

**19-113 Spaichingen, Bahnhof: Umbau Bahnsteige**

---

Geotechnischer Bericht

Auftraggeber

Müller Ingenieurplan GmbH  
Ettlinger Str. 27  
76137 Karlsruhe  
Tel: 0721/91380-0  
Herr Dipl.-Ing. (FH) Werner Müller  
E-Mail: w.mueller@mip-ka.de

Ort und Datum

Stuttgart, 17.08.2021

Verteiler

Digital und 1fach in Papierform an die Beteiligten

Textseiten; Anlagen

17; 1.1 bis 4.2 (17 Blatt)

Bericht-Nr.; Zeichen

661289-01a; Sc/Br/Lr/Ju/su

Projektleiter

Dipl.-Geol. Dr. Martin Brodbeck (D: -14)

Bearbeiter Bautechnik

Dipl.-Ing. Holger Jud (D: -30)

Bearbeiter Baugrund

Dipl.-Geol. Ralph Schleifenheimer (D: -34)



<u>Inhalt</u>	Seite
1 Bezug und Unterlagen	3
2 Lage und Bauwerksbeschreibung	3
3 Untersuchungsumfang	4
4 Baugrund	6
5 Grundwasser	7
6 Eigenschaften von Böden und Fels	7
6.1 Ergebnisse der Laborversuche	7
6.2 Klassifikation und charakteristische Kennwerte	8
6.3 Homogenbereiche	9
7 Bautechnische Folgerungen	10
7.1 Gründung	11
7.2 Erdarbeiten und Verkehrsflächen	12
7.3 Erddruck	15
8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung	15
<u>Anlagen</u>	
siehe Anlagenverzeichnis	17

## 1 Bezug und Unterlagen

**Auftrag:** Auf der Grundlage unseres Leistungs- und Honorar-Vorschlags vom 05.08.19 wurden wir mit Vertrag vom 06.08.19 von der Müller Ingenieurplan GmbH beauftragt, für den Umbau der Bahnsteige des Bahnhofs in Spaichingen eine Baugrunderkundung zu planen und durchzuführen sowie einen Geotechnischen Bericht zu erstellen.

Desweiteren umfasste der Auftrag die orientierende Untersuchung der Schadstoffsituation anhand von Proben aus der Baugrunderkundung, deren Ergebnisse in einem gesonderten Bericht dargestellt und bewertet werden.

An **Unterlagen** für den Umbau der Bahnsteige erhielten wir vom Auftraggeber per E-Mail am 23.07.19 zusammen mit der Anfrage als pdf-Dateien:

- Projektauftrag Verkehrsstation Spaichingen VST (24 Blatt)
- 1 IVL-Plan (M 1: 1 000): Bf Spaichingen, Stand 28.01.19, am 20.09.19:
  - 7 Leitungspläne (M 1:500): Gas, Strom, Wasser, Kanal und Unity Media (8 Blatt), Stand 10.07.19,
  - 1 Leitungsplan (M 1:500): Telekom (2 Blatt), Stand 09.08.19,
  - 1 Leitungsplan (M 1:500): Beleuchtung, Stand 18.06.84,und am 11.11.19:
  - 1 Sanierungsplan (M 1:100 / 50): Fußgängersteg über die DB-Strecke, Stand 20.08.15,
  - 1 Übersichtsplan (M 1: 1 000): Bf. Spaichingen, Stand 03/19,
  - 1 Übersichtsplan (M 1:100 / 25): Treppenanbau an Fußgängersteg, Stand 25.07.77.

Außerdem standen uns zur Verfügung:

- Blatt 7918 Spaichingen der Geologischen Karte (M 1:25 000) von Baden-Württemberg mit Erläuterungen, Stuttgart 1971,
- Blatt SW 44/21 der Höhenflurkarte (M 1:2 500) von Württemberg, Stand 1910.

## 2 Lage und Bauwerksbeschreibung

**Lage:** Der Bahnhof Spaichingen liegt an der Bahnstrecke 4600 Plochingen – Immendingen, etwa 700 m südlich des Ortskerns von Spaichingen, siehe Anlage 1.1. Das Bahnhofsgelände grenzt im Norden an die Eisenbahnstraße sowie bebaute Grundstücke und im Süden an das Gewerbegebiet Max-Planck-Straße.

Die untersuchte Fläche ist bis auf Grünflächen an den Kopfseiten der Bahnsteige großflächig mit Asphalt befestigt.

Lokaler Vorfluter ist die rund 300 m nördlich von Ost nach West dem Neckar zufließende Prim. Innerörtlich ist sie verdolt.

Die geodätischen Grundstücksdaten sind in Anlage 2.1 angegeben.

**Bauwerksbeschreibung:** Im Zuge der geplanten Umbaumaßnahmen ist folgendes geplant:

- Der Hausbahnsteig, Gleis 1, soll auf eine Nutzlänge von derzeit 190 m um 20 m auf 210 m verlängert werden. Zudem soll der Bahnsteig am Gleis 1 von 38 cm auf eine neue Zielhöhe von 55 cm erhöht werden.
- Der Mittelbahnsteig, Gleis 2/3 soll von 234 m auf 210 m verkürzt werden, eine Erhöhung auf die Zielhöhe von 76 cm ist ebenfalls geplant.
- In diesem Zug müssen die vorhandenen Treppenanlagen am Mittelbahnsteig auf die neue Zielhöhe angepasst werden.
- Desweiteren ist der Neubau von 2 Aufzugsanlagen am Haus- und Mittelbahnsteig für ein barrierefreies Erreichen der Bahnsteige optional geplant.

Lasten für die Aufzugsanlagen lagen uns zum Zeitpunkt der Bearbeitung vom Tragwerksplaner nicht vor.

### 3 Untersuchungsumfang

Bereits für die Bearbeitung unseres Leistungs- und Honorarvorschlags haben wir die in Abschnitt 1 aufgeführten Unterlagen aus unserem Archiv über das Baugelände ausgewertet.

Zur **Baugrunderkundung** wurden durch S&P am 06. und 07.11.19, entsprechend dem von uns ausgearbeiteten Erkundungskonzept

- 9 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Tabelle 2, Zeile 9, mit Tiefen von 6 m bis 8,6 m, insgesamt rund 60,6 Sondiermetern

abgeteuft und nach Abschluss der Arbeiten mit Quellton verfüllt. Die Ergebnisse sind graphisch in Anlage 2.1 dargestellt.

Wegen Kampfmittelverdacht wurden die Bohrlöcher von der Fa. Hettmannsberger Spezialtiefbau GmbH als Subunternehmer der Fa. Burkhardt GmbH vorsondiert und freigemessen. Die geplante Kleinbohrung BS 5 wurde auf Grund von kampfmittelrelevanten Anomalien in Tiefenbereichen bis rund 4,5 m u. Gel. nicht freigegeben. Sie konnte deshalb nicht ausgeführt werden.

Wegen der festgestellten Wasserzutritte wurden die Kleinrammbohrungen telefonisch am 11.11.19 und schriftlich am 18.11.19 nachträglich nach § 43 WG beim Landratsamt Tuttlingen angezeigt.

Die Erkundungspunkte wurden von uns nach Lage und Höhe eingemessen und in Anlage 1.2 eingezeichnet. Als Lagebezug und Höhenbezug diente die Höhe der ersten Treppenstufe am nördlichen Eingang des Bahnhofsgebäudes, deren Ansatzhöhe in dem Leitungsplan "Beleuchtung" der Stadt Spaichingen mit 669,43 mNN eingezeichnet ist.

Die Böden und Festgesteine wurden durch S&P visuell und durch manuelle Feldversuche nach DIN EN ISO 14 688 und DIN EN ISO 14 689-1 angesprochen und ingenieurgeologisch aufgenommen.

Die Schichtenfolgen sind in Anlehnung an DIN 4023 in Anlage 2 dargestellt und beschrieben und in drei geologische Geländeschnitte eingearbeitet (Anlage 3).

Die Signaturen, Zeichen und Bezeichnungen in den Anlagen 2 und 3 sind in Anlage 2.0 erläutert.

Den Kleinbohrungen wurden insgesamt

64 Bodenproben der Güteklasse 3 nach EN 1997-2, Tab. 3.1 und DIN EN ISO 22 475 entnommen.

Ergänzend wurden der Oberflächenbefestigung insgesamt 9 Asphaltproben mit dem Kernbohrgerät entnommen.

Alle Proben werden nach Abgabe des Geotechnischen Berichts drei Monate lang aufbewahrt und danach, sofern sie der Auftraggeber nicht anfordert oder eine längere Einlagerung vereinbart, ohne Ankündigung entsorgt.

An ausgewählten Proben wurden in unserem geotechnischen Labor **bodenmechanische Versuche** durchgeführt:

- 24 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18 121, Teil 1 (Anlage 2, rechts neben den Profilsäulen),
- 2 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1 (Anlage 4.1) sowie
- 2 Bestimmungen der Kornverteilung nach ISO/TS 17 892-4 (Anlage 4.2).

Die Ergebnisse aller Versuche werden in Abschnitt 6 erläutert und bewertet.

#### 4 Baugrund

Durch Interpolation zwischen den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen haben wir, unter Berücksichtigung geologischer Zusammenhänge ein räumliches Modell des Untergrundes erarbeitet, dass nachfolgend beschrieben und in drei Geländeschnitten dargestellt ist (Anlage 3).

Es zeigt vereinfacht einen dreischichtigen Aufbau:

- Zuoberst liegen im gesamten untersuchten Bereich künstliche **Auffüllungen**, die im Zusammenhang mit der Herstellung der Bahnanlagen entstanden sind.

Die Auffüllungen bestehen unter einer Asphaltdecke bzw. im Westen unter einem Oberboden aus einem mehr oder weniger sandig-schluffigem Kalksteinschotter-Gemisch, häufig mit Beimengungen von Ziegelbruchstücken und örtlich Kohlebröckchen. Die Konsistenz der bindigen Anteile ist überwiegend weich, untergeordnet auch steif. Die Mächtigkeit der Auffüllungen beträgt zwischen rund 0,5 m und 1 m.

- Unter den Auffüllungen folgen Juraschuttdecken, die im Folgenden in **Hangschutt** und **Hanglehm** unterschieden werden. Die Schuttdecken bestehen aus einem tonigen und feinsandigen, hellbraunen und braunen Schluff, in den Kalksteinbruchstücke in Kiesgröße aus den stratigraphisch höher anstehenden Schichten des Weißjura eingemengt sind. Dominieren die kiesigen Bestandteile erfolgt die weitere Bezeichnung als Hangschutt, treten diese zurück und sind die lehmig-tonigen Anteile stärker vertreten, wird von Hanglehm gesprochen. Zumeist lagert im Baufeld Hangschutt dem Hanglehm auf. Nur im Süden, in BS 8 und BS 9, setzen die Schuttdecken mit Hanglehm ein. Hier tritt der Hangschutt nach wenigen Dezimetern in Form von Linsen mit Mächtigkeit von rund 0,2 m bis 1,5 m auf. Der Übergang zwischen Hangschutt und Hanglehm ist oft fließend, die Grenzziehung daher undeutlich.

Die Konsistenz des Hanglehms sowie der bindigen Anteile des Hangschutts ist überwiegend weich und weich bis steif, daneben treten untergeordnet auch breiige sowie steife Konsistenz auf.

Die Basis der Schuttdecken wurde nur mit den Kleinbohrungen BS 1 und BS 4 erschlossen. Sie liegt hier bei 4,3 m bzw. 7,4 m unter Gelände.

- Den tieferen Untergrund bilden die Schichten der sog. **Opalinuston-Formation** (Braunjura alpha). Im Wesentlichen handelt es sich um eine Abfolge von dunklen, schiefrigen und mergeligen Tonsteinen, die im Baufeld als eine Zone aus vollständig zu schluffigem Ton verwitterten Tonsteinen (Verwitterungsstufe VS 5) erbohrt wurden. Die Farbgebung wechselt zwischen grau, hellgrau, graugrün, hellbraun und rostbraun. Die Konsistenz ist überwiegend weich, untergeordnet auch steif. Erfahrungsgemäß geht die rasch in einen festplattigen Zustand über, der mit den durchgeführten Kleinbohrungen jedoch nicht

erbohrt wurde. Die Schichten der Opalinuston-Formation wurden nur in den Kleinbohrungen BS 1 und BS 4 angetroffen.

## 5 Grundwasser

Während der Erkundung am 06. und 07.11.19 wurde in den Kleinbohrungen BS 4 und BS 7 in Tiefen von 5,8 m (663,92 mNN) bzw. 5,55 m u. Gel. (664,17 mNN) Grundwasser angetroffen. Die übrigen Kleinbohrungen waren nach Beendigung der Arbeiten trocken oder oberhalb eines Grundwasserzutritts verstürzt.

Auf Grund der, in allen Kleinbohrungen angetroffenen, weichen, bereichsweise auch sehr weichen und breiigen Konsistenz ist generell von einer zumindest temporären Grund- bzw. Schichtwasserführung in den Schichten der Juraschuttdecken auszugehen.

## 6 Eigenschaften von Böden und Fels

Zur objektiven Klassifikation und Bewertung der bautechnischen Eigenschaften des untersuchten Baugrunds wurden an den entnommenen Bodenproben Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18 121, Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122-1 sowie die Bestimmungen der Kornverteilung nach ISO/TS 17 892-4 durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend bewertet werden.

### 6.1 Ergebnisse der Laborversuche

Die **Auffüllung** ist nach DIN EN ISO 14 688 und DIN 18 196 gemäß ihrer Korngrößenverteilung als schwach schluffige, sandige Kiese mit einem Schluffanteil < 15 % (Anlage 4.2) als gemischtkörnige Böden und als intermittierend gestufte Kiese (GU) zu bezeichnen.

Der **Hangschutt** ist nach DIN EN ISO 14 688 und DIN 18 196 gemäß seiner Korngrößenverteilung als schwach toniger, schluffiger, sandiger Kies mit einem Feinkornanteil von rund 18 % (Anlage 4.2) als ebenfalls als gemischtkörniger Boden und als intermittierend gestufter Kies (GU\*) zu bezeichnen. Desweiteren wurden insgesamt an neun Proben der natürliche Wassergehalt bestimmt, er lag zwischen 7,3 % und 23,2 %, im Mittel bei 15 %. Die Konsistenz der bindigen Matrix ist erfahrungsgemäß steif bis weich bis steif, was mit der manuellen Ansprache im Feld im Einklang steht. Die natürlichen Wassergehalte sind in Anlage 2, rechts neben den Bohrprofilen aufgeführt.

Der **Hanglehm** ist nach DIN EN ISO 14 688 und DIN 18 196 als feinkörniger Boden und mit Wassergehalten an der Fließgrenze  $w_L$  zwischen 45 % und 51 % und an der Ausrollgrenze  $w_P$  zwischen 18 % und 20,1 %, als mittelplastischer und ausgeprägt plastische Ton (TM/TA) zu bezeichnen, siehe Anlage 4.1.

Der natürliche Wassergehalt  $w_n$  wurde an 14 Proben bestimmt; er lag zwischen 15,2 % und 30 %, im Mittel bei 23,1 %. Im Vergleich mit den Fließ- und Ausrollgrenzen hatten damit zwei Proben weiche, zehn Proben eine steife und zwei Proben eine halbfeste Konsistenz.

Die Laborergebnisse fallen somit besser als manuelle Ansprache der Proben im Feld nach DIN EN ISO 14 688 als überwiegend weich und weich bis steif aus.

Die natürlichen Wassergehalte sind ebenfalls in Anlage 2, rechts neben den Bohrprofilen aufgeführt.

An einer Probe aus der **Opalinuston-Formation** wurde der natürliche Wassergehalt zu  $w_n = 14,8$  % bestimmt, was erfahrungsgemäß für diese Böden einer steifen bis halbfesten Konsistenz entspricht.

## 6.2 Klassifikation und charakteristische Kennwerte

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten geotechnischen Untersuchungen sowie unserer Erfahrung mit bodenmechanisch gleichartigen Böden kann der angetroffene Baugrund in Anlehnung an bautechnische Regelwerke klassifiziert und durch bodenmechanische Rechenwerte beschrieben werden. Bei der Festlegung der Rechenwerte und Klassifikationen wurde auch auf die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen der vorangegangenen Bauabschnitte zurückgegriffen. Die charakteristischen Rechenwerte und Klassifikationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

geol. Bezeichnung	Auffüllung	Hangschutt / Hanglehm	Opalinuston-Formation <sup>1)</sup>
Konsistenz (vorherrschend)	-	weich, steif	steif-halbfest
Lagerungsdichte	Locker / mitteldicht	-	-
Gesteinsfestigkeit (DIN 1054)	-	-	-
Verwitterungsstufe (DIN EN ISO 14 689-1)	-	-	zersetzt
<b>Klassifikationen</b>			
Bodengruppe (DIN 18 196)	A [GU, GU*, X]	TA, TM	TM, TA
Bodenklasse (DIN 18 300: 2012-09)	3, 4, 5	[2 <sup>2)</sup> ], 4, 5	4, 5
Frostempfindlichkeit	stark	stark	stark
Klasse nach ZTV E-StB 17	F3	F3	F3
Sackungsgefahr	hoch	gering	keine
<b>charakteristische Kennwerte</b>			
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19	20	20
unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	-	10	10
Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	27,5	25	27,5
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0 – 5	10	15
Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ] für Setzungsberechnungen	10-20	5-10	10-15

<sup>1)</sup> bezogen auf die ersten 2 m

<sup>2)</sup> bei Wasserzutritt

Tabelle 1: Klassifikationen und charakteristische Kennwerte

Das Baugrundstück liegt nach DIN 4149:2005-04 und der entsprechenden regionalen Karte der Erdbebenzonen, hier für Baden-Württemberg, in Erdbebenzone 2. Die hier maßgebende Baugrundklasse ist "B", die Untergrundklasse ist "R". Für einen Nachweis des Lastfalls Erdbeben können für die Untergrundverhältnisse „B-R“ die entsprechenden Parameter des horizontalen und vertikalen Antwortspektrums aus DIN 4149:2005-04 entnommen werden.

### 6.3 Homogenbereiche

Nach den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) der VOB/C, Ausgabe 2012, Ergänzungsband 2015, ist der Baugrund in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Definition der Homogenbereiche sind die verfahrens- und gerätespezifischen

Besonderheiten für jedes Gewerk zu berücksichtigen. Für das vorliegende Bauvorhaben sind nach DIN 18 300 Erdarbeiten notwendig.

Die Homogenbereiche sind in nachfolgenden Tabellen anhand der Bandbreite ihrer Kennwerte definiert und können bei diesem Vorhaben vereinfachend in einen Homogenbereich zusammengefasst werden.

Homogenbereich	E1
geol. Bezeichnung	Auffüllungen, Hangschutt und Hanglehm
<u>Boden</u>	
Bodengruppe (DIN 18 196)	A [GU, GU*, X], TA, TM
Stein- und Blockanteile [%] (DIN EN ISO 14 688-1)	< 20 %Steine < 10 %Blöcke
Lagerungsdichte (DIN 18 126)	(locker - mitteldicht)
Plastizitätszahl $I_p$ (DIN 18 122-1)	10 bis 40
Konsistenzzahl $I_c$ (DIN 18 122-1)	$\geq 0,25$
Wassergehalte [%]	10 bis 35
undrainierte Kohäsion $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-
Kohäsion $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0 - 25
Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	17 bis 20

Tabelle 2: Homogenbereiche nach DIN 18 300, Erdarbeiten

## 7 Bautechnische Folgerungen

Für den angetroffenen und beschriebenen Baugrund können zur weiteren Planung und Herstellung des Gebäudes Empfehlungen und Hinweise

- zur Gründung (Abschnitt 7.1), zu den
  - Erdarbeiten und Verkehrsflächen (Abschnitt 7.2) sowie
  - zum Erddruck (Abschnitt 7.3)
- gemacht werden.

## 7.1 Gründung

Wie bereits in Abschnitt 2 beschrieben, soll an den Gleisen 2/3 ein neuer Bahnsteig hergestellt werden. Desweiteren sind zwei Aufzüge geplant sowie die Zuwegung über die Treppen an die neue Höhensituation angepasst werden. Die Unterkanten der einzelnen Bauteile sind uns nicht bekannt. Die Gründungssohlen kommen aller Voraussicht nach in den Auffüllungen oder im Hangschutt zu liegen. Auf Grund voraussichtlich geringer Einwirkungen kann für die hier vorgesehen Bauteile auf diesen Schichten flach gegründet werden.

Wir haben unter Zugrundelegung der bodenmechanischen Kennwerte aus Tabelle 1 den Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Einzel- und Streifenfundamente ermittelt, wobei wir den in Abschnitt 4 beschriebenen Baugrundaufbau sowie den in Abschnitt 5 beschriebenen Grundwasserstand mit seinem Einfluss auf die Tragfähigkeit angenommen haben.

Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) haben wir angenommen, dass eine Setzung der Fundamente von 2 cm für die jeweiligen Bauwerke verträglich ist. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  wurde daher so abgemindert, dass bei dem zugehörigen charakteristischen Sohldruck  $\sigma_0$  die Setzung auf 2 cm beschränkt wurde. Darüber hinaus liegt der Berechnung zugrunde, dass 80 % der charakteristischen Einwirkungen (ständige und veränderliche) setzungswirksam sind.

Unter der Voraussetzung, dass die Gründungsebene in Böden mit mindestens weich bis steifer Konsistenz bzw. in den grobkörnigen Auffüllungen / Hangschutt liegt, können vereinfachend folgende Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands angesetzt werden, die wir mit Hilfe von Grundbruch- und Setzungsberechnungen bei Fundamentbreiten zwischen 1,0 m und 2,0 m und Fundament-tiefen von wenigstens 0,5 m ermittelt haben:

- Streifenfundamente:  $\sigma_{R,d} = 150 \text{ kN/m}^2$
- Quadratische Einzelfundamente  $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$

Für die Gründung der Aufzüge bzw. der Treppenabgänge empfehlen wir eine Gründung auf den gewachsenen Boden, d.h. eine Gründung auf dem Hangschutt. Die genannten Werte können dann um 20 % erhöht werden. Hierbei müssen ggf. die Fundamente mittels Magerbeton tiefergeführt werden.

Die genannten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für eine Neigung der resultierenden charakteristischen Beanspruchung in der Sohlfläche von  $\tan \delta_E = H_k/V_k \leq 0,2$ . Bei Bauteilen mit wesentlichen horizontalen oder exzentrischen Beanspruchungen müssen zusätzlich Nachweise beachtet werden.

Bei der Planung ist eine erforderliche Frosttiefe von Fundamenten von  $t \geq 1$  m zu berücksichtigen.

Fundamentsohlen in überwiegend grobkörnigen Böden sind mit leichten Plattenrüttlern nach zu verdichten. Stehen in den Fundamentsohlen lokal feinkörnige Böden mit breiiger Konsistenz an, sind diese durch grobkörniges Material, z. B. Kalksteinschotter der Körnung 0/45 mm auszutauschen.

Die Gründungssohlen sollten während der Bauausführung stichprobenartig von uns begutachtet werden.

Auf Grund der geplanten Erhöhung am Gleis 1 (Bestand) sind zusätzliche Einwirkungen über die Gründungselemente abzutragen. Hierzu müssen alle notwendigen Nachweise geführt werden. Bei Nichteinhalten der Standsicherheit können wir Sie gerne in der Ertüchtigung der Bestandsgründung beraten.

## 7.2 Erdarbeiten und Verkehrsflächen

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind in der Tabelle 1 des Abschnittes 6 genannt. In diesem Zusammenhang verweisen wir auch auf unsere Stellungnahme zur orientierenden Abfalluntersuchung.

Die Auffüllungen und der Hangschutt sind aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung und der teilweise weichen Konsistenz für erdbautechnische Zwecke mit definierten Anforderungen nur bedingt geeignet. Sollen die anfallenden Mischböden wieder eingebaut werden, ist auf Grund des erhöhten Wassergehalts der feinkörnigen Anteile eine Bindemittelverbesserung vorzuhalten. Für die hier anfallenden Kleinmengen kann eine Bindemittelverbesserung mit sogenannten Schaufelseparatoren vorgenommen und damit das Kostenrisiko der Entsorgung von Aushubmaterial reduziert werden.

Für die Herstellung der neuen Bahnsteige sind Auffüllungen notwendig, hierzu empfehlen wir hinsichtlich Materialwahl und Verdichtungsanforderungen die Regeln des Erdbaus im Straßenbau zu beachten. Grundregelwerk ist dabei die ZTV E-StB 17<sup>1</sup>.

Als Verfüllmaterial für den Bahnsteigbereich kommen in Frage:

- **Fein- und gemischtkörniger Aushubboden** aus anderen Baumaßnahmen oder Fremdmaterial. Diese Böden kann bei weicher Konsistenz durch die Zugabe von geringen Mengen von Bindemitteln, wie Baukalke oder Zement-Kalkgemische verbessert werden.

---

<sup>1</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017; Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FSGV), Köln

- Grobkörniges Fremdmaterial
  - Siebschutt 0/45 mm, Feinanteil  $\leq 10\%$ ,
  - RC-Material 0/45 mm, Feinanteil  $\leq 10\%$ , gipsfrei,
  - Korn-/Breckkorngemische der Lieferkörnung 0/45 mm bzw. 0/56 mm.

Soll Aushubmaterial von anderen Baustellen, das vorwiegend fein- und gemischtkörnig und inhomogen ist, verwendet werden, so ist deren Umweltverträglichkeit gemäß VwV-Boden<sup>2</sup> zu überprüfen.

Recycling-Baustoffe müssen witterungs- und raumbeständig sowie umweltverträglich sein. Dazu sind in Baden-Württemberg u.a. die "Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial" vom 13. April 2004 und ergänzender Erlass vom 10. August 2004", Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg ("Recycling-Erlass") zu beachten. Recycling-Baustoffe dürfen nicht ins Grundwasser eingebaut werden, abhängig von den im Recycling-Erlass beschriebenen Einbaukonfigurationen (Z 1.1, Z 1.2 und Z 2) soll der Abstand zwischen Schüttbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m bis hin zu  $> 2$  m betragen, was im vorliegenden Fall gegeben ist. Gerne können wir hierzu eine detaillierte Beratung mit Beachtung der örtlichen Randbedingungen anbieten.

Für das lagenweise einzubauende Erdbaumaterial empfehlen wir die nachfolgend genannten Verdichtungsanforderungen festzulegen, wobei für den Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  das 10 % - Mindestquantil, für den Luftporenanteil  $n_a$  das 10 % -Höchstquantil gilt:

Bodengruppen	$D_{Pr}$ in %	$n_a$ in Vol.-%
GW,GI,GE,SW,SI, SE,GU,GT,SU,ST	100 <sup>1)</sup>	-
GU*,GT*,SU*,ST*,U,T	98	12 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Abweichend von ZTV E-StB 17, Tab. 2 über die gesamte Verfülltiefe.

<sup>2)</sup> Ohne Verfestigung oder qualifizierte Verbesserung sollte ein Luftporenanteil  $\leq 8\%$  (bei veränderlich festen Gesteinen  $\leq 6\%$ ) eingehalten werden.

Tabelle 3: Empfohlener, materialabhängiger Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$

Ergänzend bzw. ersatzweise können für den Nachweis des Verdichtungsgrades  $D_{Pr}$  für grobkörnige Materialien auch indirekte Versuche mit statischen bzw. dynamischen Plattendruckversuchen durchgeführt werden. Dabei ist statt eines Verdichtungsgrades  $D_{Pr} \geq 100\%$  auf der Oberfläche jeder Lage aus dem statischen Plattendruckversuch ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verhältnswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$  bzw. ein dynamischer

<sup>2</sup> Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums B.-W. für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) vom März 2007

Verformungsmodul von etwa  $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen, der jedoch ggf. noch am statischen Plattendruckversuch zu kalibrieren ist.

Für RC-Material sind nach unseren Erfahrungen abweichende, jeweils materialabhängige Prüfkriterien festzulegen.

Der **Aufbau der Verkehrsflächen** in den Bahnsteigen orientiert sich an den RStO 12 ("Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen", Ausgabe 2012).

Hierbei ist zu beachten, dass Spaichingen nach den RStO 12 in Frosteinwirkungszone II liegt, dementsprechend beträgt bei den hier gegebenen Untergrundverhältnissen die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus 55 cm.

Desweiteren ist je nach Bauweise die erforderliche Tragfähigkeit auf der Oberfläche der Schottertragschicht (STS) festzulegen. Unter Berücksichtigung der geringen Belastung auf den Bahnsteigen von folgenden Tragfähigkeiten auszugehen:

- Pflasterbelag:  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Asphalt- und Betonbauweise:  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$

Beim Nachweis mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 sind zusätzlich eine Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  bei einer geforderten Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$   $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Abhängig vom eingebauten Material im Bereich bestehender bzw. neu einzubauender Auffüllungen liegen die zu erwartenden Tragfähigkeiten im Erdplanum zwischen etwa  $E_{v2, \text{Erdplanum}} = 20 \text{ MN/m}^2$  bis  $E_{v2, \text{Erdplanum}} = 40 \text{ MN/m}^2$ .

Zum Erreichen den genannten Tragfähigkeiten ist damit von folgenden Tragschichtstärken im Oberbau auszugehen:

Erreichbarer Verformungsmodul auf dem Untergrund $E_{v2,U} \text{ (MN/m}^2\text{)}$	erforderliche Dicke d (cm) der Schottertragschicht für $E_{v2,TS} =$		
	80 MN/m <sup>2</sup>	100 MN/m <sup>2</sup>	120 MN/m <sup>2</sup>
20	45	55	65
30	40	50	55
40	30	35	45

Tabelle 4: Tragschichtdicke unter Bodenplatten und Verkehrsflächen

Die Tragfähigkeit (Verformungsmodul) des Erdplanums ist durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 möglichst mit Baubeginn in einem Probefeld zu überprüfen und die Dicke der Tragschichten ggf. an die Ergebnisse des Probefelds anzupassen.

### 7.3 Erddruck

Als Erddruckbelastung für die neuen Stützelemente der Bahnsteige soll ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt werden, wobei das einzubauende Material, Erddruck aus Verkehrslasten und aus Verdichtung zu berücksichtigen sind. Dem Einfluss der Verdichtung kann mit einer Mindesterdruddruckordinate von  $e_v = 15 \text{ kN/m}^2$  für kleines Verdichtungsgerät Rechnung getragen werden. Kommen schwere Rüttelplatten mit einem Einsatzgewicht von  $\geq 250 \text{ kg}$  oder Anbauverdichter mit hoher Verdichtungsenergie zum Einsatz beträgt der zu berücksichtigende Verdichtungsdruck  $e_v = 25 \text{ kN/m}^2$ .

Für den Ansatz des Erddrucks wirkt auf die bestehenden Bahnsteigelemente die seit mehreren Jahrzehnten bestehende Auffüllung. Um dies zu berücksichtigen, empfehlen wir, beim Erddruck auf die Bauwerkswände von einem erhöhten aktiven Erddruck auszugehen, der sich aus  $e_m = 0,5 (e_a + e_o)$  für Wandreibung  $\delta = 0$  ergibt. Der Erddruck kann bei den gegebenen Verhältnissen mit einem gemittelten Erddruckbeiwert von  $K_m = 0,4$  gerechnet werden.

## 8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung

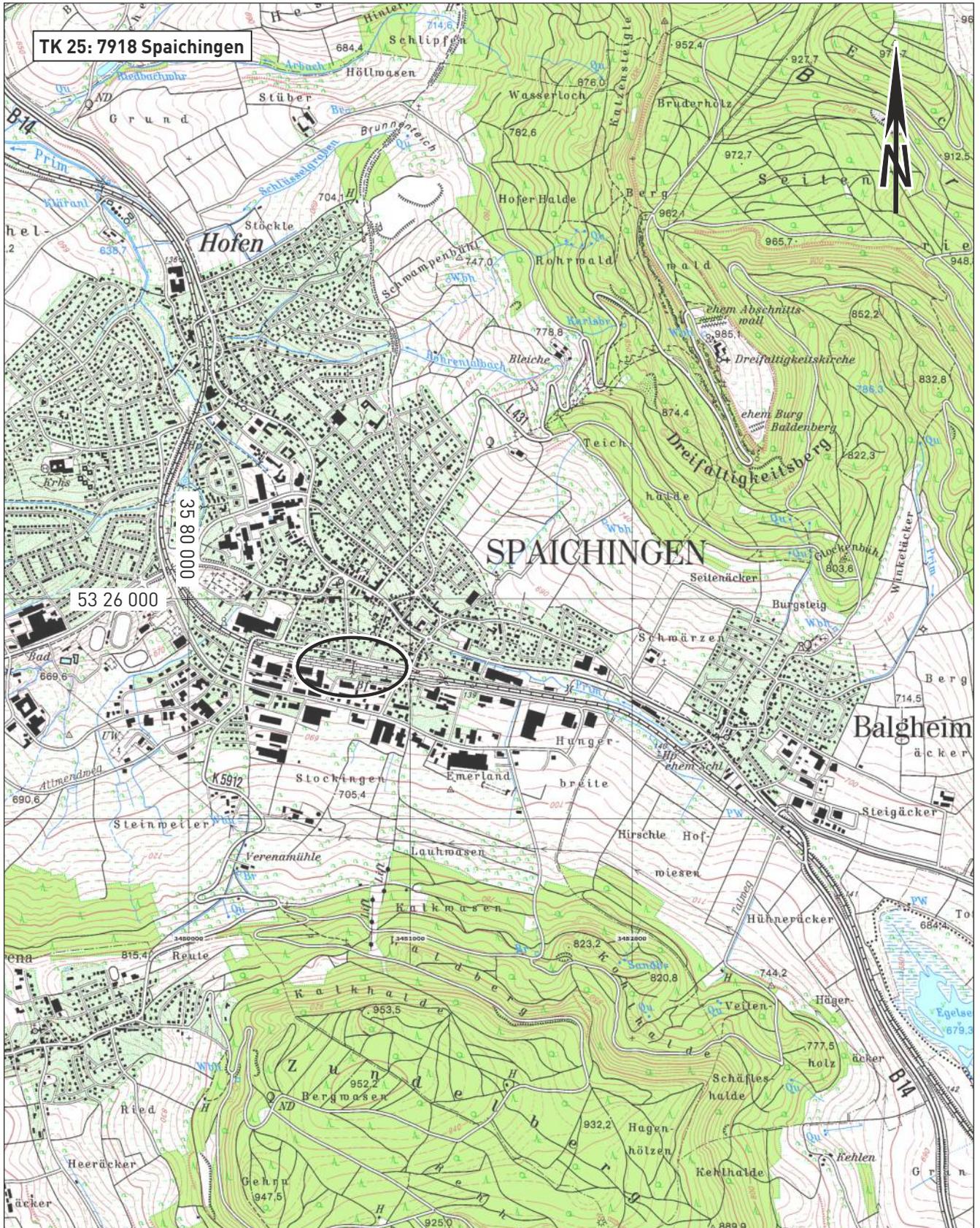
Das **geologische Modell des Baugrunds**, das Grundlage unserer bautechnischen Empfehlungen ist, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann den Baugrund daher nicht exakt beschreiben, und Abweichungen - vor allem der Schichtgrenzen - zwischen den Erkundungspunkten sind möglich. Eine **Baugrundüberprüfung** während der Erdarbeiten ist daher zwingend erforderlich:

- Abweichungen von der beschriebenen Schichtung und Beschaffenheit des Untergrunds und von den angegebenen Grundwasserverhältnissen sind uns sofort mitzuteilen.
- Die Baugrubensohle ist von uns abnehmen zu lassen. Wir bitten, uns rechtzeitig zu benachrichtigen.

Die Angaben zur **Gründung** beruhen außer dem Baugrundmodell auch auf den uns vorliegenden Bauwerksunterlagen und Lastangaben. **Planerische oder konstruktive Änderungen** gegenüber den in Abschnitt 2 beschriebenen Abmessungen, Lasten und Einflüssen, die auf das Gründungskonzept Einfluss haben könnten, sind uns daher mitzuteilen.

Die Angaben zur Gründung beruhen außer dem Baugrundmodell auch auf den uns vorliegenden Bauwerksunterlagen und Lastangaben. Planerische oder konstruktive Änderungen gegenüber den in Abschnitt 2 beschriebenen Abmessungen, Lasten und Einflüssen, die auf das Gründungskonzept Einfluss haben könnten, sind uns daher mitzuteilen.

<b><u>Anlagen</u></b>	Anlage
<b>Lagepläne des Bahnhofs</b>	
▪ Übersichtslageplan (M 1:25 000)	1.1
▪ Lageplan (M 1: 1 000) der Erkundungspunkte und Verlauf der geologischen Schnitte (Anlage 3)	1.2
<b>Gelände-Erkundung (M 1:100)</b>	
▪ Kurzzeichen und Abkürzungen nach DIN 4023 und DIN 18 196	2.0
▪ Schichtenfolgen der Kleinbohrungen	
- BS 1	2.1
- BS 2	2.2
- BS 3	2.3
- BS 4	2.4
- BS 6	2.5
- BS 7	2.6
- BS 8	2.7
- BS 9	2.8
- BS 10	2.9
<b>Geologische N-S-Geländeschnitte (M 1:200/100) senkrecht zum Bahnsteigverlauf</b>	
▪ Schnitt A	3.1
▪ Schnitt B	3.2
▪ Schnitt C	3.3
<b>Bodenmechanische Laborversuche</b>	
▪ Zustandsgrenzen des Hanglehms	4.1
▪ Bestimmungen der Kornverteilung nach ISO/TS 17 892-4	4.2



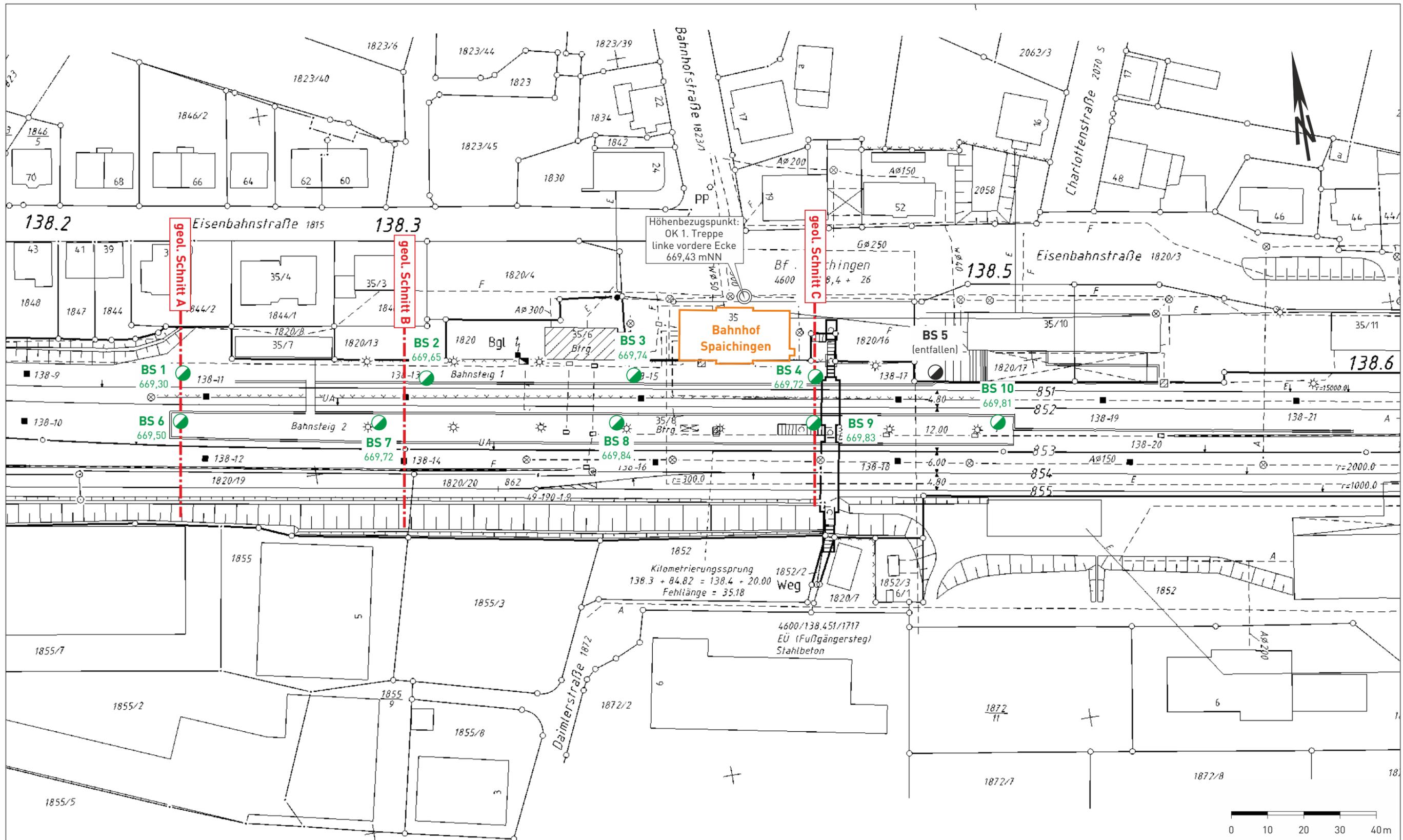
© LGL B-W (www.lgl-bw.de) 2012; thematisch ergänzt durch S&P

0 250 500 750 1000m

Übersichtslageplan mit  
Lage des Bahnhofes

gez. ko  
gepr. Br

Maßstab  
1:25000



Lageplan mit Lage der Kleinbohrungen und Verlauf der geologischen Schnittte

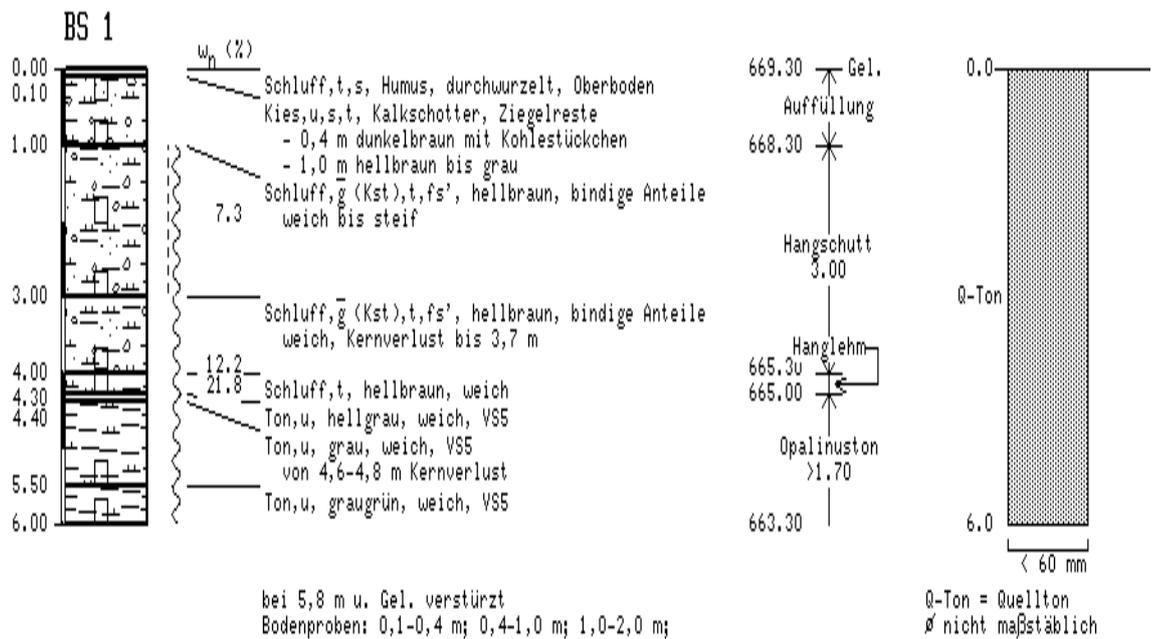
gez. AJ	Maßstab
gepr. Sc	1:1000

<p><b>Untersuchungsstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ SCH Schurf</li> <li>● BK Kernbohrung</li> <li>● BS Kleinbohrung</li> </ul>	<p><b>Rammsondierung (Dynamic Probing)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ DPL leichte Sonde (light)</li> <li>▼ DPM mittelschwere Sonde (medium)</li> <li>▼ DPH schwere Sonde (heavy)</li> </ul>	<p><b>Bodenproben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Güteklasse 1</li> <li>□ Güteklasse 3</li> <li>☒ Kernstück</li> </ul>																																																																				
<p><b>Bodenarten-Beschreibung</b></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A</td><td>Auffüllung</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Y</td><td>Blöcke</td><td>y</td><td>mit Blöcken</td></tr> <tr><td>X</td><td>Steine</td><td>x</td><td>steinig</td></tr> <tr><td>G</td><td>Kies</td><td>g</td><td>kiesig</td></tr> <tr><td>S</td><td>Sand</td><td>s</td><td>sandig</td></tr> <tr><td>U</td><td>Schluff</td><td>u</td><td>schluffig</td></tr> <tr><td>T</td><td>Ton</td><td>t</td><td>tonig</td></tr> <tr><td>H</td><td>Humus, Torf</td><td>h</td><td>humos, torfig</td></tr> <tr><td>F</td><td>Faulschlamm</td><td>o</td><td>org. Anteile</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>Mergel</td><td>mg</td><td>mergelig</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>dol.</td><td>dolomitisch</td></tr> </table>	A	Auffüllung			Y	Blöcke	y	mit Blöcken	X	Steine	x	steinig	G	Kies	g	kiesig	S	Sand	s	sandig	U	Schluff	u	schluffig	T	Ton	t	tonig	H	Humus, Torf	h	humos, torfig	F	Faulschlamm	o	org. Anteile	Mg	Mergel	mg	mergelig			dol.	dolomitisch	<p><b>Korngrößen</b></p> <p>f fein m mittel g grob</p> <p><b>grobkörnige Nebenanteile</b> (Massenanteile Körnungslinie)</p> <p>‘ schwach (&lt; 15 %) - stark (&gt; 30 %)</p> <p><b>feinkörnige Nebenanteile</b> (Einfluss auf Verhalten des Bodens)</p> <p>‘ schwach - stark</p>	<p><b>Konsistenz</b></p> <p>}} breiig } weich : steif   halbfest    fest</p> <p><b>Kalkgehalt</b> (Aufbraus-Test: 10 % HCl)</p> <p>Ca:0 kalkfrei Ca:+ kalkhaltig Ca:++ stark kalkhaltig</p>																								
A	Auffüllung																																																																					
Y	Blöcke	y	mit Blöcken																																																																			
X	Steine	x	steinig																																																																			
G	Kies	g	kiesig																																																																			
S	Sand	s	sandig																																																																			
U	Schluff	u	schluffig																																																																			
T	Ton	t	tonig																																																																			
H	Humus, Torf	h	humos, torfig																																																																			
F	Faulschlamm	o	org. Anteile																																																																			
Mg	Mergel	mg	mergelig																																																																			
		dol.	dolomitisch																																																																			
<p><b>Felsarten-Beschreibung</b></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Z</td><td>Fels allgemein</td></tr> <tr><td>Zv</td><td>Fels verwittert</td></tr> <tr><td>Ko, Br</td><td>Konglomerat, Brekzie</td></tr> <tr><td>Sst</td><td>Sandstein</td></tr> <tr><td>Utst, Tst</td><td>Schluffstein, Tonstein</td></tr> <tr><td>Mst, Kst</td><td>Mergelstein, Kalkstein</td></tr> <tr><td>Dst</td><td>Dolomitstein</td></tr> <tr><td>Gyst</td><td>Gipsstein</td></tr> <tr><td>Mem</td><td>Massige Metamorphite (z.B. Gneis)</td></tr> <tr><td>Pl</td><td>Plutonite (z.B. Granit)</td></tr> <tr><td>Vu</td><td>Vulkanite (z.B. Basalt)</td></tr> </table>	Z	Fels allgemein	Zv	Fels verwittert	Ko, Br	Konglomerat, Brekzie	Sst	Sandstein	Utst, Tst	Schluffstein, Tonstein	Mst, Kst	Mergelstein, Kalkstein	Dst	Dolomitstein	Gyst	Gipsstein	Mem	Massige Metamorphite (z.B. Gneis)	Pl	Plutonite (z.B. Granit)	Vu	Vulkanite (z.B. Basalt)	<p><b>Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit (Df) im Feld</b></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Bezeichnung</th> <th>Feldversuch</th> </tr> <tr> <td>außerordentlich gering</td> <td>mit Fingernagel leicht ritzbar</td> </tr> <tr> <td>sehr gering</td> <td>mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln</td> </tr> <tr> <td>gering</td> <td>mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbar</td> </tr> <tr> <td>mäßig hoch</td> <td>mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>sehr hoch</td> <td>nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>außerordentlich hoch</td> <td>durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter</td> </tr> </table> <p><b>Kalkgehalt</b> (s. Boden)</p>	Bezeichnung	Feldversuch	außerordentlich gering	mit Fingernagel leicht ritzbar	sehr gering	mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln	gering	mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbar	mäßig hoch	mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen	hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen	sehr hoch	nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen	außerordentlich hoch	durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter	<p><b>Zerlegung</b></p> <p>⚡ klüftig</p> <p><b>Schichtflächenabstand</b></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Bezeichnung</th> <th>Abstand [mm]</th> </tr> <tr> <td>sehr dick</td> <td>größer als 2000</td> </tr> <tr> <td>dick</td> <td>2000 bis 600</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>600 bis 200</td> </tr> <tr> <td>dünn</td> <td>200 bis 60</td> </tr> <tr> <td>sehr dünn</td> <td>60 bis 20</td> </tr> <tr> <td>grob laminiert</td> <td>20 bis 6</td> </tr> <tr> <td>fein laminiert</td> <td>kleiner als 6</td> </tr> </table> <p><b>Kluffflächenabstand</b></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Bezeichnung</th> <th>Abstand [mm]</th> </tr> <tr> <td>sehr weitständig</td> <td>größer als 2000</td> </tr> <tr> <td>weitständig</td> <td>2000 bis 600</td> </tr> <tr> <td>mittelständig</td> <td>600 bis 200</td> </tr> <tr> <td>engständig</td> <td>200 bis 60</td> </tr> <tr> <td>sehr engständig</td> <td>60 bis 20</td> </tr> <tr> <td>außerordentlich engständig</td> <td>kleiner als 20</td> </tr> </table>	Bezeichnung	Abstand [mm]	sehr dick	größer als 2000	dick	2000 bis 600	mittel	600 bis 200	dünn	200 bis 60	sehr dünn	60 bis 20	grob laminiert	20 bis 6	fein laminiert	kleiner als 6	Bezeichnung	Abstand [mm]	sehr weitständig	größer als 2000	weitständig	2000 bis 600	mittelständig	600 bis 200	engständig	200 bis 60	sehr engständig	60 bis 20	außerordentlich engständig	kleiner als 20
Z	Fels allgemein																																																																					
Zv	Fels verwittert																																																																					
Ko, Br	Konglomerat, Brekzie																																																																					
Sst	Sandstein																																																																					
Utst, Tst	Schluffstein, Tonstein																																																																					
Mst, Kst	Mergelstein, Kalkstein																																																																					
Dst	Dolomitstein																																																																					
Gyst	Gipsstein																																																																					
Mem	Massige Metamorphite (z.B. Gneis)																																																																					
Pl	Plutonite (z.B. Granit)																																																																					
Vu	Vulkanite (z.B. Basalt)																																																																					
Bezeichnung	Feldversuch																																																																					
außerordentlich gering	mit Fingernagel leicht ritzbar																																																																					
sehr gering	mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln																																																																					
gering	mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbar																																																																					
mäßig hoch	mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen																																																																					
hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen																																																																					
sehr hoch	nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen																																																																					
außerordentlich hoch	durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter																																																																					
Bezeichnung	Abstand [mm]																																																																					
sehr dick	größer als 2000																																																																					
dick	2000 bis 600																																																																					
mittel	600 bis 200																																																																					
dünn	200 bis 60																																																																					
sehr dünn	60 bis 20																																																																					
grob laminiert	20 bis 6																																																																					
fein laminiert	kleiner als 6																																																																					
Bezeichnung	Abstand [mm]																																																																					
sehr weitständig	größer als 2000																																																																					
weitständig	2000 bis 600																																																																					
mittelständig	600 bis 200																																																																					
engständig	200 bis 60																																																																					
sehr engständig	60 bis 20																																																																					
außerordentlich engständig	kleiner als 20																																																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Verwitterungsstufen</th> <th>VS5</th> <th>VS4</th> <th>VS3</th> <th>VS2</th> <th>VS1</th> <th>VS0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gesteinstyp</td> <td>Boden</td> <td>Boden</td> <td>Boden + Gestein</td> <td>Gestein</td> <td>Gestein</td> <td>Gestein</td> </tr> <tr> <td>Bezeichnung</td> <td>zersetzt</td> <td>vollständig verwittert</td> <td>stark verwittert</td> <td>mäßig verwittert</td> <td>schwach verwittert</td> <td>frisch</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung</td> <td>gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge</td> <td>gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt</td> <td>mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen  Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.</td> <td>weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt</td> <td>Verfärbung</td> <td>möglicherweise leichte Verfärbung</td> </tr> </tbody> </table>							Verwitterungsstufen	VS5	VS4	VS3	VS2	VS1	VS0	Gesteinstyp	Boden	Boden	Boden + Gestein	Gestein	Gestein	Gestein	Bezeichnung	zersetzt	vollständig verwittert	stark verwittert	mäßig verwittert	schwach verwittert	frisch	Beschreibung	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt	mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen  Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung																																				
Verwitterungsstufen	VS5	VS4	VS3	VS2	VS1	VS0																																																																
Gesteinstyp	Boden	Boden	Boden + Gestein	Gestein	Gestein	Gestein																																																																
Bezeichnung	zersetzt	vollständig verwittert	stark verwittert	mäßig verwittert	schwach verwittert	frisch																																																																
Beschreibung	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt	mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen  Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung																																																																
<p><b>Grundwasser (Gw)</b></p>	<p><b>Gw-Spiegel / Gw-Stand</b></p> <p>▼ 100,00 mNN undefiniert oder nach Bohrende</p> <p>▲ 100,00 mNN Wasserspiegel, steigend</p> <p>▽ 100,00 mNN angebohrt</p> <p>▽ 100,00 mNN Wasserspiegel, fallend</p> <p>▼ 100,00 mNN in Ruhe im ausgebauten Bohrloch</p> <p>20.12.98 Datum</p> <p>☒ Vernässung oberhalb des Gw</p>				<p><b>Gw-Messstelle</b></p> <p>Aufsatzrohr</p> <p>Ringraumzementation</p> <p>Filterrohr</p> <p>Sumpfrohr</p> <p>Quellton</p> <p>Bohrendtiefe</p>																																																																	
<p><b>Normen:</b> DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 DIN 4022, DIN 4023</p>																																																																						
<p>Beschreibung der Schichtenfolgen: Kurzzzeichen und Abkürzungen</p>																																																																						

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 568 / H ≈ 53 25 733  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.30 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 07.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:\S&P\AUFTR19\19113\BS01.bpr; AJ; 16.01.2020

Verfüllung



Schichtenfolge der Kleinbohrung  
 BS 1

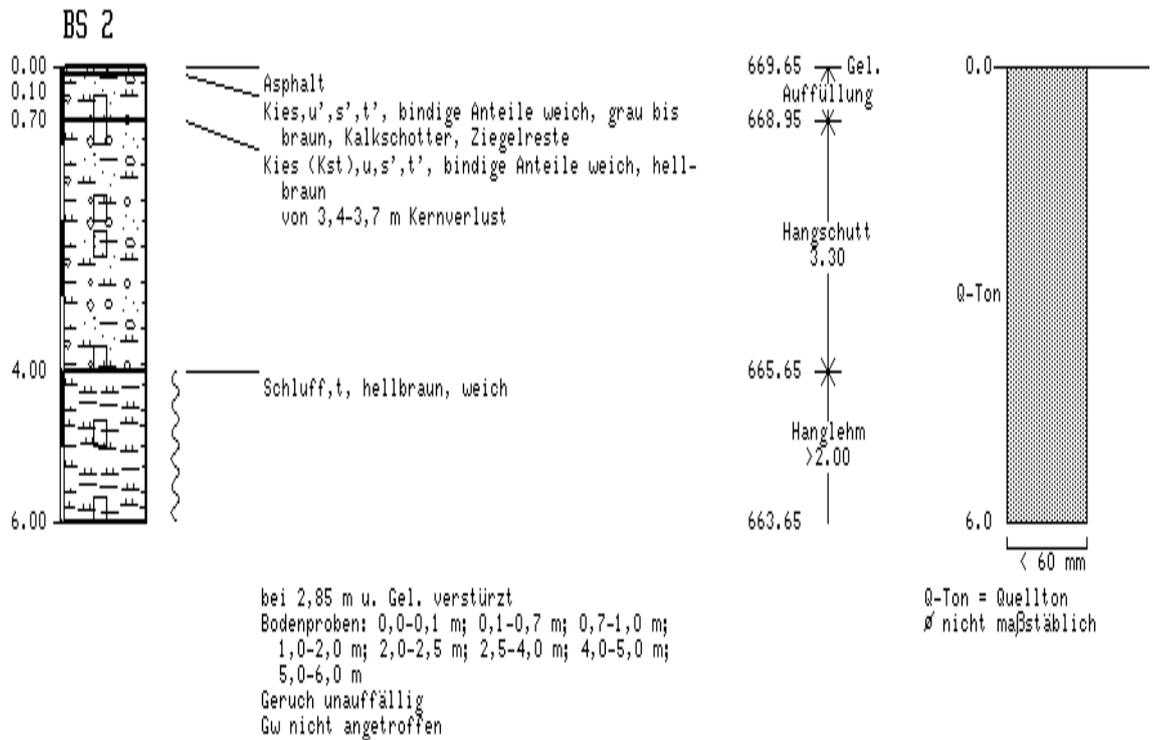
gez. AJ  
 gepr. Sc

Maßstab  
 1:100

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 634 / H ≈ 53 25 721  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.65 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 07.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:'S&P'AUFTR19'19113'BS02.bpr; AJ; 16.01.2020

Verfüllung



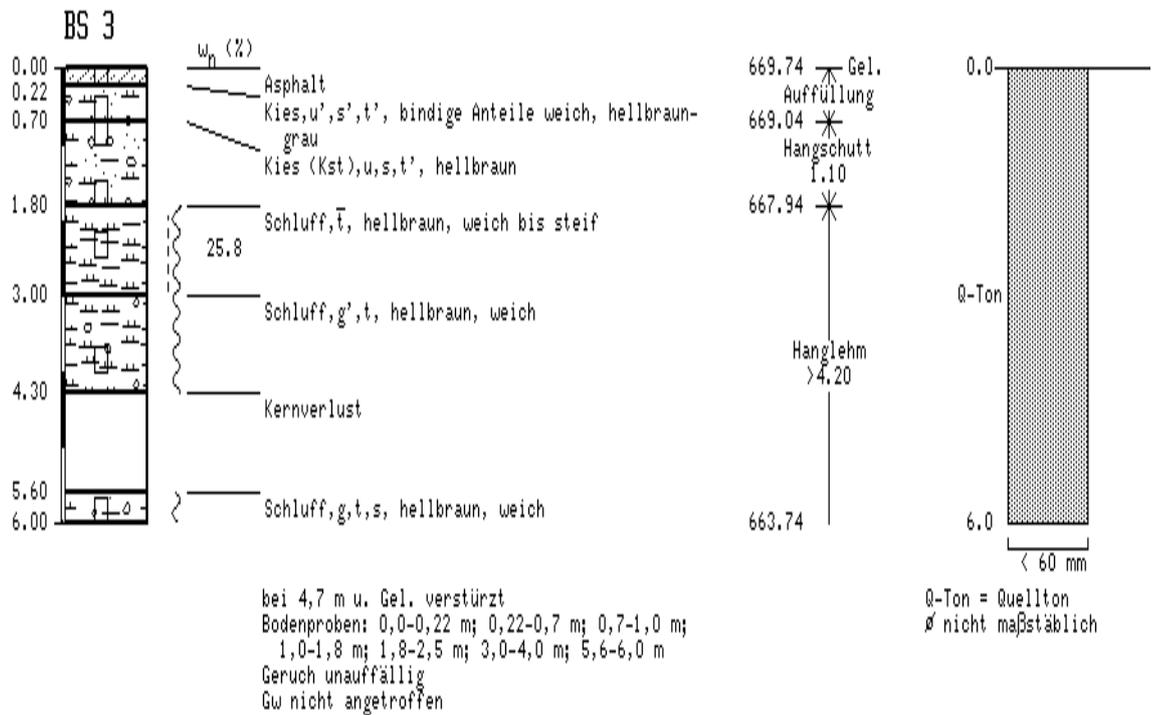
Schichtenfolge der Kleinbohrung  
 BS 2

gez. AJ  
 gepr. Sc

Maßstab  
 1:100

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 691 / H ≈ 53 25 713  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.74 mNN (= Gel.)

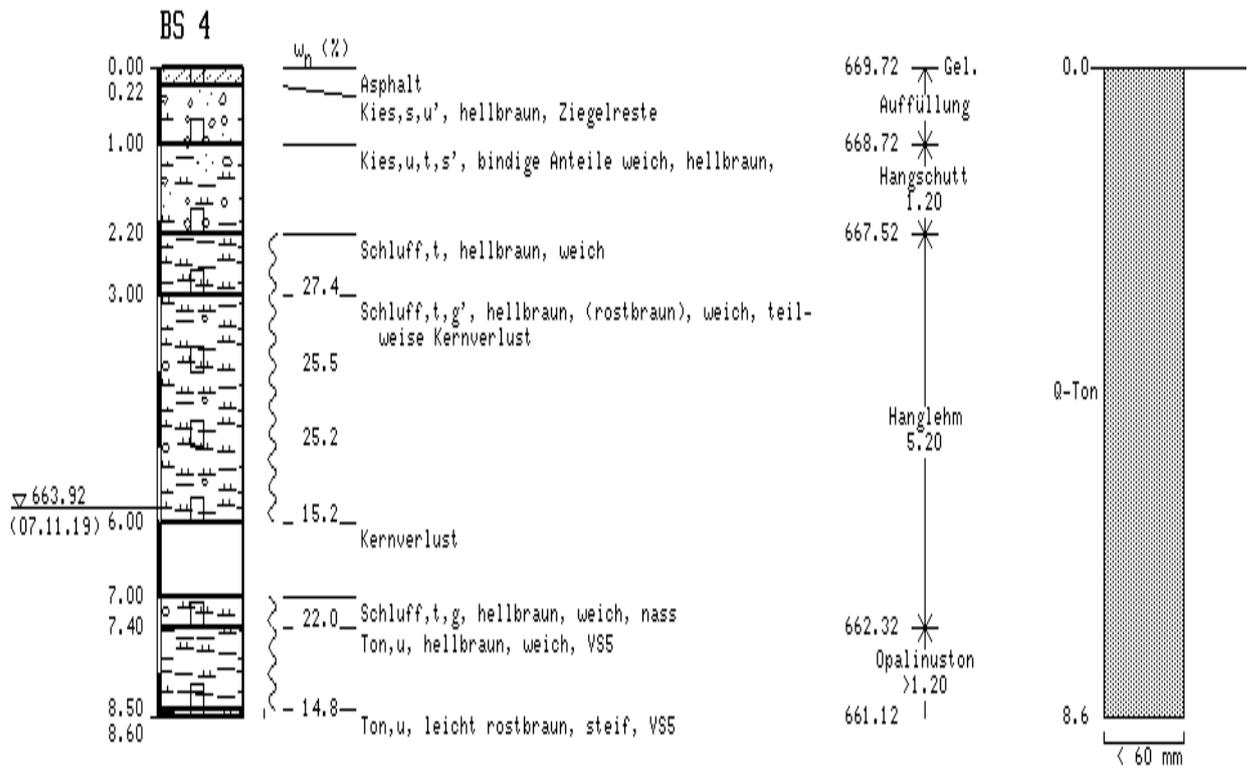
gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 07.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:'S&P'AUFTR19'19113'BS03.bpr; AJ; 16.01.2020



TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 740 / H ≈ 53 25 705  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.72 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 07.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:'S&P'AUFTR19'19113'BS04.bpr; AJ; 16.01.2020

Verfüllung



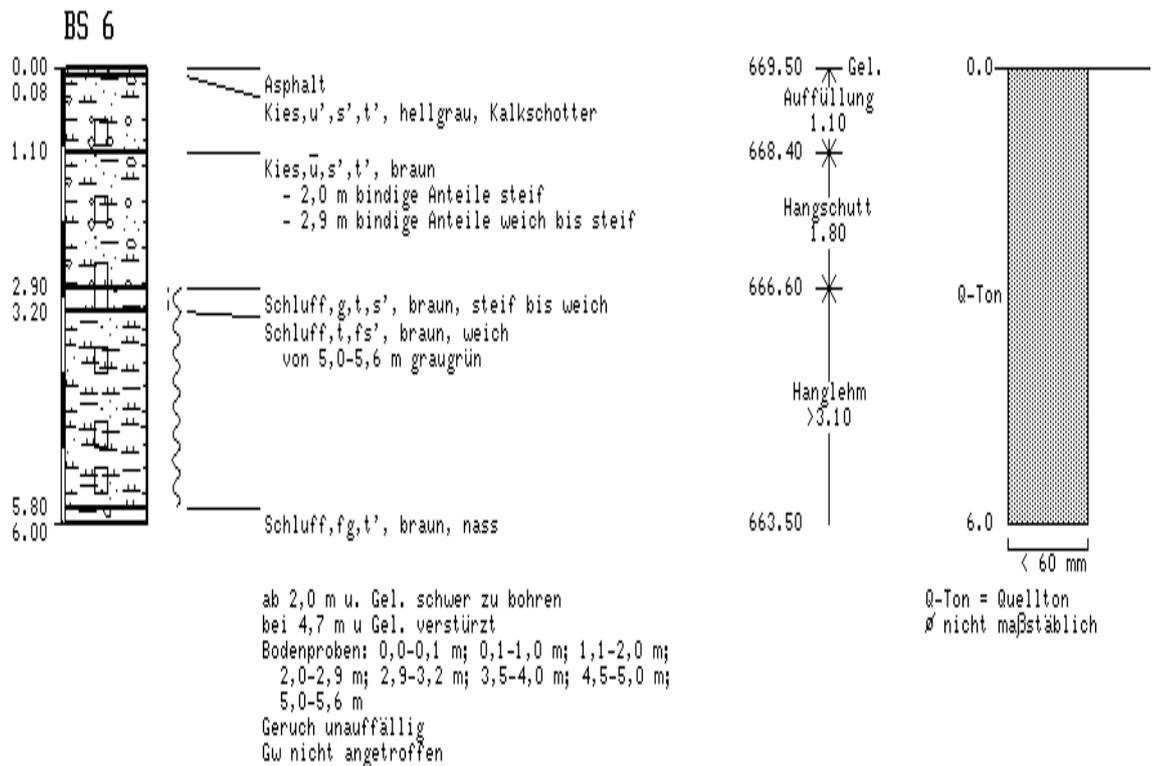
bei 8,6 m u. Gel. sehr geringer Bohrfortschritt  
 Bodenproben: 0,0-0,22 m; 0,22-1,0 m; 1,0-2,2 m;  
 2,2-3,0 m; 3,0-4,0 m; 4,0-5,0 m; 5,0-6,0 m;  
 7,0-7,4 m; 7,4-8,5 m; 8,5-8,6 m  
 Geruch unauffällig  
 Gw angetroffen bei 5,8 m u. Gel. (07.11.19)

Q-Ton = Quellton  
 ∅ nicht maßstäblich

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 566 / H ≈ 53 25 721  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.50 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Maier/S&P  
 am : 06.11.19  
 aufgenommen: Dipl.-Geol. F. Klingler/S&P  
 G:'S&P'AUFTR19'19113'BS06.bpr; AJ; 16.01.2020

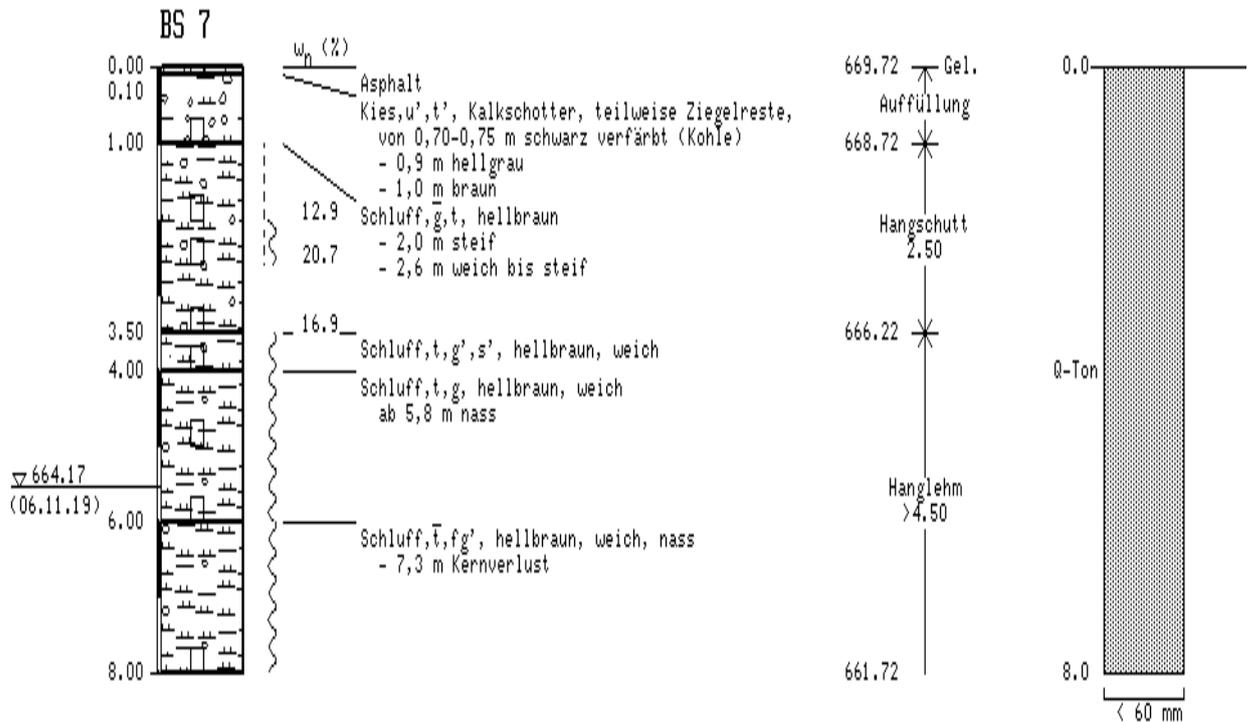
Verfüllung



TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 620 / H ≈ 53 25 712  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.72 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 06.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:\S&P\AUFTR19\19113\BS07.bpr; AJ; 16.01.2020

Verfüllung

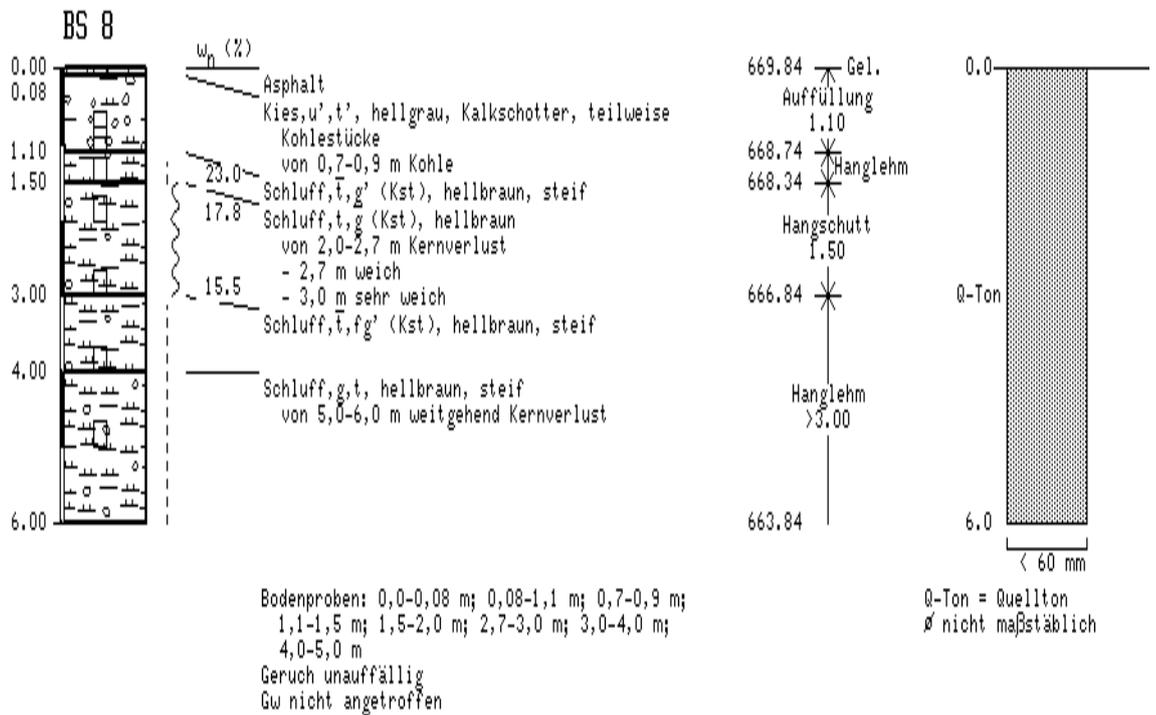


bei 4,9 m u. Gel. verstürzt  
 Bodenproben: 0,0-0,1 m; 0,1-1,0 m; 1,0-2,0 m;  
 2,0-2,6 m; 2,6-3,5 m; 3,5-4,0 m; 4,0-5,0 m;  
 5,0-6,0 m; 7,3-8,0 m  
 Geruch unauffällig  
 Gw angetroffen bei 5,55 m u. Gel. (06.11.19)

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 684 / H ≈ 53 25 701  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.84 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 06.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:'S&P'AUFTR19'19113'BS08.bpr; AJ; 16.01.2020

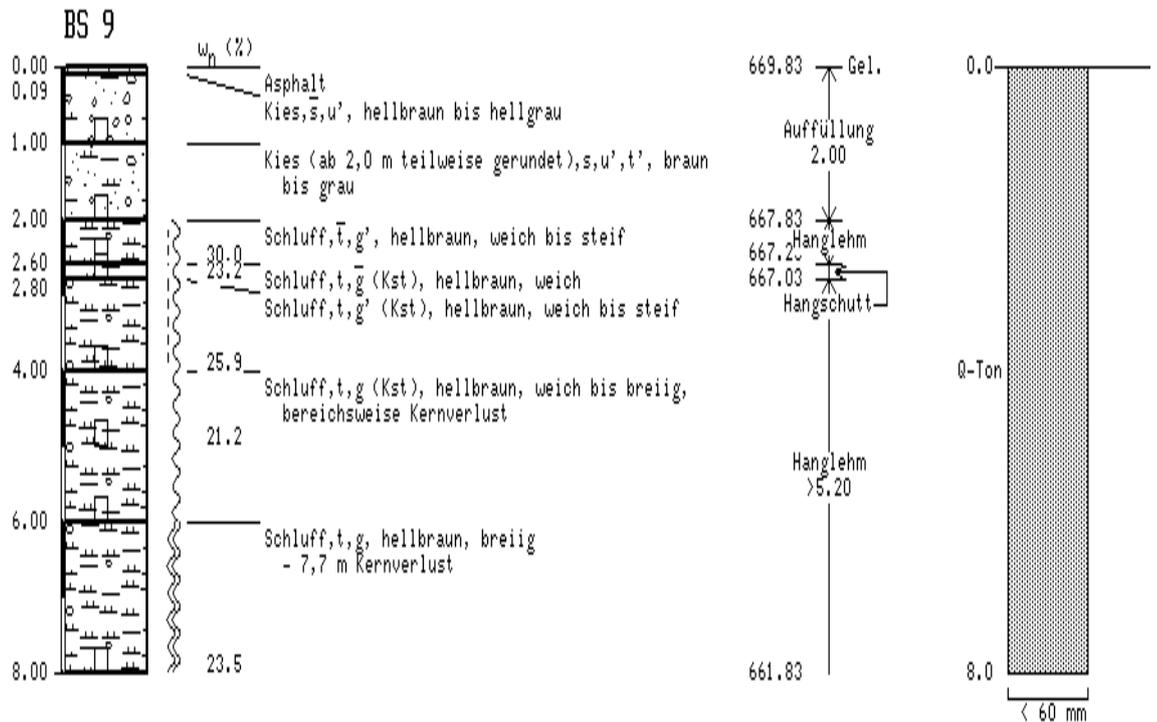
Verfüllung



TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 738 / H ≈ 53 25 692  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.83 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 06.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:\S&P\AUFTR19\19113\BS09.bpr; AJ; 16.01.2020

Verfüllung



Schichtenfolge der Kleinbohrung  
 BS 9

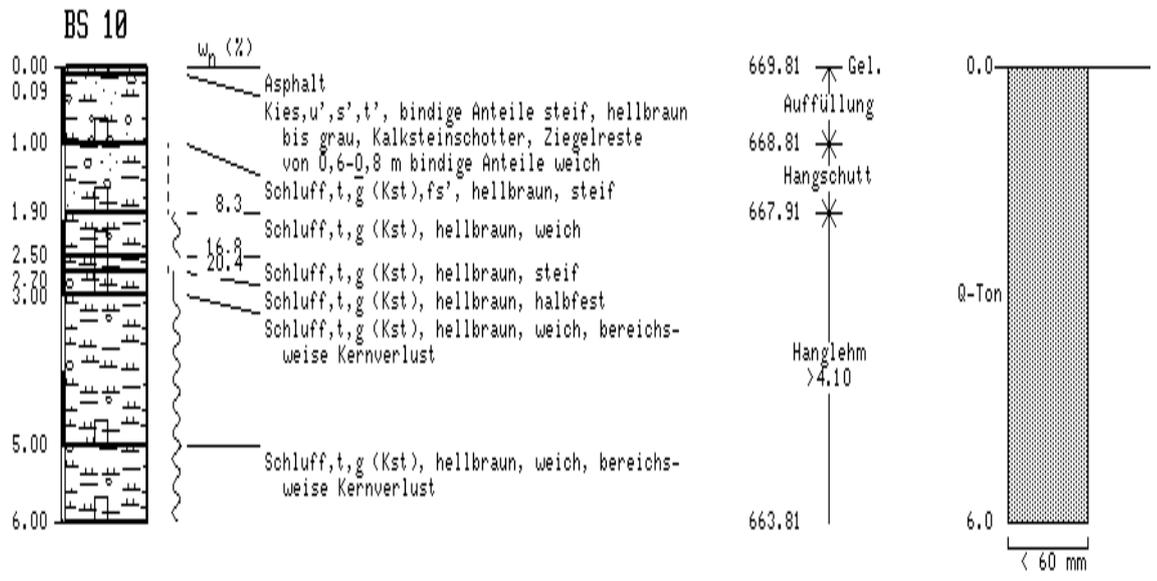
gez. AJ  
 gepr. Sc

Maßstab  
 1:100

TK 25: 7918 Spaichingen  
 R ≈ 34 80 788 / H ≈ 53 25 685  
 Lage siehe auch Anlage 1.2  
 Ansatzhöhe: 669.81 mNN (= Gel.)

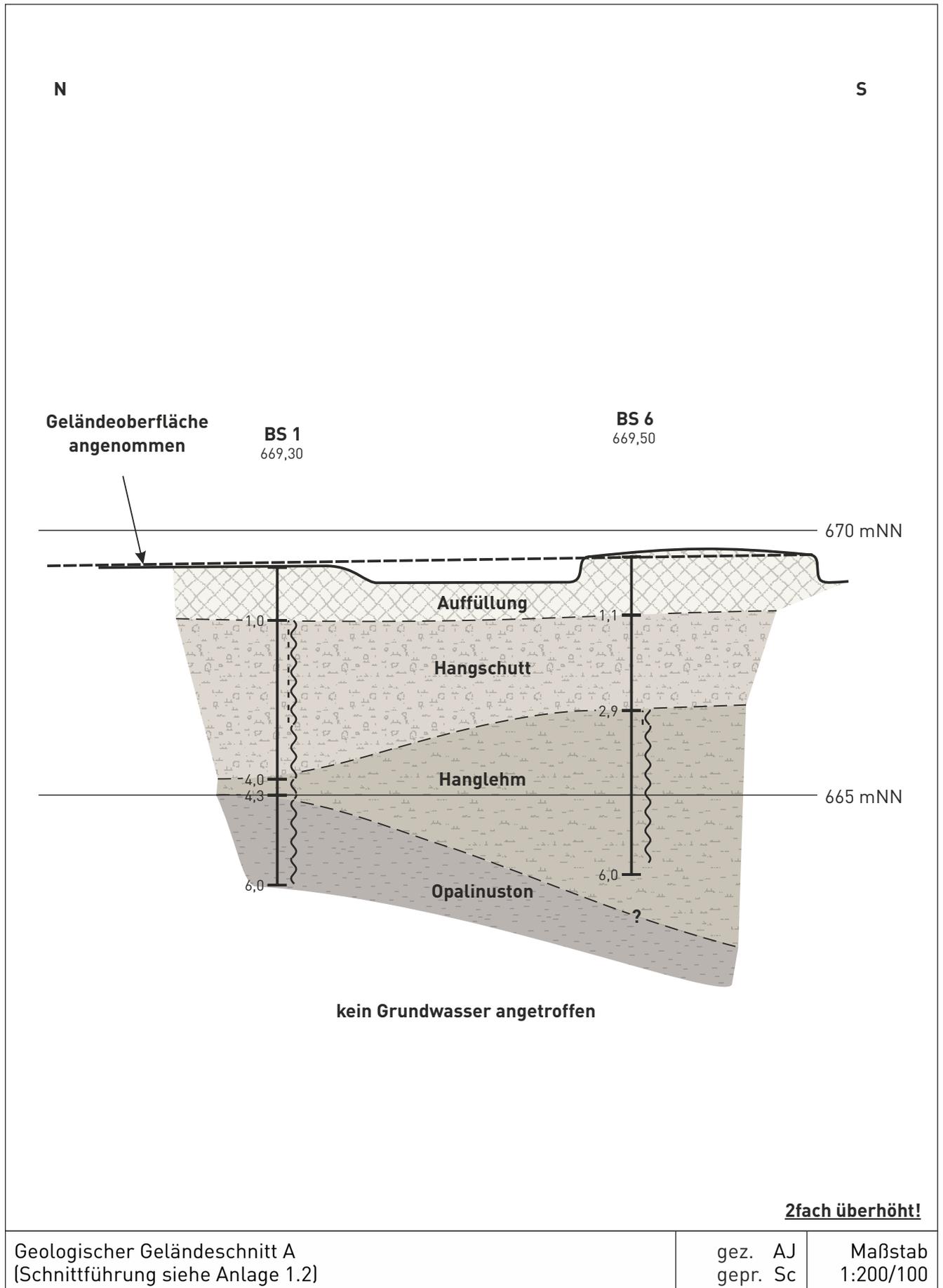
gebohrt von: Klingler/S&P  
 am : 06.11.19  
 aufgenommen: B.Sc.-Geol. F.-J. Maier/S&P  
 G:\S&P\AUFTR19\19113\BS10.bpr; AJ; 16.01.2020

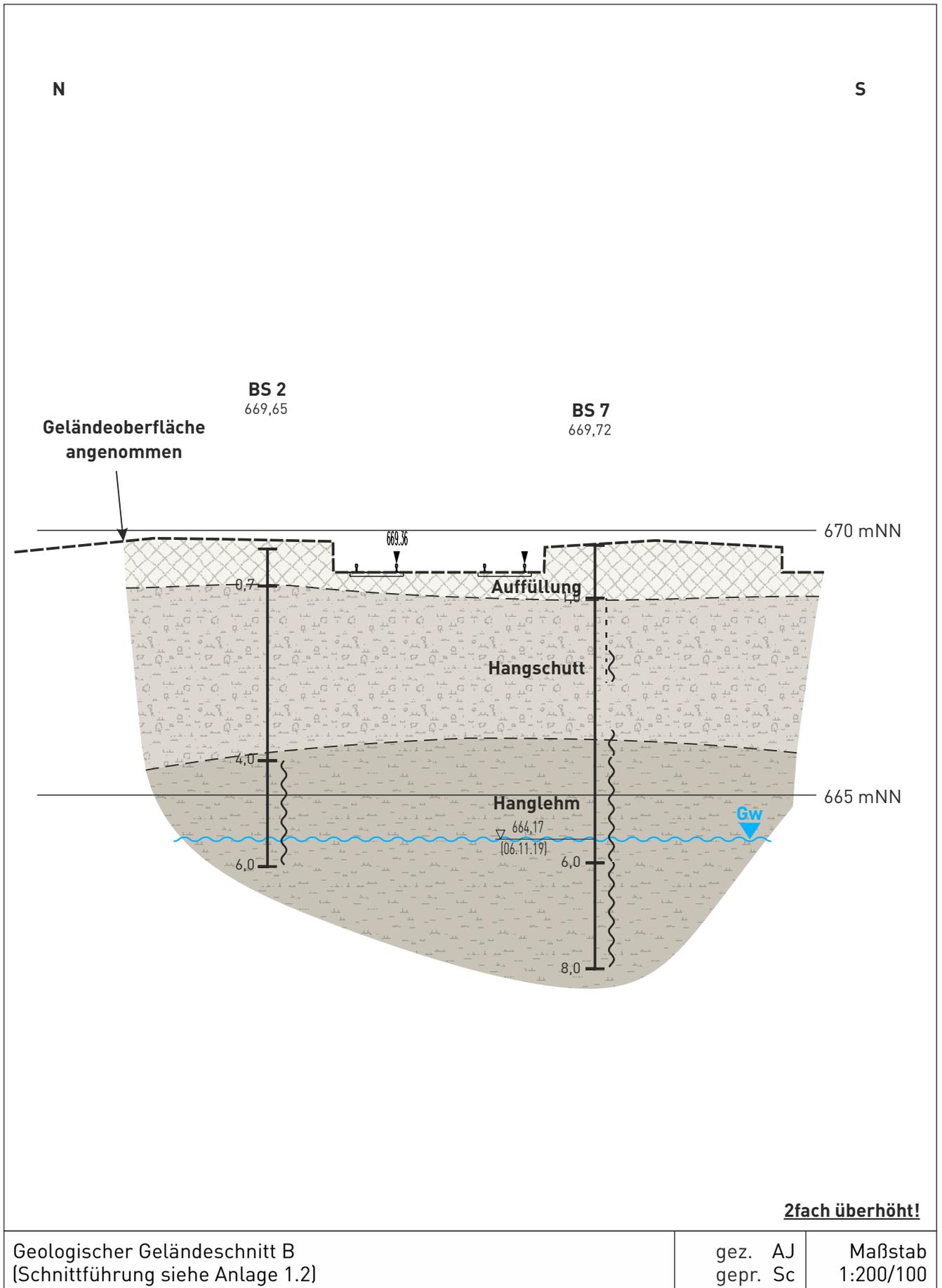
Verfüllung

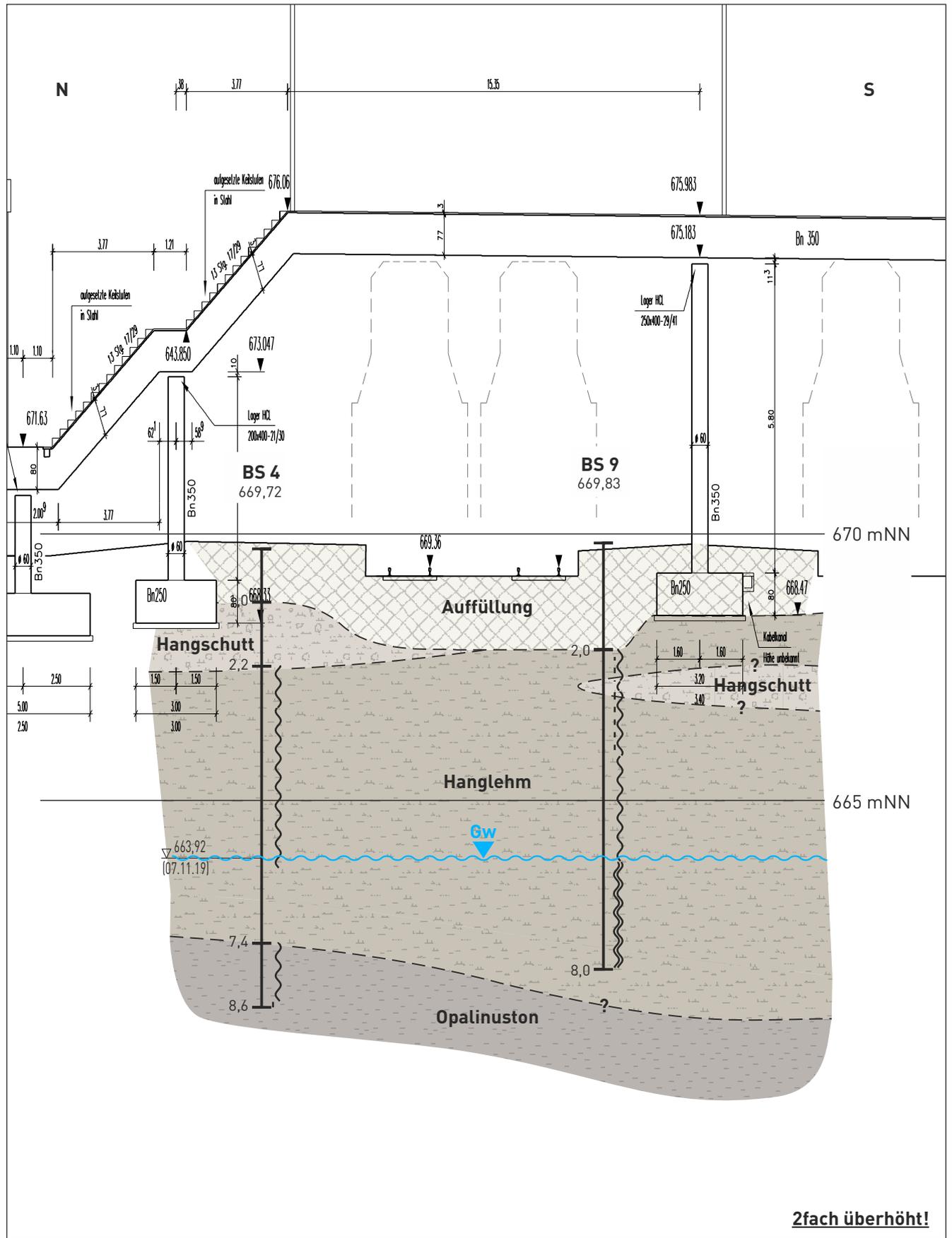


bei 2,4 m u. Gel. verstürzt  
 Bodenproben: 0,0-0,09 m; 0,09-1,0 m; 1,0-1,9 m;  
 1,9-2,5 m; 2,5-2,7 m; 2,7-3,0 m; 3,0-5,0 m;  
 5,0-6,0 m  
 Geruch unauffällig  
 Gw nicht angetroffen

Q-Ton = Quellton  
 ∅ nicht maßstäblich

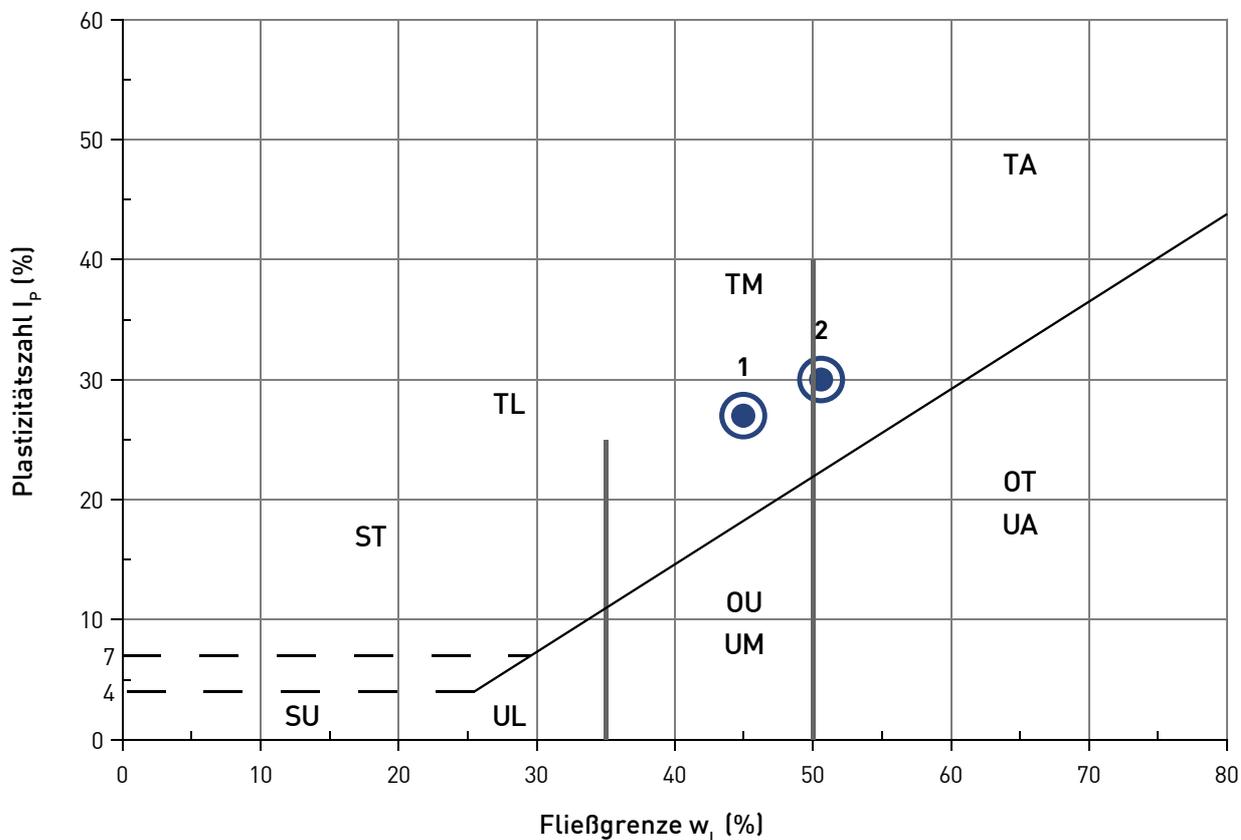






<p>Geologischer Geländeschnitt C (Schnittführung siehe Anlage 1.2)</p>	<p>gez. AJ gepr. Sc</p>	<p>Maßstab 1:200/100</p>
--	-----------------------------	------------------------------

**Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12**

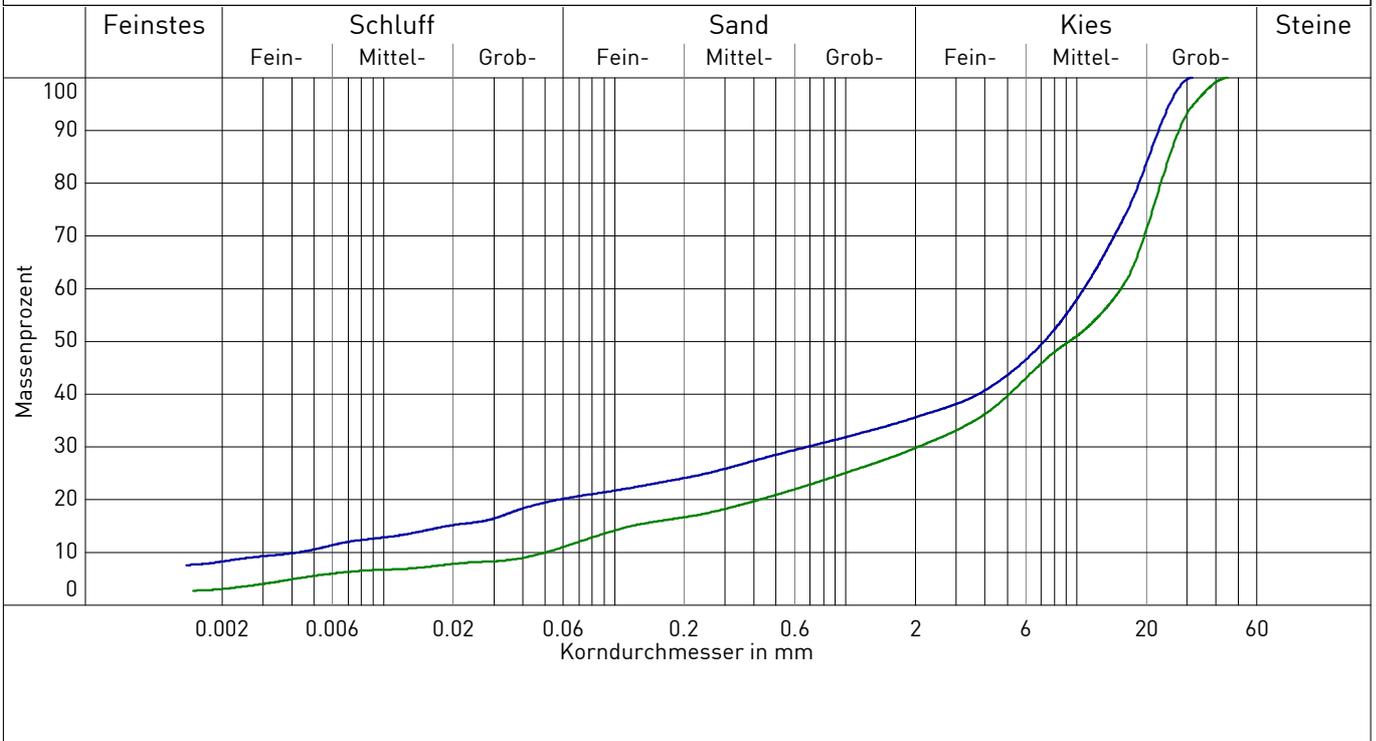


Probe Nr.		1	2
Aufschluss		BS 4	BS 9
Entnahmetiefe	(m u.Gel.)	3,0m	4,0m
Bodenart		U,t	U,t
Geologie		Hanglehm	Hanglehm
Natürl. Wassergehalt	w <sub>n</sub> (%)	27,4	25,9
Überkorn	ü (%)	4,0	11,5
Wassergehalt Matrix	w <sub>&lt;0,4</sub> (%)	28,5	29,3
Fließgrenze	w <sub>L</sub> (%)	45,0	50,6
Ausrollgrenze	w <sub>p</sub> (%)	18,0	20,6
Plastizitätszahl	I <sub>p</sub> (%)	27,0	30,0
Konsistenzzahl	I <sub>c</sub> (-)	0,61	0,71
Konsistenz		weich	weich

Bodenklassifikation nach DIN 18196:

SU Sand-Schluff-Gemisch	TL Ton, leichtplastisch	OU Schluffe mit organischen Beimengungen oder organogene Schluffe
ST Sand-Ton-Gemisch	TM Ton, mittelplastisch	OT Tone mit organischen Beimengungen oder organogene Tone
UL Schluff, leichtplastisch	TA Ton, ausgeprägt plastisch	
UM Schluff, mittelplastisch		
UA Schluff, ausgeprägt zusammendrückbar		

**Kornverteilung  
 DIN ISO/TS 17892-4**



Versuchsname	— BS 2	— BS 8		
Geologie	Hangschutt	Auffüllung		
Entnahmestelle	BS 2	BS 8		
Entnahmetiefe	1,0m+2,0m+2,5m	1,10m+0,4m		
Entnahmedatum				
Bodengruppe	GÜ	GU		
Bodenart	G,s,u,t'	G,u,gs',ms'		
Ungleichförm. U	U = 2518.1	U = 309.8		
Krümmungszahl Cc	Cc = 10.1	Cc = 5.4		
d10 / d60	0.004/10.713 mm	0.050/15.511 mm		
d30	0.678 mm	2.051 mm		
Anteil < 0.063 mm	18.4 %	13.1 %		
Kornfrakt. T/U/S/G/X	8.3/10.1/17.2/64.4 %	3.1/10.1/16.7/70.2 %		
kf nach Seiler	-	-		
kf nach Kaubisch	2.3E-006 m/s	8.3E-006 m/s		
kf nach Beyer	-(U > 30)	-(U > 30)		