

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Sachverständige für Erd- und Grund-
bau nach Bauordnungsrecht

Beratende Ingenieure VBI

Dipl.-Ing. Robert Breder

Dr.-Ing. Josef Hintner

Dr.-Ing. Thomas Scherzinger

Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Mitgl. Ingenieurkammer Baden-Württemb.

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Udenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten

Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75

E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Geotechnischer Bericht

**in Bezug auf den Bebauungsplan
„Industriestraße – Nord“,
in Mahlberg**

Auftraggeber:

Stadt Mahlberg
Postfach 1165
77972 Mahlberg

Unsere Auftragsnummer:

11071/S-D

Bearbeiter:

Herr Scherzinger/Frau Drefs

Ort, Datum:

Kirchzarten, 19. April 2011/D

Sparkasse Hochschwarzwald:
BLZ 680 510 04 · Konto 4 353 108

Sparkasse Freiburg-Nördl. Breisgau:
BLZ 680 501 01 · Konto 10 030 792

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Unterlagen	3
3	Baugrund	3
3.1	Baugrunderkundung	3
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	4
3.3	Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte	6
3.4	Wasserverhältnisse	6
4	Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Straßenbau	8
4.2.1	Allgemeines	8
4.2.2	Frostschutz / Tragschicht	8
4.2.3	Erdplanum	9
4.2.4	Entwässerung der Tragschicht	9
4.3	Kanalbau	9
4.3.1	Gründung	9
4.3.2	Sicherung	10
4.3.3	Wasserhaltung	10
4.3.4	Eignung der Aushubmaterialien für den Wiedereinbau / Kanalgrabenverfüllung	11
4.4	Versickerung von Niederschlagswasser	11
5	Schlussbemerkungen	12

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan, M ~ 1:1000
2	Ergebnisse der Baugrunderkundung schematisch in Schnitt A - A übertragen, M_H 1 : 100, M_L ~ 1 : 1000
3	Laborversuche
3.1	Tabellarische Zusammenstellung
3.2	Korngrößenverteilung
3.3ff	Konsistenzversuche
3.4	Wassergehaltsbestimmung
4	Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

1 Veranlassung

Die Stadt Mahlberg beabsichtigt die Erschließung eines ca. 380 m x 150 m großen Gewerbegebietes, welches im Bebauungsplan „Industriestraße - Nord“, Mahlberg, ausgewiesen ist. Die Planung der Erschließungsmaßnahmen erfolgt durch die Zink-Ingenieure, Lauf. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde durch die Stadt Mahlberg auf Grundlage des Angebotes vom 26.10.2010 beauftragt, für die Erschließung geotechnische Erkundungen durchzuführen und eine geotechnische Beratung auszuarbeiten, die alle maßgebenden geotechnischen Angaben zum Straßen- und Kanalbau sowie Angaben zur Versickerung von Niederschlagswasser enthält.

Untersuchungen auf Altlasten im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Bei der geotechnischen Auswertung der Untergrundaufschlüsse wurden durch Inaugenscheinnahme sowie durch Geruchsempfindung keine Hinweise auf Altlasten festgestellt.

2 Unterlagen

- **Zink-Ingenieure, Lauf:**
 - [U1] Lageplan, ohne Maßstab, mit Eintragung der Begrenzungslinien des Erschließungsgebietes „Industriestraße - Nord“
- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**
 - [U2] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
 - [U3] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik GbR (IGG) ausgewertet.

Der Schichtenaufbau wurde am 11.04.2011 stichprobenartig durch drei bis jeweils ca. 5 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen** ($d = 40 - 80 \text{ mm}$) erkundet. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an die DIN 4022 (Benennen und Beschreiben von Boden und Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Bohrungen wurden nach Lage seitens der Zink-Ingenieure und höhenmäßig durch die IGG im Gelände eingemessen.

Im Lageplan der Anlage 1 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind schematisch in der Anlage 2 dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Schürfen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, Konsistenzversuche, s. Anlage 3.3ff, Wassergehaltsbestimmungen, s. Anlage 3.4).

Die Bohrungen BS1 und BS3 wurden zu bauzeitlichen Grundwassermessstellen ausgebaut. Hier und in der amtlichen Messstelle 0105/067-5 erfolgte am 13.04.2011 eine **Stichtagmessung**.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das geplante Erschließungsgebiet „Industriestraße - Nord“ liegt in einem Randbereich nordwestlich der Stadt Mahlberg. Das Erschließungsgebiet wird im Süden z. T. durch die Industriestraße und z. T. durch bebaute Nachbargrundstücke begrenzt. Nördlich des Areals verläuft ein Feldweg. Die westlich und nördlich angrenzenden Grundstücke werden als landwirtschaftliche Flächen genutzt. Südöstlich des Gebietes ist ein Bach vorhanden, der parallel zur Kreisstraße K5345 verläuft (s. Anlage 1).

Das zur Erschließung vorgesehene Gebiet ist nahezu eben und wird derzeit als Ackerfläche genutzt.

Gemäß der „Geologische Karte von Baden-Württemberg“, Blatt 7712 Ettenheim und nach den Befunden aus den Bohrungen ist im Bereich des Erschließungsgebietes bis in Tiefen von ca. 2,9 m bis ca. 3,5 m unter Geländeoberfläche (GOF) eine Zwischenlage (überwiegend umgelagertes lössartiges Material) vorhanden. Über der Zwischenlage liegt bis max. ca. 1,3 m eine Decklage. Der „Tiefere Untergrund“ wird von Kies-Sand-Gemischen gebildet (s. Anlage 2).

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in der Anlage 2 schematisch dargestellt. In den Bohrungen wurde unter einer bis ca. 0,4 m dicken Mutterbodenschicht folgender Schichtenaufbau festgestellt:

▸ **Decklage**

Schichtunterkante:	ca. 1,1 m bis ca. 1,3 m u. GOF aufgeschlossen
Zusammensetzung:	schluffige bis stark schluffige Tone
Konsistenz:	weich bis steif (s. Anlagen 3.3ff)
Farbe:	i. d. R. braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; es ist stark wasser- und frostempfindlich und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf

▸ **Zwischenlage**

Schichtunterkante:	ca. 2,9 m bis ca. 3,5 m u. GOF aufgeschlossen
Zusammensetzung:	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig (lössartig). Das Material ist bereichsweise stark durchnässt bzw. nass (wassergesättigt)
Farbe:	gelblichbraun bis braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; es ist stark wasser- und frostempfindlich und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf

▸ **„Tieferer Untergrund“**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, bis 5 m u. GOF aufgeschlossen
Zusammensetzung:	i. d. R. Kies, sandig, oben teilweise schwach schluffig bis schluffig, erfahrungsgemäß können stellenweise Kies- oder Sandlinsen vorhanden sein
Farbe:	graubraun

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten vergleichsweise gut geeignet; es ist schwach wasser- und frostempfindlich und weist eine meist hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf

3.3 Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von den in der Anlage 4 angegebenen Bodenklassen ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Festgestellter Grundwasserstand: Bei den Bohrarbeiten am 11.04.2011 wurden in allen Bohrungen Wasser angetroffen. Bei dem Wasser handelt es sich um **Grundwasser**. Im Untersuchungsbereich ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, dessen Grundwasserleiter die gut durchlässigen Kies-Sand-Gemische des „Tieferen Untergrundes“ sind. Aufgrund der Überlagerung durch die gering durchlässige Deck- und Zwischenlage herrschen im Untersuchungsgebiet bei Hochwasser, teilweise auch bereits bei Mittelwasserverhältnissen, **gespannte Grundwasserverhältnisse**.

Nach dem Grundwassergleichenplan für den Raum Seletztal - Lahr (hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999) strömt das Grundwasser etwa in nordwestlicher Richtung mit einem Gefälle von rund 1 ‰.

Bei der Stichtagmessung am 13.04.2011 wurden in den bauzeitlichen Messstellen BS1 und BS3 sowie in der amtlichen Messstelle 0105/067-5, die etwa 1000 m südöstlich des geplanten Baufeldes gelegen ist, folgende Wasserstände gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
BS1	13.04.2011	161,16	2,57
BS3	13.04.2011	160,84	2,33
0105/067-5	13.04.2011	160,82	---

Grundwasserschwankung und Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):

Die Abschätzung der Grundwasserschwankung und des Grundwasserhöchststandes (Bemessungswasserstand) erfolgt mit Hilfe langjähriger Grundwasserstandsmessungen der amtlichen Grundwassermessstelle 0105/067-5 sowie aus Ergebnissen geohydrologischer Untersuchungen von Bauvorhaben in der näheren Umgebung.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung lag der gemessene Grundwasserstand bei der Grundwassermessstelle 0105/067-5 ca. 0,24 m über dem langjährigen mittleren Grundwasserstand in Höhe von MW = 160,58 mNN und ca. 0,45 m unter dem langjährigen mittleren Hochwasserstand von MHW = 161,27 mNN. Der höchste gemessene Wasserspiegel lag am 30.05.1983 bei HHW = 162,62 mNN.

Überträgt man diese Werte der Grundwasserspiegelschwankung auf das Baufeld (südöstlicher Bereich, höchste Grundwasserstände), ist für das Baugebiet von folgenden maßgebenden Grundwasserstandswerten auszugehen:

Mittlerer Wasserstand MW	160,9 mNN
Mittlerer Hochwasserstand MHW	161,6 mNN

Im nordwestlichen Bereich sind aufgrund des Grundwassergefälles ca. 0,3 m tiefere Werte anzusetzen. Bei extremen Grundwasserständen ist von einem Anstieg des Grundwassers bis annähernd zur derzeitigen Geländeoberfläche auszugehen.

4 Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung

4.1 Allgemeines

Im Bebauungsgebiet reichen feinkörnige Erdstoffe der Decklage und der Zwischenlage mit vergleichsweise geringer Scherfestigkeit sowie starker Zusammendrückbarkeit bis in Tiefen von ca. 3,0 bis 3,5 m unter GOF. Darunter ist der verhältnismäßig gut tragfähige „Tiefere Untergrund“ vorhanden, der erfahrungsgemäß tiefer reicht, als für die geplante Erschließung maßgebend ist.

Im Untersuchungsareal ist zudem ein zusammenhängender Grundwasserspiegel vorhanden.

4.2 Straßenbau

4.2.1 Allgemeines

Der Straßenaufbau muss grundsätzlich gemäß den Vorgaben der ZTVE-StB 94 hergestellt werden.

Die Fahrbahnoberfläche soll nach Angabe des planenden Ingenieurbüros nur wenige Dezimeter (ca. 0,3 m) über der derzeitigen Geländeoberfläche liegen.

4.2.2 Frostschutz / Tragschicht

Nach Abschieben des Mutterbodens sind im Erdplanum überwiegend steife, mit zunehmender Tiefe weicher werdende, bindige Erdstoffe vorhanden. Unter Annahme einer Bauklasse II (Gewerbegebiet), einer Frosteinwirkungszone II, ungünstiger Grundwasserverhältnisse nach ZTVE-StB 94 sowie einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 der Böden im Planum beträgt die erforderliche Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (ab Oberkante Fahrbahn) entsprechend RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001) $D_{\text{gesamt}} = 75 \text{ cm}$. Außerdem ist davon auszugehen, dass im Erdplanum die geforderte Tragfähigkeit des Untergrundes von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (statischer Plattendruckversuch) nicht erreicht wird. Es ist daher eine zusätzliche Tragschicht aus körnigen, gut gestuften und gut verdichtbaren Erdstoffen der Art GW gem. DIN 18196 einzubauen. Ausgehend von einem Wert $E_{v2} \approx 10 \text{ MN/m}^2$ für die anstehenden Böden (entspricht Konsistenz mind. steif) und einem zu erreichenden Wert auf OK Frostschutzschicht $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ beträgt die erforderliche Gesamtdicke der Frostschutz- und Tragschicht 75 cm, d. h. es ist bei Annahme einer Dicke des Oberbaus von ca. 15 bis 20 cm eine zusätzliche Tragschicht unter der Frostschutzschicht von ca. 15 bis 20 cm erforderlich. Die Frostschutz-/ Tragschicht muss einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} = 100 \%$ der einfachen Proctordichte aufweisen. Sollte im Erdplanum Material mit weicher bzw. breiiger Konsistenz angetroffen werden, wird ein weiterer, zusätzlicher Bodenersatz mit ca. 10 bzw. 20 cm Dicke notwendig werden. Die o. g. angenommenen E_{v2} -Werte sind durch statische Plattendruckversuche gem. DIN 18134 zu überprüfen.

4.2.3 Erdplanum

Die vorhandene Decklage ist witterungs- und frostempfindlich, weshalb das Erdplanum nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und mit der Frostschutz-/Tragschicht umgehend abzudecken ist. Das Planum darf nicht mit schweren Baufahrzeugen befahren werden. Die mechanische Filterfestigkeit zwischen den feinkörnigen Böden und der darüber liegenden Trag-/Frostschutzschicht muss gewährleistet sein. Hierzu müssen mindestens die unteren 15 cm des Bodenersatzes aus sandreichem Kiessand (Sandanteil ≥ 30 Gew-%) bestehen.

4.2.4 Entwässerung der Tragschicht

Durch die im Untergrund vorhandenen nicht bis gering wasserdurchlässigen Böden (s. Abschnitt 4.3) kann einsickerndes Niederschlagswasser in der Frostschutz-/Tragschicht aufgestaut werden. Zur Entwässerung des Straßenunterbaus ist es deshalb erforderlich, längs der Straßen in der Frostschutz-/Tragschicht eine geeignete Dränage mitzuführen, um einen Einstau des Straßenkörpers zu verhindern.

4.3 Kanalbau

4.3.1 Gründung

Gemäß Aussage des planenden Ingenieurbüros ist die Kanalsohle in einer Tiefe von ca. 2,0 bis ca. 2,5 m unter GOF geplant, was in etwa dem Grundwasserstand bei leicht erhöhten Grundwasserständen entspricht (wie am 13.04.2011 beobachtet, s. Anlage 2). Vom Grundsatz her wird empfohlen, die Kanäle so hoch wie möglich und oberhalb des Grundwassers (ca. 0,3 m über Mittelwasser) anzuordnen, z. B. nicht tiefer als ca. 2 m unter derzeitiger GOF, um den Aufwand zur Baugrubensicherung, Wasserhaltung, usw. möglichst gering halten zu können (s. u.).

Die Bemessung der Rohrleitungen geschieht unter Ansatz der in Anlage 4 angegebenen Kennwerte nach den Richtlinien des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 127 (Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, 3. Aufl. August 2000). Bei der Bemessung von Rohrleitungen sind die geringe Tragfähigkeit, die vorhandene Vernässung und die Witterungsempfindlichkeit der bindigen Böden als Leitungsaufleger zu berücksichtigen. Es wird deshalb empfohlen, als Tragschicht (Rohraufleger, Begehrbarkeit der Baugrube) eine mindestens

30 cm dicke Schicht, z. B. aus sandreichem Kiessand (Sandanteil mind. 30 % und Begrenzung des Größtkorns entsprechend EN 1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen in Kanälen) einzubauen und zu verdichten. Die Grabensohlen sind vor weiterer Aufweichung zu schützen, in dem die Tragschicht unmittelbar nach dem Aushub eingebaut wird. Beim Aushub sollte eine Schutzschicht belassen werden, die erst unmittelbar vor Einbau der Rohrleitungen entfernt wird. Die eingebaute Tragschicht kann gleichzeitig als bauzeitliche Dränschicht (s. Abschnitt 4.2.3) dienen.

4.3.2 Sicherung

Für den Bau von Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten.

Da bei den vorliegenden Verhältnissen und je nach Tiefenlage der Kanalsohlen evtl. Grundwasser in den unteren Grabenbereichen vorhanden ist, empfehlen wir zur Herstellung der Gräben einen Kanalgrabenverbau zu verwenden. Falls die Aushubsohle deutlich über dem Grundwasser liegt, können auch offene Gräben ausgeführt werden (zulässiger Böschungswinkel - gegen die Horizontale - bei bis zu ca. 2 m tiefen Baugruben: $\beta \leq 55^\circ$).

4.3.3 Wasserhaltung

Je nach Tiefenlage der Kanalsohle und der beim Bau vorherrschenden Wasserverhältnisse können zur bauzeitlichen Trockenhaltung des Kanalgrabens Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden. Dies kann bei den vorliegenden momentanen Verhältnissen mittels einer offenen Wasserhaltung erfolgen.

Es wird davon ausgegangen, dass bei den vorliegenden Verhältnissen i. d. R. ein Flächendrän von mindestens 30 cm Dicke aus sauberem Kiessand oder Kies-Sand-Gemischen (Materialart nach DIN 18196: GW), der für eine ausreichende Filterstabilität einen Sandanteil von mindestens 25 Gew. % aufweist, ausreichend wasserdurchlässig ist. Der Flächendrän ist über lokale Pumpensümpfe zu entwässern, ggf. ist örtlich bei stärker wasserdurchlässigen Böden bauzeitlich eine Dränleitung mitzuführen.

Aufgrund der relativ geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist mit nur begrenztem Wasseranfall zu rechnen.

4.3.4 Eignung der Aushubmaterialien für den Wiedereinbau / Kanalgrabenverfüllung

Grundsätzlich müssen der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach den Vorgaben der ZTVE-StB 94 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen.

Das natürlich anstehende bindige Aushubmaterial (Decklage und Zwischenlage) weist meist nur eine weiche bis steife Konsistenz auf (s. Anlagen 3.3ff) und ist vergleichsweise witterungsanfällig. Es ist deshalb im natürlichen Zustand im Hinblick auf eine ausreichende Verdichtung nicht für den Wiedereinbau in die Kanalgräben geeignet. Vor einem Wiedereinbau müsste das Material abtrocknen oder durch Bindemittelzugabe verbessert werden (bei den festgestellten Wassergehalten z. B. ca. 2 bis 3 Gew.% Mischbinder: 70% Kalk, 30% Zement; gilt für Material mit mind. weicher bis steifer Konsistenz). Material ab ca. 2 m unter der gegenwärtigen GOF ist vernässt und für den Wiedereinbau nicht geeignet.

Alternativ können auch gut verdichtbare körnige Erdstoffe, z. B. Kiessande 0/42 mm (Sandanteil ≥ 25 Gew.%), Kies-Sand-Gemische oder vergleichbare güteüberwachte Recyclingmaterialien zur Kanalgrabenverfüllung verwendet werden.

Falls die Kanalgräben mit Kiessand aufgefüllt werden, müsste etwa nach jeweils 50 m ein abdichtendes Querschott von der Grabensohle bis UK Straßentragschicht eingebaut werden (z. B. ein ca. 0,5 m bis 1,0 m breiter Lehmschlag), um bevorzugte Wasserwegigkeiten entlang der verfüllten Gräben zu vermeiden.

4.4 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, April 2005, sind Schichten des Untergrundes für die technische Versickerung geeignet, deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-6} < k_f < 1 \cdot 10^{-3}$ m/s liegt. Erfahrungsgemäß besitzen die bindige Deck- und Zwischenlage einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \ll 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und sind daher für eine technische Versickerung nicht geeignet.

Denkbar wäre eine Einleitung des Niederschlagswassers in „sauberen“ Kiessanden des „Tiefen Untergrund“, die etwa ab Tiefen zwischen 3 bis 4 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche vorhanden sind. Die Herstellung des hydraulischen Anschlusses, z. B. mit sauberen Sand verfüllte Sickerschlitze, wird durch das vorhandene Grundwasser sehr erschwert. Des

Weiteren beeinträchtigt das gespannte Grundwasser und der hohe Wasserstand bei Hochwasserlagen die Versickerung, bzw. ist bei extrem hohen Wasserständen eine Versickerung nicht möglich. Zur Gewährleistung der Entwässerung bei Hochwasser wäre daher in jedem Fall ein Überlauf zur schadlosen Ableitung des Wassers vorzusehen.

Ferner weisen wir darauf hin, dass nach o. g. Arbeitsblatt ein „freier Sickerraum“ von mindestens 1 m über dem MHW (s. Abschnitt 3.4) gefordert wird und dadurch die verbleibende Resthöhe für den Stauraum des zu versickernden Wassers sehr gering ist.

Sollte eine Versickerung von Niederschlagswasser in Betracht gezogen werden, empfehlen wir, die weitere Vorgehensweise mit der entsprechenden Genehmigungsbehörde abzustimmen. Im Bereich des „Tieferen Untergrundes“ kann zunächst im Zuge einer Vordimensionierung bei Versickerung von einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s ausgegangen werden. Dieser Wert ist durch Versickerungsversuche zu überprüfen, wenn die genaue Lage von Versickerungsanlagen feststeht.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Versickerungsfähigkeit des Baugrunds als vergleichsweise ungünstig eingestuft wird (u. a. geringer Flurabstand des Grundwassers, versickerungsfähige Kiessande erst ab ca. 3 bis 4 m unter GOF vorhanden, Herstellung des hydraulischen Anschlusses von Versickerungsanlagen an die Kiessande wird durch Grundwasser sehr erschwert), weshalb von einer für die „sauberen“ Kiessande technischen Versickerung abgeraten wird.

5 Schlussbemerkungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen kann das geplante Gewerbegebiet erschlossen werden.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Nach Vorlage einer konkreten Planung für die Erschließung müssen die Aussagen hinsichtlich des endgültigen Planungsstandes ausgewertet werden.

Für die jeweiligen Bauvorhaben empfehlen wir dringend, weitere gezielte geotechnische Untersuchungen und Beratungen durchführen zu lassen, da das Grundwasser vergleichsweise hoch liegt und die feinkörnigen Erdstoffe der Deck- und Zwischenlage nur bedingt tragfähig sind.



Drefs
(Projektbearbeiterin)



Th. Scherzinger
(Projektleiter)



Zeichenerklärung:

- BS: Kleinrammkernbohrung
(d = 40-80 mm)

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergr. 12 79189 Kirchzarten
Telefon: (07661) 9301-0
Fax: (07661) 9301-75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

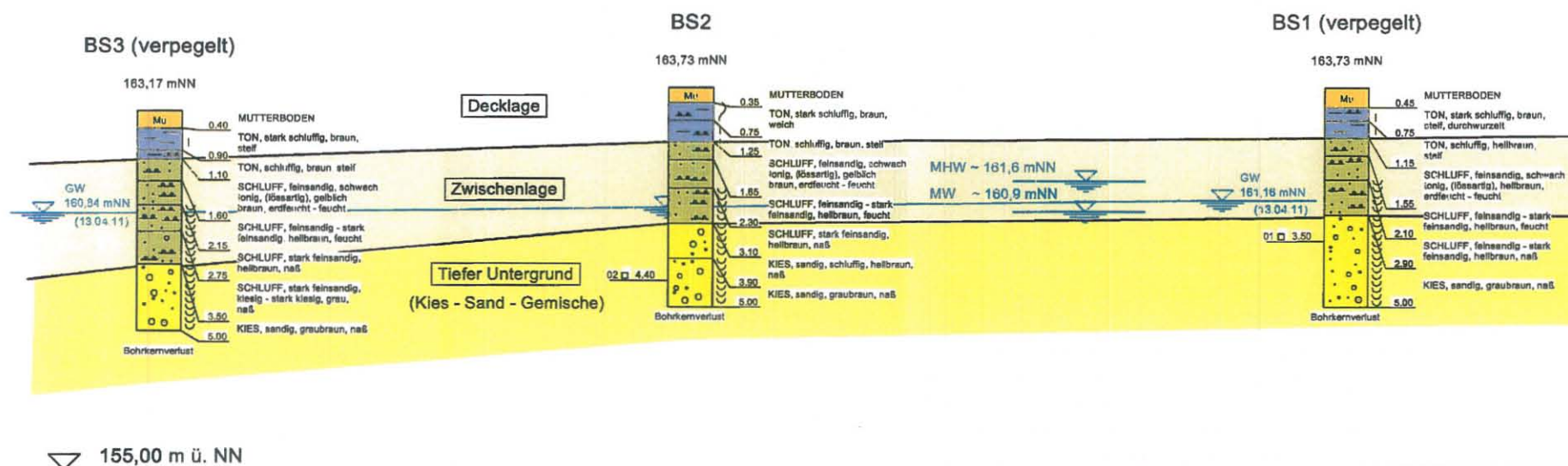


Projekt: Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg

Projekt - Nr.:
11071/B-D
Datum:
18.04.2010/ps

Lageplan

Maßstab:
~ 1 : 1000
Dateiname:
11071 - Anlage 1



Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
 BS Kleinrammkernbohrung
 SCH Baggerschurf
 RS Sondierungen mit der
 Schweren Rammsonde DPH
 w natürlicher Wassergehalt
 I_c Zustandszahl
 c_u Kohäsion des undränierten
 Bodens (Handflügelsonde)

SW Sickerwasser
 e. GW Grundwasser eingespiegelt
 a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
 2□1,0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer
 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe
 GOF Geländeoberfläche
 GOK Geländeoberkante

Sickerwasser
 Grundwasser eingespiegelt
 (Ruhewasserstand)
 Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
 gestörte Bodenprobe mit Labornummer
 und Entnahmetiefe
 Wasserprobe mit Entnahmetiefe
 Geländeoberfläche
 Geländeoberkante

Ergebnisse der Baugrunderkundung

(schematisch in Schnitt A - A eingezeichnet)

Projekt: Bebauungsplan
 "Industriestraße - Nord"
 Mahlsberg

Ingenieurgruppe
 Geotechnik GbR

Lindenbergr. 12
 79199 Kirchzarten
 Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
 Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

**INGENIEUR
 GRUPPE
 GEOTECHNIK**

Maßstab:
 M_p: 1:100, M_s: 1:1000

Datei:
 11071-Anlage 2

Projekt-Nr.:
 11071/B-D

Datum:
 19.04.2011/ps

Laboruntersuchungen

Projekt: Bebauungsplan "Industriestraße - Nord"
Ort: Mahlberg
Auftrag: 11071/S-D

Aufschluss	Entnahme- tiefe [m]	art ¹⁾	Labor- Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Kornver- teilung Anlage	natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Fließgrenze (Anlage) w_L [%]	Ausroll- grenze w_P [%]	Plastizi- tätszahl I_P [%]	Zustands- zahl I_c
BS1+BS2 [MP1]	3,10-4,00 / 4,00-4,60	GP	01	G,s	GI		3.2.1					
BS2	0,45-0,70 1,80-2,15	GP GP	02 03	U	TL		3.2.1	23,0	31,8	16,9	14,9	0,59
BS3	0,95-1,10	GP	04		TA			26,0	58,6	20,3	38,3	0,85

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung und Sedimentation

Versuche nach DIN 18123 - 7

Projekt: Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg

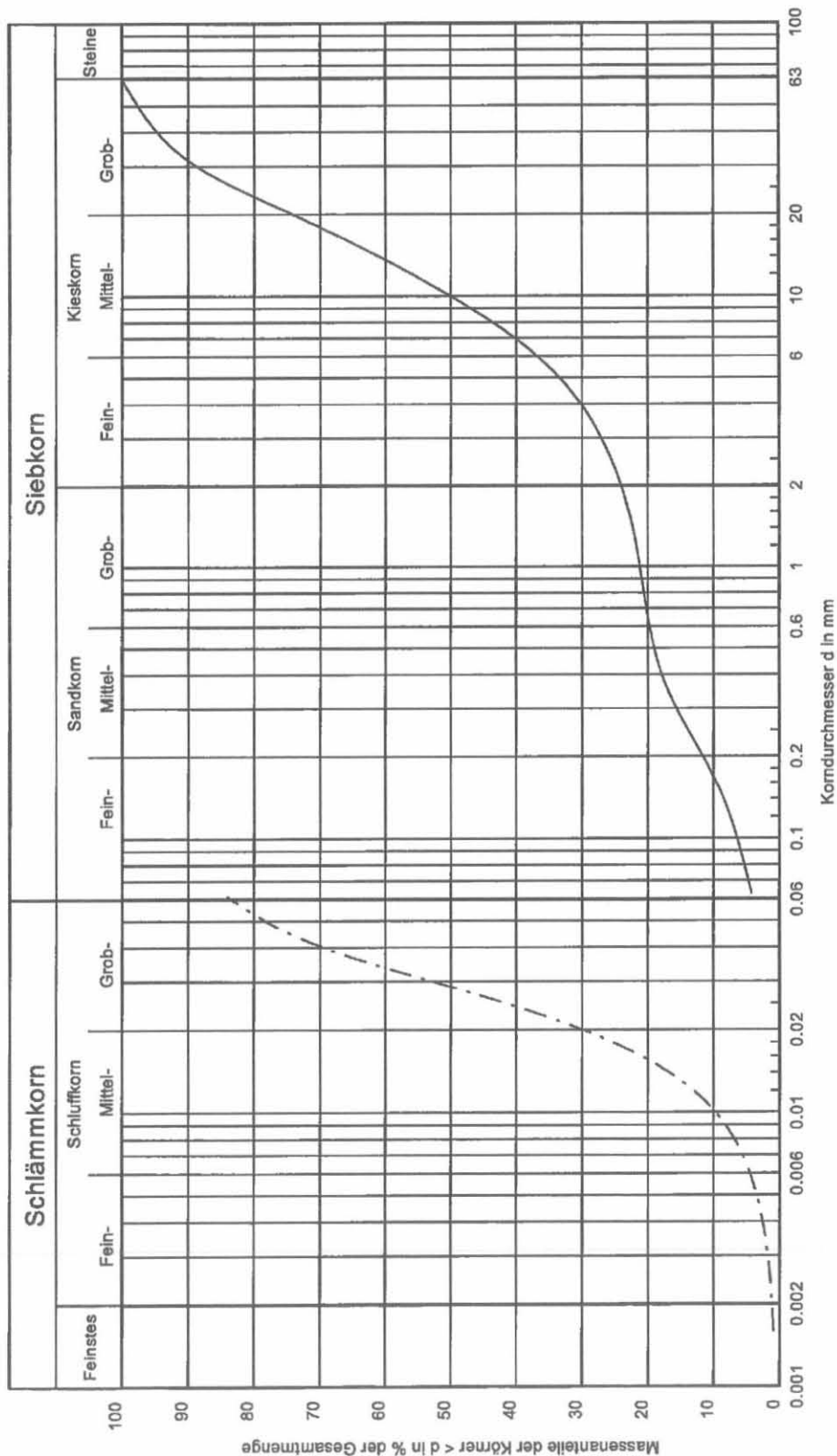
Anlage 3.2

**DIN
18 123**

Projekt-Nr.:
11071/S-D

Datei
11071-01-03

Bearbeiter: Rees
Datum: 14.04.2011



Bemerkungen:

Labor-Nr.:	01 [MP1]	03
Signatur:	BS1 / BS2	BS2
Entnahmestelle:	3,10-4,00 / 4,00-4,60	1.80-2.15
Tiefe [m]:	80.7/6.8	3.3/1.2
U/Cc:	- / 4.2/19.8/76.0	1.1/88.9/ - / -
Anteile (T/U/S/G) [%]:	G, s	U
Bodenart (DIN 4022):	GI	
Bodenartgruppe (DIN 18196):		

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.1

**DIN
18 122-1**

Projekt: **Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg**

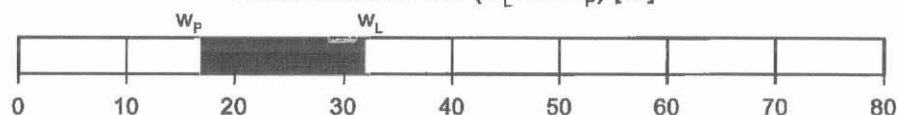
Projekt-Nr.:
11071/S-D

Datei:
11071-02

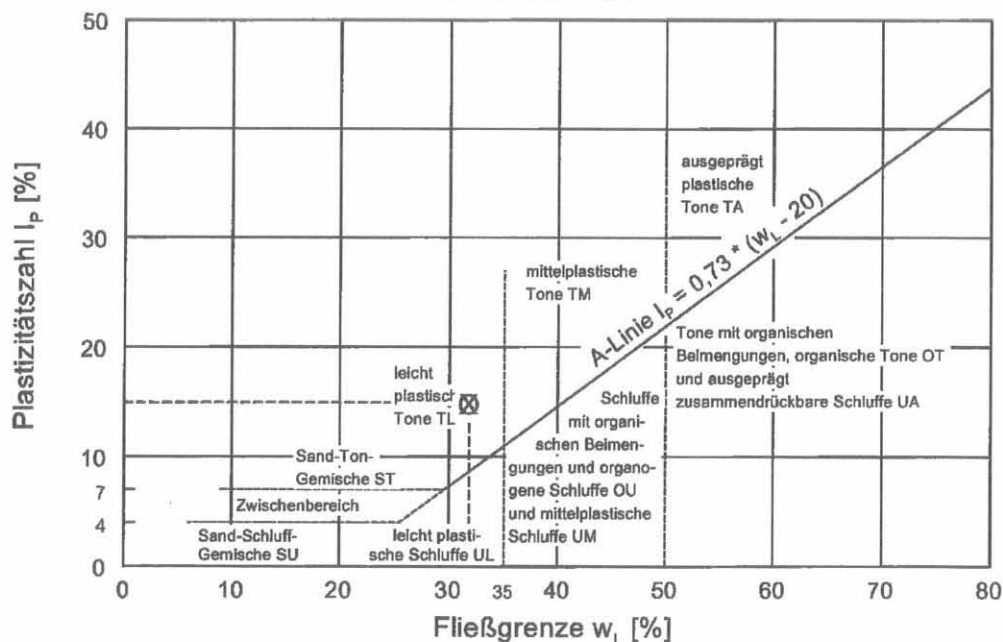
Labor-Nr.: 02
Entnahmestelle: BS2
Tiefe [m]: 0.45-0.70
Bearbeiter: Rees
Datum: 13.04.2011

Versuchergebnisse:
Wassergehalt $w = 23.0 \%$
Fließgrenze $w_L = 31.8 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 16.9 \%$
Plastizitätszahl $I_P = 14.9 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.59$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsform

$I_c = 0.59$

halbfest	steif	weich	breiig	flüssig
1.00	0.75	0.50		0.00

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.2

**DIN
18 122-1**

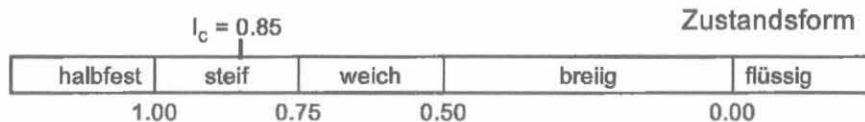
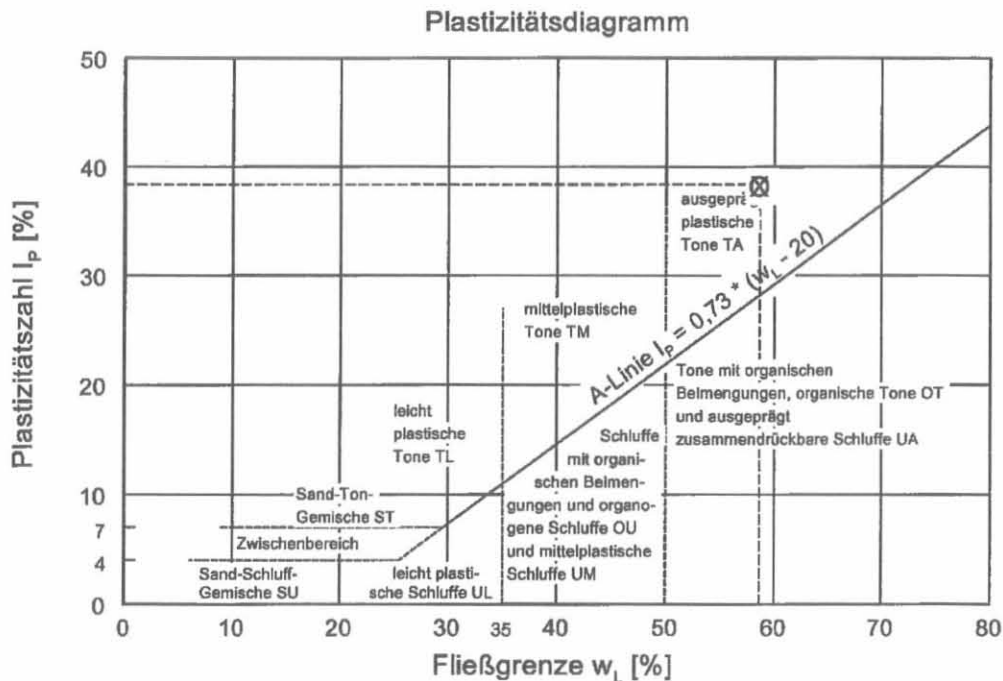
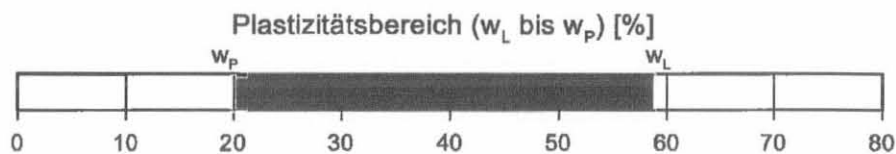
Projekt: Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg

Projekt-Nr.:
11071/S-D

Datei:
11071-04

Labor-Nr.: 04
Entnahmestelle: BS3
Tiefe [m]: 0.95-1.10
Bearbeiter: Rees
Datum: 13.04.2011

Versuchergebnisse:
Wassergehalt $w = 26.0 \%$
Fließgrenze $w_L = 58.6 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 20.3 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 38.3 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.85$



Wassergehalt

 Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung
Versuch DIN 18121 - LO

**DIN
18121-1**

 Projekt: Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg

 Projekt-Nr.:
11071/S-D

 Datel:
11071-02-03

Bearbeiter: Rees

Labor-Nr.:	02	03				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	571.20	571.20				
Trockene Probe + Behälter [g]:	495.83	488.86				
Behälter [g]:	167.57	172.14				
Porenwasser [g]:	75.37	82.34				
Trockene Probe [g]:	328.26	316.72				
Wassergehalt [%]	22.96	26.00				

Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Projekt: Bebauungsplan "Industriestraße - Nord"
Ort: Mahlberg
Auftrag: 11071/S-D

Maßgebende Angaben zu Bodenklassifikation, Bodenkennwerten (charakteristische Werte) und Schichtenaufbau

Bodenschicht	Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 ¹⁾ (bis Gründungssohle)	Bodengruppen nach DIN 18196 ²⁾	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB94 ³⁾ (im Bereich der Frost eindringung)	Schichtunterkante unter GOK [m]
Decklage / Zwischenlage	3, 4 wassergesättigt: 2	UL, TA, TL	F3	2,9 bis ca.3,5
Tieferer Untergrund	3	GI, GW, GU	F1, F2	> 5,0

¹⁾ **Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:**

Die Angabe der Bodenklasse gilt nur für die Lösbarkeit der Erdstoffe, nicht jedoch für deren Ablagerung, die durch möglicherweise enthaltene Altlasten eingeschränkt sein kann.

- 1: Oberboden
- 2: Fließende Bodenarten
- 3: Leicht lösbare Bodenarten
- 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
- 5: Schwer lösbare Bodenarten
- 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
- 7: Schwer lösbarer Fels

²⁾ **Bodengruppen nach DIN 18196:**

GE: enggestufte Kiese
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
 SE: enggestufte Sande
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
 GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
 GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
 SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
 ST, ST*: Sand-Ton-Gemische

UL: leicht plastische Schluffe
 UM: mittelpastische Schluffe
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
 TL: leicht plastische Tone
 TM: mittelpastische Tone
 TA: ausgeprägt plastische Tone
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
 OT: Tone mit organischen Beimengungen
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
 HZ: zersetzte Torfe

³⁾ **Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB94**

F1: nicht frostempfindlich
 F2: gering bis mittel frostempfindlich
 F3: sehr frostempfindlich

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Sachverständige für Erd- und Grund-
bau nach Bauordnungsrecht

Beratende Ingenieure VBI

Dipl.-Ing. Robert Breder

Dr.-Ing. Josef Hintner

Dr.-Ing. Thomas Scherzinger

Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Mitgl. Ingenieurkammer Baden-Württemberg

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten

Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75

E-Mail: Info@Ingenieurgruppe-geotechnik.de

1. Ergänzung zum Geotechnischen Bericht

**in Bezug auf den Bebauungsplan
„Industriestraße – Nord“,
in Mahlberg
- Grundwassersituation -**

Auftraggeber:

Stadt Mahlberg
Postfach 1165
77972 Mahlberg

Unsere Auftragsnummer:

11071/S-D

Bearbeiter:

Herr Scherzinger/Frau Drefs

Ort, Datum:

Kirchzarten, 16. September 2011/d

Sparkasse Hochschwarzwald:
BLZ 680 510 04 · Konto 4 353 108

Sparkasse Freiburg-Nördl. Breisgau:
BLZ 680 501 01 · Konto 10 030 792

1 Veranlassung

Die Stadt Mahlberg beabsichtigt die Erschließung eines ca. 380 m x 150 m großen Gewerbegebietes, welches im Bebauungsplan „Industriestraße - Nord“, Mahlberg, ausgewiesen ist. Dazu wurde von der Ingenieurgruppe Geotechnik ein Geotechnischer Bericht erstellt [U2]. Die Planung der Erschließungsmaßnahmen erfolgt durch die Zink-Ingenieure, Lauf. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde nun durch den Planer gebeten, die im Erschließungsgutachten festgestellte Grundwassersituation detaillierter zu beschreiben.

2 Unterlagen

- **Zink-Ingenieure, Lauf:**
 - [U1] Lageplan, ohne Maßstab, mit Eintragung der Begrenzungslinien des Erschließungsgebietes „Industriestraße - Nord“
- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**
 - [U2] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung, insbesondere der Bericht Auftrags-Nr. 11071/S-D vom 19.04.2011 („Geotechnischer Bericht in Bezug auf den Bebauungsplan „Industriestraße - Nord“, in Mahlberg“)
 - [U3] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Ergänzende hydrogeologische Angaben

Wie in [U2] erläutert, wurden die Grundwasserwerte für den Mittleren Wasserstand (MW) und den Mittleren Hochwasserstand (MHW) im Erschließungsgebiet anhand von Vergleichsmessungen der amtlichen Messstellen 0105/067-5 abgeschätzt. Dabei wurde für den südöstlichen Bereich des Erschließungsgebietes ein MW in Höhe von 160,9 mNN und ein MHW in Höhe von 161,6 mNN ermittelt. Im nordwestlichen Bereich des Erschließungsgebietes ergeben sich aufgrund des Grundwassergefälles ca. 0,3 m tiefere Werte. Diese Ergebnisse wurden nun zusammenfassend in Anlage 1 in Form eines Grundwassergleichenplans dargestellt.

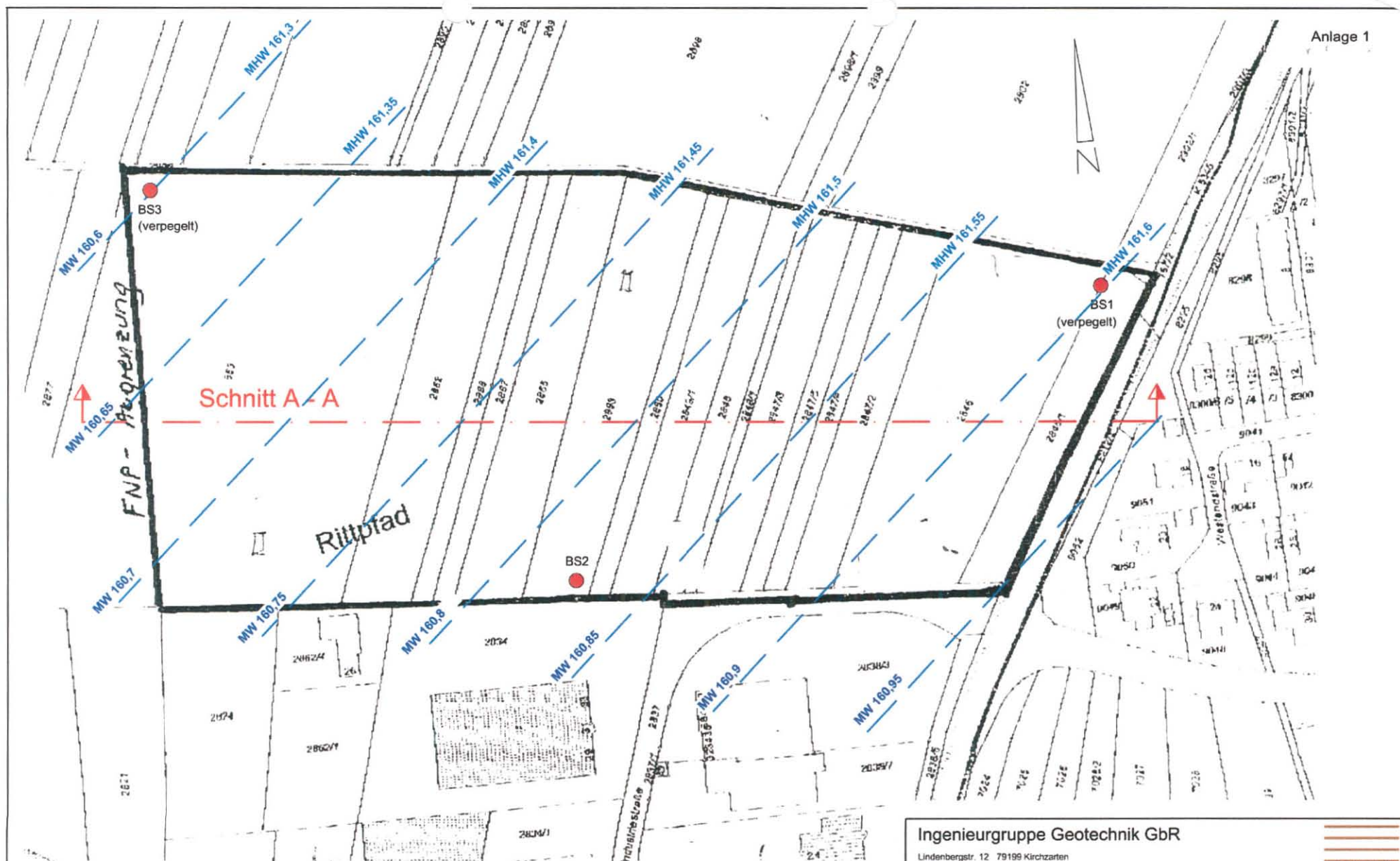
Bei der Grundwassermessstelle 0105/067-5 lag der höchste gemessene Wasserspiegel am 30.05.1983 bei HHW = 162,62 mNN und somit ca. 1,35 m über dem mittleren jährlichen Hochwasserstand MHW. Als Bemessungswasserstand (BW) wird im Hinblick auf die Trockenhaltung und Auftriebssicherheit von Bauwerken üblicherweise von einem sog. 100-jährigen Grundwasserhochstand (HW_{100}) ausgegangen. Dieser lässt sich durch einen Zuschlag von ca. 0,2 bis 0,3 m auf den bisher höchsten gemessenen Grundwasserstand (HHW) abschätzen. Daraus ergeben sich für das Baugebiet Bemessungswasserstände, die ca. 1,6 m über den Grundwasserspiegeln des MHW (s. Anlage 1) liegen.



Drefs
(Projektbearbeiterin)



Th. Scherzinger
(Projektleiter)

**Zeichenerklärung:**

- BS: Kleinrammkernbohrung
(d = 40-80 mm)

Grundwasser:

- MHW 161,55 — MHW: mittlerer jährlicher Hochwasserstand
MW 160,95 — MW: langjähriger Mittelwasserstand

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergr. 12 79199 Kirchzarten
Telefon: (07661) 9391 - 0
Fax: (07661) 9391 - 75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Bebauungsplan
"Industriestraße - Nord"
Mahlberg

Lageplan
Grundwassergleichen MW und MHW

Projekt - Nr.:

11071/S-D

Datum:

16.09.2011/05

Maßstab:

~ 1 : 1000

Dateiname:

11071-Anlage 1-G-Erg. 1