Baugrund
Boden- und Felsmechanik
Geotechnik
Hydrogeologie
Altlastensanierung
Umweltgeologie

**Ingenieur- und Hydrogeologisches Büro GmbH**

# Erschließungsgutachten Baugebiet „Michelreis III + IV“ in Pliezhausen-Rübgarten



**Auftraggeber:**

Gemeinde Pliezhausen
Marktplatz 1

72124 Pliezhausen

**Auftragnehmer:**

ihb - Ingenieur- und Hydrogeologisches Büro GmbH
Albrechtstraße 29

72072 Tübingen

**Projekt-Nummer: I 183801**

**Oktober 2018**

Registergericht Stuttgart HRB 381312

Baugrund
Boden- und Felsmechanik
Geotechnik
Hydrogeologie
Altlastensanierung
Umweltgeologie

**Ingenieur- und Hydrogeologisches Büro GmbH**

ihb GmbH • Albrechtstraße 29 • 72072 Tübingen

Gemeinde Pliezhausen
Marktplatz 1

72124 Pliezhausen

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23
E-Mail: ihb.gmbh@t-online.de

Tübingen, den 31.10.2018

# Erschließungsgutachten Baugebiet „Michelreis III + IV“ in Pliezhausen-Rübgarten

**Projekt-Nr. I 183801**

Registergericht Stuttgart HRB 381312

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 Allgemeines ..... 4

2 Durchgeführte Untersuchungen ..... 5
2.1 Schürfgruben ..... 5
2.2 Bodenmechanische Untersuchungen ..... 6

3 Grundwasserverhältnisse ..... 9

4 Homogenbereiche nach VOB Teil C ..... 10

5 Bodenmechanische Kennwerte ..... 11

6 Hinweise zur Erschließung ..... 12
6.1 Versickerungsfähigkeit ..... 12
6.2 Kanal- und Leitungsgräben ..... 12
6.3 Erschließungsstraße ..... 14
6.4 Bebauung ..... 16

7 Generelle Hinweise zur Bauausführung ..... 18

8 Zusammenfassung ..... 19

9 Abschließende Bemerkungen ..... 20

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



## TABELLENVERZEICHNIS

Seite

**Tabelle 1** Ergebnisse der Schürfgruben ..... 6
**Tabelle 2** Ergebnisse der Konsistenzuntersuchungen ..... 7
**Tabelle 3** Ergebnisse der Proctorversuche ..... 8
**Tabelle 4** Glühverluste der Bodenproben ..... 8
**Tabelle 5** Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche ..... 9
**Tabelle 6** Homogenbereiche nach DIN 18300 ..... 10
**Tabelle 7** Bodenmechanische Kennwerte der anstehenden Schichten ..... 11

## ANLAGENVERZEICHNIS

**Anlage 1** Lagepläne
**Anlage 2** Schichtenprofile der Schürfgruben SG-1 bis SG-4
**Anlage 3** Ergebnisse der Konsistenzuntersuchungen
**Anlage 4** Ergebnisse der Proctorversuche
**Anlage 5** Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche
**Anlage 6** Körnungsband Homogenbereich B nach DIN 18300

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 1 Allgemeines

Die **REIK Ingenieurgesellschaft mbH** (Pfullingen) plant für die **Gemeinde Pliezhausen** die Erschließung des Baugebietes „Michelreis III + IV" in Pliezhausen-Rübgarten. Das geplante Baugebiet liegt am südöstlichen Ortsrand von Pliezhausen-Rübgarten. Die Erschließung des Baugebietes erfolgt von Westen aus, durch drei Stichstraßen mit Wendehammer von der „Wildenaustraße" und von Norden durch eine Verlängerung der Straße „Im Michelreis" nach Süden.

Derzeitig wird das leicht nach Süden einfallende Gelände landwirtschaftlich genutzt (**s. Deckblatt**).

Das **ihb - Ingenieur- und Hydrogeologische Büro GmbH** wurde von der **Gemeinde Pliezhausen** beauftragt, für die Erschließung des geplanten Baugebietes eine geotechnische Erkundung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse durchzuführen. Eine altlastenrelevante Bewertung war nicht Gegenstand der Beauftragung.

Zur Bearbeitung des Auftrages standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Vorentwurf Lageplan Ver- und Entsorgung Erschließung „Michelreis III + IV" in Pliezhausen-Rübgarten im Maßstab 1 : 250, gefertigt von der **REIK Ingenieurgesellschaft mbH** (Pfullingen)am 20.01.2018
- Absteckplan mit den geplanten Schürfgruben und Höhen ohne Maßstab, gefertigt von der **REIK Ingenieurgesellschaft mbH** (Pfullingen)
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, **Blatt 7421 - Metzingen**, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg 1981

Nach der Geologischen Karte (**Blatt 7421**) lagern im geplanten Baugebiet unter einer **Lößlehmbedeckung** die Schichten des Unteren Schwarzen Juras (**Lias α**), die nach Osten in die unterlagemden Schichten des **„Knollenmergels"** (**km5**) übergehen. Das geplante Baugebiet liegt **nicht** in einem festgesetzten Wasserschutzgebiet.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse wurden am 20.09.2018 vier Schürfgruben (**SG-1** bis **SG-4**) bis 3 m unter Gelände (**GOK**) angelegt. Der in den Schürfgruben angetroffene Schichtaufbau wurde durch das **ihb** geologisch und bodenmechanisch aufgenommen.

Die bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes wurden durch Untersuchungen an charakteristischen Bodenproben im bodenmechanischen Labor des **ihb** ermittelt. Die gewonnenen Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen dienten zur Klassifizierung der angetroffenen Böden nach **DIN 18196**, sowie zur Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte.

Die Lage des Untersuchungsareals und der Untersuchungspunkte ist in den Lageplänen der **Anlage 1** wiedergegeben. Die Ergebnisse der Schürfgrubenaufnahmen sind gemäß **DIN 4023** als Schichtenprofile in der **Anlage 2** dargestellt.

### 2.1 Schürfgruben

In den Schürfgruben wurden, abgesehen von Mächtigkeitsunterschieden, vergleichbare Untergrundverhältnisse angetroffen. Unter dem 20 - 40 cm mächtigen **Mutterboden** folgt ein fließender Übergang in den unterlagernden **Lößlehm**. Aufgrund der lang anhaltenden Trockenheit ist der Lößlehm im obersten Bereich stark ausgetrocknet und weist eine halbfeste Konsistenz und im tieferen Bereich eine überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz auf. In der, im Übergang zum östlich angrenzenden Hang angelegten Schürfgrube **SG-4**, ist der Lößlehm vermutlich durch Schichtwasser ab 2,40 m Tiefe vernässt und weist lediglich eine weiche Konsistenz auf. Der Übergang zum unterlagernden Lias wurde in den 3 m tiefen Schürfgruben nicht erreicht.

Abgesehen von der o. g. Vernässung in der Schürfgrube **SG-4** konnten in den Schürfgruben bis zum Verfüllen keine Schicht- oder Grundwasserzutritte festgestellt werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



Eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse ist in der nachfolgenden **Tabelle 1** aufgelistet.

**Tabelle 1:**
Ergebnisse der Schürfgruben

| Aufschluss | Ansatzhöhe [m NN] | Oberboden [bis m] | Lößlehm [bis m] |
|---|---|---|---|
| SG-1 | 372,97 | 0,30 | > 3,00 |
| SG-2 | 371,04 | 0,40 | > 3,00 |
| SG-3 | 369,46 | 0,35 | > 3,00 |
| SG-4 | 367,86 | 0,20 | > 3,00 |

## 2.2 Bodenmechanische Untersuchungen

Für die bodenmechanische Beurteilung der anstehenden Böden wurden aus den Schürfgruben Bodenproben entnommen und im bodenmechanischen Labor des **ihb** untersucht.

Zur Klassifizierung der Böden wurden an drei Proben die Konsistenzgrenzen nach **DIN 18122** ermittelt. Darüber hinaus wurden für die Zuordnung der Konsistenz und für die Beschreibung des Homogenbereiches nach **DIN 18300** an weiteren Bodenproben die natürlichen Wassergehalte nach **DIN 18121** und an drei Proben die Glühverluste nach **DIN 18128** ermittelt.

Für die Beurteilung der Wiedereinbaufähigkeit und zur Festlegung eventuell erforderlicher Bodenverbesserungsmaßnahmen wurde an zwei Proben die Proctordichte mit den optimalen Wassergehalt nach **DIN 18127** bestimmt. Darüber hinaus wurde an zwei Proben die Wasserdurchlässigkeit nach **DIN 18130** ermittelt.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen sind in den nachfolgenden **Tabellen 2** bis **5** und in den **Anlagen 3** bis **5** wiedergegeben. Die ermittelten Wassergehalte sind neben den Schichtenprofilen in der **Anlage 2** dargestellt.

Wie die Untersuchungsergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zeigen, handelt es sich bei dem **Lößlehm** um einen mittel- bis ausgeprägt plastischen Ton, der nach **DIN 18196** den **Bodengruppen TM** bzw. **TA** zuzuordnen ist.

Wie die Ergebnisse der Proctorversuche zeigen, liegt der natürliche Wassergehalt des **Lößlehms** auf dem „nassen Ast" der Proctorkurve. Lediglich im tieferen Bereich der Schürfgrube **SG-4** überschreitet der natürliche Wassergehalt den maximal zulässigen Wassergehalt für einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ Proctordichte.

Die ermittelten Durchlässigkeiten lagen mit $k = 2{,}1 \times 10^{-10}$ m/s bzw. $k = 1{,}5 \times 10^{-10}$ m/s in der zu erwartenden Größenordnung.

**Tabelle 2:**
Ergebnisse der Konsistenzuntersuchungen

| Probenbezeichnung | | R-1 | R-3 | R-5 |
|---|---|---|---|---|
| Entnahmestelle | | SG-1 | SG-2 | SG-4 |
| Entnahmetiefe | (m) | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| Bodenart | | Lößlehm | Lößlehm | Lößlehm |
| natürl. Wassergehalt | (Gew.%) | 19,6 | 22,8 | 28,0 |
| Fließgrenze | $w_L$ | 58,7 | 49,5 | 42,1 |
| Ausrollgrenze | $w_P$ | 22,3 | 17,5 | 19,4 |
| Plastizitätszahl | $I_P$ | 36,4 | 32,0 | 22,7 |
| Konsistenzzahl | $I_C$ | 1,07 | 0,83 | 0,62 |
| Zustandsform | | halbfest | steif | weich |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | | TA | TM | TM |

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



**Tabelle 3:**

Ergebnisse der Proctorversuche

| Probenbezeichnung | | R-2 | R-4 |
|---|---|---|---|
| Entnahmestelle | | SG-1 | SG-4 |
| Entnahmetiefe | (m) | 2,00 | 1,50 |
| Bodenart | | Lößlehm | Lößlehm |
| natürl. Wassergehalt | Gew.% | 23,2 | 25,4 |
| 100% Proctordichte | g/cm³ | 1,609 | 1,611 |
| opt. Wassergehalt | Gew.% | 21,2 | 22,5 |
| geforderter Verdichtungsgrad | | 97% | 97% |
| min. zul. Wassergehalt | % | 17,7 | 19,2 |
| max. zul. Wassergehalt | % | 25,9 | 25,4 |

**Tabelle 4:**

Glühverluste der Bodenproben

| Entnahmestelle | | SG-1 | SG-2 | SG-4 |
|---|---|---|---|---|
| Entnahmetiefe | (m) | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| Bodenart | | Lößlehm | Lößlehm | Lößlehm |
| Glühverlust | (%) | 3,64 | 3,33 | 3,17 |

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



**Tabelle 5:**
Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche

| Probenbezeichnung | | R-2 | R-4 |
|---|---|---|---|
| Entnahmestelle | | SG-2 | SG-4 |
| Entnahmetiefe | (m) | 2,00 | 1,50 |
| Bodenart | | Lößlehm | Lößlehm |
| Wassergehalt vor kf | Gew.% | 22,3 | 25,4 |
| Wassergehalt nach kf | Gew.% | 22,8 | 25,8 |
| Feuchtraumdichte | t/m³ | 1,979 | 1,945 |
| Trockenraumdichte | t/m³ | 1,619 | 1,558 |
| kf-Wert | m/s | $2{,}1 \times 10^{-10}$ | $1{,}5 \times 10^{-10}$ |

## 3 Grundwasserverhältnisse

Wie bereits im vorstehenden **Kapitel 2.1** angesprochen, wurden lediglich in der Schürfgrube **SG-4** ab 2,40 m Tiefe eine Vernässung festgestellt. Grund- oder Schichtwasserzutritte konnten in den Schürfgruben bis zum Verfüllen jedoch nicht beobachtet werden.

Erfahrungsgemäß muss jedoch im Lößlehm bei schlechter Witterung mit Vernässungshorizonten gerechnet werden. Dies gilt insbesondere im östlichen Randbereich in Verlängerung der Straße „Im Michelreis". Auch in den tiefer anstehenden Festgesteinsbänken des Lias *α* muss erfahrungsgemäß mit Schichtwasservorkommen gerechnet werden.

Darüber hinaus muss aufgrund der überlagernden, gering durchlässigen Deckschichten (Lößlehm und Liaslehm) im Untersuchungsgebiet mit **gespannten** Schichtwasserverhältnissen gerechnet werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 4 Homogenbereiche nach VOB Teil C

Nach der neuen **VOB Teil C** sind die angetroffenen Böden und Felsschichten anstelle der früher geltenden Bodenklassen 1 bis 7 entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in „Homogenbereiche" zu unterteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- und Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Bei den zu erwartenden Erdarbeiten handelt es sich überwiegend um einen Aushub, so dass u. E. die anstehenden Böden zu zwei Homogenbereichen zusammengefasst werden können. Entsprechend der ATV **DIN 18300** werden für die im Untersuchungsgebiet anstehenden Bodenhorizonte die in der nachstehenden **Tabelle 6** aufgelisteten Homogenbereiche vorgeschlagen.

**Tabelle 6:**
Homogenbereiche nach DIN 18300 (HE - Homogenbereich Erdarbeiten)

| | Homogen-bereich A | Homogen-bereich B |
|---|---|---|
| Ortsübliche Bezeichnung | Oberboden | Lößlehm |
| Korngrößenvertellung | - | s. Anlage 6 |
| Massenanteile Steine und Blöcke [%] | < 5 | < 5 |
| Massenanteile große Blöcke [%] | 0 | 0 |
| Dichte ρ [g/cm³] | - | 1,8 - 2,1 |
| undrainierte Scher-festigkeit $c_u$ [kN/m²] | - | < 300 |
| Wassergehalt w [%] | - | < 35 (18,0 - 28,0) |
| Plastizitätszahl $I_P$ [%] | - | < 40 (22,7 - 36,4) |
| Konsistenzzahl $I_C$ | - | 0,50 - 1,25 (0,62 - 1,07) |
| Lagerungsdichte | - | - |
| organischer Anteil $V_{gl}$ [%] | - | < 5 (3,2 - 3,6) |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | TM, TA, OU, OT | TM, TA |
| „alte" Bodenklasse | 1 | 4 - 5 |

Bei den in Klammern angegebenen Werten handelt es sich um ermittelte Werte

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 5 Bodenmechanische Kennwerte

Anhand der bodenmechanischen Klassifizierung können gemäß **DIN 1055** für erdstatische Berechnungen die nachfolgend aufgelisteten Werte der **Tabelle 7** in Ansatz gebracht werden.

**Tabelle 7:**
Bodenmechanische Kennwerte der anstehenden Schichten

| Bodenart | Wichte (kN/m³) cal. $\gamma$ | Wichte (kN/m³) cal $\gamma'$ | Reibungswinkel (°) cal. $\varphi_k$ | Kohäsion (kN/m²) cal. $c_k$ | Steifemodul (MN/m²) cal. $E_{s,k}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Quartär** | | | | | |
| Lößlehm | 17,5 - 20,5 | 7,5 - 10,5 | 15,0 - 17,5 | 5 - 15 | 4 - 6 |
| Liaslehm | 18,5 - 19,5 | 8,5 - 9,5 | 15,0 | 10 - 15 | 3 - 5 |
| **Lias** | | | | | |
| verwittert | 20 - 21 | 10 - 11 | 25 - 30 | 10 - 20 | 10 - 30 |
| unverwittert | 22 - 23 | 12 - 13 | 30 - 35 | * | > 80 |

Die unterlagernden Schichten des Lias wurden bei der Erkundung nicht angetroffen, weisen jedoch erfahrungsgemäß die grau aufgelisteten Kennwerte auf.
* Schwankt je nach Trennflächengefüge, Verwitterungsgrad und Richtung der Beanspruchung in weiten Grenzen. Die Werte liegen jedoch erfahrungsgemäß bei > 20 kN/m².

Gemäß der „Karte der Erdbebenzonen und Untergrundklassen für Baden-Württemberg" befindet sich das Baugebiet in der **Erdbebenzone 2** und in der **Untergrundklasse R** (Gebiet mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Nach der **DIN EN 1998-1/NA** (2011-01) ist der Baugrund der **Baugrundklasse B** zuzuordnen.

Der oberflächennah anstehende Lößlehm ist sehr frostempfindlich und in die **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** einzustufen.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 6 Hinweise zur Erschließung

Aufgrund der Geländemorphologie kann davon ausgegangen werden, dass sich die Erschließungsstraßen weitestgehend der natürlichen Topographie anpassen und daher keine tieferen Einschnitte oder größere Dammschüttungen erforderlich sind.

### 6.1 Versickerungsfähigkeit

Nach dem **Arbeitsblatt DWA-A 138** werden Lockergesteine mit einer Durchlässigkeit zwischen **1 x $10^{-3}$ m/s** und **1 x $10^{-6}$ m/s** als versickerungsfähig angesehen. Der im Baufeld anstehende Lößlehm weist deutlich geringere Durchlässigkeiten in einer Größenordnung von **$k_f$ = $10^{-10}$ m/s** auf, so dass eine Versickerung **nicht möglich** ist.

### 6.2 Kanal- und Leitungsgräben

Beim Anlegen der Schürfgruben traten im Lößlehm keine erschwerten Lösbarkeiten auf. Bei einem tieferen Aushub muss in den unterlagernden Schichten des Lias *α* (Kalk- und Tonsteine) jedoch mit Fels der „alten" Bodenklasse 7 gerechnet werden.

Bei der Planung und Ausführung der Leitungsgräben sind die Richtlinien der **DIN EN 1610** und der **ZTV E-StB 17** einzuhalten.

Prinzipiell könnten die Kanalgräben, sofern **keine** Schicht- oder Sickerwasserzutritte auftreten, mit freien Böschungen nach **DIN 4124** (s. **Kap 6.4**) angelegt werden. Sofern auf den erhöhten Mehraufwand beim Aushub und Wiedereinbau verzichtet werden soll, müssen die Gräben abschnittsweise hergestellt und durch temporär eingestellte Verbauplatten gesichert werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



Sollten im Bereich des Rohrauflagers aufgeweichte Bereiche angetroffen werden, sind diese auszuräumen und durch Bodenaustauschmaterial zu ersetzen. Als Bodenaustauschmaterial sollte ein kornabgestuftes Material (z. B. Schotter-Splitt-Gemisch der Körnung 2/45 oder 2/56 mm) verwendet werden. Beim Bodenaustausch ist wegen der Druckausbreitung unter der Rohrsohle auf einen ausreichenden seitlichen Überstand zu achten.

Zur Gewährleistung der Filterstabilität muss bei Schichtwasserzutritten ein Filtervlies zwischen dem bindigen Boden und dem Material des Rohrauflagers bzw. der Rohrleitungszone angeordnet werden. Damit das Geotextil bei der Überschüttung mit dem Schotter-Splitt-Gemisch nicht zerstört wird, sollte hierfür ein reißfestes Geotextil der **Robustheitsklasse GRK 3** verwendet werden. Bereiche, in denen in der Grabensohle Felsbänke anstehen, müssen nach **DIN EN 1610** mit einer Bettung vom **Typ 1** mit einer Bettungsschicht von 150 mm ausgeführt werden.

Die Leitungszone darf entsprechend der **DIN EN 1610** nur mit steinfreiem, verdichtungsfähigem Material verfüllt werden. Die Verfüllung der **Leitungszone** hat entsprechend den Richtlinien der **ZTV E-StB 17** lagenweise verdichtet mit einer Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97\%$ zu erfolgen.

In den Kanalgräben muss bei größerer Tiefe mit Sicker- und Schichtwasserzutritten gerechnet werden. Um sicherzustellen, dass die räumliche und zeitliche Ausdehnung des Eingriffes so gering wie möglich gehalten wird, sollten bei auftretenden Schichtwasserzutritten die Kanalgräben abschnittsweise hergestellt werden. Darüber hinaus sollte in diesem Fall an jeder Schachthaltung bzw. in einem Abstand von ca. 50 m ein Querriegel in Form einer Beton- oder Tonsperre eingebaut werden. Zur Vermeidung von Grundwasserumläufigkeiten sollten diese seitlich ca. 1 m in den „gewachsenen" Untergrund einbinden. Die Auftriebssicherheit der Leitungen muss gewährleistet sein.

Bei der **Grabenverfüllung** sind die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.3.2 der **ZTV E-StB 17** in Abhängigkeit vom Verfüllmaterial und der Einbautiefe zu erfüllen. Dies bedeutet, dass die anstehenden, bindigen Böden mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ eingebaut werden müssen.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



Wie die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zeigen, liegen die natürlichen Wassergehalte des **Lößlehms** überwiegend unter dem maximal zulässigen Wassergehalt für einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ Proctordichte.

Sofern die Erschließungsarbeiten bei ungünstiger Witterung durchgeführt werden oder der beim Aushub anfallende Lößlehm vernässt ist, muss dieser für den Wiedereinbau im Kanalgraben mit Bindemittel **verbessert** werden.

Bei der Bodenverbesserung für den Wiedereinbau des Materials geht es in erster Linie um eine Reduzierung des Einbauwassergehaltes. Im Hinblick auf die längere Verarbeitungszeit wird daher empfohlen, die Bodenverbesserung für den Wiedereinbau im Kanalgraben mit **Weißfeinkalk** auszuführen. Für die Ausschreibung kann hierfür von einer Zugabemenge von ca. **30 kg/m³** ausgegangen werden. Die exakte Bindemittelzugabe ist witterungsabhängig und muss vor Baubeginn durch entsprechende Untersuchungen ermittelt werden.

## 6.3 Erschließungsstraße

Bei unwesentlicher Veränderung des Höhenniveaus liegt das zu erwartende Erdplanum der Erschließungsstraße im Lößlehm.

Für die Ausführung eines Regelaufbaus der Straßen muss auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ **MN/m²** erzielt werden. Grundlage hierfür sind die Richtlinien der **RStO 12** und der **ZTV E-StB 17**.

Auf dem Lößlehm kann je nach Witterung von einem vorhandenen Verformungsmodul in einer Größenordnung von $E_{v2} \leq 10 - 20$ **MN/m²** ausgegangen werden. Ein einfacher Regelaufbau nach o. g. Richtlinien ist daher nicht möglich. Zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit sind deshalb gesonderte Maßnahmen erforderlich.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



Aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse ist in erster Linie an eine **Bodenverbesserung** mittels hydraulischem Bindemittel zu denken. Da es im Straßenbereich bei der Bodenverbesserung in erster Linie um eine Erhöhung der Tragfähigkeit und nicht nur um eine Reduzierung des Wassergehaltes geht, muss die Bodenverbesserung mit einem Spezialbindemittel aus Weißfeinkalk und Zement (**DOROSOL**) ausgeführt werden.

Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ **MN/m²** zu erreichen, darf eine Mindestbindemittelmenge von **2%** nicht unterschritten werden. Für die Ausschreibung kann von einer Zugabemenge von ca. **35 kg/m³** bzw. **14 kg/m² DOROSOL** bei einer zu fordernden Mindeststärke von **40 cm** ausgegangen werden. Auf die begrenzte Verarbeitungszeit des Materials nach **Abs. 12.2.5** der **ZTV E-StB 17** wird hingewiesen. Da die exakte Bindemittelzugabe witterungsabhängig ist, muss diese vor Baubeginn durch entsprechende Untersuchungen ermittelt werden. Die hierfür notwendigen Untersuchungen können von unserem Büro ausgeführt werden.

Generell besteht auch die Möglichkeit einen **Bodenaustausch** durchzuführen, bei dem die ungebundene Tragschicht entsprechend dem tatsächlich vorhandenen Verformungsmodul des Untergrundes verstärkt wird. Bei der oben abgeschätzten Größenordnung des Verformungsmoduls von $E_{v2} \leq 10 - 20$ **MN/m²** müsste nach einschlägigen Diagrammen ein Bodenaustausch in der Größenordnung von **20 - 40 cm** durchgeführt werden.

Die endgültige Dimensionierung des erforderlichen Bodenaustausches muss mittels Plattendruckversuchen nach **DIN 18134** auf dem Erdplanum erfolgen. Die hierfür erforderlichen Versuche können durch unser Büro ausgeführt werden. Für den Bodenaustausch ist ein abgestuftes Mineralgemisch vorzusehen.

Generell müssen die eingebauten Schichten gegeneinander und gegen das anstehende Bodenmaterial filterstabil aufgebaut werden. Sofern dies nicht der Fall ist, muss die Filterstabilität durch zusätzliches Einlegen eines Geotextils (Trennvlies) gewährleistet werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH



## 6.4 Bebauung

Da keine konkrete Planung über die vorgesehene Bebauung vorliegt und mit den Untersuchungen nur ein grobes Untersuchungsraster mit einer geringen Erkundungstiefe für die Erschließung des Baugebietes angelegt wurde, können zur möglichen Bebauung lediglich **allgemeine Hinweise** gegeben werden.

Generell gilt, dass bindige Böden mit steigendem natürlichem Wassergehalt ($w_n$) und höherer Plastizität ($I_P$) eine geringere Konsistenz ($I_C$) und eine größere Zusammendrückbarkeit aufweisen. Daher stellt insbesondere der weiche bis steife, ausgeprägt plastische **Lößlehm** nur einen sehr begrenzt tragfähigen und kompressiblen Baugrund dar, der **nur bedingt** zur Lastabtragung geeignet ist.

Nach der alten **DIN 1054** beträgt die aufnehmbare Sohlspannung für mittig belastete Streifenfundamente, die mindestens 0,50 m einbinden, bei steifen bis halbfesten, ausgeprägt plastischen Tonen nur $\sigma_{zul} \leq 90$ **kN/m²** und bei steifen, mittelplastischen Tonen nur $\sigma_{zul} \leq 120$ **kN/m²**. Außerdem muss bei einer Gründung auf den kompressiblen Böden bei unterschiedlichen Lasten mit erheblichen **Setzungsdifferenzen** gerechnet werden. Darüber hinaus sind die im Baugebiet lagernden Deckschichten als **schrumpfungsempfindliche** Böden einzustufen, die beim Austrocknen zu Schrumpfungen neigen. Derartige Volumenänderungen führen im Verlauf von trockenen, heißen Sommern häufig zu Setzungen und zu Bauwerksschäden. Nach den bisherigen Erkenntnissen reichen witterungsbedingte Einflüsse bis ca. 1,60 m unter Geländeoberkante. Zur Begegnung der Gefahr von Schrumpfsetzungen wird daher beim Auftreten dieser Böden generell eine **Mindestgründungstiefe** von **1,80 m** unter fertigem Gelände empfohlen.

Die im Liegenden zu erwartenden „Arietenschichten" stellen insbesondere bei einer halbfesten bis festen Konsistenz generell einen **gut tragfähigen** Gründungshorizont dar. Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen die Schichten des Lias $\alpha$ jedoch erst in über 3 m Tiefe an und werden, wenn überhaupt, nur bei unterkellerten Gebäuden mit der planmäßigen Gründung erreicht.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



Nähere Angaben zur Gründung der Gebäude können erst anhand konkreter Planungen sowie weiterer, tieferer Baugrundaufschlüsse erfolgen.

Bei Böschungshöhen bis 5 m und **ohne** Wasserzutritt können Baugrubenböschungen entsprechend den Maßgaben der **DIN 4124** in den steifen bis halbfesten Böden mit einem Böschungswinkel von **$\beta \leq 60°$** angelegt werden. In den weichen Böden müssen die Baugrubenböschungen auf einen Böschungswinkel von **$\beta \leq 45°$** **abgeflacht** werden. Die übrigen Hinweise der **DIN 4124** (unbelastete Böschungskronen etc.) sind ebenfalls zu beachten. Die Baugrubenböschungen sollten mit Folien vor Witterungseinflüssen geschützt werden.

Generell sind Bauwerke, die in die gering durchlässigen Deckschichten einbinden, zur Vermeidung von drückendem Wasser durch versickerndes Niederschlagswasser entsprechend den Maßgaben der **DIN 4095** zu drainieren. Eine Ableitung von Grundwasser findet hierdurch **nicht** statt. Der **rückstaufreie** Anschluss der Dränage an einen Regenwasserkanal muss im Zuge des Bauantrages eingereicht und vom Netzbetreiber (Gemeinde Pliezhausen) genehmigt werden.

Bei auftretenden Grund- und Schichtwasserzutritten ist eine dauerhafte Ableitung des anfallenden Grundwassers nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (**WG**) **nicht genehmigungsfähig**. Daher dürfen Gebäude, die ins Grundwasser einbinden **nicht drainiert** werden und alle Gebäudeteile, die unterhalb des festzulegenden Bemessungswasserstandes liegen, müssen als wasserdichte, auftriebssichere Wannen ausgebildet werden.

Generell wird empfohlen, ein speziell auf die konkrete Planung bezogenes Gründungsgutachten erstellen zu lassen.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 7 Generelle Hinweise zur Bauausführung

Bei der Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel sind mögliche Auswirkungen auf die angrenzende Bebauung zu beachten. Gegebenenfalls muss ein staubarmes Bindemittel (**DOLOSOL PRO**) verwendet werden. Bei der Bodenverbesserung ist auf eine intensive Homogenisierung des Boden-Bindemittel-Gemisches zu achten. Um dies zu gewährleisten, muss die Einarbeitung so lange erfolgen, bis eine gleichmäßige Durchmischung des Boden-Bindemittel-Gemisches vorliegt. Gegebenenfalls sind hierfür **mehrere** Fräsübergänge erforderlich.

Bei der Verfüllung von Leitungsgräben gelten die Verdichtungsanforderungen entsprechend Abschnitt 9.5 und 4.3.2 der **ZTV E-StB 17**. Es wird empfohlen, die Eigen- und Fremdüberwachungsprüfungen im vorgeschriebenen Umfang nach der **Tab. 9** der **ZTV E-StB 17** durchzuführen. Um gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, ist darauf zu achten, dass die Kontrollprüfungen bereits zu Beginn und nicht erst an der fertigen Grabenverfüllung durchgeführt werden.

Der Einbau von Fremdmaterial hat generell lagenweise und verdichtet, entsprechend den einschlägigen Normen und erdbautechnischen Vorschriften der **ZTV E-StB 17** zu erfolgen.

Im Baufeld muss insbesondere bei schlechter Witterung auf dem Lößlehm mit **erheblichen** Befahrungsschwierigkeiten gerechnet werden.

Generell können gegebenenfalls auftretende Wasserzutritte durch eine „offene" Wasserhaltung mittels seitlichen Drainagegräben und Pumpensümpfen unter Zwischenschaltung eines Absetzbeckens abgeleitet werden. Sofern die Kanäle aufgrund der Tiefenlage das Schichtwasser in den „Arietenschichten" des Lias *α* anschneidet, müssen die wasserrechtlichen Aspekte mit der zuständigen Wasserrechtsbehörde beim **Landratsamt Reutlingen** abgestimmt werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 8 Zusammenfassung

Im geplanten Baugebiet „Michelreis III + IV" in Pliezhausen-Rübgarten lagert unter dem **Mutterboden** ein überwiegend steifer, im obersten Bereich ausgetrockneter, halbfester **Lößlehm**. Im östlichen, hangseitigen Bereich wurden im Lößlehm Aufweichungen und Vernässungen festgestellt. Aufgrund der geringen Erkundungstiefe wurden die unterlagernden, Schichten des Lias $\alpha$ nicht erreicht. Generell muss in den tiefer liegenden Kalksteinbänken der „Arietenschichten" mit **gespannten** Schichtwasserzutritten gerechnet werden.

Die nach dem **Arbeitsblatt DWA-A 138** geforderte Durchlässigkeit zwischen **1 x $10^{-3}$ m/s** und **1 x $10^{-6}$ m/s** wird in den bindigen Deckschichten nicht erreicht. Das Gebiet ist daher für eine Versickerung **nicht geeignet**.

Der angetroffene Lößlehm ist mit den derzeitig ermittelten Wassergehalten überwiegend für einen direkten Wiedereinbau im Kanalgraben geeignet. Sofern dies witterungsbedingt nicht der Fall sein sollte, muss der Lößlehm zur Reduzierung des Einbauwassergehaltes mit **Weißfeinkalk** verbessert werden. Für die Ausschreibung kann hierfür von einer Zugabemenge von ca. **30 kg/m³** ausgegangen werden.

Auf dem Erdplanum der Erschließungsstraßen wird der erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ **MN/m²** nicht erreicht. Bei einer **Bodenverbesserung** mit hydraulischem Bindemittel kann von einer Zugabemenge von ca. **35 kg/m³** bzw. **14 kg/m² DOROSOL** bei einer zu fordernden Mindeststärke von **40 cm** ausgegangen werden. Da die exakte Bindemittelzugabe witterungsabhängig ist, muss diese vor Baubeginn durch entsprechende Untersuchungen ermittelt werden. Bei einem **Bodenaustausch** muss mit einer Verstärkung der Tragschicht in der Größenordnung von **20 - 40 cm** gerechnet werden. Die Festlegung der Bodenaustauschstärke muss durch Plattendruckversuche nach **DIN 18134** erfolgen.

Der im Baugebiet anstehende Lößlehm ist nur sehr gering tragfähig und schrumpfungsempfindlich. Baugrubenböschungen dürfen entsprechend der **DIN 4124** in den steifen bis halbfesten Böden mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60°$ und in den weichen Böden mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45°$ angelegt werden.

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23



## 9 Abschließende Bemerkungen

Die Untergrundverhältnisse im geplanten Baugebiet „Michelreis III + IV" in Pliezhausen-Rübgarten wurden anhand der durchgeführten Untersuchungen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Aufgrund von geologisch bedingten Inhomogenitäten können lokale Abweichungen von den Befunden nicht ausgeschlossen werden.

Es wird eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten empfohlen. Hierbei müssen die angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse mit den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen des Gutachtens verglichen werden. Darüber hinaus können die getroffenen Abschätzungen und Interpolationen der Untergrundverhältnisse nicht als Grundlage für eine Massenermittlung dienen und ein Aufmaß vor Ort ersetzen.

Sollten sich im Rahmen der Erschließungsarbeiten Baugrundverhältnisse ergeben, die von denen im Gutachten beschriebenen abweichen, so ist der Gutachter erneut zu einer Beurteilung aufzufordern. Darüber hinaus ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen zu Sachverhalten ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden.

Tübingen, den 31. Oktober 2018

**ihb GmbH**

Dipl.-Geol. A. Fundinger

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

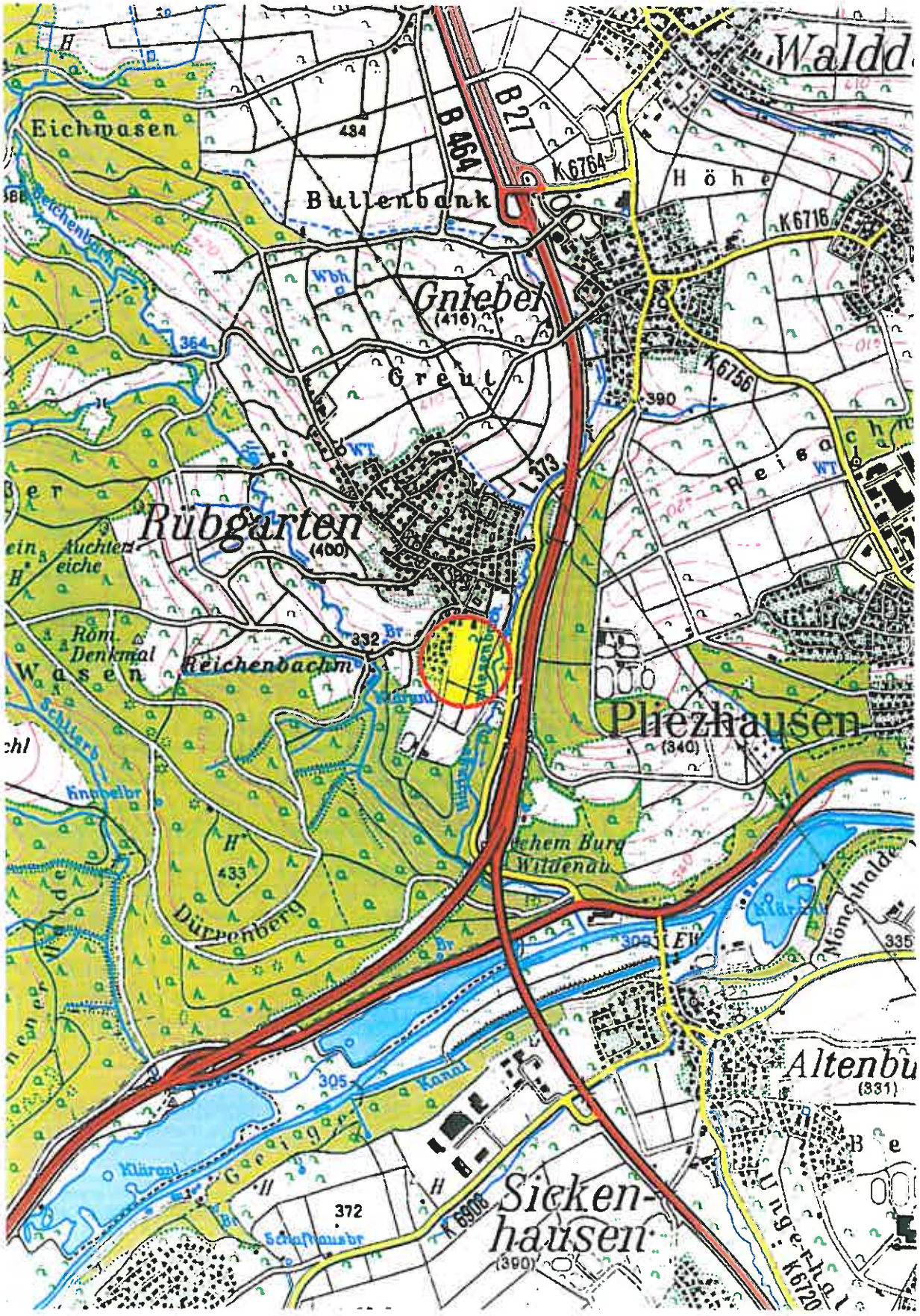
Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 1

## Lagepläne

| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071/76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 25.000 |
|---|---|---|

# Übersichtslageplan



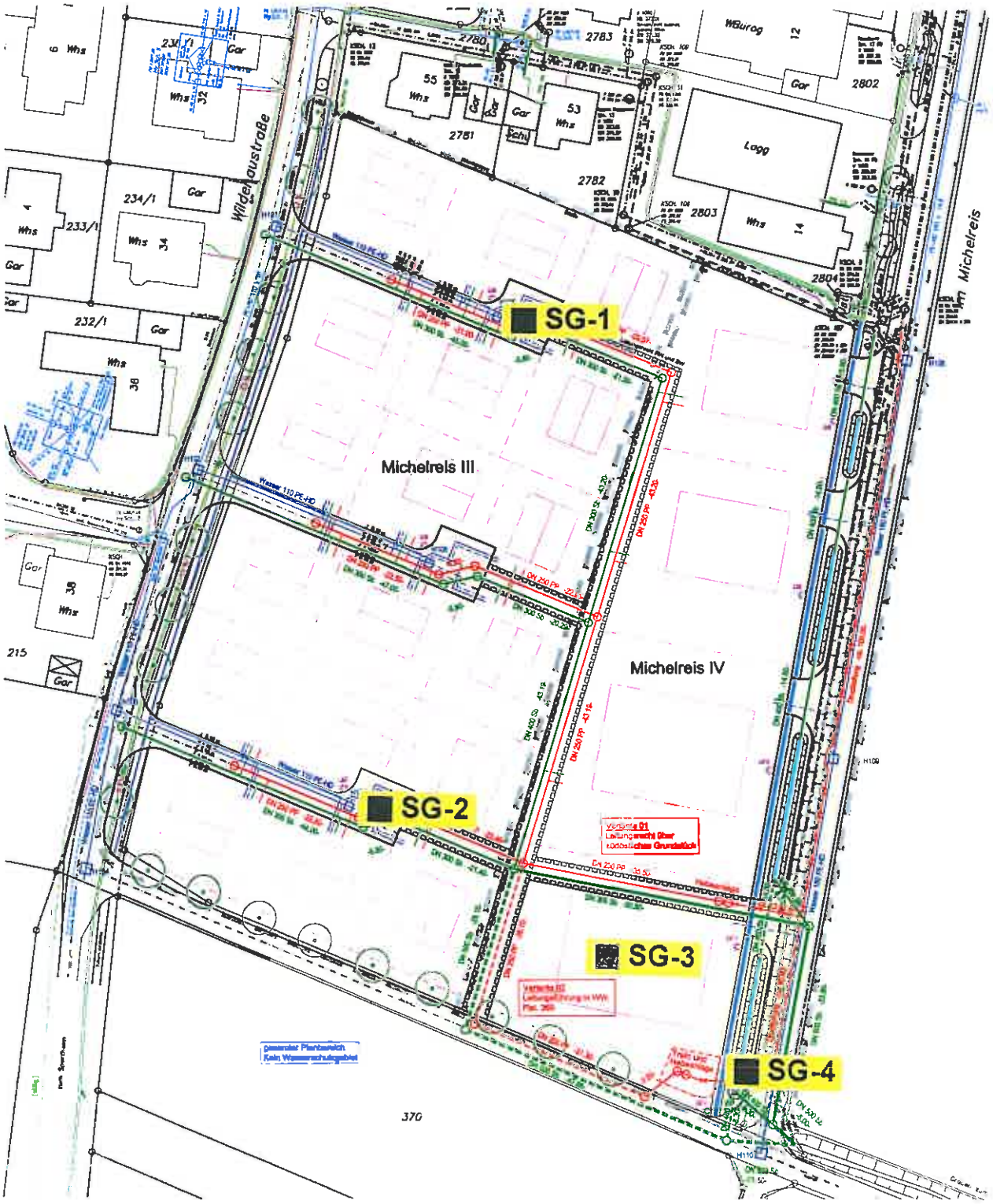
| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071/76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Sichthöhe: 860 m |
|---|---|---|

# Luftbild des Untersuchungsgebietes



| | | |
|---|---|---|
| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071/76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 1.000 |

# Lageplan der Schürfgruben



Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 2

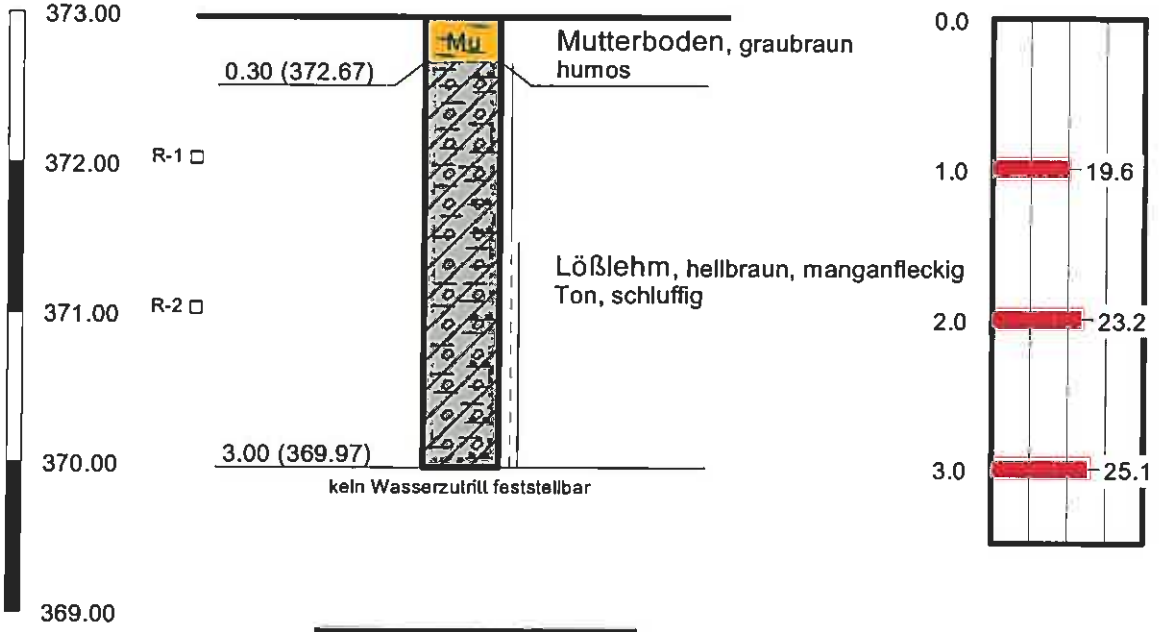
## Schichtenprofile der Schürfgruben

## SG-1 bis SG-4

| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071 - 76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 50 |
|---|---|---|

## SG-1

372,97 m NN





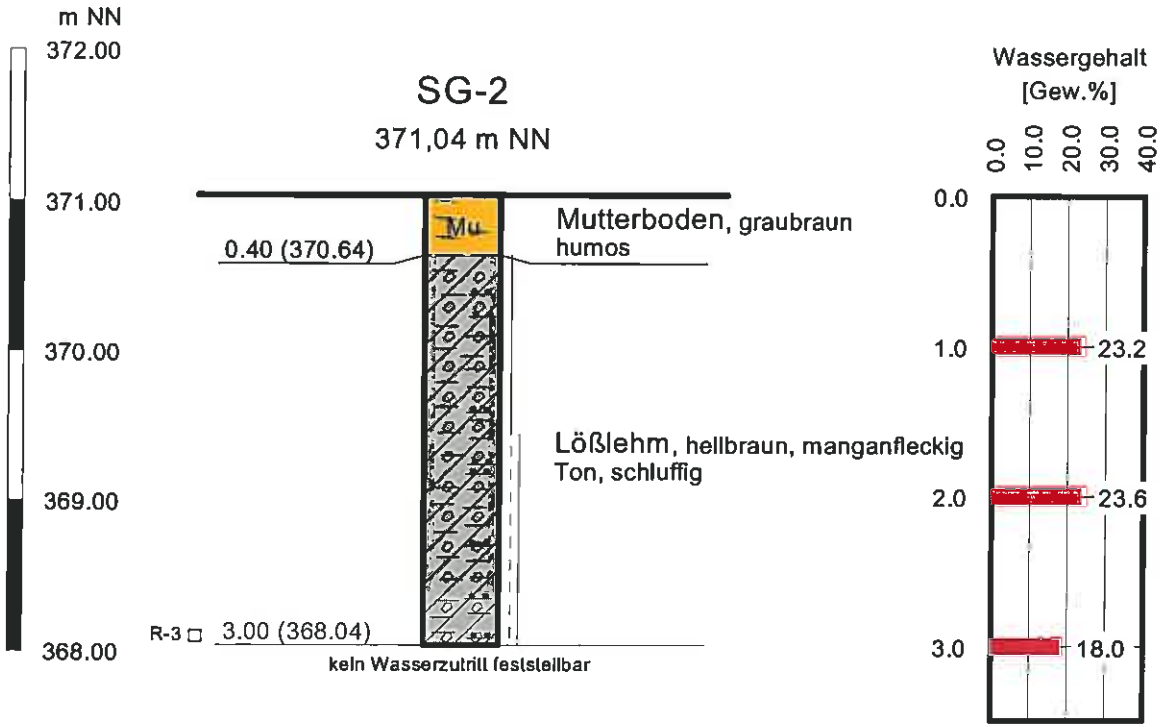




Legende

- halbfest
- steif - halbfest

| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071 - 76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 50 |
|---|---|---|







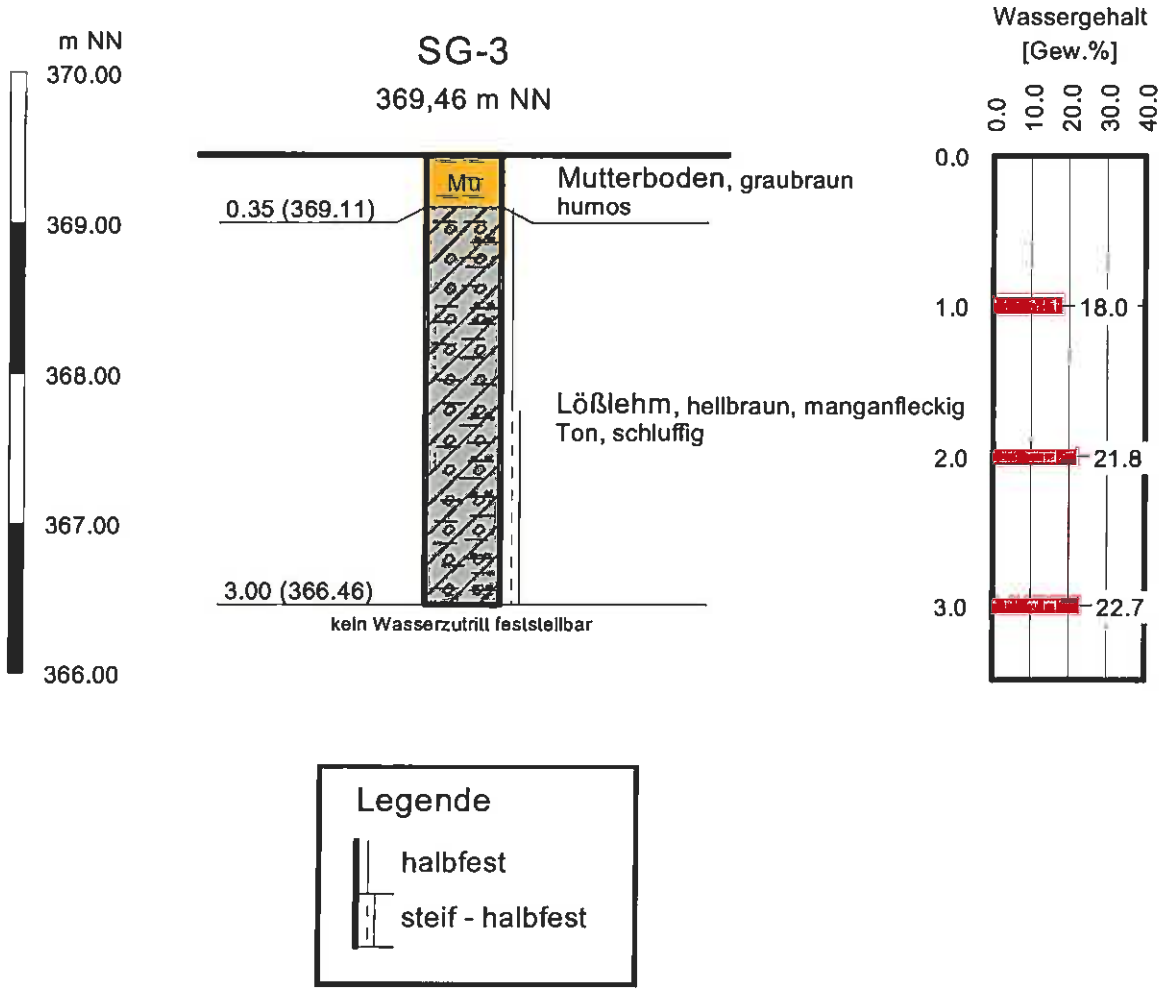


Legende

halbfest

steif - halbfest

| | | |
|---|---|---|
| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071 - 76760 | **Erschließung "Michelreis"**<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 50 |




Legende

halbfest

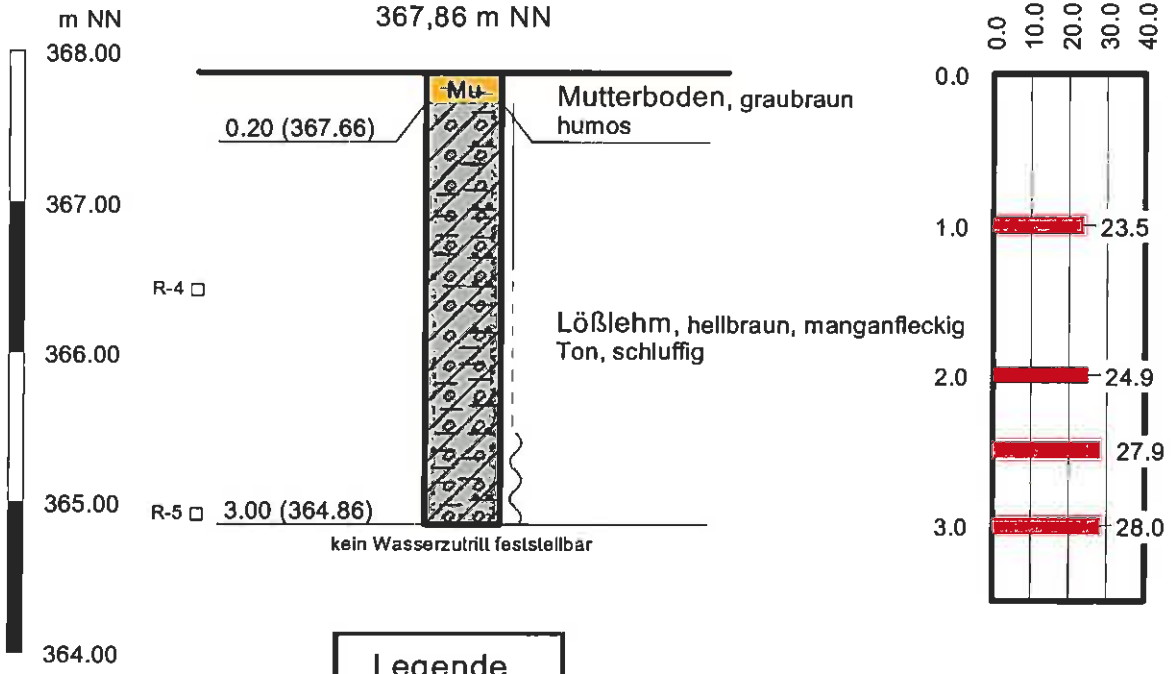
steif - halbfest



| ihb GmbH<br>Albrechtstraße 29<br>72072 Tübingen<br>Tel.: 07071 - 76760 | Erschließung "Michelreis"<br>Pliezhausen-Rübgarten | Bericht Nr.: I 183801<br>Maßstab: 1 : 50 |
|---|---|---|

## SG-4

367,86 m NN







Legende

- halbfest
- steif
- weich



Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 3

## Ergebnisse der Konsistenzuntersuchungen

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

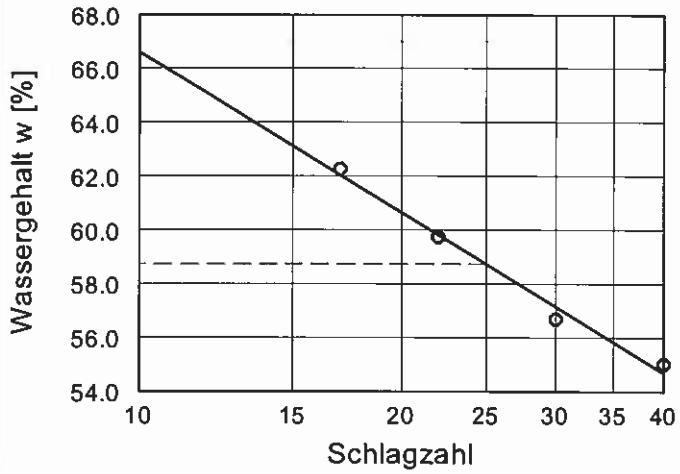
# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung "Michelreis"

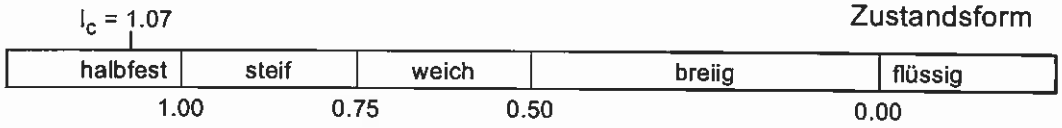
Pliezhausen-Rübgarten

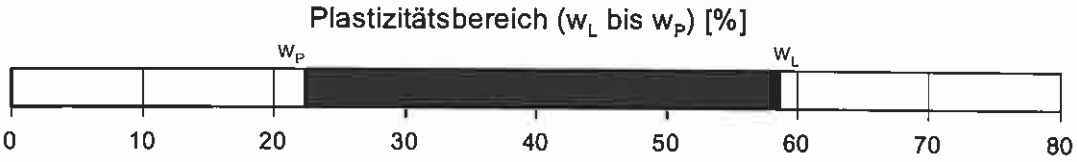
Bearbeiter: Fundinger  Datum: 20.10.2018

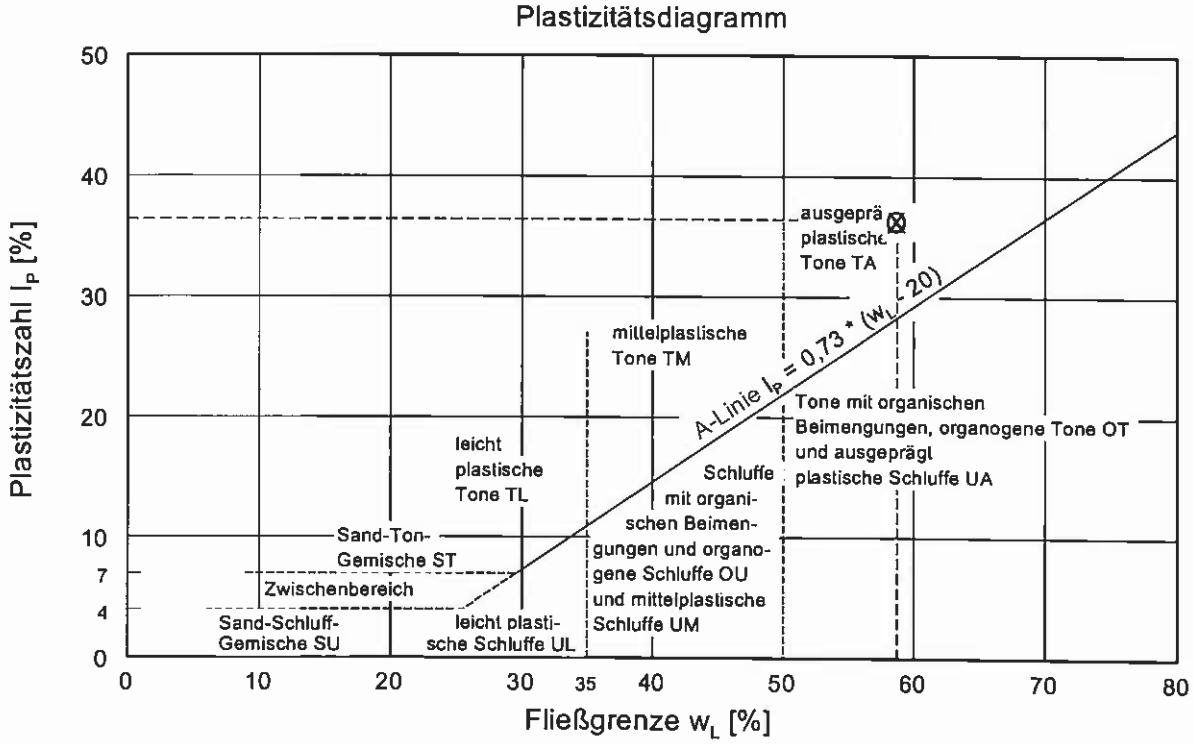
Probenbezeichnung: R-1
Entnahmestelle: SG-1
Entnahmetiefe: 1,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lößlehm
Probe entnommen am: 20.09.2018




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 19.6 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 58.7 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 22.3 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 36.4 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 1.07 |



ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

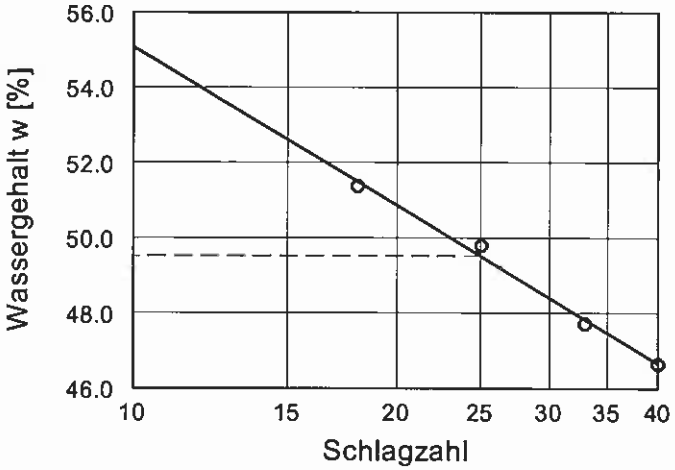
# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung "Michelreis"

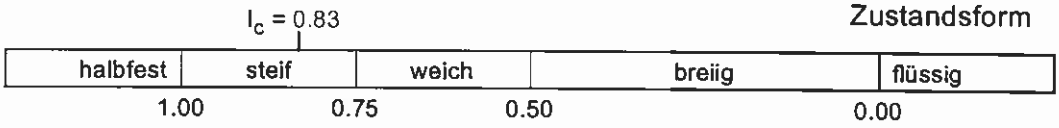
Pliezhausen-Rübgarten

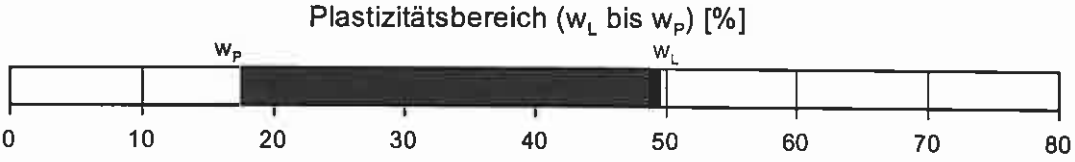
Bearbeiter: Fundinger  Datum: 20.10.2018

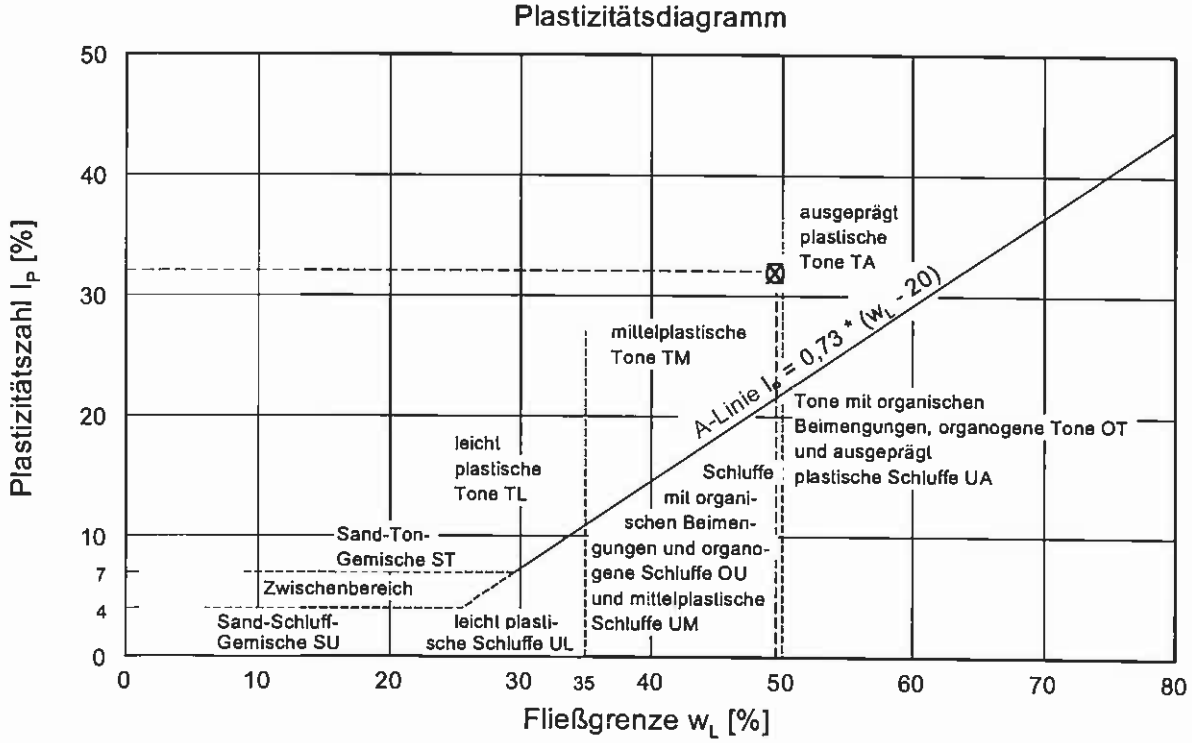
Probenbezeichnung: R-3
Entnahmestelle: SG-2
Entnahmetiefe: 3,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lößlehm
Probe entnommen am: 20.09.2018




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 22.8 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 49.5 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 17.5 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 32.0 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.83 |



ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

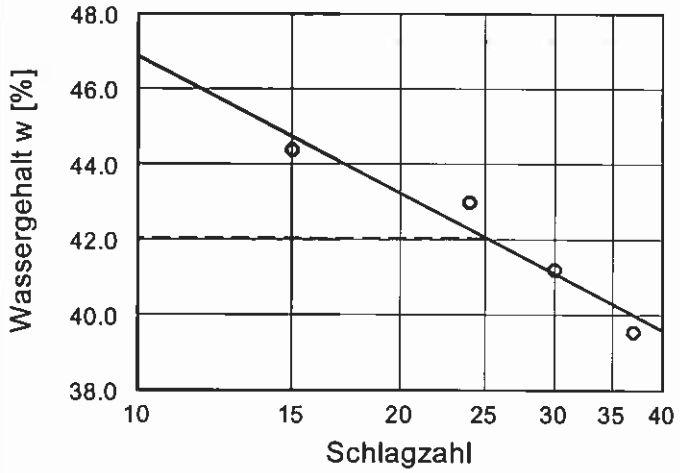
# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung "Michelreis"

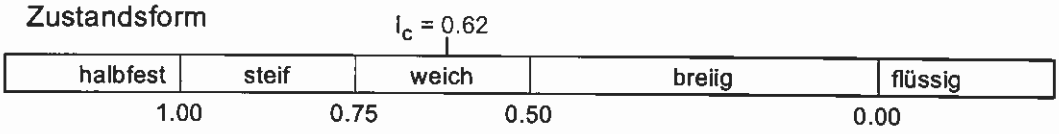
Pliezhausen-Rübgarten

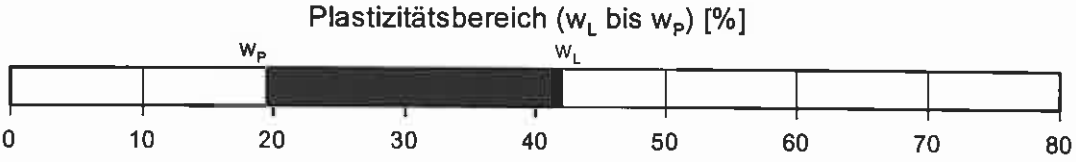
Bearbeiter: Fundinger  Datum: 20.10.2018

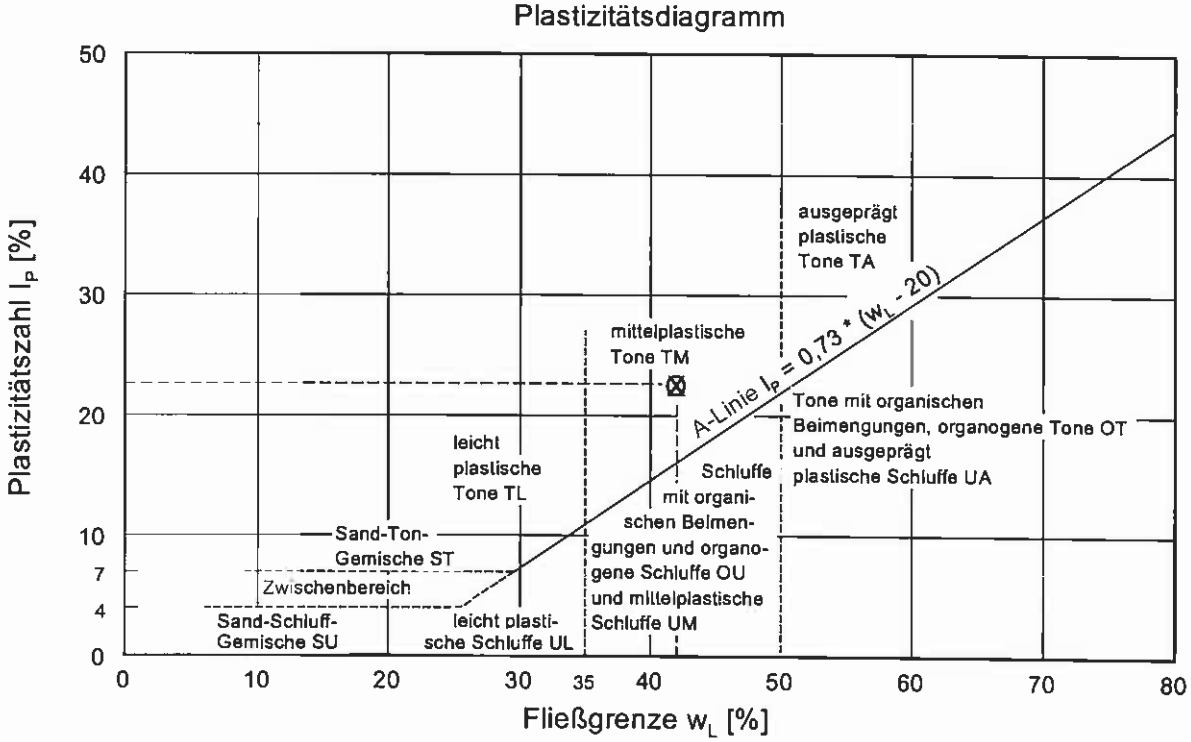
Probenbezeichnung: R-5
Entnahmestelle: SG-4
Entnahmetiefe: 3,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lößlehm
Probe entnommen am: 20.09.2018




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 28.0 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 42.1 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 19.4 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 22.7 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.62 |



Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 4

## Ergebnisse der Proctorversuche

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

Projekt-Nr.: I 183801

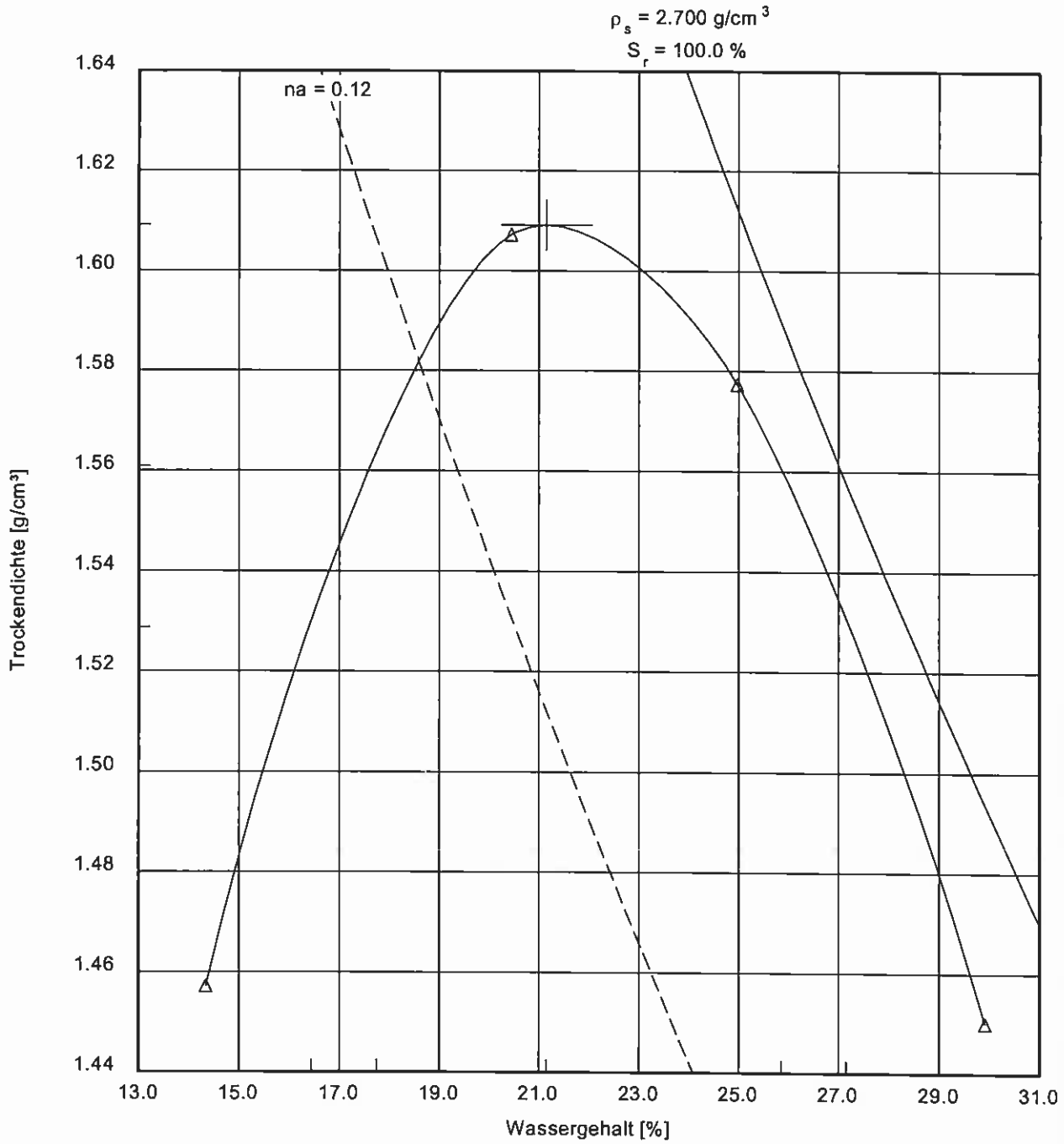
Anlage:

# Proctorkurve nach DIN 18 127

## Erschließung "Michelreis"
Pliezhausen-Rübgarten

Bearbeiter: Fundinger  Datum: 23.10.2018

Probenbezeichnung: R-2
Entnahmestelle: SG-1
Entnahmetiefe: 2,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lößlehm
Probe entnommen am: 20.09.2018




| | |
|---|---|
| 100 % der Proctordichte $\rho_{Pr}$ = 1.609 g/cm³ | Optimaler Wassergehalt $w_{Pr}$ = 21.2 % |
| 97.0 % der Proctordichte $\rho_d$ = 1.561 g/cm³ | min/max Wassergehalt w = 17.7 / 25.9 % |
| 95.0 % der Proctordichte $\rho_d$ = 1.529 g/cm³ | min/max Wassergehalt w = 16.4 / 27.1 % |

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

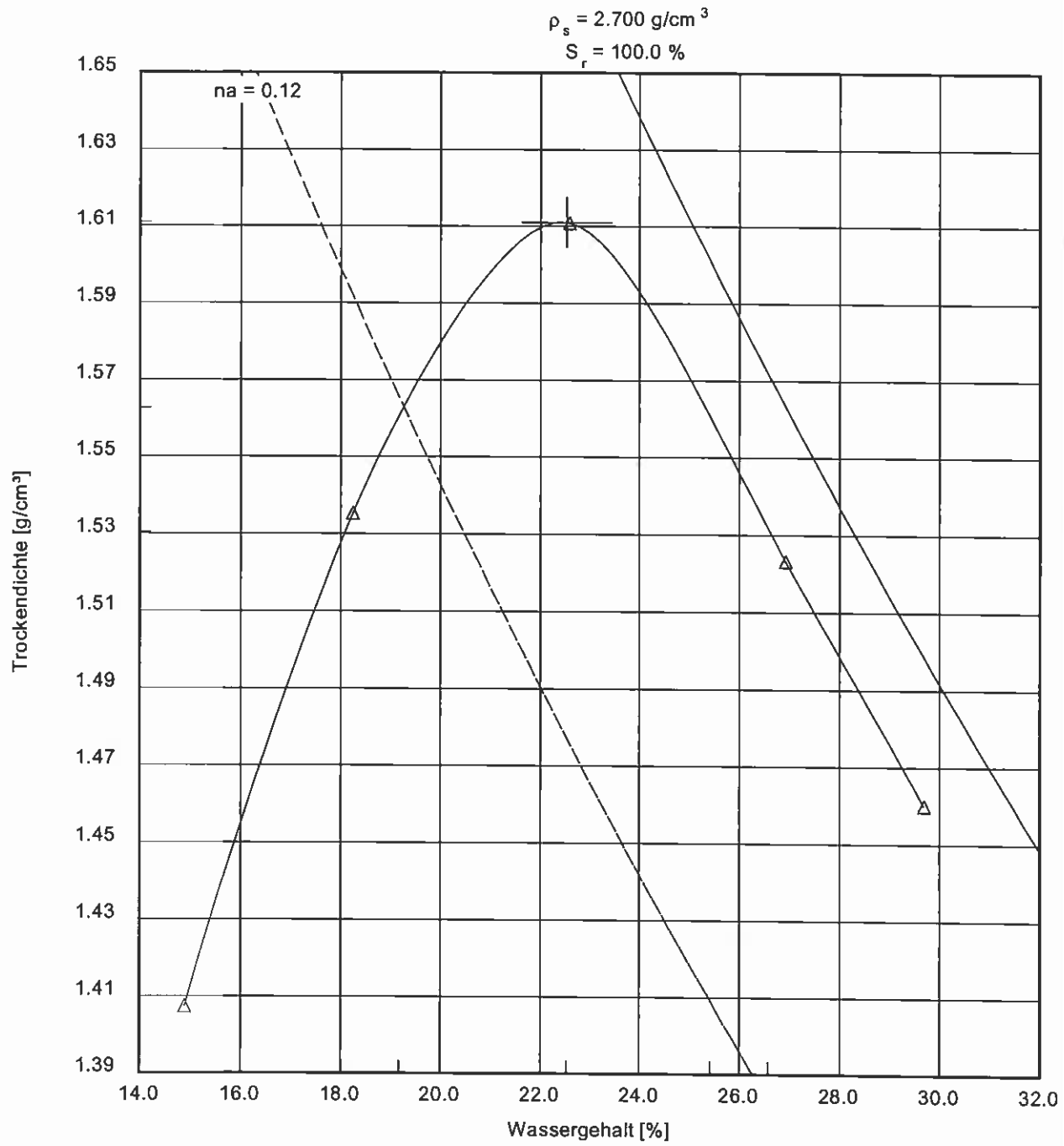
Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

# Proctorkurve nach DIN 18 127

## Erschließung "Michelreis"
Pliezhausen-Rübgarten

Bearbeiter: Fundinger  Datum: 23.10.2018

Probenbezeichnung: R-4
Entnahmestelle: SG-4
Entnahmetiefe: 1,50 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Lößlehm
Probe entnommen am: 20.09.2018




| | |
|---|---|
| 100 % der Proctordichte $\rho_{Pr}$ = 1.611 g/cm³ | Optimaler Wassergehalt $w_{Pr}$ = 22.5 % |
| 97.0 % der Proctordichte $\rho_d$ = 1.563 g/cm³ | min/max Wassergehalt w = 19.2 / 25.4 % |
| 95.0 % der Proctordichte $\rho_d$ = 1.530 g/cm³ | min/max Wassergehalt w = 18.0 / 26.6 % |

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 5

## Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

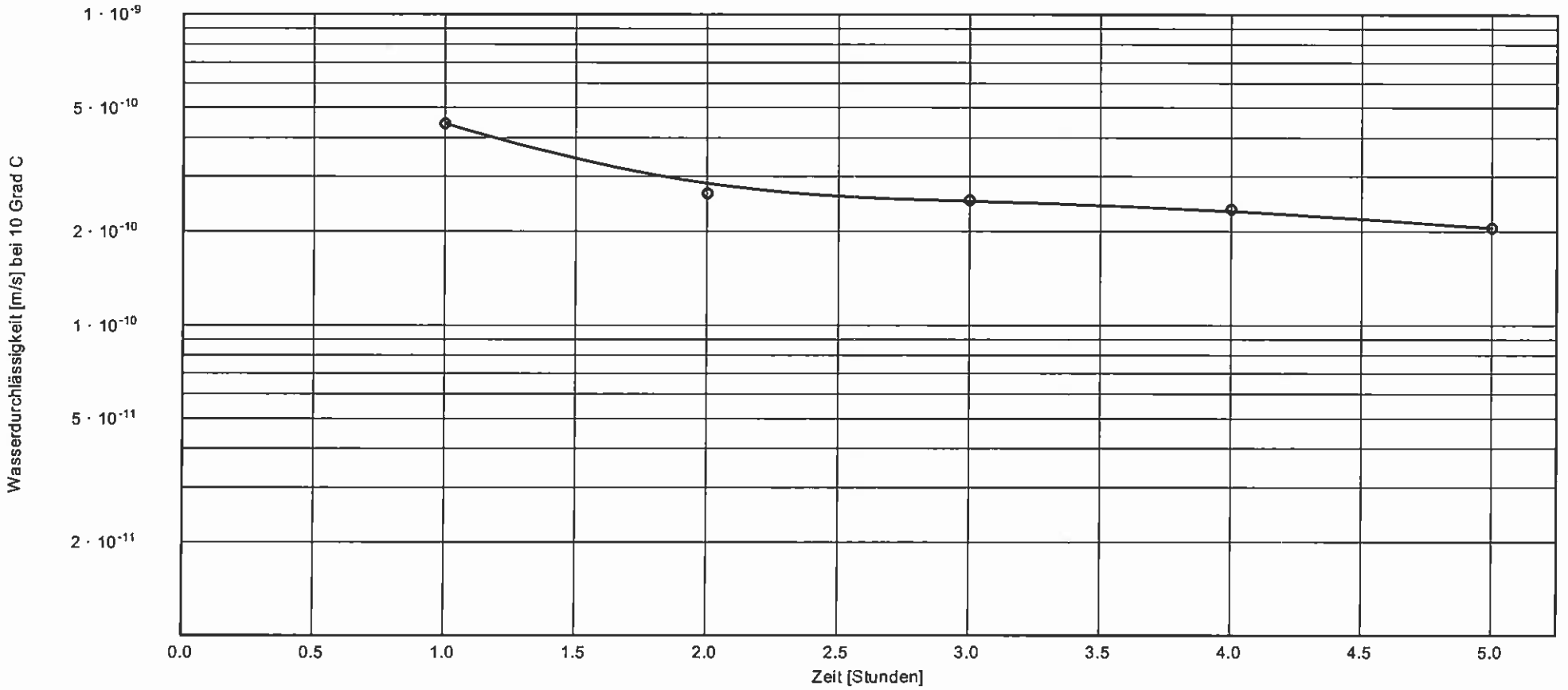
Bearbeiter: Fundinger Datum: 25.10.2018

# Durchlässigkeitsversuch

## Erschließung "Michelreis"

Pliezhausen-Rübgarten

Probenbezeichnung: R-2
Probenahme am: 20.09.2018
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: fallende Druckhöhe




| | |
|---|---|
| Bodenart: | Lößlehm |
| Entnahmetiefe: | 2,00 m |
| Entnahmestelle: | SG-2 |
| k [m/s] | $2.1 \cdot 10^{-10}$ |

Bemerkungen
Versuchsdurchführung nach
DIN 18130 - ZY - ES - ST - 3
Durchströmung von unten nach oben

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

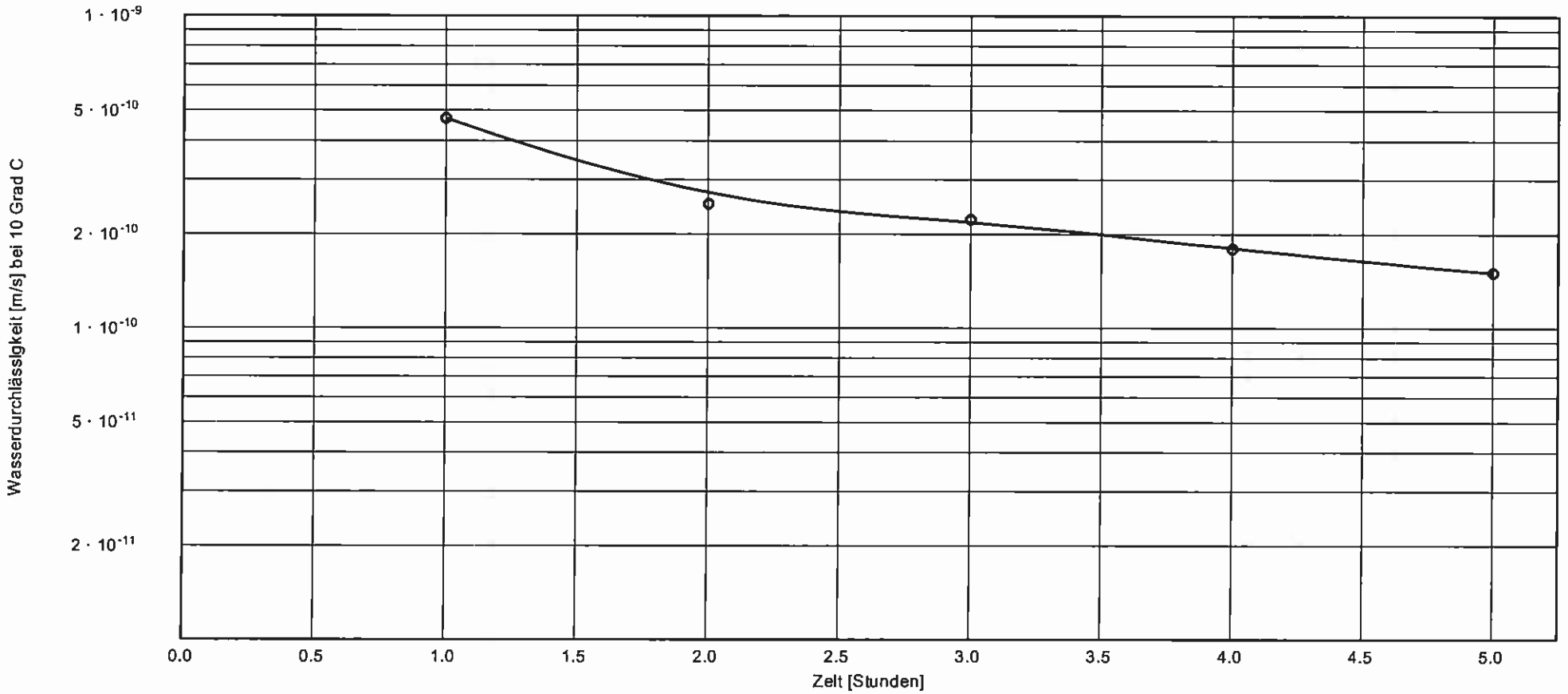
Bearbeiter: Fundinger Datum: 25.10.2018

# Durchlässigkeitsversuch

## Erschließung "Michelreis"

Pliezhausen-Rübgarten

Probenbezeichnung: R-4
Probenahme am: 20.09.2018
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: fallende Druckhöhe




| | |
|---|---|
| Bodenart: | Lößlehm |
| Entnahmetiefe: | 1,50 m |
| Entnahmestelle: | SG-4 |
| k [m/s] | $1.5 \cdot 10^{-10}$ |

Bemerkungen
Versuchsdurchführung nach
DIN 18130 - ZY - ES - ST - 3
Durchströmung von unten nach oben

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage:

Geschäftsführer
Diplom-Geologe
Andreas Fundinger

Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel. 0 70 71 / 76 76 0
Fax 0 70 71 / 7 35 23

Ingenieur- und
Hydrogeologisches
Büro GmbH

# Anlage 6

## Körnungsband Homogenbereich B nach DIN 18300

ihb GmbH
Albrechtstraße 29
72072 Tübingen
Tel.: 07071/76760

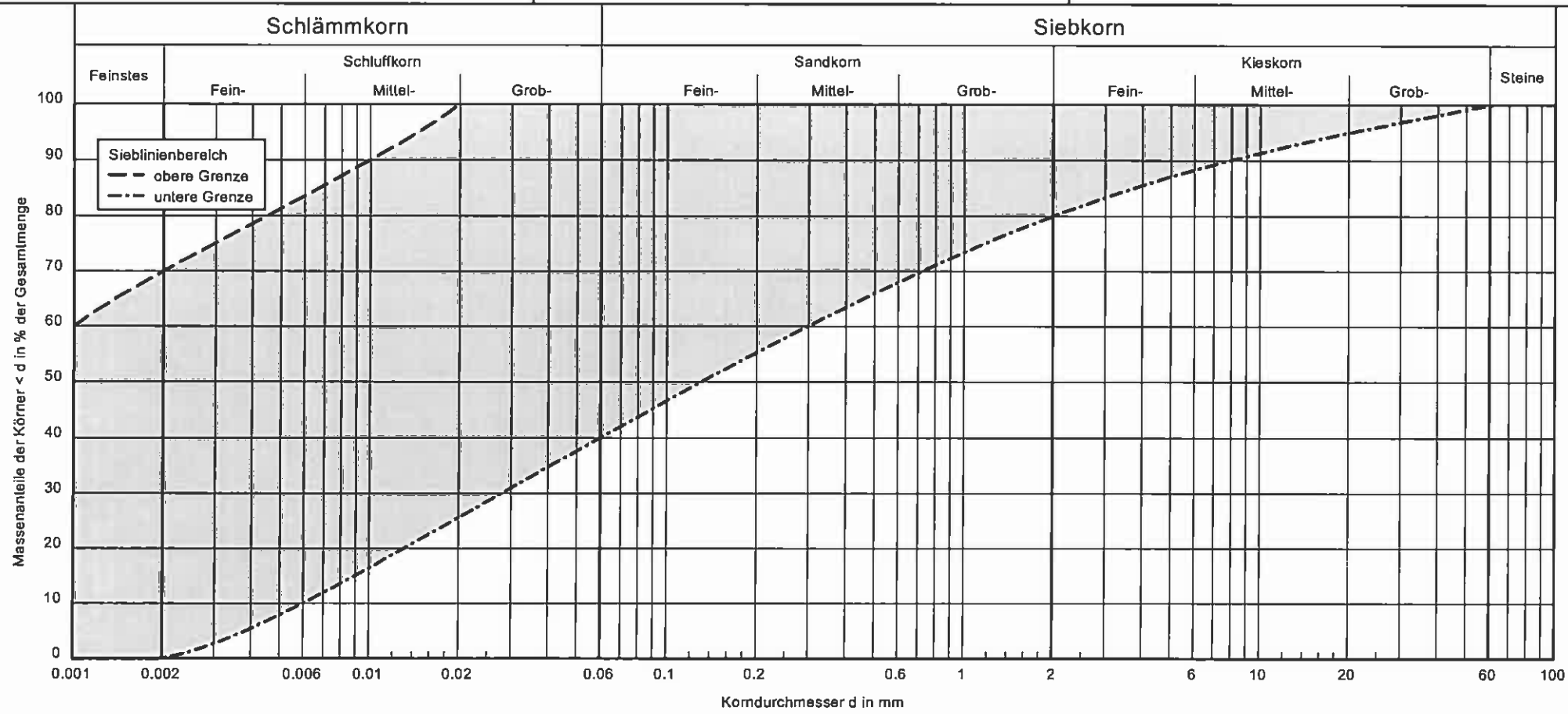
Bearbeiter: Fundinger  Datum: 30.10.2018

# Körnungsband

## Homogenbereich B nach DIN 18300

Lößlehm (bindige Böden)

Probenbezeichnung:
Probe entnommen am:
Art der Entnahme:
Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse




| | |
|---|---|
| Bezeichnung: | |
| Entnahmestelle: | |
| Entnahmetiefe: | |
| k [m/s] (Hazen): | |
| U/Cc: | |
| Bodenart | |
| T/U/S/G [%]: | |
| nach DIN 18 196: | |

Bemerkungen:

Projekt-Nr.: I 183801
Anlage: