

## Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchungen

**Projekt-Nr. 15274-bgr**

**Projekt:**                    **BAIERSDORF Birkenweg  
Neubau Kindergarten**

**Bauherr:**                    **Stadt Baiersdorf  
Bauamt  
Waaggasse 2  
91083 Baiersdorf**

**Bearbeiter:**                **Nadine Hoffmann, M.Sc.**

**Bayreuth, den 26.10.2018**

## INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Unterlagen	3
3. Lage und Geologie	3
4. Bauvorhaben	4
5. Baugrund	5
5.1 Aufbau	5
5.2 Hydrologie	5
6. Kennwerte der Böden	6
6.1 Laborversuche an Bodenproben	6
6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen	7
6.3 Bodenanalysen nach LAGA und DepV	8
7. Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09 Erdarbeiten	9
7.1 Festlegung der Homogenbereiche	9
7.2 Homogenbereich O1	10
7.3 Homogenbereich B1	10
8. Gründung	12
8.1 Gründungsart und Gründungstiefe	12
8.2 Bodenpressungen, Setzungen und Bettungsmodul	13
9. Beurteilung der Versickerung	15
10. Bautechnische Hinweise und Empfehlungen	16
10.1 Abdichtung und Dränagemaßnahmen	16
10.2 Baumaßnahmen	17
11. Bauüberwachung und Abnahme	18
12. Zusammenfassung	18

Anlage 1:	Lageplan
Anlage 2:	Schnitt
Anlagen 3.1 bis 3.3:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlagen 4.1 bis 4.4:	Chemische Analyseergebnisse

## 1. Vorbemerkung

Die Stadt Baiersdorf beabsichtigt den Neubau eines Kindergartens im Birkenweg, Baiersdorf, und beauftragte daher das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und zu Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite Stellung zu nehmen.

Mit dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen zusammenfassend dargestellt.

## 2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden im Wesentlichen die folgenden Unterlagen verwendet:

- Geologische Karte von Bayern M 1 : 25 000  
Blatt 6332 Erlangen Nord
- Von der Stadt Baiersdorf, Bauamt:  
Lageplan M 1 : 1.000 (Stand: 02.07.2018)
- Ergebnisse von Kleinrammbohrungen, Sickerversuchen und Laborversuchen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth
- Ergebnisse von chemischen Laboranalysen der Agrolab Labor GmbH, Bruckberg
- Ergebnisse von Ortsbesichtigungen und Besprechungen zwischen Vertretern der Stadt Baiersdorf und dem Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

## 3. Lage und Geologie

Das Baufeld mit den Flurnummern 2759/2 und 2769 befindet sich im Norden von Igelsdorf, im Südosten der Stadt Baiersdorf. Es liegt östlich des Birkenwegs. Im Norden schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie in die übrigen Richtungen bebaute Grundstücke an.

Die für den Neubau vorgesehene Fläche wird derzeit ebenfalls noch landwirtschaftlich genutzt. Im unmittelbaren Baubereich weist das Gelände Höhenunterschiede von rund einem halben Meter auf.

Rund 120 m südlich des Baufelds fließt der Schlagenbach von West nach Ost.

Unter oberflächennahen Deckschichten sind entsprechend der **Geologischen Karte** im Baubereich bis in bautechnisch interessierende Tiefen die Verwitterungsprodukte und Festgesteine des **Feuerlettns** aus dem Keuper zu erwarten. Es handelt sich dabei erfahrungsgemäß um meist rote Mergeltonsteine mit Konglomeraten sowie Kalkknollen und -bänken. Zur Oberfläche hin sind die Festgesteine bis in wechselnde Tiefen unterschiedlich stark verwittert.

Eine tektonische Störungszone ist im unmittelbaren Baubereich nicht ausgewiesen.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegen die Ortsmitten von Baiersdorf in keiner ausgewiesenen **Erdbebenzone**.

## 4. Bauvorhaben

Es ist die Errichtung eines Kindergartens geplant.

Über die genauen Abmessungen, die Konstruktion sowie die Gründung des Neubaus liegen uns derzeit noch keine Angaben vor.

Zur Einmessung der Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe wurde ein Global Positioning System (GPS) verwendet.

## 5. Baugrund

### 5.1 Aufbau

Der Untergrundaufbau wurde durch insgesamt vier Kleinrammbohrung (KRB) erkundet (s. Lageplan Anlage 1). Die Ergebnisse sind entsprechend den Kennzeichnungen nach DIN 4023 in einem von Nordwest nach Südost verlaufenden Schnitt (s. Anlagen 2) dargestellt.

Unter den bereichsweis vorhandenen Mutterbodenschichten wurden die natürlich gewachsenen Böden, in Form von Sanden und Tonen sowie Sand-Ton-Gemischen angetroffen. Der bindige Anteil nimmt dabei mit zunehmender Bohrtiefe ab. Die angetroffenen Tone weisen überwiegend eine halbfeste Konsistenz auf. Untergeordnet wurden auch weiche bis steife Konsistenzen festgestellt. Bei den angetroffenen Böden handelt es sich vermutlich um die Verwitterungsprodukte des Feuerlettings aus dem Keuper.

**Abweichungen und Besonderheiten** sind in einem unterschiedlichen Schichtgrenzenverlauf, in Schichtinhomogenitäten sowie in wechselnden Konsistenzen der bindigen Böden zu erwarten.

### 5.2 Hydrologie

Grundwasser wurde während der Feldarbeiten in allen Aufschlüssen angetroffen. Dabei wurden folgende Grundwasserstände festgestellt:

Aufschluss	Grundwasser angetroffen
KRB1	2,50 m (272,45 m NN)
KRB4	2,50 m (272,80 m NN)

Hierbei handelt es sich um ständig drückendes Grundwasser. Die Grundwasserstände sind abhängig von den kurz- und langfristigen Witterungsverhältnissen und unterliegen jahreszeitlich bedingten Schwankungen. Sie werden offensichtlich direkt und indirekt von der im Süden fließenden Vorflut, dem Schlagenbach, beeinflusst.

In den Bohrungen KRB3 und KRB2 konnte der Grundwasserstand nicht ermittelt werden, da in den Bohrlöchern jeweils ein Sicker Versuch (Auswertung s. Kap. 9) durchgeführt wurde. Erfahrungsgemäß sind hier vergleichbare Grundwasserstände, wie in den beiden übrigen Bohrungen, zu erwarten.

Eine Grundwasserprobe zur Analyse des Grundwassers auf Betonaggressivität gemäß DIN 4030 konnte aufgrund der geringen Standfestigkeit der Bohrlöcher nicht entnommen werden.

Langjährige Grundwasserbeobachtungen liegen uns nicht vor. Sollte seitens des Wasserwirtschaftsamts kein Bemessungswasserstand (HQ100) angegeben werden, ist der höchste Grundwasserstand zur Berechnung der Auftriebssicherheit auf Grundlage der im Zuge der Baugrunderkundungen gemessenen Wasserstände ungünstig mit einer Höhe von zumindest 274,00 m NN anzusetzen.

## 6. Kennwerte der Böden

### 6.1 Laborversuche an Bodenproben

Es wurde vier Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22 475 entnommen und im eigenen Baugrundlabor hinsichtlich bodenmechanischer Parameter untersucht. An diesen Proben wurden drei kombinierte Sieb-Schlämmanalysen und ein Plastizitätsversuch durchgeführt sowie drei Wassergehalte und ein Glühverlust bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3.1 bis 3.3 zusammenfassend dargestellt.

Die **Sieb-Schlämmanalyse** kennzeichnen zwei gemischtkörnige Sande mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 35,7 % und 10,5 %. Zudem wurde ein feinkörniger Ton mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 88,9 % ermittelt.

Der **Plastizitätsversuch an dem Ton** ergab eine Fließgrenze von 74,0 % sowie eine Ausrollgrenze von 22,9 %. Mit den natürlichen Wassergehalten errechnet sich eine Plastizitätszahl von 51,1 %. Die Konsistenzbestimmung ergab einen Wert von 0,91. Demnach handelt es sich bei der untersuchten Probe um einen ausgeprägt plastischen Ton von steifer Konsistenz.

Gemäß der DIN 18 196 gehören die untersuchten Böden zu der Bodengruppe SU, SU\* und TA. Diese sind als nicht frostempfindlich (SU, TA: Frostempfindlichkeitsklasse F1) sowie sehr frostempfindlich (SU\*: Frostempfindlichkeitsklasse F3) einzustufen.

Nach den empirischen Formeln von BEYER besitzen die untersuchten Sande mit geringen Feinanteilen **Durchlässigkeitskoeffizienten** in einer Größenordnung von  $k_f = 2,6 \times 10^{-5}$  m/s. Nach der DIN 18130-1 sind diese Sande damit als durchlässig zu bezeichnen. Die untersuchten Tone sowie die Sande mit hohen Feingehalten liegen außerhalb des Gültigkeitsbereichs der empirischen Formeln von BEYER. Erfahrungsgemäß besitzen diese sehr geringe Durchlässigkeiten.

Die Bestimmung des **Glühverlustes** (Labor Nr. 06) ergab einen Wert von 13,37 %. Gemäß DIN EN ISO 14688 wären der untersuchte Ton als mittel organisch einzustufen.

## 6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden:

### Tone, weich

Feuchtwichte	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 25,0^\circ$
Steifemodul	$E_s = 3 \text{ bis } 5 \text{ MN/m}^2$

### Tone, steif

Feuchtwichte	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 27,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 5 \text{ bis } 8 \text{ MN/m}^2$

### Sande + Tone, halbfest

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel bzw. Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 32,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 15 \text{ bis } 30 \text{ MN/m}^2$

Diese Größen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

## 6.3 Bodenanalysen nach LAGA und DepV

Zur Abschätzung der Wiederverwertbarkeit wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen aus den **natürlich gewachsenen Böden** der Bohrungen (KRB1 0,5 m, KRB2 0,5 m, KRB3 0,5 m, KRB3 1,5 m) zusätzliche Bodenproben gewonnen. Die entnommenen Einzelproben wurden im hauseigenen Labor fachgerecht zu einer Mischproben MP1 vereinigt. Diese wurde der Agrolab Labor GmbH, Bruckberg, zur Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie und der Deponieverordnung (DepV) überstellt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Anlagen 4.1 bis 4.4 dargestellt.

Die Mischprobe MP1 unterschreitet den Z1.1-Zuordnungswerts des pH-Werts. Gemäß der LAGA-Richtlinie sind Unterschreitungen des pH-Werts allein kein Ausschlusskriterium. Die übrigen Parameter erfüllen die Z0-Bedingungen. Daraus würde sich anhand der stichprobenhaften Untersuchung die Einstufung des Aushubs als **Z0-Material** ergeben. Ein Wiedereinbau wäre somit gemäß der LAGA-Richtlinie uneingeschränkt möglich

Hinsichtlich der Entsorgungsmöglichkeiten ergaben die Analysen auf die Parameter der Deponieverordnung keine Überschreitungen der DK 0-Zuordnungswert. Somit wäre das Material im Falle einer Entsorgung auf einer **Deponie der Klasse DK 0** oder höher zu verbringen.

Da es sich bislang nur um **stichprobenartige Ergebnisse** handelt, kann eine endgültige Beurteilung hinsichtlich der Wiederverwertung von Bodenaushub jedoch erst nach dem Aushub und einer repräsentativen Beprobung entsprechend der anfallenden Kubatur gemäß LAGA PN98 erfolgen.

## 7. Homogenbereiche nach DIN 18 300:2016-09 Erdarbeiten

Die Einteilung der Homogenbereiche erfolgt vorläufig auf Grundlage des aktuellen Planungsstands. Sollten sich im Verlauf der weiteren Planungsphase bzw. der Bauausführung Änderungen ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche erneut zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Im Falle von maßgeblichen Änderungen der Bauausführung, können weitere Untersuchungen bzw. die Fortschreibung der Homogenbereiche notwendig werden.

### 7.1 Festlegung der Homogenbereiche

Bei der Bezeichnung der Homogenbereiche sind die Buchstaben B (überwiegend Boden), X (überwiegend Fels) und O (überwiegend Mutterboden) zu verwenden. Zudem werden die Homogenbereiche nummeriert.

Es ist der Neubau eines Kindergartens im Birkenweg in Ingelsdorf, Stadt Baiersdorf, geplant. Im Baubereich stehen bis in die bautechnisch interessierenden Tiefen Sande und Tone als Verwitterungsprodukte der anstehenden Feuerletten an.

Die Aushubmaterialien sollen nach Möglichkeit wiederverwendet werden. Überschüssiges Bodenmaterial soll abgefahren und entsorgt bzw. eventuell an anderer Stelle wieder eingebaut werden.

Aufgrund der Einteilung der Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie GK1 ist für die Festlegung der Homogenbereiche gemäß der DIN 18300:2015-08 ein reduzierter Untersuchungsaufwand erforderlich.

Aus den durchgeführten Bohrungen ergibt sich auf Grund der Bearbeitbarkeit und der umweltrelevanten Inhaltsstoffe der anstehenden Böden die folgende Einteilung der Homogenbereiche:

Homogenbereich	Bodenschicht	Benennung
O1	Oberboden	-
B1	Verwitterungsprodukte der Feuerletten	Sande, Tone

Aufgrund der stichprobenhaften Probenentnahme sind Abweichungen in den Eigenschaften und Kennwerten innerhalb der einzelnen Homogenbereiche grundsätzlich möglich. Zur Einstufung der Homogenbereiche während der Arbeiten stehen wir gerne zur Verfügung.

## 7.2 Homogenbereich O1

Der **Mutterboden** wird in den Homogenbereich O1 eingeteilt. Die Böden des Homogenbereichs O1 treten nur im Süden des Baufelds mit Dicken von rund 40 cm auf. Der Mutterboden entsprach gemäß der ehemaligen DIN 18 300: 2012-09 der Bodenklasse 1.

## 7.3 Homogenbereich B1

Die zu lösenden Böden werden in den Homogenbereich B1 eingeteilt. Diese wurden im Baubereich bis in die bautechnisch interessierenden Tiefen angetroffen.

Die Böden des Homogenbereiches B1 können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden und sind bei guter Witterung mit Ausnahme der aufgeweichten bindigen Böden für einen fachgerechten Wiedereinbau grundsätzlich geeignet. Sie sind jedoch während der Zwischenlagerung vor Feuchtigkeit Zutritt zu schützen.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B1 wurden im Rahmen der Felduntersuchungen und werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eigenschaften und Kennwerte für Boden (Auszug) nach VOB/C				
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>	Verwitterungsprodukte der Feuerletten			
<b>Korngrößenverteilung [%]</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>G</b>
Kornanteile mind.	6,6	18,7	11,1	0,0
Kornanteile max.	53,6	39,0	89,1	0,7
Mittelwert	25,7	31,0	54,6	0,4
Standardabweichung (n-1)	24,7	10,8	39,8	0,4
	Labor Nr.: 04, 06, 08			
<b>Massenanteile Steine [%]</b>	keine in Proben vorhanden			
<b>Wassergehalt [%]</b>	6,9 bis 42,5			
Mittelwert	25,6			
Standardabweichung (n-1)	42,5			
	Labor Nr.: 02, 04, 06			
<b>Plastizitätszahl [%]</b>				
Labor Nr. 02	74,0			
<b>Konsistenz</b> (Feldversuch)	halbfest (überwiegend) steif, weich (untergeordnet)			
<b>Konsistenzzahl [ - ]</b>				
Labor Nr. 02	0,91			
<b>Undrained Scherfestigkeit [kN/m<sup>2</sup>]</b> Erfahrungswerte	weiche bindige Böden	25 bis 50		
	steife bindige Böden	50 bis 100		
	halbfeste bindige Böden	100 bis 200		
<b>Lagerungsdichte</b>	locker bis mitteldicht			
<b>Organischer Anteil</b>	überwiegend: keine organoleptischen Hinweise untergeordnet: mittel organisch Labor Nr. 06: 13,37 %			

<b>Bodengruppen</b>	TA; SU*, SU (Versuchswert) TM, TL (Erfahrungswerte)
<b>vorläufige Einstufung gemäß LAGA und DepV (s. Kap. 6.3)</b>	Z0, DK 0

Entsprechend der ehemaligen DIN 18 300:2012-09 wären die Böden in die Bodenklassen 3 bis 5 (leicht bis schwer lösbare Böden) eingeteilt worden.

## 8. Gründung

### 8.1 Gründungsart und Gründungstiefe

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestgründungstiefe von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten.

Im Baufeld stehen überwiegend flächig Sande und steife bis halfeste Tone an. Diese sind für die erwarteten relativ geringen Lasten eines Kindergartens als ausreichend tragfähiger Baugrund anzusehen. Aus bodenmechanischer Sicht ist daher eine Flachgründung des Neubaus mittels Streifenfundamenten oder einer elastisch gebetteter Fundamentplatte möglich.

Sollten in den Gründungssohlen bereichsweise aufgeweichte bindige oder organische Böden anstehen, sind diese gegen Unterbeton oder eine nichtbindige, verdichtungswillige Bodenaustauschschicht zu ersetzen.

An den Randbereichen der Fundamentplatte wären entsprechende Frostschrüzen vorzusehen. Die Frosteinbindetiefe ist sowohl vertikal als auch horizontal einzuhalten.

Eventuelle Sondervorschläge zur Gründung sind uns zur Prüfung bodenmechanischer und gründungstechnischer Belange vorzulegen.

## 8.2 Bodenpressungen, Setzungen und Bettungsmodul

Zur Ermittlung der zulässigen vertikalen Bodenpressungen bzw. der Sohlwiderstände wurden Grundbruchberechnungen mit den charakteristischen Bodenkenngrößen (Kap. 6.2) durchgeführt. Dabei errechnet sich die Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit von der Mindestbreite ( $b$ ) und der Mindesteinbindetiefe ( $t$  = Fundamentsohle bis Fußboden- bzw. Geländeoberfläche) der Fundamente.

Dazu werden im Folgenden die aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005 sowie die Bemessungswerte der Sohlwiderstände nach DIN 1054:2010-12 (Eurocode 7) angegeben.

Zur Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke nach dem **Globalsicherheitssystem** können die aufnehmbaren Sohldrücke gemäß DIN 1054:2005 voraussichtlich nach dem Verfahren für einfache Fälle, Kapitel 7.7 ermittelt werden. Dabei kann der **charakteristische Sohldruck**  $\sigma_{\text{vorh}}$  dem **aufnehmbaren Sohldruck**  $\sigma_{\text{zul}}$  gegenübergestellt werden. Dazu werden **für den Lastfall LF 1 nach DIN 1054:2005** (ständige und vorübergehende Bemessungssituationen) die ermittelten charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert von 2,0** dividiert.

Bei der Berechnung mit dem **Teilsicherheitsverfahren** nach DIN 1054:2010-12 (EC7), Kapitel 6.1, kann voraussichtlich der vereinfachte Nachweis in Regelfällen angewendet werden. Hierfür wird der **Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung**  $\sigma_{E,d}$  dem **Bemessungswert des Sohlwiderstands**  $\sigma_{R,d}$  gegenübergestellt.

Für die **Bemessungssituation BS-P** (ständige Bemessungssituation) und im **Grenzzustand GEO-2** (sehr große Verformungen oder Bruch im Baugrund), werden hierfür die charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,4$**  dividiert.

Für eine Gründung auf und in den **zumindest steifen bis halbfesten Tonen und Sanden** können die folgenden aufnehmbaren Sohldrücke  $\sigma_{\text{zul}}$  [kN/m<sup>2</sup>] bzw. die Bemessungswerte der Sohlwiderstände  $\sigma_{R,d}$  [kN/m<sup>2</sup>] angesetzt werden:

**Streifenfundamente** (Globaler Sicherheitsbeiwert  $\eta = 2,0$ , nach DIN 1054:2005)

t (m)	b (m)	0,5	1,0	1,5
0,5		140	180	220
1,5		260	280	300
$\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]				

**Streifenfundamente** (Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,4$ , nach Eurocode 7)

t (m)	b (m)	0,5	1,0	1,5
0,5		200	255	315
1,5		360	390	420
$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]				

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gilt als nachgewiesen, wenn der charakteristische Sohldruck  $\sigma_{vorh}$  bzw. der Bemessungswert der Sohlbeanspruchung  $\sigma_{E,d}$  kleiner gleich dem aufnehmbaren Sohldruck  $\sigma_{zul}$  bzw. dem Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  ist.

Bei außermittigen Beanspruchungen gelten diese Werte für die gemäß DIN 1054 reduzierten Sohlflächen. Bei zusätzlichen Horizontalkräften H sind die Werte für den aufnehmbaren Sohldruck bzw. den Bemessungswert des Sohlwiderstands entsprechend den Vorgaben der DIN 1054 zu reduzieren. Eine klaffende Fuge ist unter den ständigen Lasten nicht und unter den Gesamtlasten nur bis zum Sohlflächenschwerpunkt zulässig.

Mit den genannten aufnehmbaren Sohldrücken bzw. Sohlwiderständen ergeben sich rechnerische **Setzungen und Setzungsunterschiede** in einer Größenordnung von bis zu etwa zwei Zentimetern. Erfahrungsgemäß werden dabei rund ein Drittel der Setzungen aus dem Lastfall Eigengewicht bereits während der Bauzeit abklingen.

Für die Bemessung der **elastisch gebetteten Fundamentplatte** kann ein vertikaler Bettungsmodul von  $k_s = 10,0 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden.

Genauere Berechnungen können auf Wunsch nach Vorlage eines Fundamentplans mit Lastangaben durchgeführt werden.

## 9. Beurteilung der Versickerung

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden wurde im Bereich der Kleinrammbohrung KRB2 und der KRB3 jeweils ein Sickerstest durchgeführt.

Für die Sickerstests wurde die Kleinrammbohrung KRB2 bis in eine Tiefe von 0,85 m und KRB3 bis in eine Tiefe von 1,80 m unter Ansatzpunkt abgeteuft und verrohrt. Die maßgebenden Sickerflächen liegen somit bei der KRB2 im Bereich oberflächennahem Sande mit hohem Feingehalt sowie bei der KRB3 im Bereich der tiefer lagernden Sande mit geringen Feingehalten.

Nach dem Einbringen der Verrohrung wurden die Bohrungen mit Wasser gefüllt. Um eine annähernde Sättigung des Untergrundes zu erreichen, beginnen die Messungen erst nach einer Wartezeit von einer Stunde. Anschließend wurde dann die Absenkung in der Bohrung KRB2 im Abstand von 15 Minuten über den Zeitraum einer weiteren Stunde gemessen. In der Bohrung KRB3 wurde auf Grund der hohen Versickerungsrate die Absenkung im Abstand von 10 Sekunden gemessen. Anschließend wurde das Bohrloch wieder mit Wasser gefüllt und die Messung insgesamt drei Mal wiederholt.

Für den Ansatz eines hydraulischen Gefälles von  $i = 1$  ergeben sich in den beiden Bohrungen die folgenden **mittleren Durchlässigkeitskoeffizienten**:

Aufschluss	mittlerer Durchlässigkeitskoeffizient	Bodenschicht
KRB2	$k_f = 2,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	Sand + Ton, u
KRB3	$k_f = 5,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$	Sand, t'

Gemäß den Festlegungen des ATV-Merkblatts A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich in etwa zwischen  $1 \times 10^{-6}$  m/s und  $1 \times 10^{-3}$  m/s. Der ermittelte Durchlässigkeitskoeffizient der Bohrungen **KRB2** liegt damit im entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich. Diese Böden wären damit grundsätzlich **geeignet**.

Der ermittelte Durchlässigkeitskoeffizient der Bohrungen **KRB3** liegt leicht über dem entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich. Hier ist eine ausreichende Aufenthaltszeit und damit eine genügende Reinigung durch chemische und biologische Vorgänge nicht mehr gewährleistet. Diese Böden wären damit für eine Versickerung **nicht geeignet**.

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß den Festlegungen des ATV-Merkblatts A 138 ein Sickerraum (Abstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand) von zumindest einem Meter einzuhalten ist.

Die Versickerungsanlage ist gemäß den Hinweisen und Festlegungen des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall zu bemessen und herzustellen.

Die Versickerungsanlage ist wenigstens einmal im Halbjahr vom Betreiber zu kontrollieren und größere Stoffanreicherungen gegebenenfalls zu entfernen. Zur Ableitung eines unerwartet hohen Wasserandrangs ist die Möglichkeit eines Notüberlaufs vorzusehen.

## 10. Bautechnische Hinweise und Empfehlungen

### 10.1 Abdichtung und Dränagemassnahmen

Für ein nicht unterkellertes Gebäude wird bei den hier angetroffenen Untergrundverhältnissen unter der Voraussetzung einer dauerhaft funktionierenden, rückstaufreien Ringdrainage eine Abdichtung der erdberührten Bauteile (z. B. Bodenplatten) gegen **Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser** (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) gemäß DIN 18 533:2017-07 ausreichend sein.

Die üblichen **Dränagemaßnahmen** sind als ausreichend anzusehen und gemäß den Vorgaben der DIN 4095 auszuführen. Als Flächenfilter ist unter der Bodenplatte eine wenigstens 15 cm dicke Schicht aus einem Kies, z.B. der Körnung 8/16 mm oder vergleichbar, herzustellen. Im Falle eines Bodenaustauschs sind die obersten 20 cm aus einem gut durchlässigen Material, z. B. der Körnung 5/56 mm, herzustellen. Der Flächenfilter muss in die Ringdränage entwässern können.

Sollte keine Dränage ausgeführt oder eine Unterkellerung (Einbindetiefe  $\leq 3$  m) vorgesehen werden, wird eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen **mäßige Einwirkung von drückendem Wasser** (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E) gemäß DIN 18533-1:2017-07 erforderlich. Dazu wäre auch die Ausführung mit einer Betonkonstruktion in WU-Beton als „Weiße Wanne“ möglich.

## 10.2 Baumaßnahmen

Eventuelle temporäre **Baugrubenböschungen** können oberhalb des Grundwasserspiegels in den Sanden unter maximal  $45^\circ$  und in den anstehenden zumindest steife Tonen unter maximal  $60^\circ$  angelegt werden. Bei Aufweichungen der bindigen Böden können weitere Abflachungen notwendig werden. Bei der Ausführung sind die Einschränkungen des Regelfalls nach DIN 4124:2002-10 zu beachten.

Sollte keine Unterkellerung zur Ausführung kommen, ist das mögliche anfallende Niederschlagswasser während der Bauzeit mittels einer fachgerecht ausgeführten offenen **Wasserhaltung** zu fassen und abzuleiten.

Im Falle einer Unterkellerung des Neubaus schneiden die Baugruben in das Grundwasser ein. In diesem Fall werden besondere Maßnahmen zur Wasserhaltung notwendig. Es wäre im gesamten Bereich der Baugrube eine trichterförmige Grundwasserabsenkung oder ein Wasserundurchlässiger Baugrubenverbau (z.B. Spundwandverbau) mit einer fachgerechten offenen Wasserhaltung vorzusehen.

Die Böden mit hohen Feingehalten sind im hohen Maße **feuchtigkeitsempfindlich**. Bei zusätzlicher Beanspruchung, z. B. Befahren durch Baugeräte, verlieren sie an Strukturfestigkeit und verursachen zusätzliche, kaum abschätzbare Seichtsetzungen. Das unmittelbare Befahren der Gründungsbereiche mit Baugeräten hat daher zu unterbleiben.

Freigelegte **Gründungssohlen** sind fachgerecht nachzuverdichten und zum Schutz gegen Witterungseinflüsse umgehend mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken.

## 11. Bauüberwachung und Abnahme

Die Erd- und Gründungsarbeiten sind unter Beachtung dieses Berichts fachgerecht auszuführen. Zusätzlich zum vorliegenden Bericht wird eine Abnahme der Gründungssohlen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder empfohlen. Den prüfstatischen Bericht bitten wir uns vorzulegen, zumindest, soweit er gründungstechnische Belange betrifft.

Ein Exemplar dieses Berichts ist durch den Bauherrn bzw. seinen Vertreter zur ständigen Einsichtnahme auf der Baustelle auszulegen.

Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich. Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrundverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich.

## 12. Zusammenfassung

Das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, wurde beauftragt für den Neubau eines Kindergartens im Birkenweg, Baiersdorf, anhand durchgeführter Baugrunduntersuchungen Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite zu beurteilen.

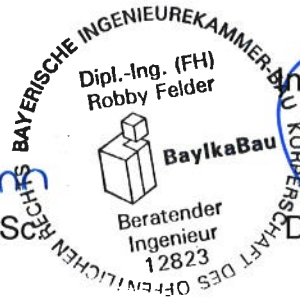
Der Untergrund wurde insgesamt durch insgesamt vier Kleinrammbohrungen erkundet. Mit den voraussichtlichen Gründungssohlen werden bereits ausreichend tragfähige Böden erreicht. Hier kann eine Gründung des Neubaus mittels Streifenfundamenten oder einer elastisch gebetteten Fundamentplatte erfolgen. Die oberflächennahe anstehenden Böden sind entsprechend ihrer Durchlässigkeitskoeffizienten für eine fachgerechte Versickerung grundsätzlich geeignet. Die angetroffenen Böden sind vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung als Z0-Material gemäß der LAGA Richtlinie bzw. als DK 0-Material gemäß der DepV einzustufen. Zu besonderen Punkten der Gründung und Ausführung wurde im Einzelnen Stellung genommen.

Für weitere Fragen bodenmechanischer und gründungstechnischer Art stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Die Bearbeiterin

*N. Hoffmann*

Nadine Hoffmann, M.Sc.



Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder GmbH

*Robby Felder*  
Dipl.-Ing. (FH) Felder



Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

halbfest	T (Ton)	S (Sand)	A (Auffüllung)	Tiefe ▽ Datum	GW angetroffen
steif - halbfest	t (tonig)	s (sandig)	Mu (Mutterboden)	Tiefe ▽ Datum	GW Ruhe
steif	U (Schluff)	G (Kies)			
weich - steif	u (schluffig)	g (kiesig)			

(Fels) schwach verwittert  
 ((Fels)) stark verwittert  
 entfestigt  
 S(Fels) Sand (Felszersatz)  
 Labor Nr. □ Bohrprobe (gestört)  
 □ Homogenbereich

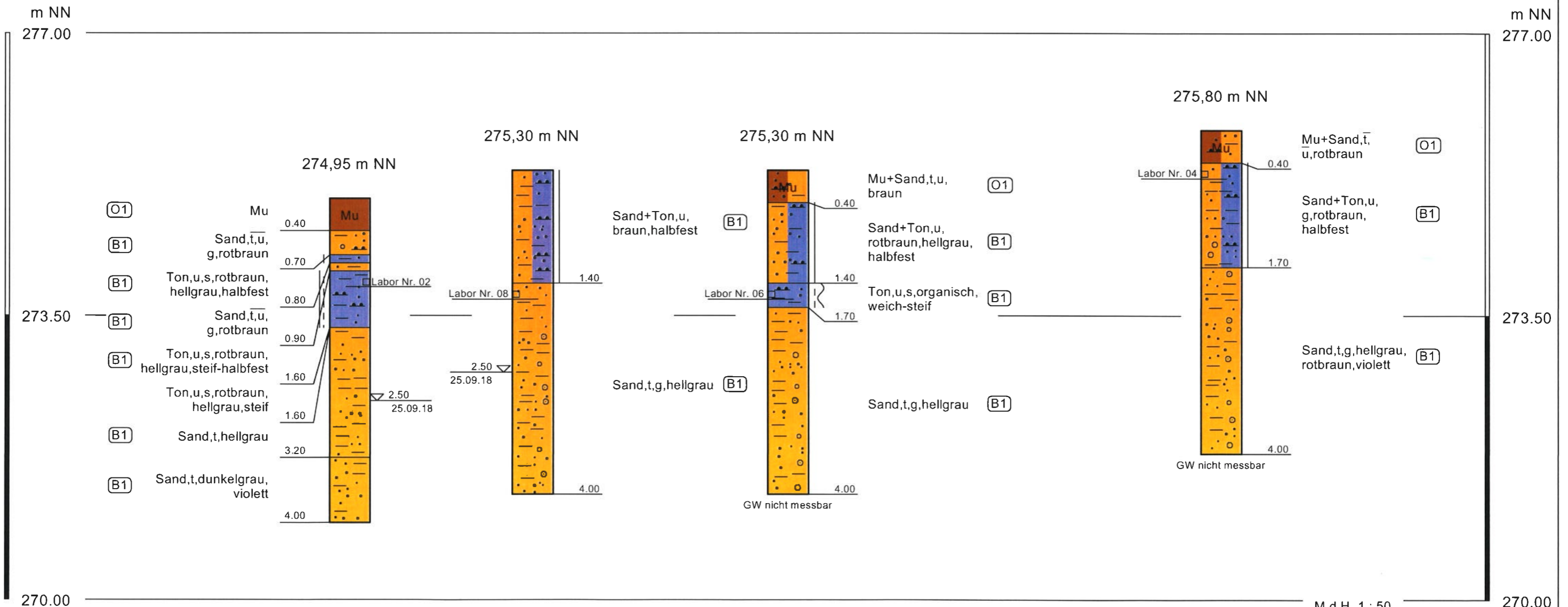
Auftrag: 15274-bgr Anlage 2  
 Projekt: Birkenweg  
 Neubau Kindergarten  
 Ort: Baiersdorf  
 NORTHWEST- SÜDOST

KRB1

KRB4

KRB3

KRB2 Schnitt



M.d.H. 1 : 50  
 M.d.L. 1 : 350

Lage siehe Anlage 1  
 gez.: kk

## Körnungslinie

BAIERSDORF

Birkenweg - Neubau Kindergarten

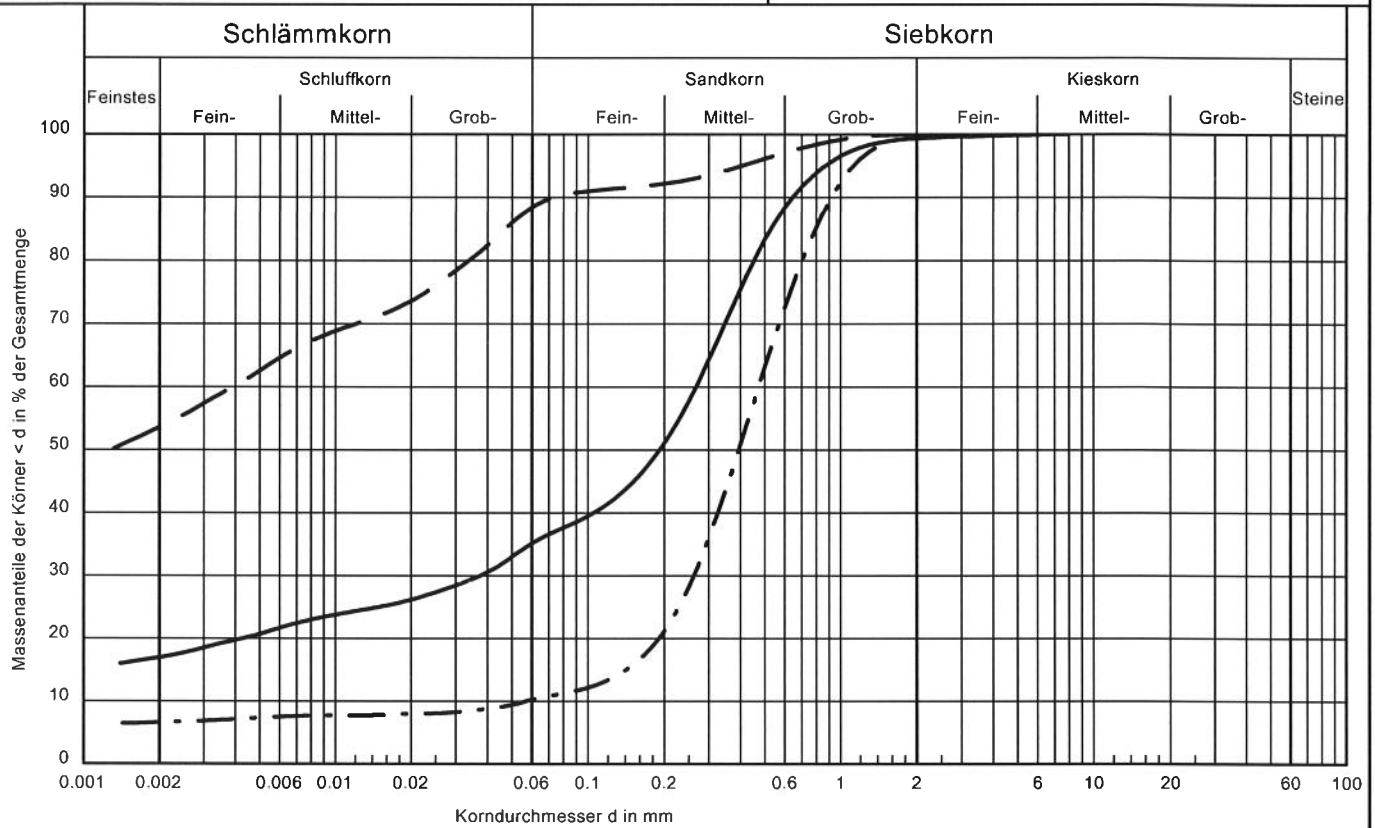
Probe entnommen am: 25.09.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Kaiser

Datum: 23.10.2018



Labor Nr.	04	06	08
Signatur	—	- -	- . - .
Bodenart	Sand,t,u	Ton,u,s	Sand,t
Bodengruppe / Homogenbereich	SU* / B1	TA / B1	SU / B1
Entnahmestelle / Tiefe	KRB2 / 0,50 m	KRB3 / 1,50 m	KRB4 / 1,60 m
Wassergehalt [%]	6,9	42,5	-
$d_{10}/d_{60}$ [mm]	- / 0.2668	- / 0.0039	0.0566 / 0.4718
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	-/-	-/-	8.3/2.6
Frostsicherheit	F3	F3	F1
k-Wert nach Beyer	-	-	$2.6 \cdot 10^{-5}$
Kornanteile [%] T/U/S/G	17.0/18.7/63.6/0.7	53.6/35.3/11.1/-	6.6/3.9/89.1/0.4

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

BAIERSDORF

Birkenweg - Neubau Kindergarten

Bearbeiter: Kaiser

Datum: 25.10.2018

Prüfungsnummer: 02

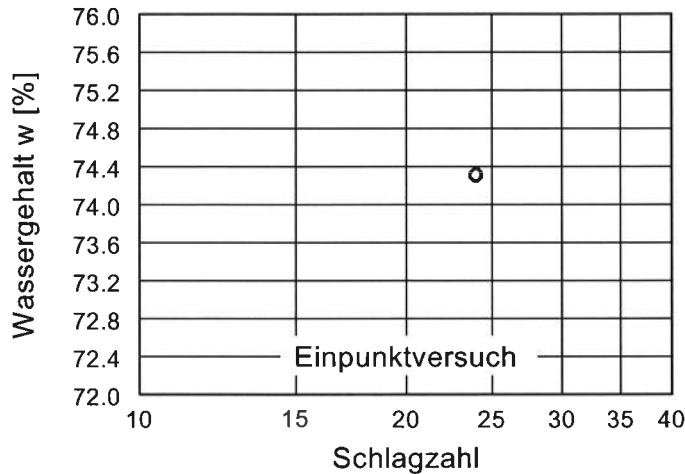
Entnahmestelle: KRB1

Tiefe: 1,10 m

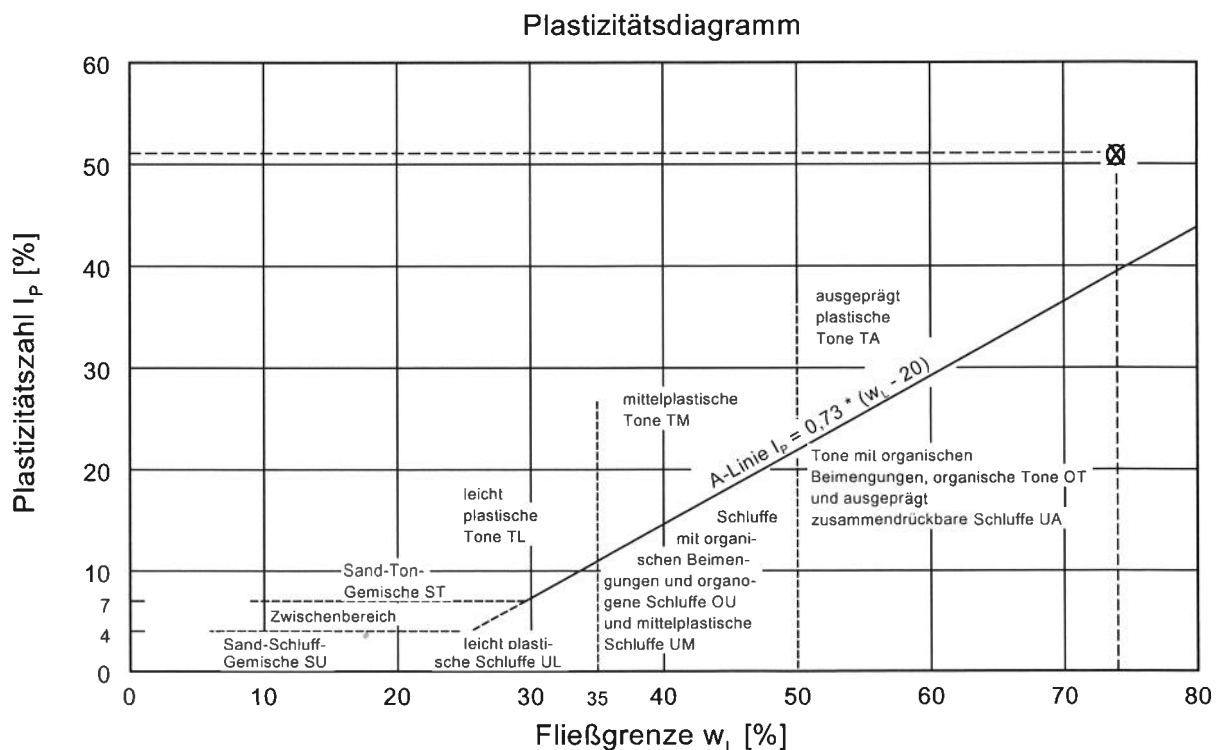
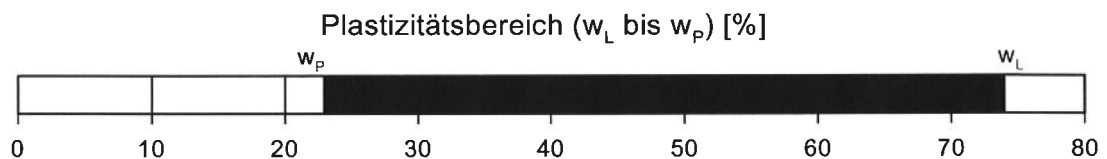
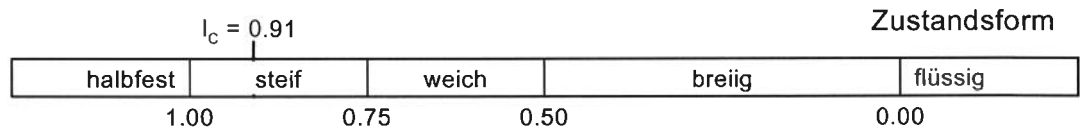
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s

Probe entnommen am: 25.09.2018



Wassergehalt $w =$	27.5 %
Fließgrenze $w_L =$	74.0 %
Ausrollgrenze $w_p =$	22.9 %
Plastizitätszahl $I_p =$	51.1 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.91



ING.-BÜRO DR. RUPPERT & FELDER  
 Gottlieb-Keim-Straße 23  
 95448 Bayreuth  
 Geotechnik \* Altlasten \* Bauwerksuntersuchung

Bericht: 15274-bgr  
 Anlage: 3.3

**Glühverlust** nach DIN 18 128

**BAIERSDORF**

Birkenweg - Neubau Kindergarten

Bearbeiter: Kaiser

Datum: 23.10.2018

Prüfungsnummer: 06  
 Entnahmestelle: KRB3  
 Tiefe: 1,50 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Ton,u,s  
 Probe entnommen am: 25.09.2018

Probenbezeichnung	KRB3 / 1,50 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	65.60	65.69
Geglühte Probe + Behälter [g]	62.92	62.91
Behälter [g]	45.65	44.76
Massenverlust [g]	2.69	2.78
Trockenmasse vor Glühen [g]	19.95	20.93
Glühverlust [%]	13.46	13.27
Mittelwert [-]	13.37	

Probenbezeichnung		
Ungeglühte Probe + Behälter [g]		
Geglühte Probe + Behälter [g]		
Behälter [g]		
Massenverlust [g]		
Trockenmasse vor Glühen [g]		
Glühverlust [%]		
Mittelwert [-]		

									PN 15274-bgr
									BAIERSDORF
									Neubau Kindergarten
									Anlage 4.1
<b>Schadstoffparameter nach LAGA (Feststoff)</b>									
Probenahme:	25.09.2018								
Probe:	<b>Parameter:</b>								
	pH-Wert	KW-Index	EOX	Cyanide (ges.)	PAK	LHKW	BTEX	PCB	
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
<b>MP1</b>	5,3	<50	<1,0	0,5	<0,05	<0,2	<0,1	<0,01	
<b>LAGA:</b>									
Z 0-Wert	5,5-8	100	1	1	1	<1	<1	0,02	
Z 1.1-Wert	5,5-8	300	3	10	5	1	1	0,1	
Z 1.2-Wert	5-9	500	10	30	15	3	3	0,5	
Z 2-Wert	-	1000	15	100	20	5	5	1	
Probe:	<b>Parameter:</b>								
	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
<b>MP1</b>	7,0	9,5	<0,2	40	12	24	<0,05	0,5	33,3
<b>LAGA:</b>									
Z 0-Wert	20	100	0,6	50	40	40	0,3	0,5	120
Z 1.1-Wert	30	200	1	100	100	100	1	1	300
Z 1.2-Wert	50	300	3	200	200	200	3	3	500
Z 2-Wert	150	1000	10	600	600	600	10	10	1500

							PN 15274-bgr		
							BAIERSDORF		
							Neubau Kindergarten		
							Anlage 4.2		
<b>Schadstoffparameter nach LAGA (Eluat)</b>									
Probenahme:		25.09.2018							
		<b>Parameter:</b>							
<b>Probe:</b>	<b>pH</b>	<b>elektr. Leitf.</b>	<b>Chlorid</b>	<b>Sulfat</b>	<b>Cyanide ges.</b>	<b>Phenol-index</b>			
		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]			
<b>MP1</b>	7,6	19	<2,0	2,8	<0,005	<0,01			
<b>LAGA-Richtlinie:</b>									
Z 0-Wert	6,5-9	500	10	50	<0,01	<0,01			
Z 1.1-Wert	6,5-9	500	10	50	0,01	0,01			
Z 1.2-Wert	6-12	1000	20	100	0,05	0,05			
Z 2-Wert	5,5-12	1500	30	150	0,1	0,1			
		<b>Parameter:</b>							
<b>Probe:</b>	<b>As</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Zn</b>
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
<b>MP1</b>	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0002	<0,0005	<0,05
<b>LAGA-Richtlinie:</b>									
Z 0-Wert	0,01	0,02	0,002	0,015	0,05	0,04	0,0002	<0,001	0,1
Z 1.1-Wert	0,01	0,04	0,002	0,03	0,05	0,05	0,0002	0,001	0,1
Z 1.2-Wert	0,04	0,1	0,005	0,075	0,15	0,15	0,001	0,003	0,3
Z 2-Wert	0,06	0,2	0,01	0,15	0,3	0,2	0,002	0,005	0,6

							PN 15274-bgr
							BAIERSDORF
							Neubau Kindergarten
							Anlage 4.3
<b>Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Feststoff)</b>							
Probenahme:	25.09.2018						
	<b>Parameter:</b>						
<b>Probe:</b>	<b>Glühverlust</b>	<b>TOC</b>	<b>BTEX</b>	<b>KW-Index</b>	<b>PCB</b>	<b>PAK</b>	<b>Extrahierbare lipophile Stoffe</b>
			Summe		Summe	Summe	
	[Masse-%]	[Masse-%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[Masse-%]
<b>MP1</b>	2,5	0,26	<0,1	<50	<0,01	<0,05	<0,05
<b>Zuordnungswerte</b>							
Geologische Barriere	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 0,02	≤ 1	
DK 0	≤ 3	≤ 1	≤ 6	≤ 500	≤ 1	≤ 30	≤ 0,1
DK I	≤ 3	≤ 1	≤ 30	≤ 4000	≤ 2	≤ 500	≤ 0,4
DK II	≤ 5	≤ 3	≤ 60	≤ 8000	≤ 2	≤ 1000	≤ 0,8
DK III	≤ 10	≤ 6					≤ 4

PN 15274-bgr  
 BAIERSDORF  
 Neubau Kindergarten  
 Anlage 4.4

**Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Eluat)**

Probenahme: 25.09.2018

Probe:	Parameter:							
	pH-Wert	DOC [mg/l]	Phenole [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]
MP1	7,6	2	<0,01	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005

**Zuordnungswerte**

	pH-Wert	DOC [mg/l]	Phenole [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]
Geologische Barriere	6,5 - 9		≤ 0,05	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,002	≤ 0,05	≤ 0,04
DK 0	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,004	≤ 0,2	≤ 0,04
DK I	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 1	≤ 0,2
DK II	5,5 - 13	≤ 80	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,1	≤ 5	≤ 1
DK III	4 - 13	≤ 100	≤ 2,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 0,5	≤ 10	≤ 4

Probe:	Parameter:						
	Zink [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Cyanid [mg/l]	Fluorid [mg/l]	Barium [mg/l]	Quecksilber [mg/l]
MP1	<0,05	<2,0	2,8	<0,005	<0,50	0,01	<0,0002

**Zuordnungswerte**

	Zink [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Cyanid [mg/l]	Fluorid [mg/l]	Barium [mg/l]	Quecksilber [mg/l]
Geologische Barriere	≤ 0,1	≤ 10	≤ 50	≤ 0,01			≤ 0,0002
DK 0	≤ 0,4	≤ 80	≤ 100	≤ 0,01	≤ 1	≤ 2	≤ 0,001
DK I	≤ 2	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,1	≤ 5	≤ 5	≤ 0,005
DK II	≤ 5	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,5	≤ 15	≤ 10	≤ 0,02
DK III	≤ 20	≤ 2.500	≤ 5.000	≤ 1	≤ 50	≤ 30	≤ 0,2

Probe:	Parameter:				
	Chrom [mg/l]	Molybdän [mg/l]	Antimon [mg/l]	Selen [mg/l]	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen [mg/l]
MP1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<200

**Zuordnungswerte**

	Chrom [mg/l]	Molybdän [mg/l]	Antimon [mg/l]	Selen [mg/l]	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen [mg/l]
Geologische Barriere					≤ 400
DK 0	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,01	≤ 400
DK I	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,12	≤ 0,03	≤ 3.000
DK II	≤ 1	≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,05	≤ 6.000
DK III	≤ 7	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 10.000