperrdamm bzw. den Straßendamm aus einem einheitlichen Dichten Material herzustellen (vgl. auch Abschnitt 5.3). Im Abschnitt 5.3 sind wir bereits auf die bodenmechanischen Kennwerte, des für den Damm erforderlichen Materials eingegangen, mit denen die Standsicherheit der Böschungen nachgewiesen werden kann. Die Kennwerte werden erfahrungsgemäß von Böden der Bodengruppe TM (mittelplastische Tonböden) und TL (leichtplastische Tonböden) nach DIN 18196 erfüllt.

Beim Aushub des Einschnitts im Abschnitt km 0+150 bis 0+400 fallen den Baugrunderkundungen zufolge derartige Böden an, die aber im höheren Bereich (vgl. BS 8 bis 2,2 m u. Gel.) voraussichtlich für eine sorgfältige, lagenweise Verdichtung zu hohe Wassergehalte aufweisen. Es ist jedoch denkbar, dieses Material entweder vor dem Aushub mit einem Bindemittel zu verbessern und un-

mittelbar danach zu fördern und zum Einbau in den Dammbereich zu transportieren oder das Material wird lagenweise auf der Dammfäche ausgebreitet und dort verbessert. Ähnliche Böden könnten gegebenenfalls auch im Bereich des späteren Stauraums durch Seitenentnahme gewonnen werden. Dadurch könnte das Volumen erhöht werden.

In Anlehnung an das Merkblatt „Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg – Arbeitshilfe zur DIN 18700“ (herausgegeben vom Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg) werden an das für Dammschüttungen zu verwendende Material folgende Anforderungen gestellt:

Bodengruppen nach DIN 18196:	TM, TL, GT* und GU*
Steinanteil (Kornfraktion > 63 mm):	≤ 35 %
Gehalt an organischen Stoffen:	≤ 5 %
Fließgrenze w_L :	≤ 50 %
Ausrollgrenze w_P :	≤ 20 %
Plastizitätszahl I_P :	≥ 10 %
Tongehalt (Kornfraktion > 0,002 mm):	≥ 10 %
Kalkgehalt:	≤ 10 %

An den Einbau werden folgende Anforderungen gestellt:

Verdichtungsgrad: D_{Pr} :	≤ 100 %
Luftporengehalt n_a :	< 12 Volumen-%
Schütthöhe (nicht verdichtet):	< 30 cm

Wenn das Bodenmaterial mit einem Bindemittel verbessert werden muss, um eine ausreichende Verdichtung zu erzielen, kann unseres Erachtens der Kalkgehalt den oben genannten Grenzwert überschreiten.

Unter den oben genannten Voraussetzung kann erfahrungsgemäß mit dem vorgeschlagenen Material ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s problemlos nachgewiesen werden.

Falls Material aus dem Baufeld in der Ausschreibung zur Herstellung des Dammes verwendet werden soll, empfehlen wir vorher eine Eignungsprüfung gezielt an dem vorgesehenen Material auszuführen. Ist vorgesehen, dass der Auftragnehmer das Material zu liefern hat, ist in der Ausschreibung eine entsprechende Eignungsprüfung gemäß DIN 19700 zu berücksichtigen.

6.3 Untergrund im Bereich des Einstaus

Im Bereich des geplanten Einstaubereichs wurden 4 Bohrungen abgeteuft (BS 1 bis BS 3 und BS 7). In allen 4 Bohrungen stehen unter dem Oberboden Auelehmböden aus schluffigem Ton (teils weicher, teils steifer Konsistenz) an, deren Durchlässigkeit verhältnismäßig gering ist (Wasserstauer), so dass mit keinen großen Versickerungsmengen gerechnet werden muss.

6.4 Erforderliche Nachweise nach DIN 19700

Da die Planung noch nicht abgeschlossen ist, uns noch keine detaillierten Dammschnitte vorliegen und noch nicht entschieden ist, mit welchem Material der Damm gebaut werden soll, ist es noch nicht möglich, die nach DIN 19700 erforderlichen Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit zu führen.

Wir schlagen vor, im weiteren Planungsverfahren zu entscheiden, mit welchem Material der Damm gebaut wird (Aushub aus dem Einschnittsbereich der Osttangente oder Seitenentnahme aus dem Einstaubebenenbereich oder sonstiges Material) und dieses einer Eignungsprüfung mit Ermittlung der maßgeblichen Kennwerte zu unterziehen. Wenn das Material bekannt und die Entwurfsplanung fertig ist, können die Nachweise nach DIN 19700 geführt und in einem weiteren geotechnischen Bericht dokumentiert werden.

7. ALTLASTEN

Bei den Schichtaufnahmen der Bohrungen ergaben sich keine sensorischen Hinweise auf anthropogene Verunreinigungen im Untergrund. Da das Gelände weitgehend landwirtschaftlich genutzt wird, ist die Gefahr gering, dass im Zuge der Baumaßnahmen Altlasten oder andere Boden- und Grundwasserkontaminationen auftreten können.

8. KAMPFMITTEL

Wir empfehlen vorsorglich eine Anfrage beim Kampfmittelräumdienst Baden-Württemberg hinsichtlich möglicher Kriegseinwirkungen auf dem Baugelände, sofern dies nicht bereits geschehen ist oder durch andere Kenntnisse entbehrlich ist. Die Anfrage ist kostenlos und es steht ein Formular der Dienststelle im Internet zur Verfügung (<http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1074085/index.html>).

9. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Der Untergrund im Plangebiet wurde auf der Grundlage von 10 Rammkernsondierungen und 2 Schweren Rammsondierungen beschrieben und beurteilt. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen vom hier beschriebenen Befund können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Erschließungsarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind. In Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Für die Beantwortung geotechnischer Fragen bei der weiteren Planung und Ausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

Für die Geotechnik Aalen



Dipl.- Geol. W. Höffner

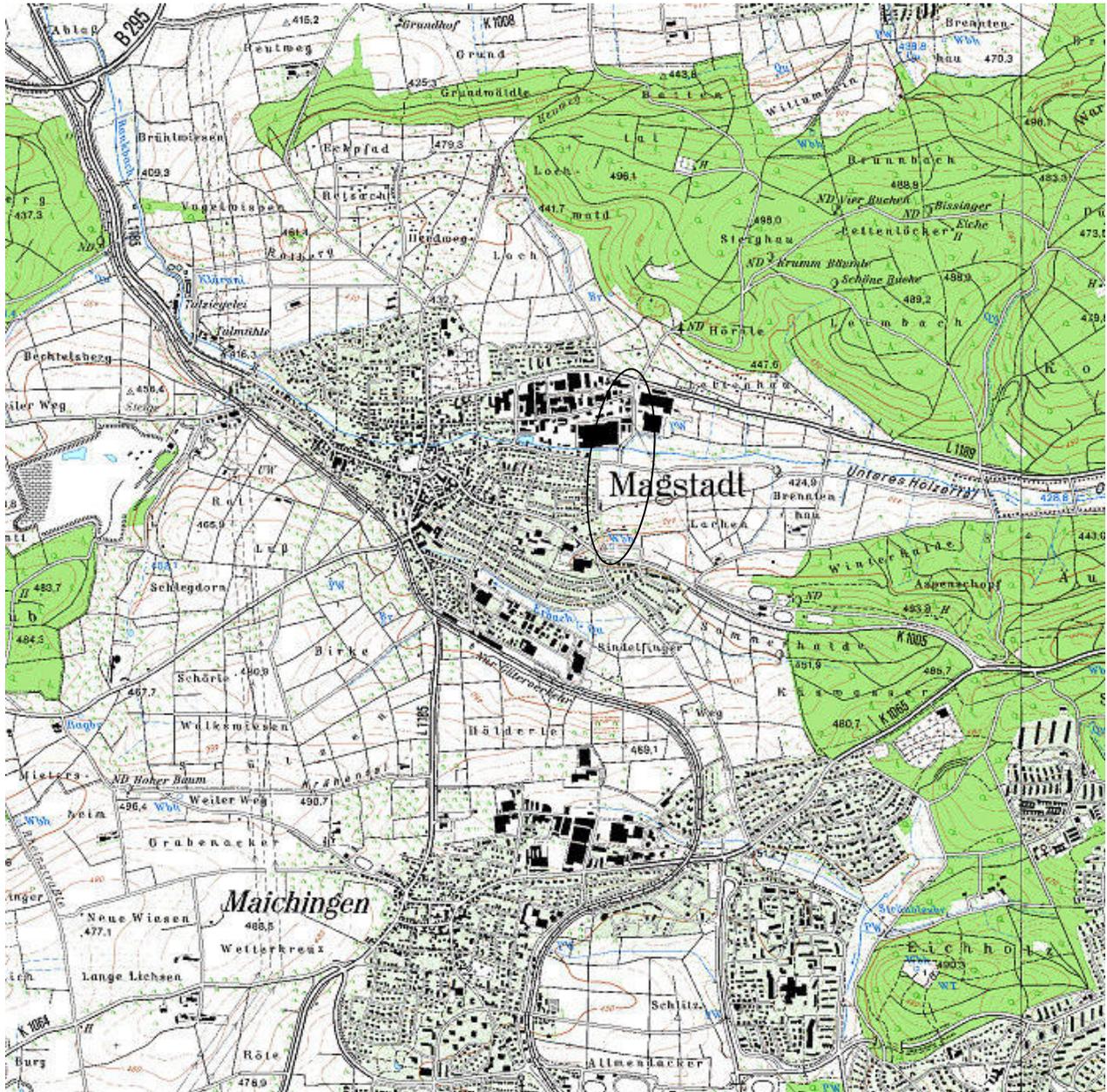
gez.

Dipl.-Geol. G. Däumling



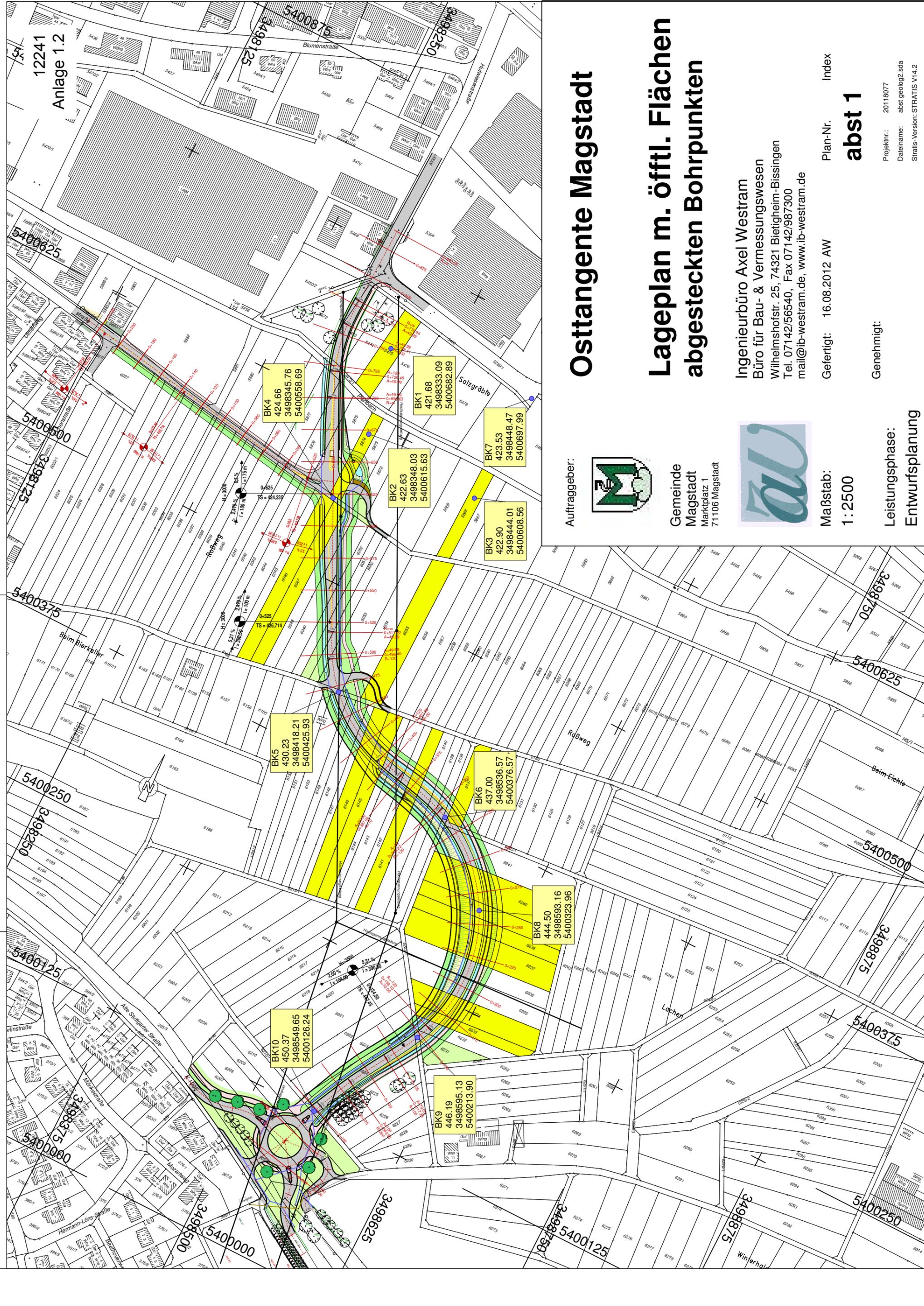
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 1: 25.000



Legende:

 Untersuchungsgebiet



Osttangente Magstadt

Lageplan m. öfftl. Flächen abgesteckten Bohrpunkten

Ingenieurbüro Axel Westram
 Büro für Bau- & Vermessungswesen
 Wilhelmshofstr. 25, 74321 Bietigheim-Bissingen
 Tel. 07142/56540, Fax 07142/987300
 mail@ib-westram.de, www.ib-westram.de

Gefertigt: 16.08.2012 AW
 Plan-Nr. **abst 1**
 Index

Genehmigt:
 Projekt-Nr.: 20118077
 Dateiname: abst_geolog2.sda
 Stratis-Version: STRATIS V14.2

Auftraggeber:

 Gemeinde
 Magstadt
 Marktplatz 1
 71106 Magstadt



Maßstab:
1:2500
 Leistungsphase:
Entwurfsplanung

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

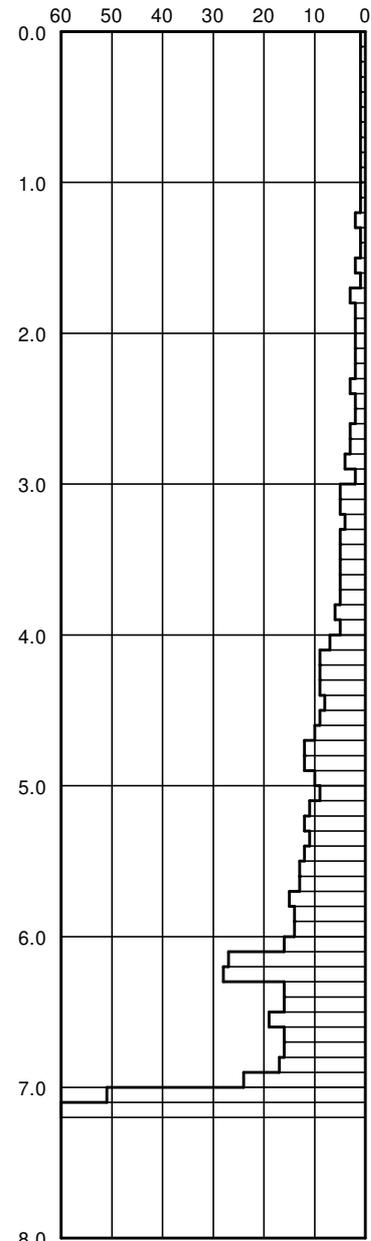
Bericht: 12241

Anlage 2.1

DPH 1

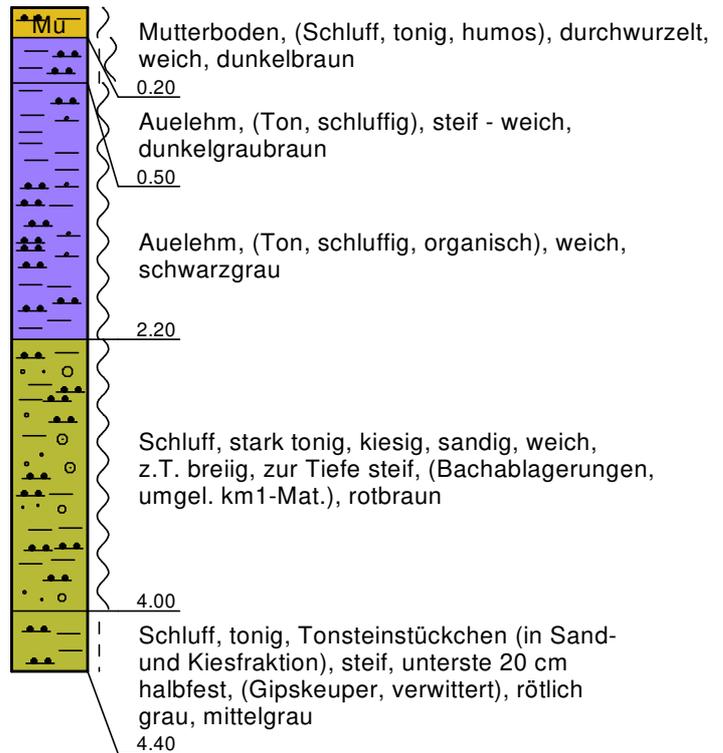
421,73 m

Schlagzahlen je 10 cm



BS 1

421,73 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

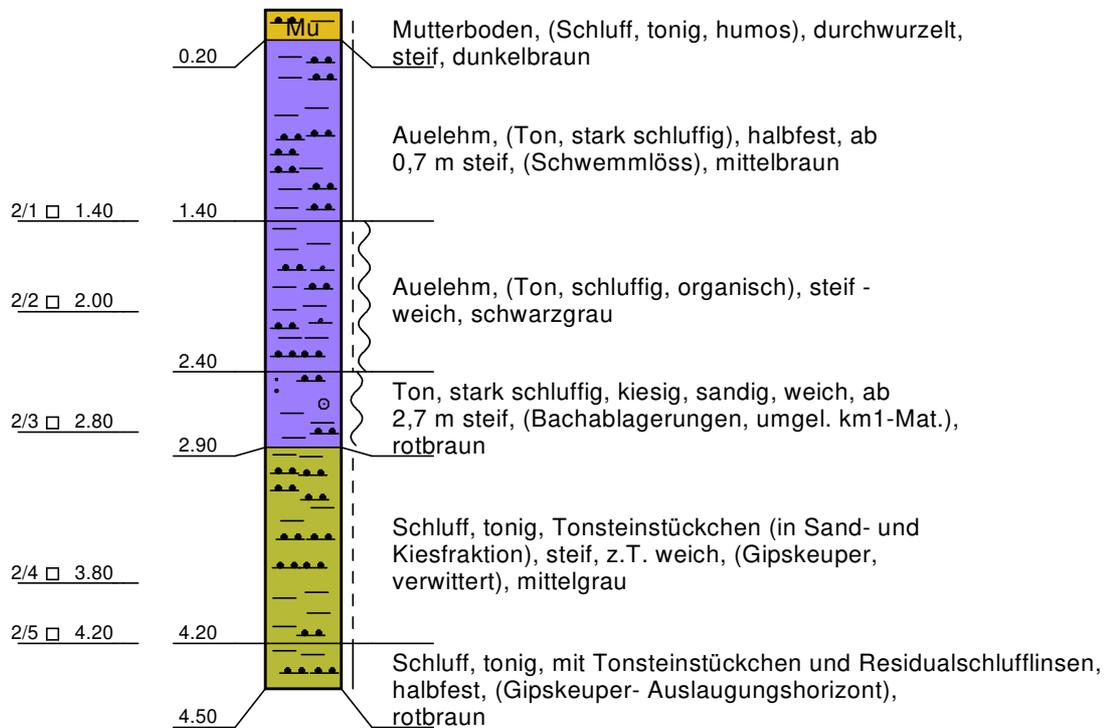
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.2

BS 2

422,63 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1 : 50

GEOTECHNIK AALEN

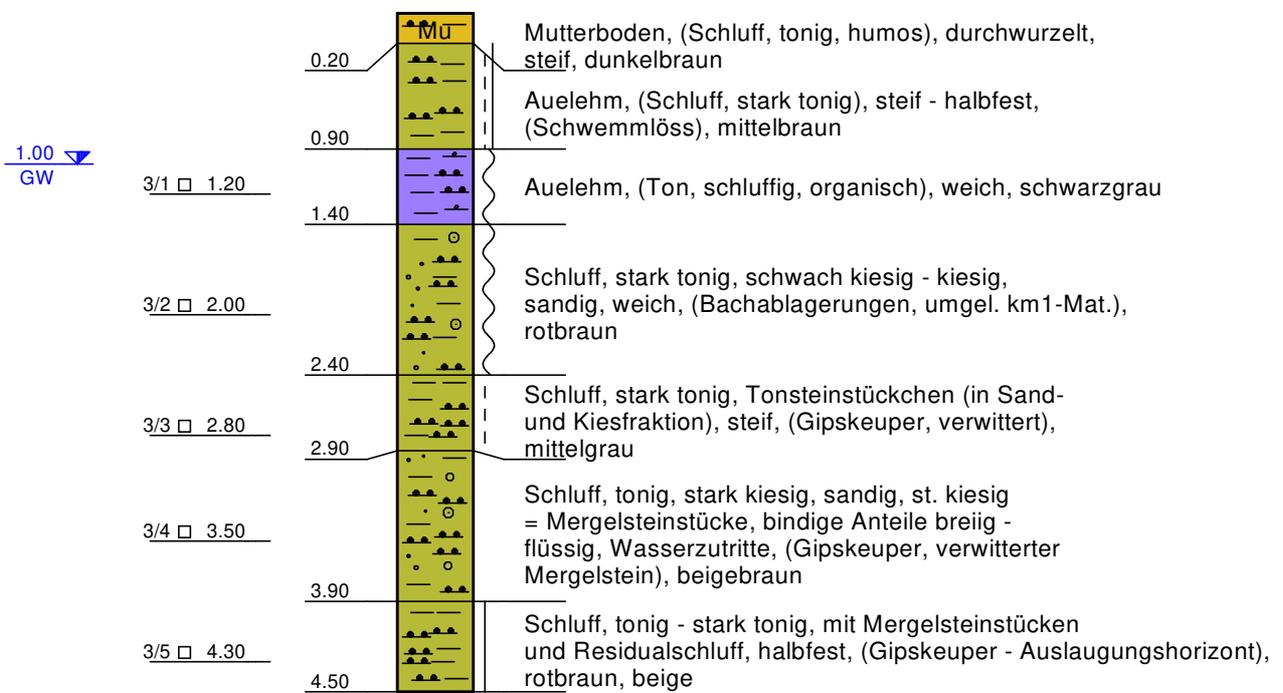
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.3

BS 3

422,88 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

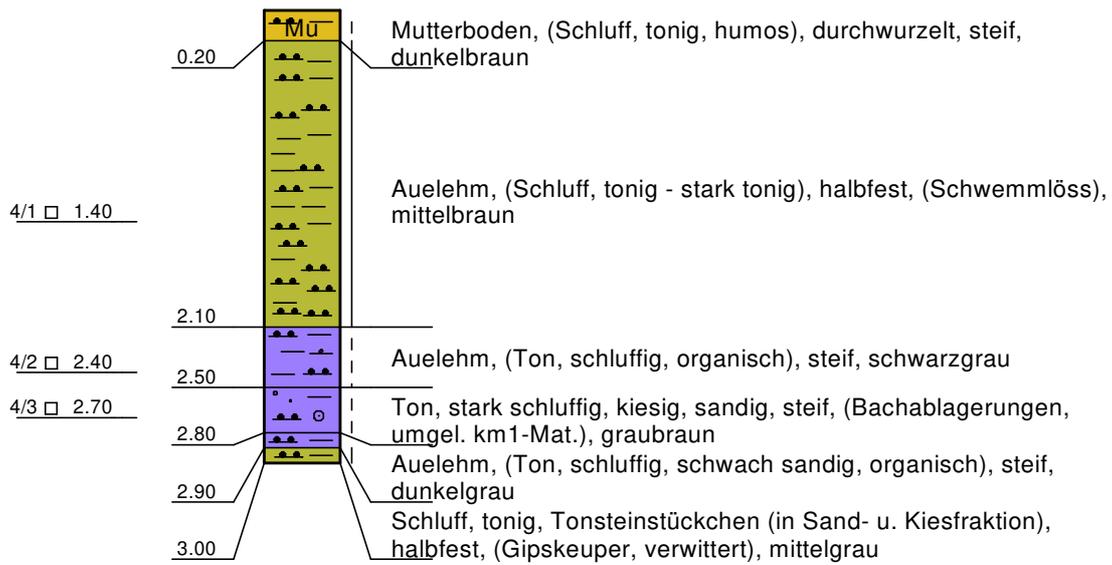
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.4

BS 4

424,66 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

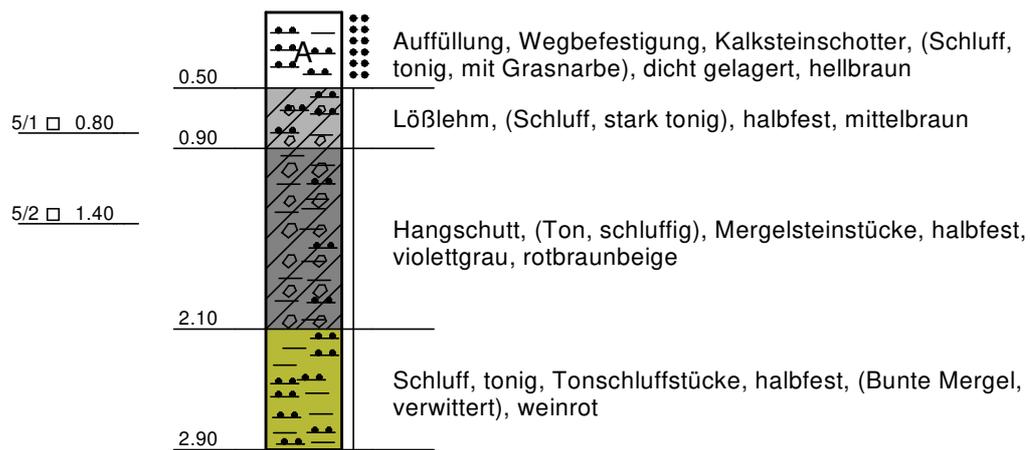
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.5

BS 5

430,25 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

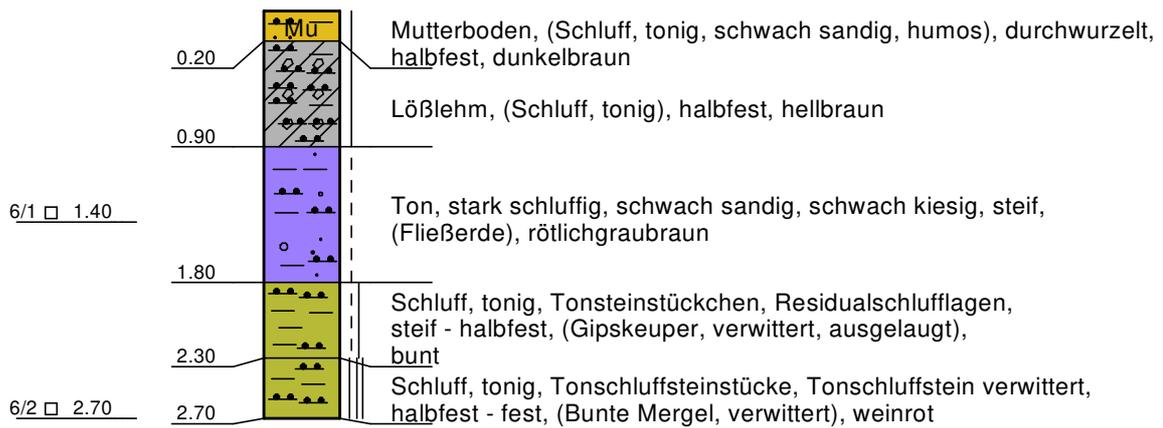
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.6

BS 6

437,08 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

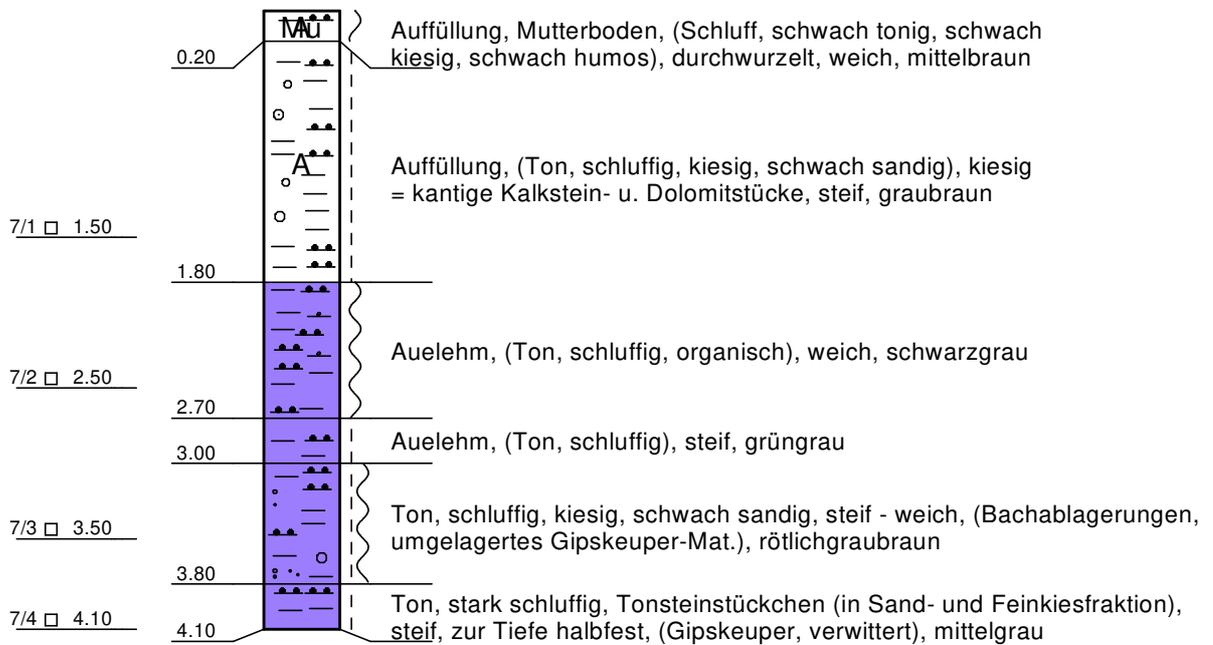
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

Bericht: 12241

Anlage 2.7

BS 7

423,53 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361 / 9406-0 Fax: 07361 / 9406-10

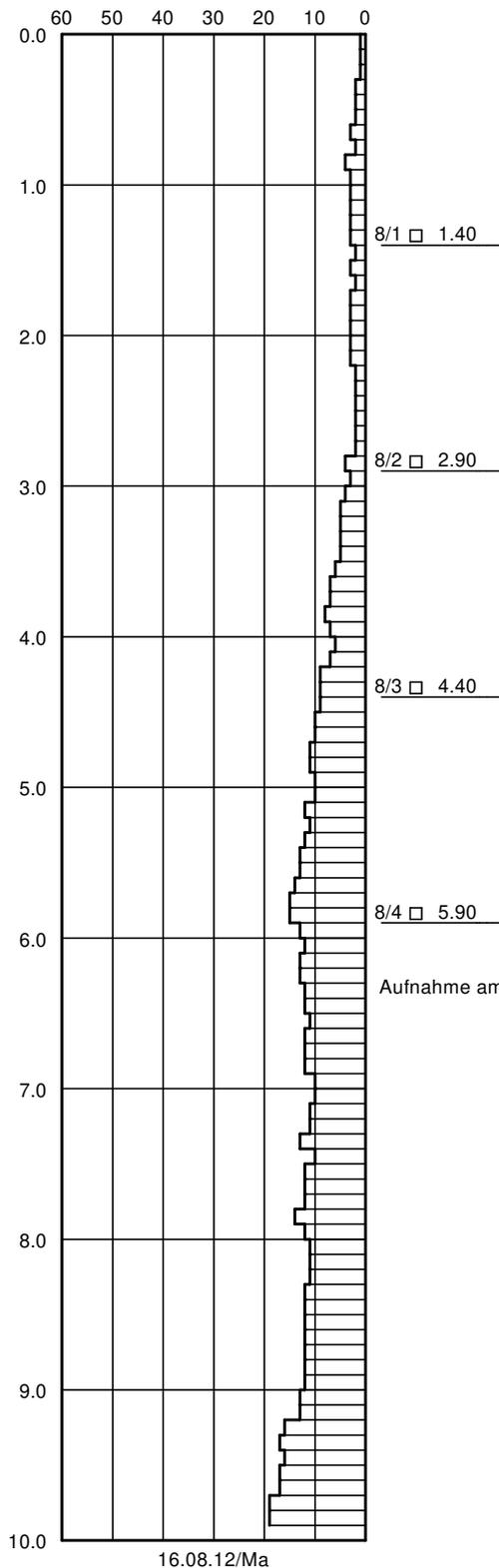
Bericht: 12241

Anlage 2.8

DPH 2

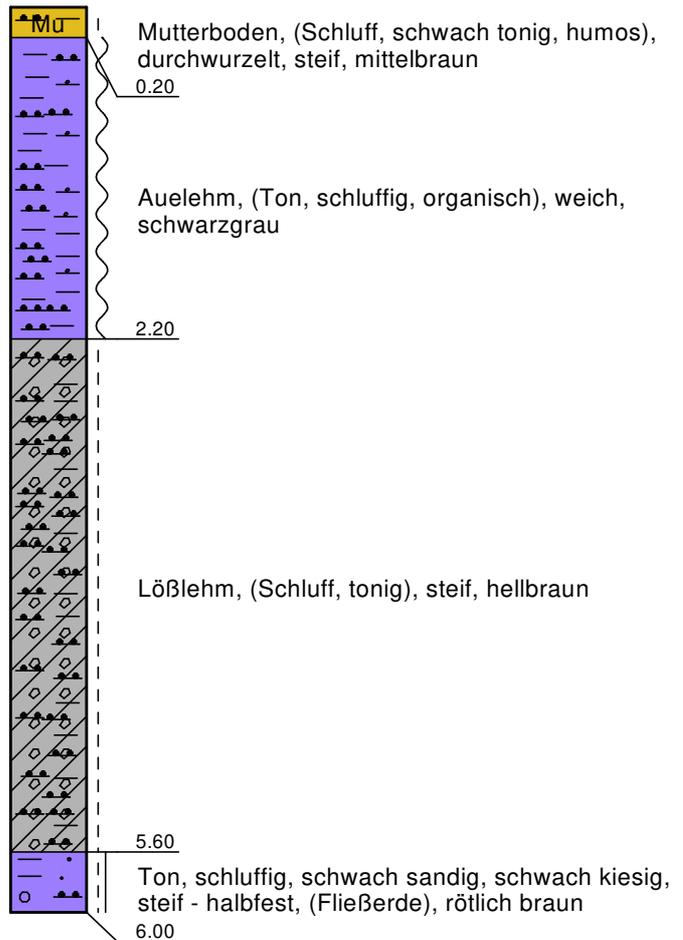
444,48 m

Schlagzahlen je 10 cm



BS 8

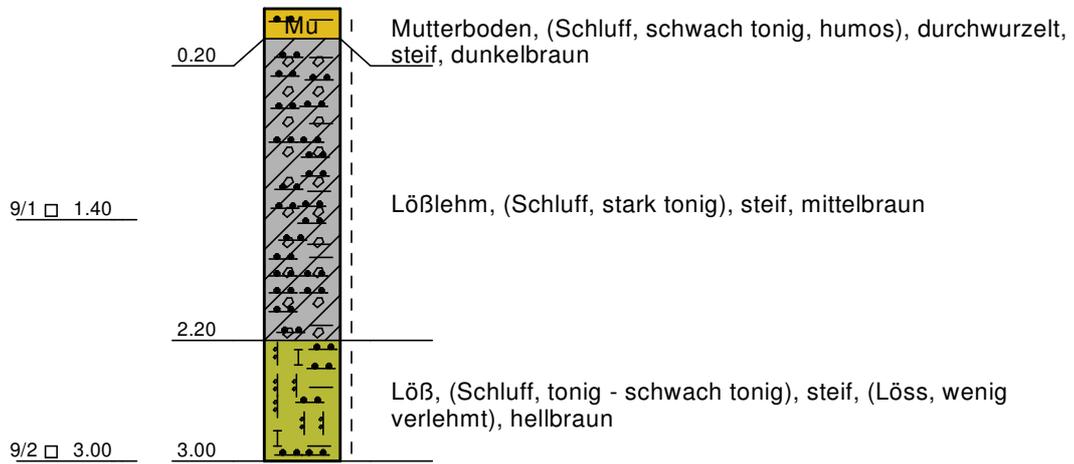
444,48 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1:50

BS 9

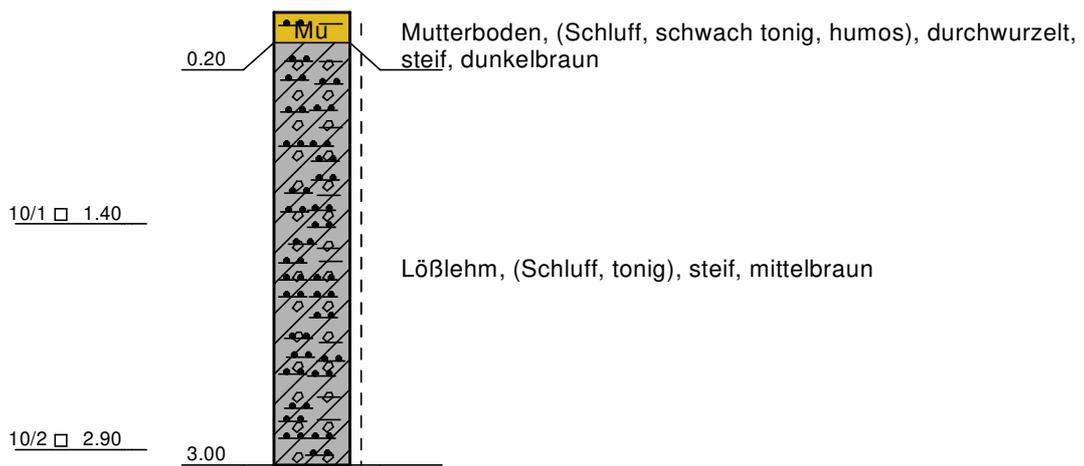
446,30 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

BS 10

450,29 m NN



Aufnahme am 16.08.2012/G. Däumling/M 1: 50

Geotechnik Aalen
 Robert - Bosch - Straße 59
 73431 Aalen
 Tel.: 07361/9406-0 Fax 07361/940610

Bericht: 12241
 Anlage: 3.1.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 27.08.2012

Prüfungsnummer: 01

Entnahmestelle: BS 1 - 10

Tiefe: siehe Schichtenverzeichnis

Bodenart: siehe Schichtenverzeichnis

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu

Probenbezeichnung:	1/1	1/2	1/4	2/1	2/2	2/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	251,15	378,49	357,44	317,79	288,74	353,25
Trockene Probe + Behälter [g]:	189,60	342,50	316,30	269,50	245,50	297,40
Behälter [g]:	99,50	124,20	105,36	98,47	120,20	101,62
Porenwasser [g]:	61,55	35,99	41,14	48,29	43,24	55,85
Trockene Probe [g]:	90,10	218,30	210,94	171,03	125,30	195,78
Wassergehalt [%]	68,31	16,49	19,50	28,23	34,51	28,53

Probenbezeichnung:	2/5	3/1	3/3	3/4	3/5	4/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	344,13	330,48	325,56	419,22	320,17	284,38
Trockene Probe + Behälter [g]:	306,00	275,80	283,10	347,60	276,60	254,50
Behälter [g]:	120,37	106,63	119,66	118,48	109,56	106,37
Porenwasser [g]:	38,13	54,68	42,46	71,62	43,57	29,88
Trockene Probe [g]:	185,63	169,17	163,44	229,12	167,04	148,13
Wassergehalt [%]	20,54	32,32	25,98	31,26	26,08	20,17

Probenbezeichnung:	4/2	5/1	5/2	6/1	6/2	7/3
Feuchte Probe + Behälter [g]:	320,47	315,27	313,97	321,66	391,93	399,83
Trockene Probe + Behälter [g]:	273,70	288,80	277,50	276,40	347,70	354,70
Behälter [g]:	109,25	106,68	108,38	107,00	106,93	120,37
Porenwasser [g]:	46,77	26,47	36,47	45,26	44,23	45,13
Trockene Probe [g]:	164,45	182,12	169,12	169,40	240,77	234,33
Wassergehalt [%]	28,44	14,53	21,56	26,72	18,37	19,26

Probenbezeichnung:	8/1	8/2	8/3	8/4	9/1	9/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	313,08	313,89	371,32	295,52	389,49	391,96
Trockene Probe + Behälter [g]:	281,80	272,90	321,30	262,40	344,30	353,30
Behälter [g]:	106,63	101,62	109,56	106,37	107,00	118,05
Porenwasser [g]:	31,28	40,99	50,02	33,12	45,19	38,66
Trockene Probe [g]:	175,17	171,28	211,74	156,03	237,30	235,25
Wassergehalt [%]	17,86	23,93	23,62	21,23	19,04	16,43

Geotechnik Aalen
 Robert - Bosch - Straße 59
 73431 Aalen
 Tel.: 07361/9406-0 Fax 07361/940610

Bericht: 12241
 Anlage: 3.1.2

Wassergehalt nach DIN 18 121

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 27.08.2012

Prüfungsnummer: 02
 Entnahmestelle: BS 1 - 10
 Tiefe: siehe Schichtenverzeichnis
 Bodenart: siehe Schichtenverzeichnis
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu

Probenbezeichnung:	10/1	10/2				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	359.85	408.80				
Trockene Probe + Behälter [g]:	317.50	349.00				
Behälter [g]:	100.75	120.37				
Porenwasser [g]:	42.35	59.80				
Trockene Probe [g]:	216.75	228.63				
Wassergehalt [%]	19.54	26.16				

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 03.08.2012

Prüfungsnummer: 1/1

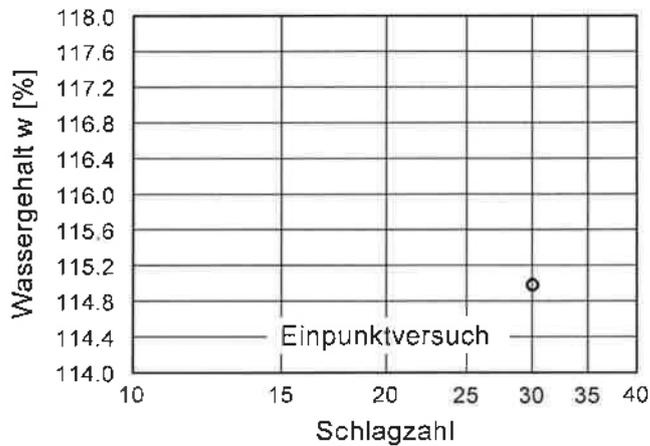
Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: - 1,40 m

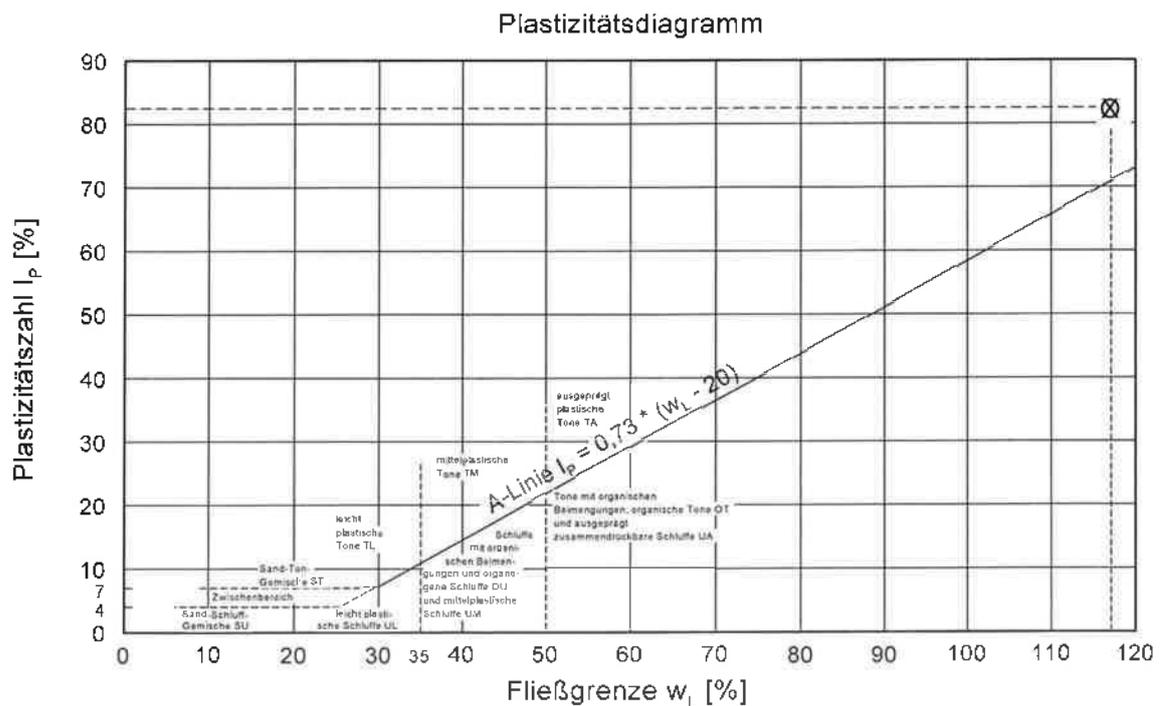
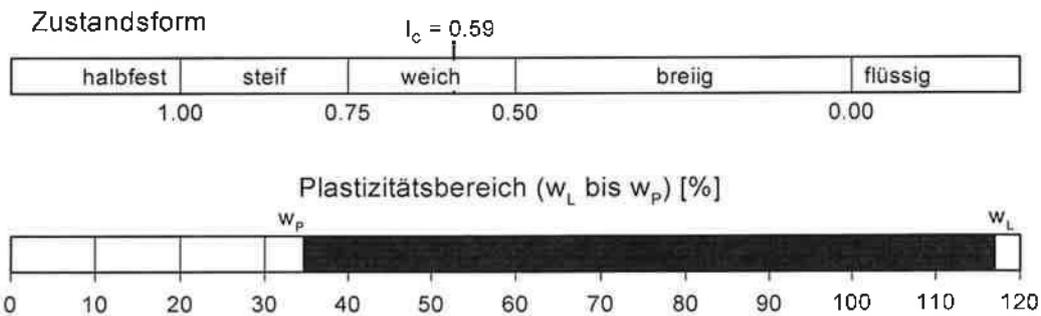
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu



Wassergehalt $w = 68.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 117.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 34.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 82.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.59$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 03.09.2012

Prüfungsnummer: 2/1

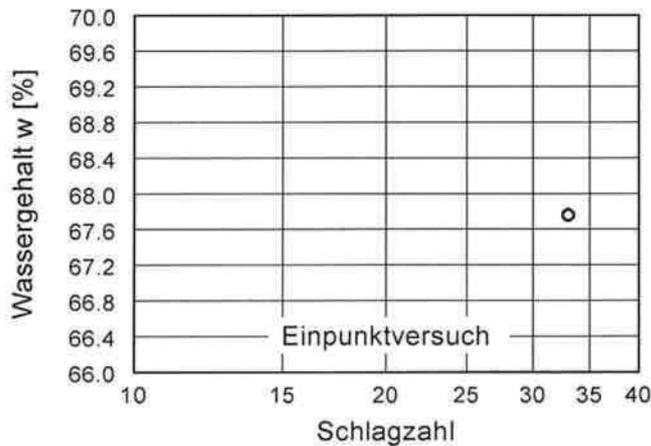
Entnahmestelle: BS 2

Tiefe: -1,4 m

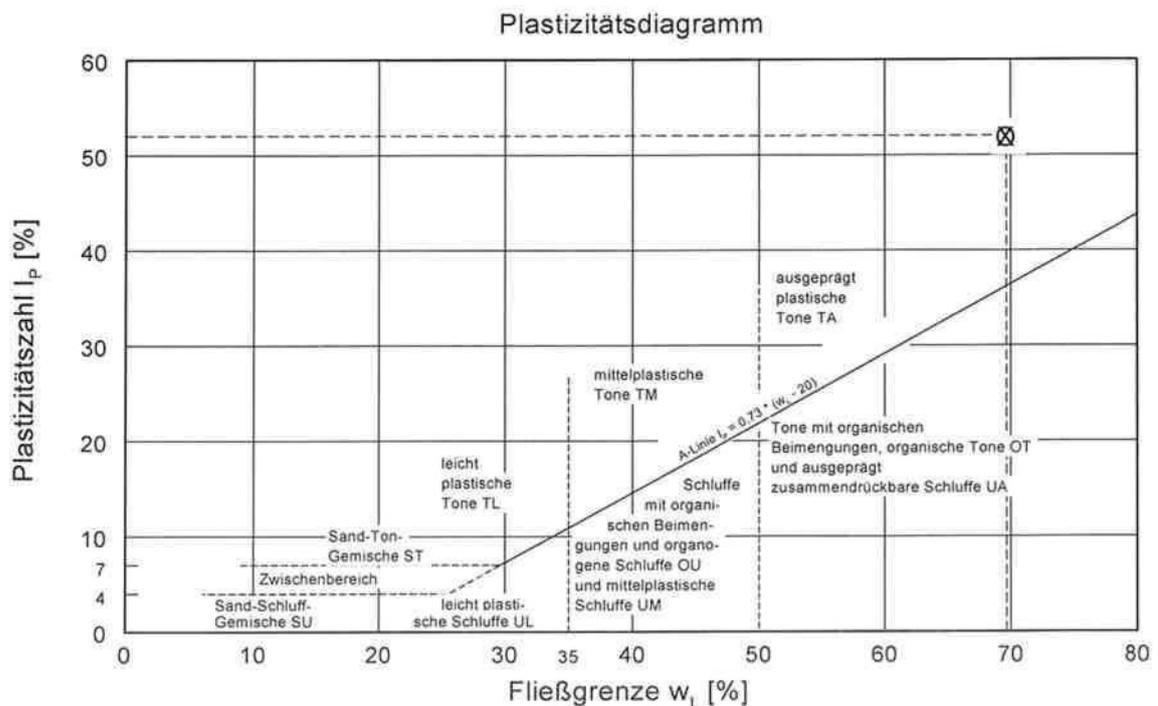
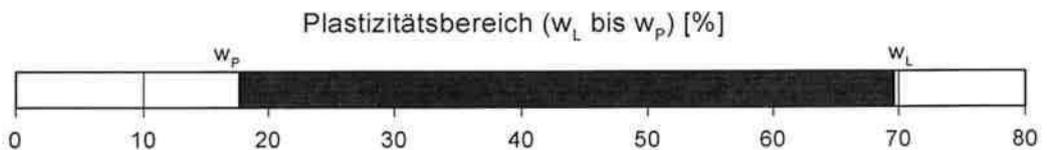
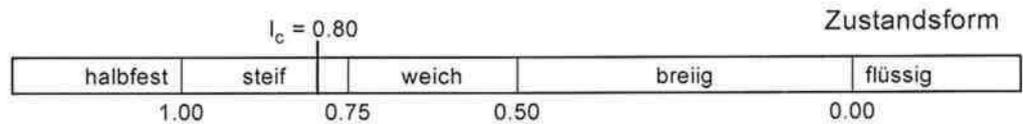
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu



Wassergehalt $w = 28.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 69.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 52.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.80$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 03.08.2012

Prüfungsnummer: 2/4

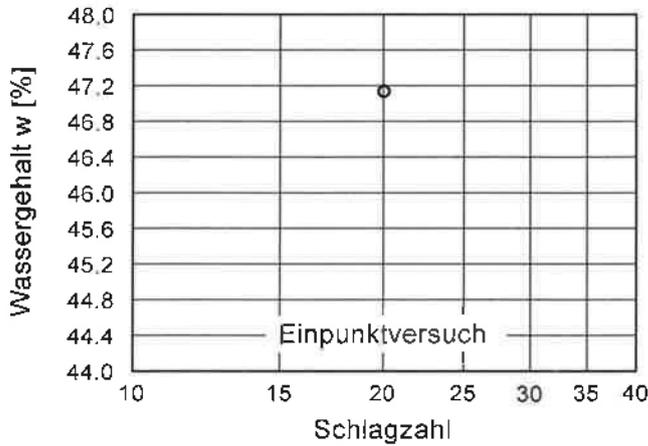
Entnahmestelle: BS 2

Tiefe: - 3,80 m

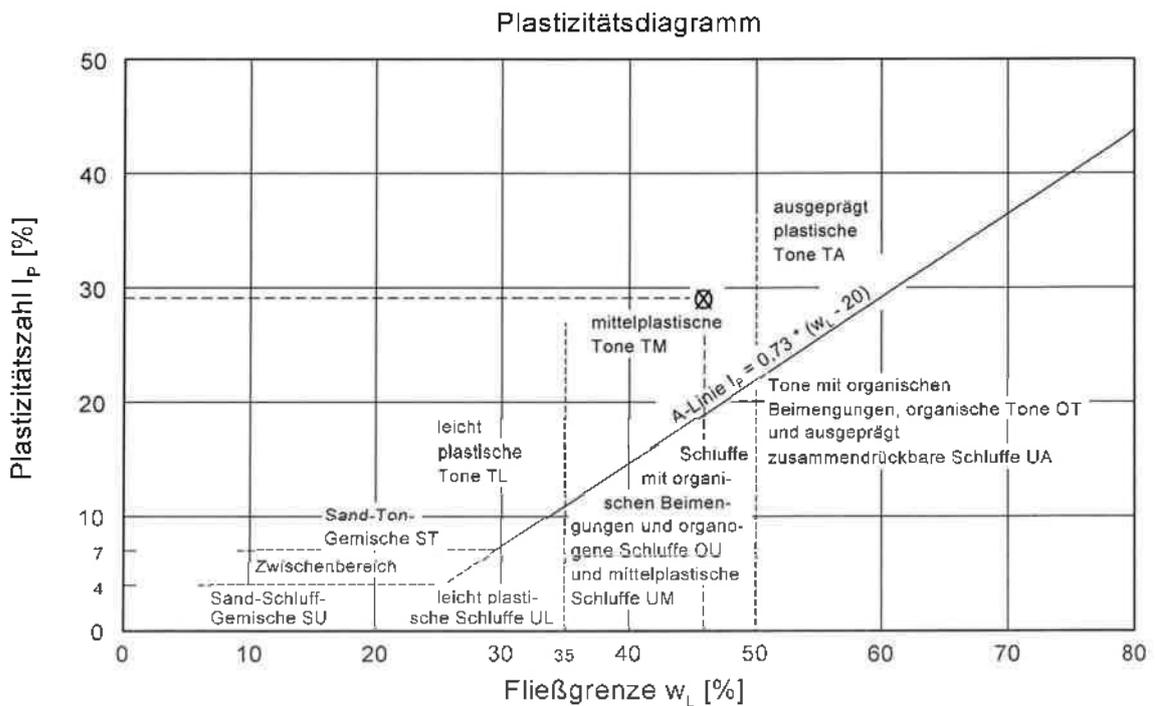
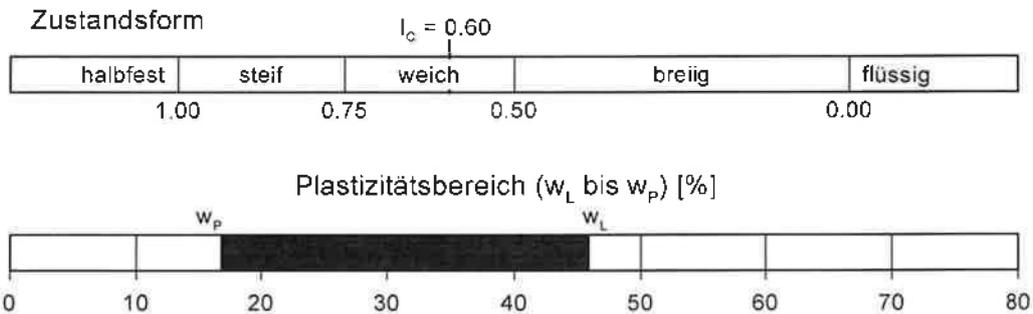
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu



Wassergehalt $w = 28.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 45.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 16.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 29.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.60$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

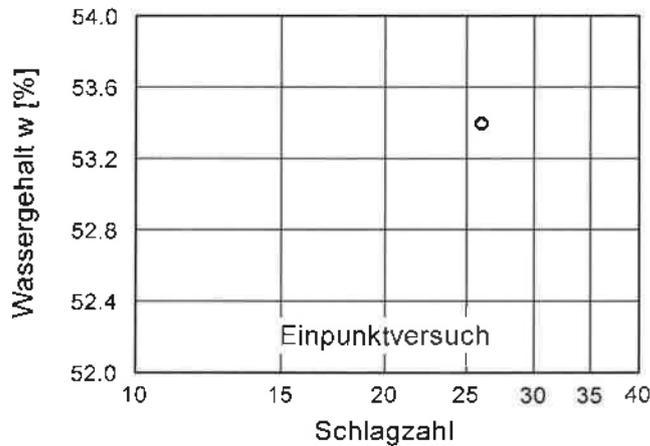
12241

Osttangente Magstadt

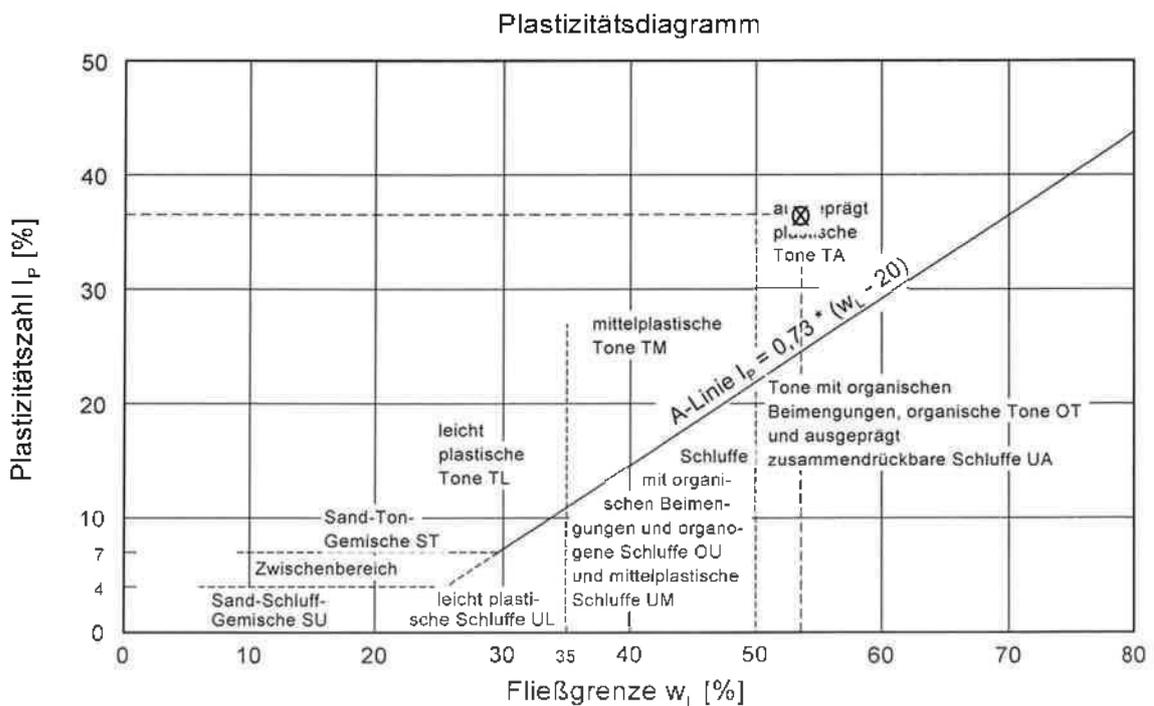
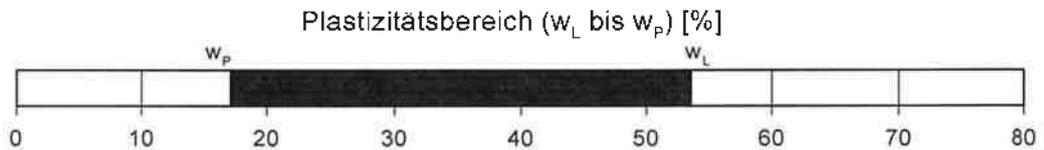
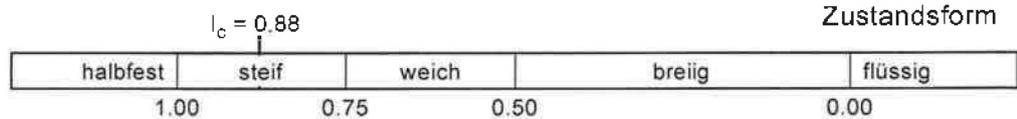
Bearbeiter: Ma

Datum: 03.09.2012

Prüfungsnummer: 5/2
 Entnahmestelle: BS 5
 Tiefe: - 1,4 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: TA
 Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu



Wassergehalt $w =$	21.6 %
Fließgrenze $w_L =$	53.6 %
Ausrollgrenze $w_p =$	17.1 %
Plastizitätszahl $I_p =$	36.5 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.88



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 03.08.2012

Prüfungsnummer: 6/1

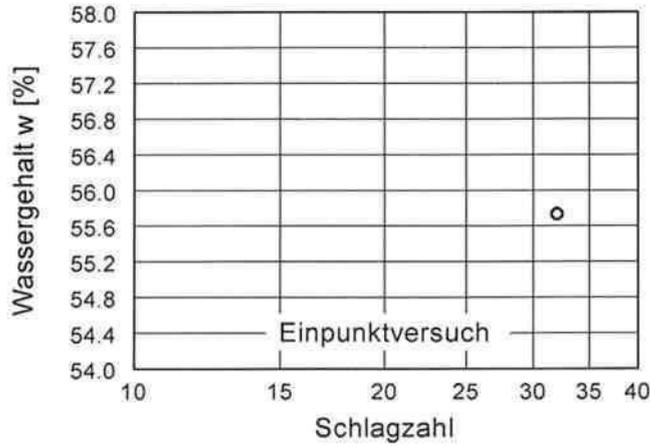
Entnahmestelle: BS 6

Tiefe: - 1,40 m

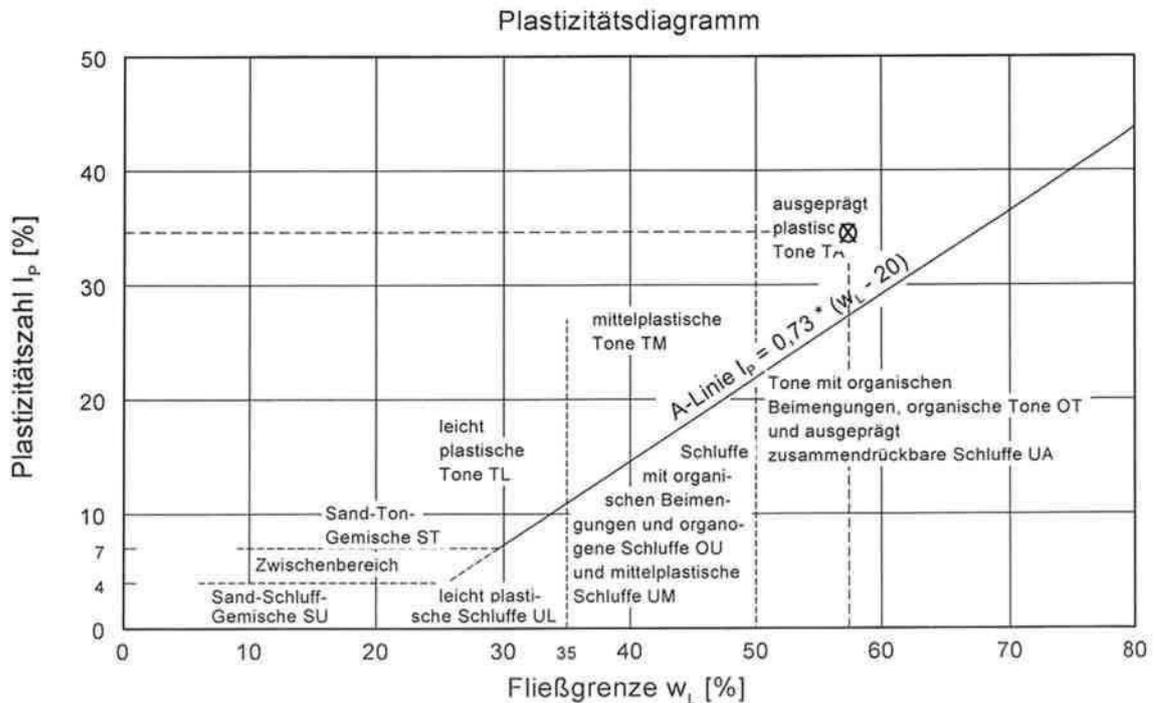
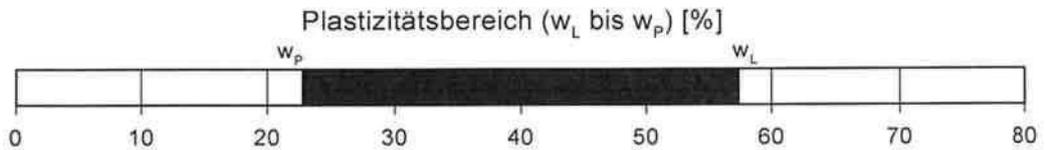
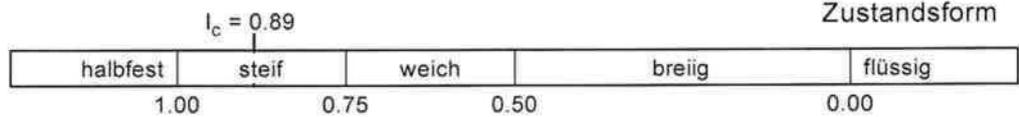
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Dau



Wassergehalt $w = 26.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 57.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 22.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 34.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.89$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241

Osttangente Magstadt

Bearbeiter: Ma

Datum: 03.08.2012

Prüfungsnummer: 8/2

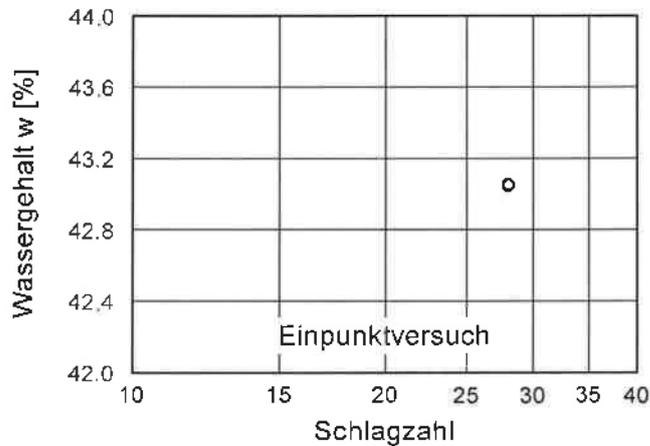
Entnahmestelle: BS 8

Tiefe: - 2,90 m

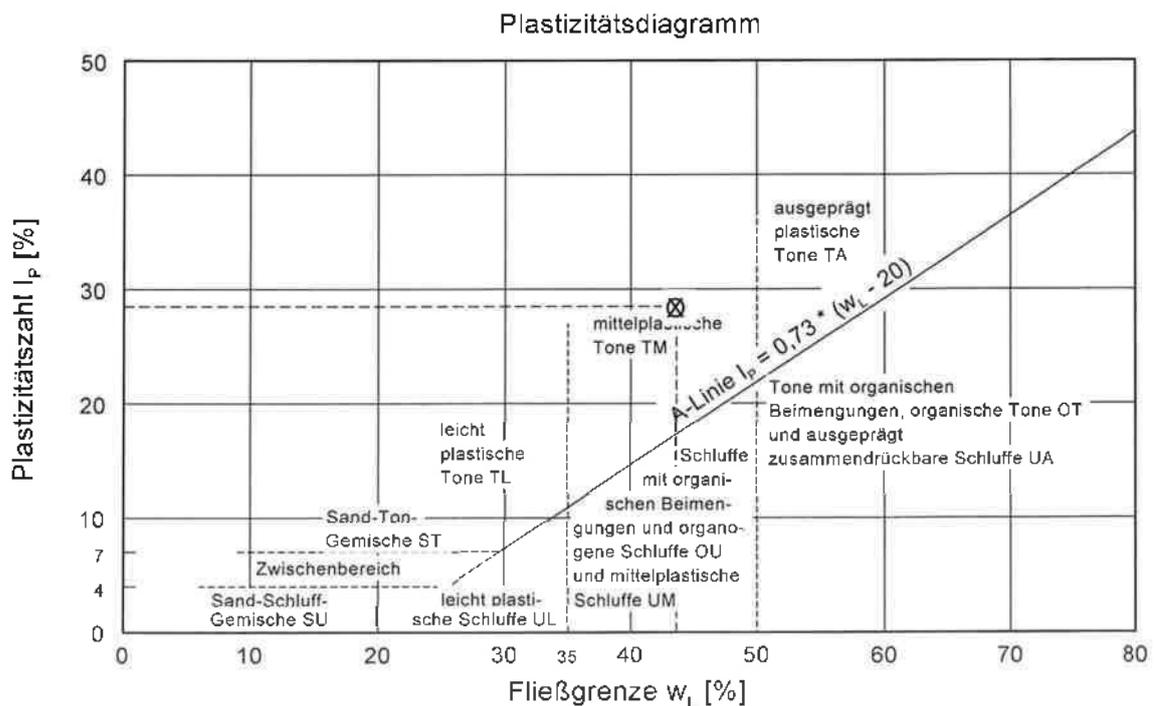
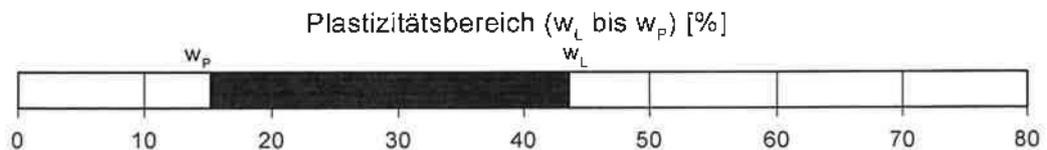
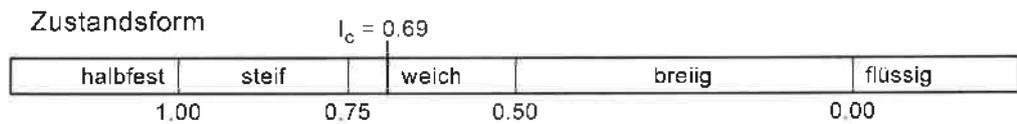
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu



Wassergehalt $w = 23.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 43.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 15.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 28.4 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.69$



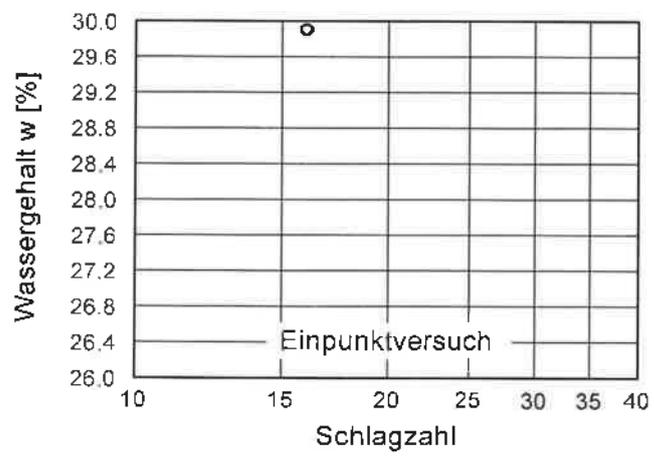
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

12241
 Osttangente Magstadt

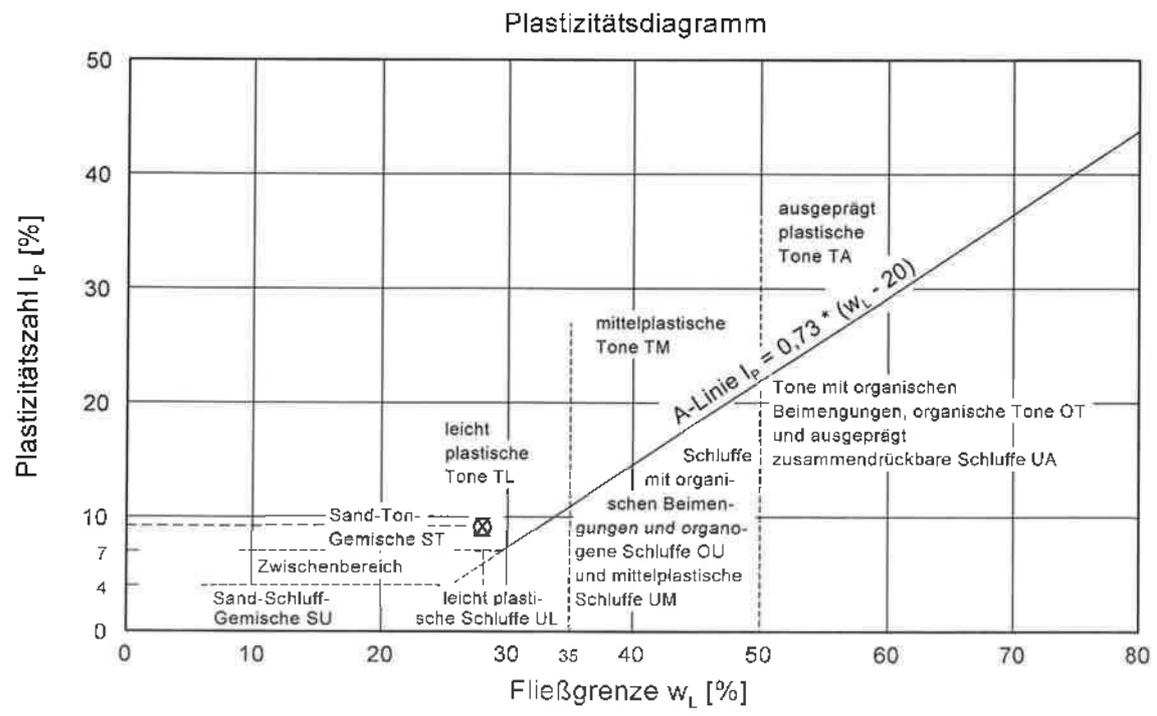
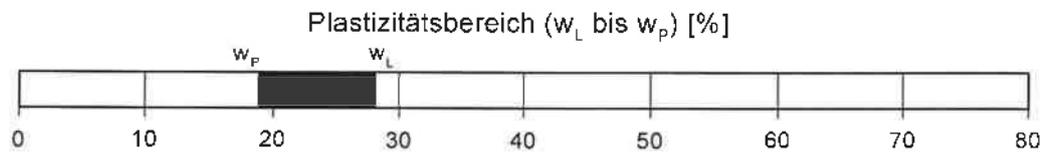
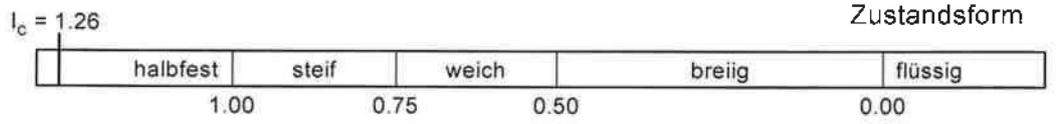
Bearbeiter: Ma

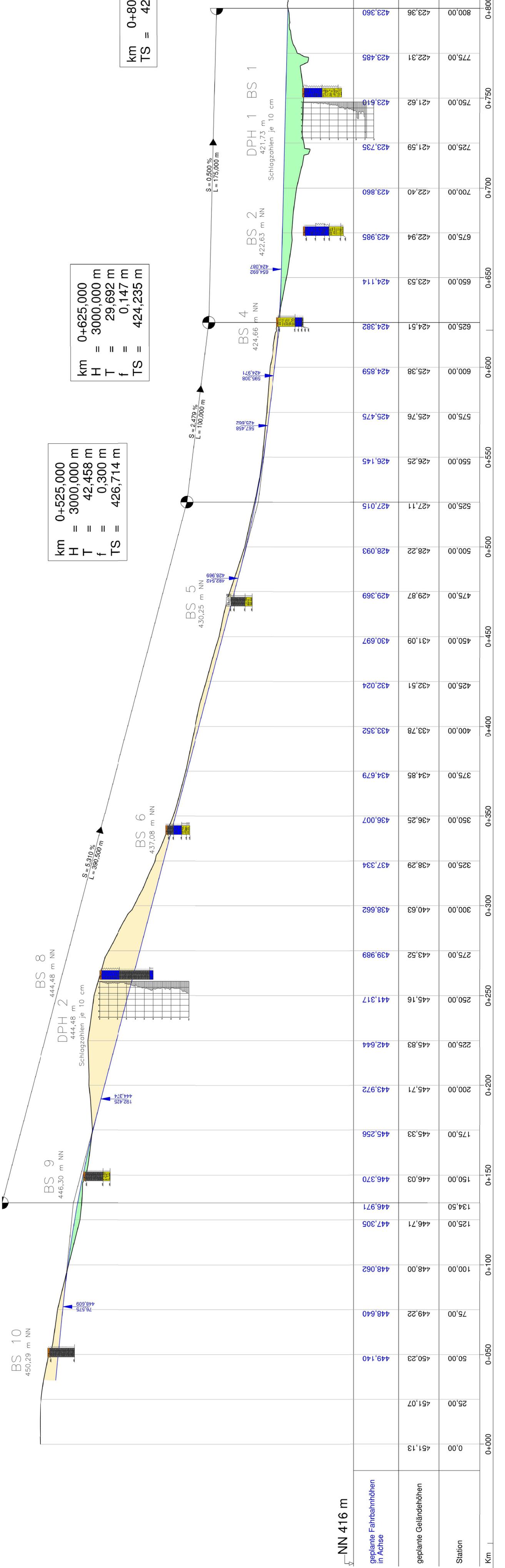
Datum: 03.08.2012

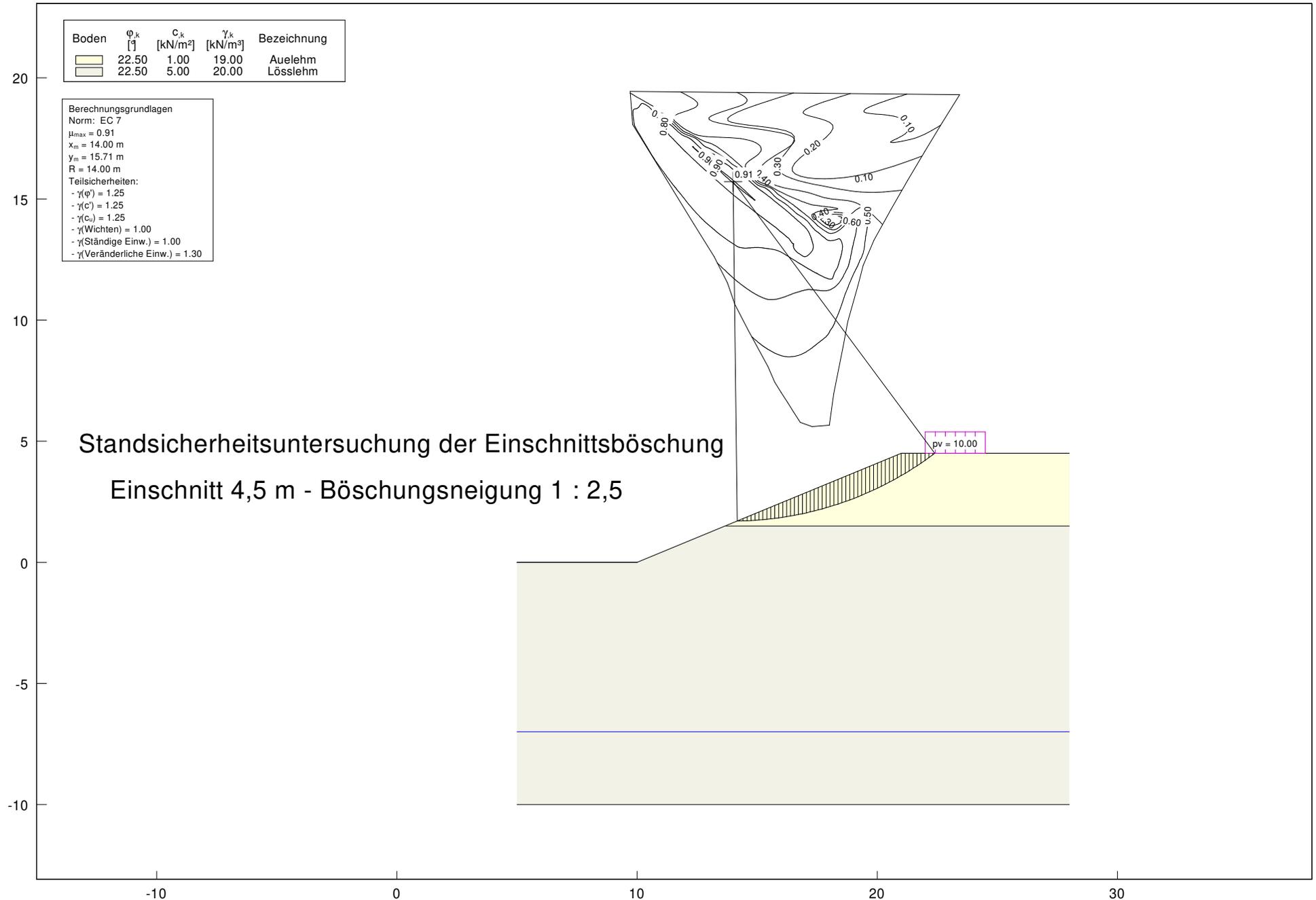
Prüfungsnummer: 9/2
 Entnahmestelle: BS 9
 Tiefe: - 3,00 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: ST
 Probe entnommen am: 16.08.2012 durch Däu

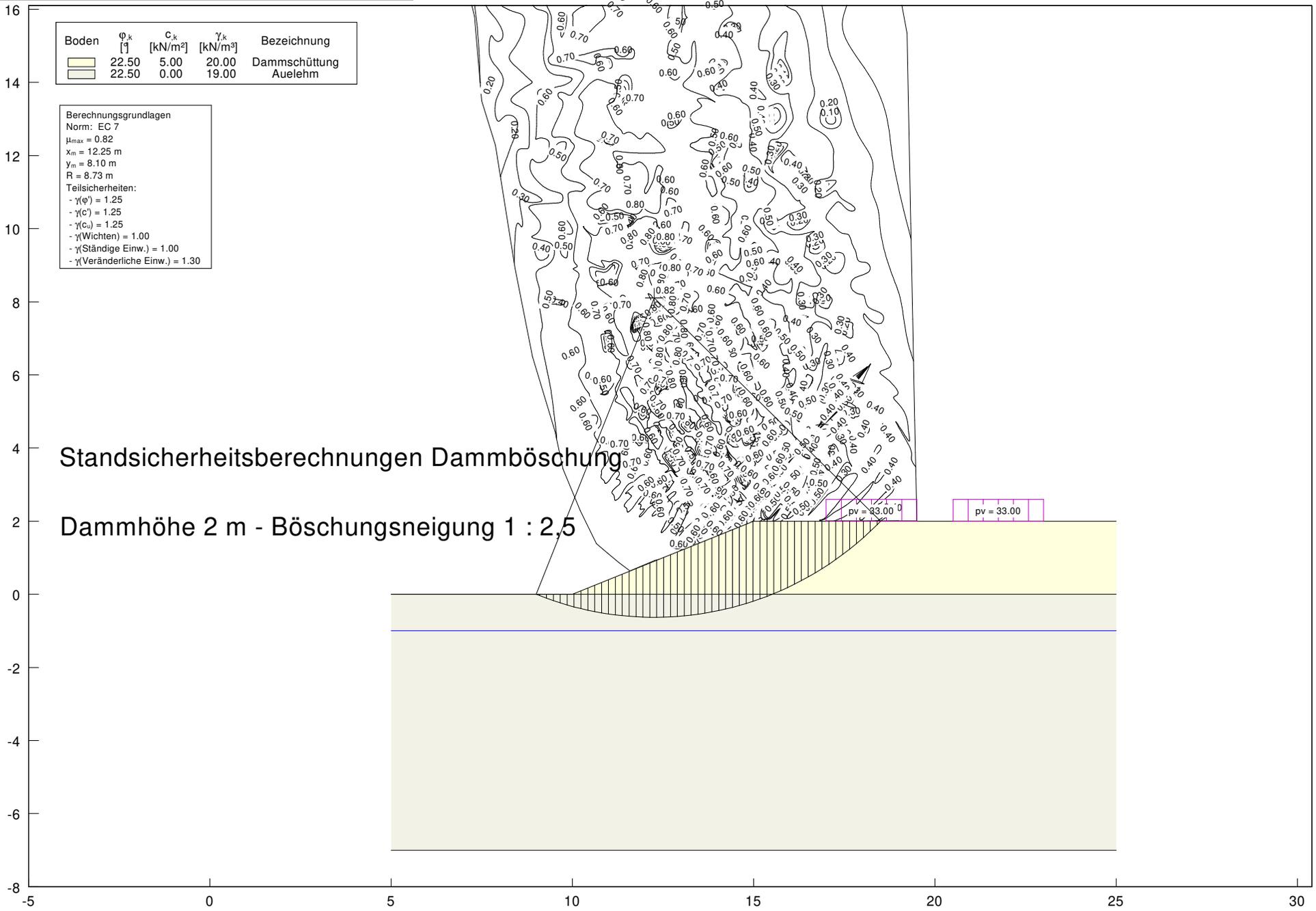


Wassergehalt $w =$	16.4 %
Fließgrenze $w_L =$	28.1 %
Ausrollgrenze $w_p =$	18.9 %
Plastizitätszahl $I_p =$	9.2 %
Konsistenzzahl $I_c =$	1.26







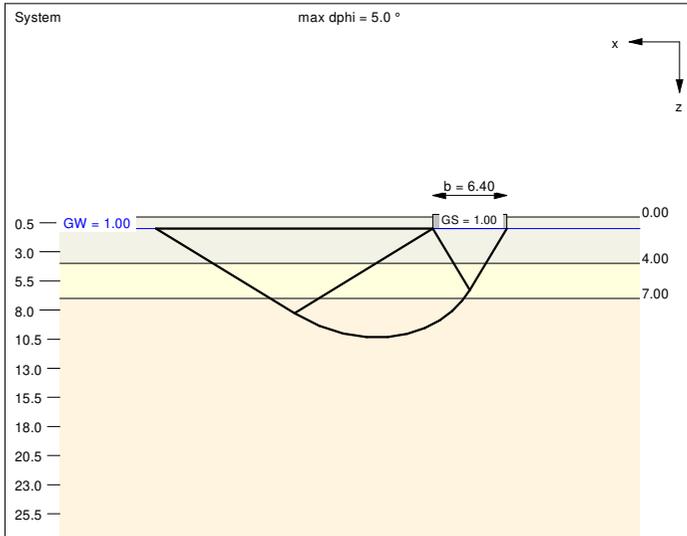


Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	22.50	5.00	20.00	Dammschüttung
	22.50	0.00	19.00	Auelehm

Berechnungsgrundlagen
 Norm: EC 7
 $\mu_{max} = 0.82$
 $x_m = 12.25$ m
 $y_m = 8.10$ m
 $R = 8.73$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Standardsicherheitsberechnungen Dammböschung

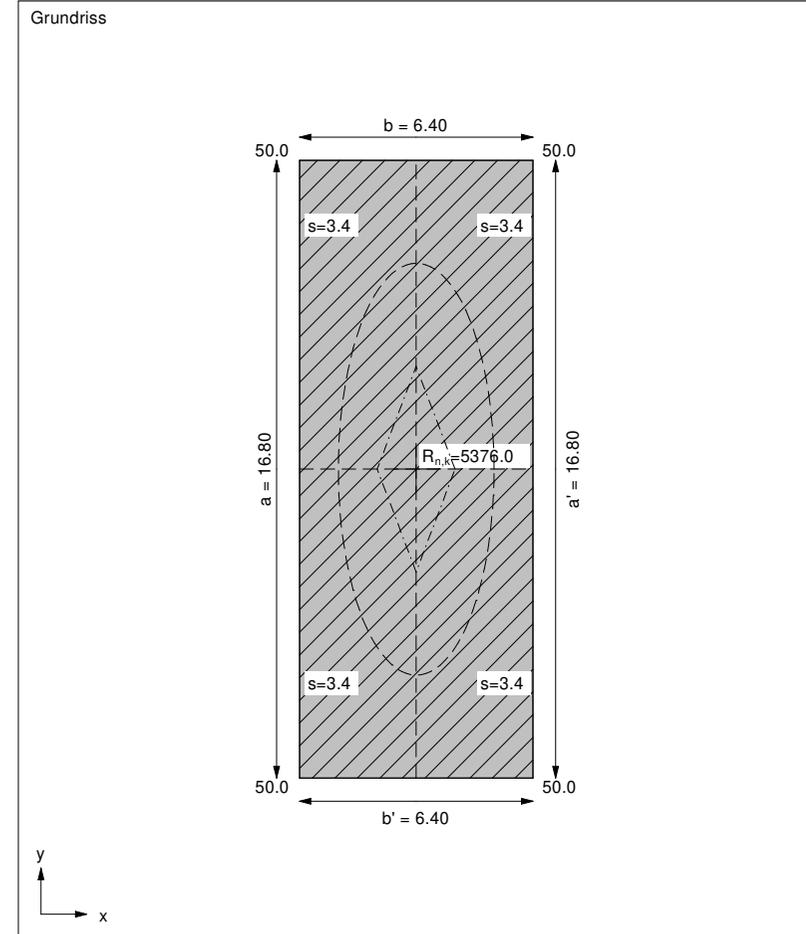
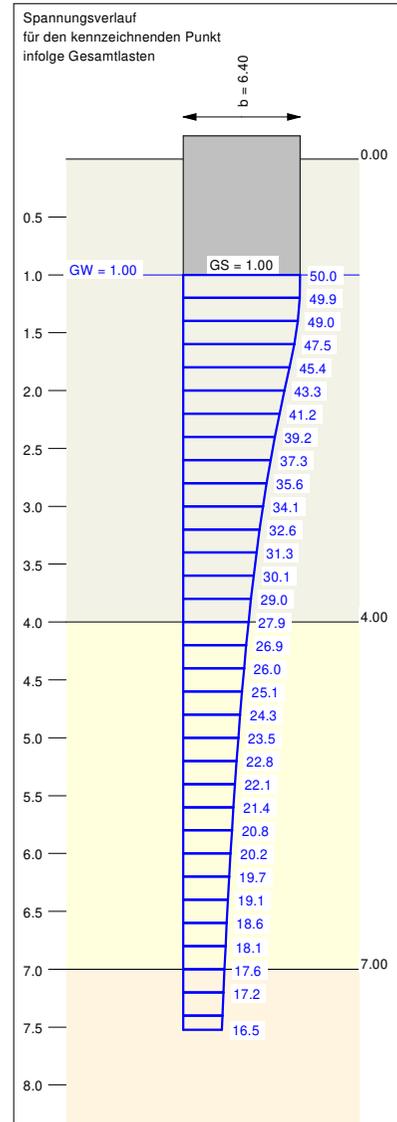
Dammhöhe 2 m - Böschungsneigung 1 : 2,5



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	22.5	0.0	4.0	0.00	Auelehm
	20.0	10.0	27.5	10.0	15.0	0.00	Gipskeuper, verw.
	22.0	12.0	30.0	30.0	40.0	0.00	Gipskeuper, fest

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_O = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{O,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



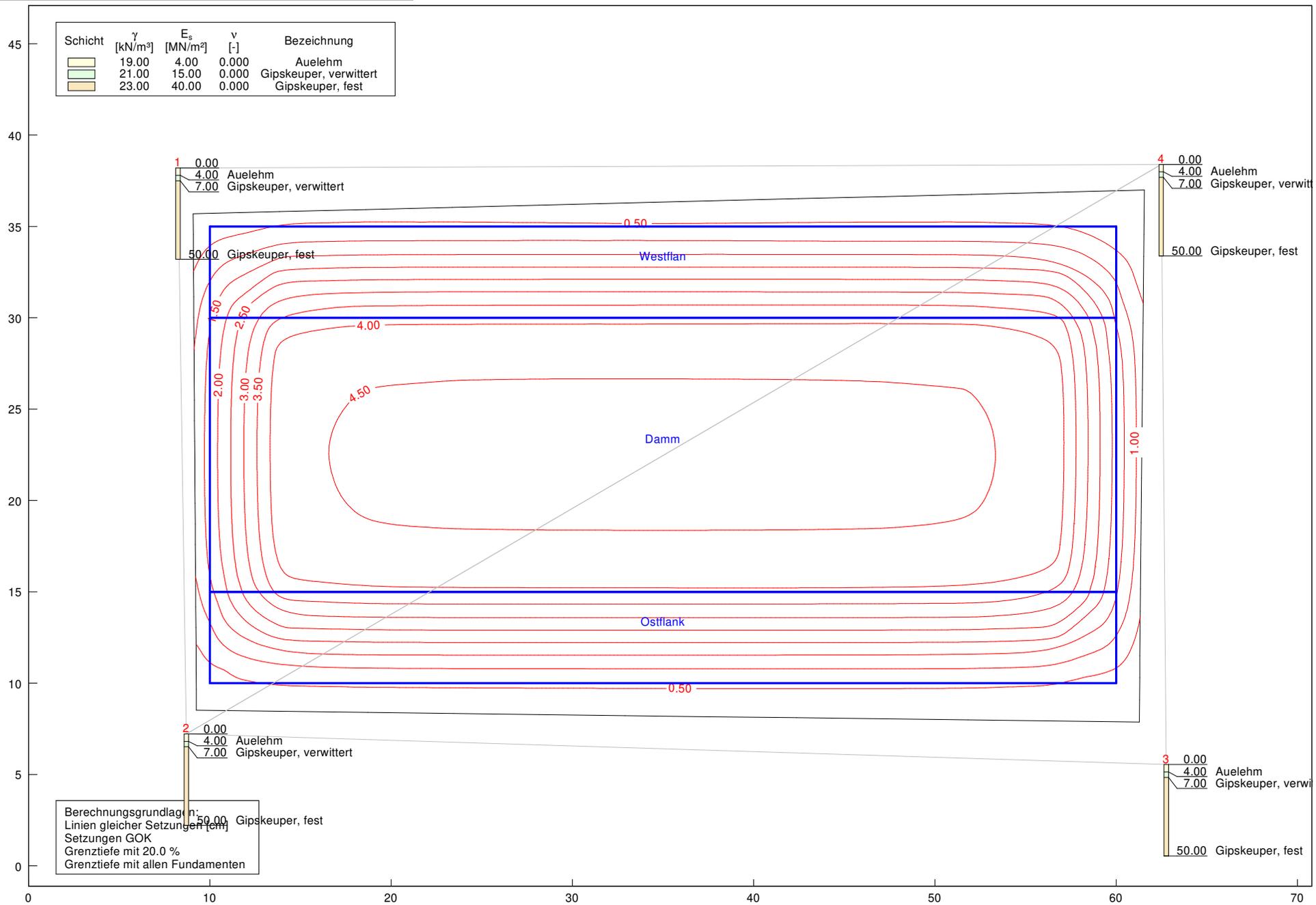
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 5376.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Länge $a = 16.80$ m
 Breite $b = 6.40$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 16.80$ m
 Breite $b' = 6.40$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 16.80$ m
 Breite $b' = 6.40$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{O,d} = 1204.0 / 860.0$ kN/m²
 $R_{n,k} = 129454.3$ kN
 $R_{n,d} = 92467.4$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 5376.00 + 1.50 \cdot 0.0$ kN
 $V_d = 7257.6$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.078
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 17.46$ kN/m²

$\text{cal } \gamma_2 = 9.97$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_u = 19.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 10.32 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 37.12 m
 Fläche log. Spirale = 179.49 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 24.80$; $N_{d0} = 13.89$; $N_{b0} = 6.70$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.189$; $v_d = 1.176$; $v_b = 0.886$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 7.52$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.39 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 3.39 cm
 rechts oben = 3.39 cm
 links unten = 3.39 cm
 rechts unten = 3.39 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 5376.0 \cdot 6.40 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 15482.9$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 15482.9 = 0.000$

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.00	4.00	0.000	Auelehm
	21.00	15.00	0.000	Gipskeuper, verwittert
	23.00	40.00	0.000	Gipskeuper, fest



Berechnungsgrundlagen:
 Linien gleicher Setzungen (cm)
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %
 Grenztiefe mit allen Fundamenten