

**Erkundung der geologischen
Verhältnisse für die Erschließung
des neuen Bebauungsgebietes
„Kappmannsgrund 5. BA“ in
74211 Leingarten**

Auftraggeber:
Ingenieurbüro für Baulandentwicklung
Franz-Liszt-Straße 7
88339 Bad Waldsee

Projekt Nr. 8241

Verteiler:
1-fach Ingenieurbüro für Baulandentwicklung
1-fach KMB Architekten und Ingenieure

Gutachten Nr.:
B 0725/3656

Erstellt von:
Dipl.-Geol. Ekkehard Marx

21. Juli 2025

Geotechnik Südwest
Frey Marx GbR
Im Weilerlen 10
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel. 07142 9023-0
info@geo-sw.de
www.geo-sw.de

Geschäftsleitung
Dipl.-Geologe Dieter Frey
Dipl.-Geologe Ekkehard Marx

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung	3
2. Geologisch-morphologische Verhältnisse	3
3. Durchgeführte Untersuchungen	4
4. Hydrogeologische Verhältnisse, Versickerung	6
5. Bodenmechanische Kennwerte	8
6. Wiederverwendbarkeit der anstehenden Böden	10
7. Angaben zu Kanal- und Straßenbauarbeiten	11
7.1 Kanalbauarbeiten	11
7.2 Straßenbauarbeiten	12
8. Angaben zu Gebäudegründungen	13
9. Baugrubensicherung	14
10. Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung	14
11. Erdbebensicherheit	15
12. Schlussbemerkungen	16
13. Anlagen	17

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1: Übersichtsplan mit Lage des Geländes auf TK 6820 Schwaigern
im Maßstab 1 : 25.000

Anlage 1.2: Übersichtsplan mit Lage des Geländes aus Satellitensicht (aus Google Earth)

Anlage 2.: Lage der Rammkernsondierungen RKS 1 – 13 im Maßstab 1 : 1.500

Anlage 3: Schichtenbeschreibung und geologische Profile von RKS 1 – 13

Anlage 4: Geologische Schnitte 1 - 8

Anlage 5: Bodenmechanische Untersuchungen

1. Veranlassung

Die Stadt Leingarten plant am Südrand von Leingarten die Erschließung des neuen Bebauungsgebietes „Kappmannsgrund 5.BA“. Das Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 7,2 Hektar.

Zur Klärung der Untergrundverhältnisse hinsichtlich von Kanal- und Straßenbau- maßnahmen und den geologischen Gegebenheiten wurde unser Büro vom Ingenieurbüro für Baulandentwicklung Willibald mit den dafür notwendigen Untersuchungen beauftragt. Die Beauftragung umfasste auch die chemische Untersuchung von Schwarzdeckenproben mit zugehörigen Schotterunterbau und Bodenproben aus dem anstehenden Untergrund. Die Bewertungen der chemischen Untersuchungen sind Gegenstand eines gesonderten Berichtes.

Folgende Planunterlagen standen uns zur Verfügung:

- Lageplan des Erschließungsgebietes mit Umfangsgrenzen im Maßstab 1 : 500 (Bebauungsplan angefertigt von KMB Architekten und Ingenieure am 9.04.2025)
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6820 Schwaigern, im Maßstab 1 : 25.000
- Karten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist den **Anlagen 1.1 und 1.2** und die Lage der Untersuchungsstellen mit den Schnittführungen der **Anlage 2** zu entnehmen.

2. Geologisch-morphologische Verhältnisse

Das geplante Baugebiet wird von der bestehenden Bebauung im Norden und der L 1105 im Osten begrenzt. Im Westen geht die Straße Im Rosenberger in einen Feldweg nach Süden über. Dieser endet in einem West-Ost verlaufenden Feldweg, welcher auch die südliche Begrenzung bildet.

Das Gelände wird derzeit noch ackerbaulich genutzt. Das Untersuchungsgebiet fällt im Bereich unserer Sondierungen von ca. 212,7 mNN im Westen (Mitte) auf ca. 199,2 mNN im Südosten um rund 13,5 m ein.

Die Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6820 Schwaigern, weist im Untersuchungsgebiet eine quartäre Deckschicht aus lössführenden Fließerden (qfIL) aus. Dabei handelt es sich um eiszeitlich abgelagerten Löss vermischt mit erodierten, transportierten und umgelagerten Keuperböden. Im Südteil des Erschließungsgebietes können auch holozäne Abschwemmmassen in Form von umgelagerten, bewegten Lösslehmen und Gipskeupertonen vorhanden sein.

Der tiefere Untergrund wird von den Schichten der Grabfeld-Formation (Mittlerer Keuper, km1), die auch Gipskeuper bezeichnet wird und in Form von verwitterten Tonen, Tonsteinen und Schlufftonsteinen ansteht. In den Ton- und Tonschluffsteinen sind episodische und periodische Schichtwasserführungen nicht auszuschließen.

Das geplante Erschließungsgebiet liegt innerhalb der festgesetzten und ausgewiesenen Wasserschutzgebietszone IIIB (WSG Leinbachtal) und außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Die Erkundung der Bodenverhältnisse führten wir zwischen dem 30.06. und dem 2.07.2025 mit 13 Rammkernsondierungen (RKS 1 – 13) bis in jeweils 5 m Tiefe durch. Die Schicht- und Sondierprofile sind in **Anlage 3** dargestellt.

Folgende geologische Schichten bzw. Bodenverhältnisse wurden festgestellt:

Künstliche Auffüllungen

Künstliche Auffüllungen wurden nur am nördlichen und östlichen Rand des Bebauungsgebietes in den Sondierungen RKS 4, 7 und 11 – 13 festgestellt. Dabei handelt es sich um Schottergemische im Bereich von Feldwegen (RKS 4, 11, 13), eine Schwarzdecke mit Schotterunterbau am südlichen Ende der Hoppenstraße (RKS 7) und am Kreisverkehr auf der L 1105 an der Ostseite (RKS 12).

Die Mächtigkeiten der künstlichen Auffüllungen wurden mit ca. 0,4 – 0,6 m in RKS 4, 7, 11 + 13 und ca. 1,2 m in RKS 12 ermittelt. In RKS 13.1 wurde aufgefülltes Material aus dunkel- bis mittelbraunen, feinsandigen Schluffen mit feinen Ziegelresten und Kalksteinbröckchen bis in 1 m Tiefe erbohrt.

Der Schotter ist dicht gelagert und die bindige Auffüllung in RKS 13.1 weist halbfeste Zustandsform auf.

In den Auffüllungen wurden keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt. Dieser Befund ersetzt jedoch keine chemischen Analysen. Chemische Analysen sind Bestandteil eines gesonderten Berichtes.

Aufgrund der großen Fläche und des groben Untersuchungsrasters können Abweichungen von den Angaben zu Inhaltsstoffen, Mächtigkeiten und deren Verbreitung nicht ausgeschlossen werden.

Zum Lösen der künstlichen Auffüllungen gilt nach DIN 18 300:2015-08 der **Homogenbereich A** (nach alter Norm: Bodenklassen 3 + 4).

Quartär

Die Oberbodenmächtigkeit wurde im Bereich der Ackerfläche (ohne RKS 4, 7, 11 – 13) mit 0,1 – 0,6 m ermittelt. Im Mittel kann zunächst von ca. 0,4 m ausgegangen werden. Da das Gelände intensiv ackerbaulich genutzt wird, sind Abweichungen von den Mächtigkeitsangaben nicht auszuschließen.

Die quartäre Deckschicht besteht erwartungsgemäß oberflächennah aus hellbraunen, feinsandigen bis stark feinsandigen, tonigen Schluffen (lössführende Fließerden). Im Feldversuch nach DIN EN ISO 14 688-2:2013-12 wurden zuoberst halbfeste und zur Tiefe steifplastische und zum Teil auch weichplastische Abschnitte festgestellt. Weichere Abschnitte sind vermutlich auf verlehmte Schichten mit höherem Tonanteil zurückzuführen, da in diesen Schichten das versickernde Oberflächenwasser angestaut werden kann.

Die in den Feldversuchen ermittelten Zustandsformen werden durch die bodenmechanischen Laboruntersuchungen bestätigt (siehe Anlage 5). Die natürlichen Wassergehalte schwanken zwischen $w_{nat} = 12,0 - 22,7 \%$. Die Untersuchung der Konsistenzen (I_c) ausgewählter Bodenproben ergab folgende Ergebnisse:

RKS 1 / 2,0 – 3,0 m → $I_c = 1,18$ (halbfest), TL-Boden

RKS 3 / 2,7 – 4,0 m → $I_c = 0,90$ (steifplastisch), TL-Boden

RKS 6 / 3,0 – 5,0 m → $I_c = 1,48$ (fest), TL-Boden

RKS 8 / 2,0 – 4,0 m → $I_c = 1,17$ (halbfest), TL-Boden

RKS 9 / 3,0 – 5,0 m → $I_c = 0,87$ (steifplastisch), TL-Boden

RKS 11 / 2 – 4,5 m → $I_c = 0,84$ (steifplastisch), TL-Boden

RKS 13.1 / 1 – 2,7 m → $I_c = 1,0$ (halbfest), TA-Boden

RKS 13.1 / 2,7 – 5 m → $I_c = 0,67$ (weichplastisch), TL-Boden

Nach DIN 18 196 handelt es sich überwiegend um die **Bodengruppe TL** (leichtplastische Tone) und sehr untergeordnet um die **Bodengruppe TA** (ausgeprägt plastische Tone). Der TA-Boden in RKS 13.1 ist den holozänen Abschwemmmassen zuzuordnen.

Zum Lösen der quartären Böden gilt nach DIN 18 300:2015-08 der **Homogenbereich B** (nach alter Norm: Bodenklasse 4).

Die quartären Decklehme sind nicht vorkonsolidiert und weisen daher ein erhöhtes Luftporenvolumen auf. Hinsichtlich der Abtragung von Gebäudelasten sind sie relativ gering tragfähig und setzungsempfindlich.

Der tiefer anstehende Gipskeuper wurde mit den verhältnismäßig flachen Aufschlüssen nicht erreicht.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Ansatzhöhen der Sondierungen und die Schichtgrenzen von Auffüllungen zu quartären Lehmen aufgeführt. Die Sondertiefen waren auf 5 m beschränkt.

Tabelle 1: Tiefenlage der Schichtgrenzen in m und mNN

Sondier. Nr.	Ansatzhöhen	Grenze Auffüllungen / Quartär
RKS 1	211,87 mNN	Keine Auffüllung
RKS 2	212,71 mNN	Keine Auffüllung
RKS 3	208,35 mNN	Keine Auffüllung
RKS 4	211,25 mNN	ca. 0,6 m = 210,6 mNN
RKS 5	212,43 mNN	Keine Auffüllung
RKS 6	206,84 mNN	Keine Auffüllung
RKS 7	209,48 mNN	ca. 0,6 m = 208,9 mNN
RKS 8	208,87 mNN	Keine Auffüllung
RKS 9	203,96 mNN	Keine Auffüllung
RKS 10	202,60 mNN	Keine Auffüllung
RKS 11	201,09 mNN	ca. 0,4 m = 200,7 mNN
RKS 12	200,71 mNN	ca. 1,2 m = 199,5 mNN
RKS 13	199,25 mNN	ca. 0,5 m = 198,8 mNN
RKS 13.1	199,25 mNN	ca. 1,0 m = 198,2 mNN

4. Hydrogeologische Verhältnisse, Versickerung

Während bzw. nach Beendigung der Sondierarbeiten stellte sich nur in RKS 5 in 4,15 m Tiefe (= 208,28 mNN) und in RKS 13.1 in 4,29 m Tiefe (= 194,96 mNN) Schicht- und Grundwasser ein. Eine weitere Messung am 21.07.2025 zeigte jedoch, dass die Sondierungen RKS 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 bis in die Sondierentiefen trocken waren. Der Wasserstand in RKS 5 bestätigte sich nicht.

In RKS 13.1 hatte sich der Wasserstand auf 4,21 m Tiefe (= 195,04 mNN) eingestellt. RKS 4 + 8 waren zerstört und RKS 7, 11, 12 verstürzt.

Nach jetzigem Kenntnisstand ist nicht davon auszugehen, dass im Bereich von normalen Unterkellerungen von Gebäuden mit Grundwasser zu rechnen ist.

Wir weisen darauf hin, dass es sich nur um einen sehr kurzen Beobachtungszeitraum eines hydrologischen Jahres handelt und jahreszeitlich bedingte Schwankungen nicht erfasst werden können.

Sollte wider Erwarten Grundwasser in der Leitungszone vorhanden sein, muss verhindert werden, dass das Grundwasser drainiert und abgeleitet wird. In diesem Fall müssen im Abstand von 50 m Sperrriegel aus abdichtendem, bindigem Bodenmaterial oder Beton senkrecht zum Kanalverlauf angeordnet werden.

Die Angabe eines allgemeinen und verbindlichen Bemessungswasserstandes für das Bebauungsgebiet ist nicht möglich.

Im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens wurde aus 0,5 m Tiefe eine Stechzylinderprobe entnommen und eine Durchlässigkeitsbestimmung mit veränderlichem hydraulischem Gefälle durchgeführt.

Da es sich um eine oberflächennahe Beprobung handelt und der feinsandige Löss auch kleine Wurzeln aufwies, wurde ein gesteinsspezifischer Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5,75 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ bei einer Feuchtdichte von $1,871 \text{ g/cm}^3$ ermittelt.

Gemäß DIN 18 130 ist der quartäre Lehm für den oben angegebenen Wert als **"durchlässig"** zu beurteilen.

Wir weisen darauf hin, dass der k_f -Wert in starkem Maße von der Bodenstruktur abhängt und zur Tiefe infolge Verlehmungen stark verringert sein kann.

Wir empfehlen daher, eine ca. $2 \times 3 \text{ m}$ große Grube bis auf Höhe des Rückhaltebeckens ausheben und einen In-Situ-Test mit dem Doppelring-Infiltrometer nach der ASTM D3385-03 Standard-Testmethode und nach DIN 19 682 durchführen zu lassen, um den ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert bestätigen oder verifizieren zu können.

5. Bodenmechanische Kennwerte

In Abhängigkeit von den festgestellten Zustandsformen und Ausbildung der Bodenschichten gelten in Anlehnung an die DIN 1055 folgende Kennwerte.

Tabelle 2: Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Steifemodul

Bodenart	Wichte γ (kN/m ³) über Wasser	Wichte γ (kN/m ³) unter Wasser	Reibungswinkel φ in°	Kohäsion c' (kN/m ²)	Steifemodul E_s (MN/m ²)
<u>Auffüllungen</u>					
Schotterunterbau	19,5	10	35	0	---
Bindige Böden	19 - 20	9 - 10	25	2 - 5	---
<u>Quartär:</u>					
Schluff, feinsandig, schwach tonig (TL-Boden), weich:	20	10	27,5	0	4 - 5
steif:	20,5	10,5	27,5	2 - 4	6 - 8
halbfest:	21	11	27,5	5 - 7	8 - 10
Ton, schluffig (TA-Boden), halbfest:	20	10	22,5	20 - 25	8 - 10

Für verdichtet eingebautes Fremdmaterial, wie z.B. Bodenaustauschmassen (ohne hydraulische Bindung), sind folgende Kennwerte zugrunde zu legen.

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte für Fremdmaterial

Einbaumaterial	Wichte γ in kN/m ³	Reibungswinkel φ in°
Schottergemische	20	35
Kiesgemische	21	35 - 40
Siebschutt	20	32,5
Bindige Böden	20	25

Der Untergrund lässt sich nach DIN 18 300 und 18 196 folgendermaßen einteilen.

Tabelle 4: Bodengruppen, Frost- und Schrumpfempfindlichkeit

Bodenart	Boden- gruppen	Homogen- bereiche	Frostempfind- lichkeit	Schrumpf- gefahr
Auffüllungen				
Straßenunterbau	GX / GW / GU	A	F 1 + 2	keine
Bindige Auffüllung	TL / TM	A	F 3	groß
Quartär:				
Lössführende Fließerden:	TL	B	F 3	groß
Ton, ausgeprägt plastisch:	TA	B	F 3	groß

Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17

F 1 = nicht frostempfindlich

F 2 = gering bis mittel frostempfindlich

F 3 = sehr frostempfindlich

Bis in die Aufschlussendtiefen gelten zwei Homogenbereiche:

Homogenbereich A: Künstliche Auffüllungen

Homogenbereich B: Quartäre Lehme, umgelagerte Keuperböden

Tabelle 5: Homogenbereiche A + B

Nr.	Bodenart	Homogenbereich A	Homogenbereich B
1	Korngrößenverteilung	0,063 - 56 mm	0,063 - 1,0 mm
2a	Anteil Steine > 63 mm	< 1 %	< 1 %
2b	Anteil Blöcke > 200 mm	< 1 %	< 1 %
2c	Anteil große Blöcke > 630 mm	< 1 %	< 1 %
3	mineralogische Zusammensetzung der Blöcke	n.b.	n.b.
4	Wichte	$\gamma = 19,5 - 20 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 20 - 21 \text{ kN/m}^3$
5	Kohäsion	$c' = 0 - 5 \text{ kN/m}^2$	$c' = 0 - 25 \text{ kN/m}^2$
6	Undrainierte Scherfestigkeit	--	$c_u = 15 - 50 \text{ kN/m}^2$
7	Sensitivität	n.e.	n.e.
8	Wassergehalte	--	12,0 – 22,7 %
9	Konsistenz	--	weich, steif, halbfest, fest
10	Konsistenzzahl	--	$I_c = 0,67 - 1,48$
11	Plastizität	--	leicht + ausgeprägt plastisch
12	Plastizitätszahl	--	$I_p = 7,6 - 36,6 \text{ %}$
13	Durchlässigkeit	--	$k_f = 5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}^*$
14	Lagerungsdichte	mitteldicht	locker + mitteldicht
15	Kalkgehalt	n.e.	n.e.
16	Sulfatgehalt	n.e.	n.e.
17	Organischer Anteil	< 1 %	< 1 %
18	Benennung org. Böden	--	--
19	Abrasivität	n.e.	n.e.
20	Bodengruppe	GX / GW / GU, TM	TL + (TA)
21	Ortsübliche Bezeichnung	Künstliche Auffüllung	Quartäre Lehme Fließerden

n.e. nicht erforderlich, n.b. nicht bestimmbar/nicht bestimmt, * Erfahrungswerte

6. Wiederverwendbarkeit der anstehenden Böden

Die Kanalgrabenverfüllung kann mit dem vor Ort anstehenden Erdmaterial durchgeführt werden, wenn es ausreichende Verdichtungseigenschaften aufweist, ordnungsgemäß zwischengelagert **und eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln** durchgeführt wurde. Organisch geprägte Böden (z.B. Mutterboden) dürfen im Kanalgraben oder unter Straßen nicht wieder eingebaut werden. Aushubmassen, die für einen späteren Wiedereinbau vorgesehen sind, müssen zum Schutz vor Durchnässung durch Tagwasser auf Zwischendeponien / Mieten zusammengeschoben und mit Planen abgedeckt werden. Eine Lagerung auf lose zusammengeschobene Haufen ist nicht sinnvoll, weil hierbei das Bodenmaterial durch Tagwassereinflüsse einer starken Wasseraufnahme unterliegt und die Verdichtungsfähigkeit verloren geht.

Die im Untersuchungsgebiet erbohrten Böden sind grundsätzlich wiederverwendbar. Im Bereich der quartären Fließerden sind weiche, steife und halbfeste Konsistenzen festzustellen, die bei dynamischer Verdichtung zum Aufweichen neigen und dann nicht mehr verdichtbar sind. Weiterhin besteht die Gefahr, dass das ausgehobene bindige Material nach längerem Liegen zu stark durchnässt und dann nicht mehr verdichtbar ist.

Wir empfehlen, für bindiges Aushubmaterial Stabilisierungsmaßnahmen in die Ausschreibung aufzunehmen. Sehr gut geeignet sind Weißfeinkalk-Zement-Gemische (z.B. 50 : 50 %). Die Zugabemenge richtet sich nach den tatsächlich vorhandenen, natürlichen Wassergehalten zum Zeitpunkt der Bearbeitung. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann die Bindemittelmenge in den anstehenden Böden großenordnungsmäßig mit **10 – 15 kg/m²** bei einer Frästiefe von etwa 0,4 m angegeben werden. Durch Tagwassereinflüsse kann für Schluffe die Bindemittelmenge deutlich auf bis zu 20 kg/m² bei 0,4 – 0,45 m Frästiefe ansteigen.

Für die oberflächennah anstehenden, halbfesten Schluffe kann die Zugabemenge mit ca. **7 – 10 kg/m²** bei 0,4 m Frästiefe angegeben werden. **Allerdings muss dann Wasser aufgesprüht werden.** Werden die halbfesten Schluffe nicht konditioniert, besteht die Gefahr des Aufweichens bei der dynamischen Bearbeitung.

7. Angaben zu Kanal- und Straßenbauarbeiten

7.1 Kanalbauarbeiten

Die Kanalgräben können bei ausreichendem Platzangebot frei geböscht werden. Bis Kanalgrabentiefen < 1,25 m kann senkrecht, ab $\geq 1,25$ m Tiefe muss geböscht oder verbaut werden. In mindestens steifplastischen und halbfesten, bindigen Böden gilt ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$. In künstlichen Auffüllungen und in weichplastischen Böden ist ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ erforderlich.

Die Böschungsköpfe neben den Kanalgräben dürfen im Abstand von 1,5 m nicht belastet werden (kein Aushubmaterial, Container, Baumaterial etc.) und die Böschungshöhen müssen kleiner 5 m sein. Für Böschungshöhen > 5 m sind Standsicherheitsnachweise zu führen. Die Grabensohlen werden zwischen 3,5 – 4,1 m tief liegen. Bis ca. 3 – 4 m Tiefe kann ein sogenannter fortschreitender Kammerplattenverbau zur Grabensicherung ausgeführt werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß RStO 12 in der **Frosteinwirkungszone 1**.

Vermutlich binden die Kanäle maximal bis in 4 m Tiefe unter bestehendem Gelände ein. Nur in den Straßenanschlussbereichen steht steiniges und bindiges Material des Homogenbereiches A an. Im überwiegenden Teil der Fläche liegen die quartären Lehme des Homogenbereiches B vor. Nach alter Norm handelt es sich um die Bodenklassen 3 + 4.

Die bindigen und feinsandigen Böden im Untersuchungsgebiet sind sehr nasseempfindlich. Auskofferungs- und Verdichtungsarbeiten sind bei nasser Witterung zu unterlassen.

Die Verdichtungsanforderungen für Grabenverfüllungen werden für die nachfolgenden Bereiche gemäß ZTV E-StB 17 wie folgt angegeben:

Bereich	Bodengruppen	Procordichte
Planum bis 0,5 m unter Planum	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST GU*; GT*, SU*, ST*, U, T	100 % 97 %
0,5 m unter Planum bis Leitungszone	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST GU*; GT*, SU*, ST*, U, T	97 % 97 %

Auf 150 m Leitungsgrabenlänge sind 3 Verdichtungskontrollen pro m Grabentiefe nötig. Die direkte Verdichtungskontrolle kann nur mit dem materialspezifischen Proctorwert erfolgen. Dies bedeutet, dass vom vorgesehenen Einbaumaterial (z.B. gekalkter Lehm oder Vorsiebmaterial oder bindiger/steiniger Aushub) ein Proctorversuch nach DIN 18 127 ausgeführt werden muss.

Dabei ist wichtig, dass der Proctorversuch mit rein bindigem Material auf rein bindige Böden bzw. Proctorversuche mit bindig-steinigem Material auf gemischtkörnige Böden bezogen werden müssen. Die Kontrolle muss anschließend wiederum als Raumdichtebestimmung nach DIN 18 125 mit Stechzylindern für rein bindige Böden oder mit z.B. Densitometern (Ballonverfahren) für steinige Böden erfolgen.

Auf der Oberkante der Grabenverfüllung (Erdplanum) muss unter befestigten Flächen nach ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von **$Ev_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$** nachgewiesen werden, damit ein Regelaufbau nach RStO 12 ausgeführt werden kann. Der Nachweis erfolgt über statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134-300.

7.2 Straßenbauarbeiten

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß RStO 12 in der **Frosteinwirkungszone 1**. Die oberflächennah anstehenden, quartären, bindigen Böden sind der **Frostempfindlichkeitsklasse 3** zuzuordnen.

Wir gehen davon aus, dass die neuen Straßen der **Straßenkategorie ES V** (Wohnstraße) und den **Belastungsklassen Bk0,3 – Bk1,0** zuzuordnen sind.

Bei der Bemessung der Schichtdicken ist sowohl die Tragfähigkeit als auch die Frostsicherheit zu gewährleisten. Daraus resultiert für die Frostempfindlichkeitsklasse 3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus bei den Belastungsklassen Bk0,3 – 1,0 von **0,5 – 0,6 m**, unabhängig vom Tragverhalten des Untergrundes.

Gemäß ZTV E-StB 17 muss auf dem bindigen Planum ein Verformungsmodul von **$Ev_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$** nachgewiesen werden.

Dies ist hierzulande in der Regel für bindige Böden ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen kaum möglich. Nur durch die Stabilisierung mit Kalk-Zement-Gemischen (z.B. Dorosol oder Stabigil) bzw. Bodenaustausch in entsprechender Mächtigkeit mit Grobschotter kann dieser Wert erreicht werden.

Wird ein Bodenaustausch in Erwägung gezogen, sollten zur Festlegung der erforderlichen Mächtigkeit Versuchsfelder an Ort und Stelle angelegt werden.

Auf dem fertigen, bindigen oder verbesserten Unterbau sind 3 Lastplattendruckversuche je 5.000 m² zu erbringen.

Nach RStO 12 muss auf der Frostschutzschicht von Straßen der Belastungsklasse Bk1,0 ein Verformungsmodul **$Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$** nachgewiesen werden.

Wird auf der Frostschutzschicht noch eine Schottertragschicht eingebaut, muss für die Belastungsklasse Bk1,0 auf der Schottertragschicht ein Verformungsmodul **$Ev_2 \geq 150 \text{ MN/m}^2$** nachgewiesen werden.

Für Straßen der Belastungsklasse Bk0,3 muss auf der Frostschutzschicht der Verformungsmodul mit **$Ev_2 \geq 100 \text{ MN/m}^2$** erreicht werden. Wird auf der Frostschutzschicht noch eine Schottertragschicht eingebaut, muss für die Belastungsklasse Bk0,3 auf der Schottertragschicht ein Verformungsmodul **$Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$** nachgewiesen werden.

Die Verdichtungskontrollen sind mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134-300 durchzuführen. Dabei können die Tragfähigkeit (Ev_2 in MN/m^2) als auch die erreichte Verdichtung (dimensionsloses Verhältnis Ev_2 / Ev_1) ermittelt werden.

Auf dem Schottertragschichtplanum sind mindestens 3 Verdichtungskontrollen je 4.000 m^2 jedoch alle 100 m zu erbringen.

8. Angaben zu Gebäudegründungen

Die Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet sind relativ homogen. Die quartären Lehme stehen bis in Tiefen > 5 m unter jeweilige Ansatzhöhe an und weisen zur Tiefe bereichsweise weich- und steifplastische Zustandsformen (RKS 13.1) und geringe Tragfähigkeiten auf. Allerdings ist das Erkundungsnetz sehr grobmaschig und die Erkundungstiefe für Bauwerksgründungen gemäß DIN 4020:2003-09 nicht ausreichend tief. Eine allgemein verbindliche Angabe zu Sohldrücken und Sohlwiderständen für Gebäudegründungen ist daher nicht möglich. Aus gutachterlicher Sicht raten wir zu bauwerksbezogenen Baugrunduntersuchungen, um die Belange hinsichtlich ausreichender Tragfähigkeit und eventuellen Schichtwasserzutritten hinreichend untersuchen und klären zu können.

Grundsätzlich sind alle Gebäudefundamente in Schichten gleicher Ausbildung und Zustandsformen zu gründen. Die Fundamente müssen mittig und lotrecht belastet werden. Bei außermittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche A auf die Teilfläche A' zu verkleinern, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist.

Für benachbarte Fundamente in unterschiedlichen Tiefen ist ein Abtreppungswinkel von $\beta \leq 30^\circ$ aus der Horizontalen anzusetzen (Lastabtragungswinkel).

Die anstehenden Böden sind schrumpfempfindlich. Dieser Aspekt muss insbesondere für flachgründende oder nicht unterkellerte Bauwerke berücksichtigt werden. Die Außenfundamente sollten mindestens 1,4 – 1,5 m unter fertige Geländehöhe eingebunden werden.

Da Bäume dem Untergrund auch in größerer Tiefe Wasser entziehen und so Schrumpfsetzungen verursachen können, sollten sie nicht direkt neben Gebäuden gepflanzt werden. Wir empfehlen einen Abstand von 8 – 10 m einzuhalten.

9. Baugrubensicherung

Bei ausreichendem Abstand zu Straßen und Wegen können für Baugruben freie Böschungen angelegt werden. In bindigen, gewachsenen, steifplastischen und halbfesten Böden kann ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ ausgebildet werden. Innerhalb von künstlichen Auffüllungen und weichplastischen Böden ist nur ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ zulässig.

Bei nicht ausreichendem Platz zum Anlegen freier Böschungen, sind entweder verformungsarme Verbauten (z.B. Trägerbohlverbau) oder Spritzbetonsicherungen in Erwägung zu ziehen. Müssen Rückverankerungen oder Erdnägel in die betroffenen Nachbargrundstücke eingebracht werden, muss hierfür die Zustimmung der Eigentümer eingeholt werden.

Die Böschungswände freier Böschungen sind nach Fertigstellung der Baugrube mit witterbeständiger Folie abzuhängen. Die Böschungsköpfe dürfen im Abstand von mindestens 1,5 m nicht belastet werden, d.h. Aushub- oder Baumaterial, Container etc. müssen in ausreichendem Abstand gelagert werden.

Für Kranaufstandsflächen gilt ein Lastabtragungswinkel von $\beta \leq 30 - 35^\circ$. Liegen die Kranaufstandsflächen nahe an der Böschung, sind mindestens die bösungsseitigen Aufstandsflächen in die Baugrubensohle einbindend tieferzugründen.

10. Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung

Zum Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung bzw. kapillar aufsteigende Grundfeuchte gelten die Bestimmungen der **DIN 4095** (Drainung erdberührter Bauwerke) und **DIN 18 533-1:2017 Klasse W1.2-E** (Bauwerksabdichtungen, Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser mit Drainung).

Diese Norm gilt für Gebäude, die oberhalb eines Grundwasserstandes bzw. oberhalb von Bemessungswasserständen gründen. Nach jetzigem Kenntnisstand ist nicht mit bauwerksrelevantem Grundwasser zu rechnen. Bauwerksbezogene Untersuchungen sind anzuraten.

Folgende Maßnahmen sollten generell ergriffen werden:

- Auf den Baugrubensohlen ist die Auslegung eines Geotextils (Vlies GRK 3) zu empfehlen.
- Unter den erdberührten Bodenplatten ist eine kapillarbrechende Filterschicht in einer Mächtigkeit von mindestens 0,15 m erforderlich. Als kapillarbrechendes Filtermaterial ist Schotter oder Kies der Körnungen 2/32 mm oder 2/45 mm vorzusehen.
- Vor dem Gießen der Bodenplatten muss eine PE-Folie zum Schutz der Filterschicht vor einsickernden Zementschlämmen ausgelegt werden.
- Darf Drainagewasser in den öffentlichen Kanal abgegeben werden, können rückspülbare und rückstaufreie Ringdrainagen DN 100 mit Kontrollschrächten DN 300 an den Knickpunkten (Richtungswechsel) ausgeführt werden. Die Oberkante der Ringdrainage kann am Hochpunkt der Drainage 10 cm unter der Oberkante Rohfußboden liegen.

Das Gefälle der Drainage ist mit 0,5 - 1 % vorzugeben.

- Die Drainage darf nicht im Lastausbreitungsbereich der Fundamente liegen. Gegebenenfalls müssen die Fundamente tiefer eingebunden werden.
- Auf einen wirkungsvollen Nässeeschutz der erdberührten Außenwände gemäß DIN 18 195 ist besonderer Wert zu legen. Hierfür können alle nach DIN 18 195 zulässigen Materialien verwendet werden.

Werden die geplanten Gebäude nach Stand der Technik mit einer Drainage versehen, muss das eventuell episodisch oder periodisch auftretende Drainagewasser versickert werden. Dies kann durch den Einbau von nach unten offenen Kontrollschrächten z.B. DN 1.000 mm erfolgen. Die Kontrollschrächte müssen so dimensioniert werden, dass sie als eine Art Puffer dienen und das Wasser langsam abgeben können. Ein Notüberlauf vom Sickerschacht zum Kanal sollte vorgesehen werden (muss von der Stadt genehmigt sein).

Wenn ein Trennsystem ausgeführt wird, kann das nicht versickerte Drainagewasser mit Zustimmung der Stadt Leingarten eingeleitet werden.

Voraussetzung für die Funktionalität ist jedoch, dass eine Versickerung von Oberflächenwasser oder gezielte Ableitung von Dachflächenwasser in die Arbeitsräume der Häuser vermieden wird.

11. Erdbebensicherheit

Leingarten liegt gemäß DIN 4149 (April 2005) außerhalb von Erdbebenzonen.

12. Schlussbemerkungen

Die im vorliegenden Gutachten beschriebenen Untergrundverhältnisse wurden auf Grundlage von 13 Rammkernsondierungen, Feldversuchen nach DIN EN ISO 14 688-2:2013-12, bodenmechanischen Untersuchungen nach DIN 17 892-1 und DIN 17 892-12 sowie der Bewertung der Böden nach bestem Wissen und örtlicher Erfahrung beurteilt.

Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen zum Zeitpunkt der Untersuchungen im Juni / Juli 2025. Bei Interpolationen zwischen den Untersuchungsstellen können geologisch und hydrogeologisch bedingte Abweichungen auftreten. In den quartären Lehmen wurde nur in RKS 13.1 im Südosten in ca. 4,21 m Tiefe Grundwasser festgestellt. Sollte eventuell mit den Kanalgräben bereichsweise in das Grundwasser eingegriffen werden, sind Längsläufigkeiten des Grundwassers in Kanälen durch den Einbau von Sperrriegeln zu unterbinden.

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben ersetzen keine bauwerksbezogenen Baugrunduntersuchungen, da die Untersuchungsabstände zu groß und die Untersuchungstiefen für Bauwerke zu gering sind.

Eine gezielte Versickerung von Oberflächen- und Dachflächenwasser ist in den quartären Decklehmen wegen der geringen Durchlässigkeit kaum bzw. nur über große Retentionsflächen möglich. Die Ermittlung der gesteinsspezifischen Durchlässigkeit im Südosten mit einem Durchlässigkeitsversuch im Stechzylinder ergab eine relativ gute Durchlässigkeit von $k_f = 5,75 \times 10^{-5}$ m/s. Sollte das Rückhaltebecken tiefer einbinden als 0,5 m unter jetzigem Gelände, empfehlen wir, einen genaueren In-Situ-Versuch mit dem Doppelring-Infiltrometer durchführen zu lassen.

Die Angabe der Homogenbereiche ersetzt nicht das Aufmaß in der Baugrube. Treten bei der Einstufung des Untergrundes hinsichtlich der Konsistenzen und der Bodenklassen Unklarheiten auf, ist der Gutachter hinzuzuziehen.

Die chemischen Untersuchung an Schwarzdeckenproben, Schotterunterbau und anstehendem Boden sind Gegenstand eines gesonderten Berichtes.

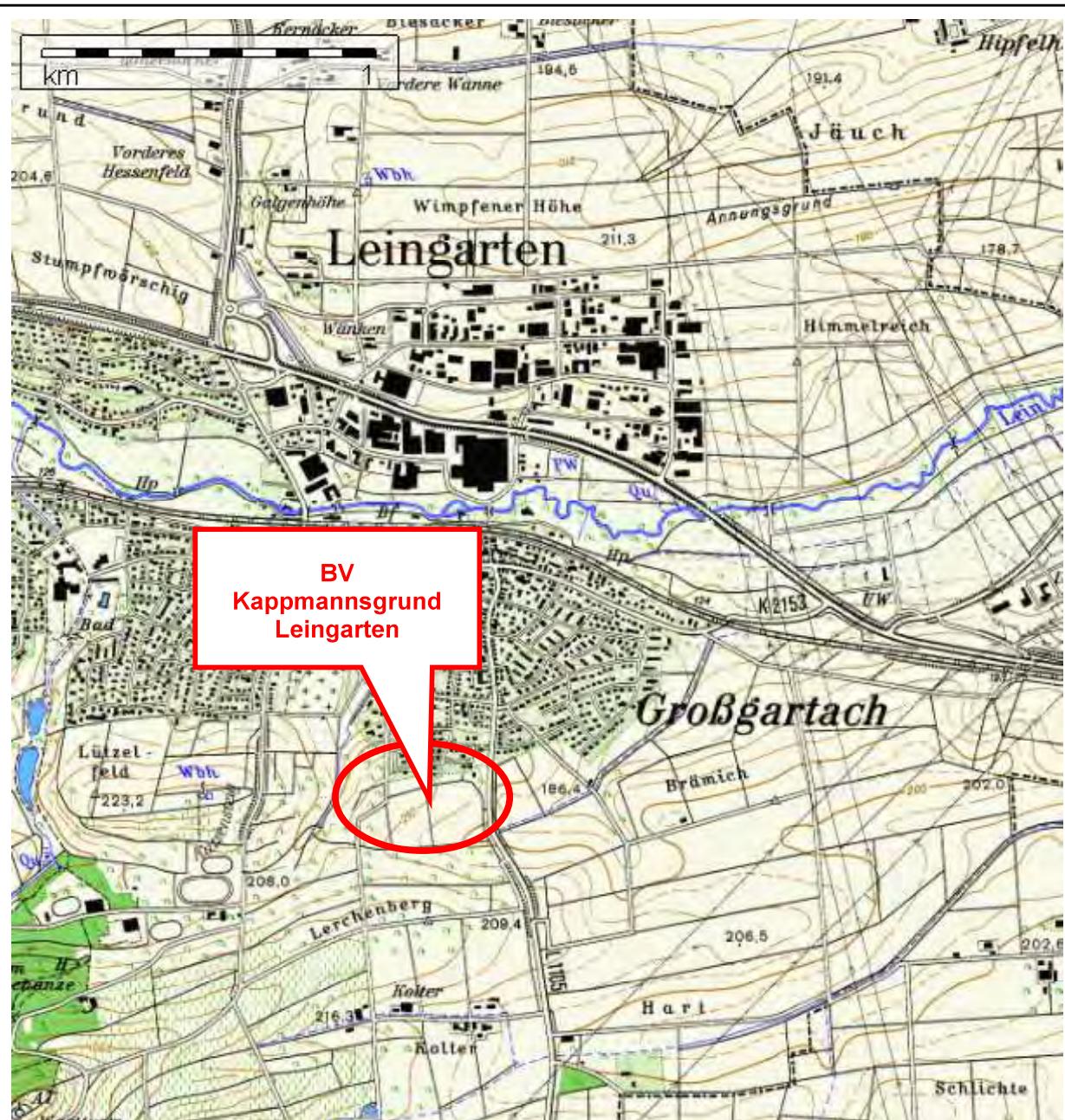
Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsarbeiten noch Fragen ergeben, stehen wir für deren Beantwortung gerne zur Verfügung.

Bietigheim-Bissingen, den 21.07.2025

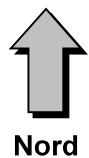


Dipl.-Geol. Ekkehard Marx

13. Anlagen



©MagicMaps GmbH, www.magicmaps.de



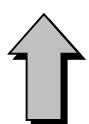
Projekt:	BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten	
Darstellung:	Übersichtsplan mit Lage des Untersuchungsgeländes Ausschnitt aus TK-Blatt "6820 Schwaigern"	
Anlage:	1.1	
Gezeichnet:	tz	
Projekt-Nr.:	P-8241	 <p>Geotechnik Südwest</p> <p>Baugrund • Altlasten • Hydrogeologie</p> <p>Telefon 07142 9023-0 info@geo-sw.de www.geo-sw.de</p>



Google Earth

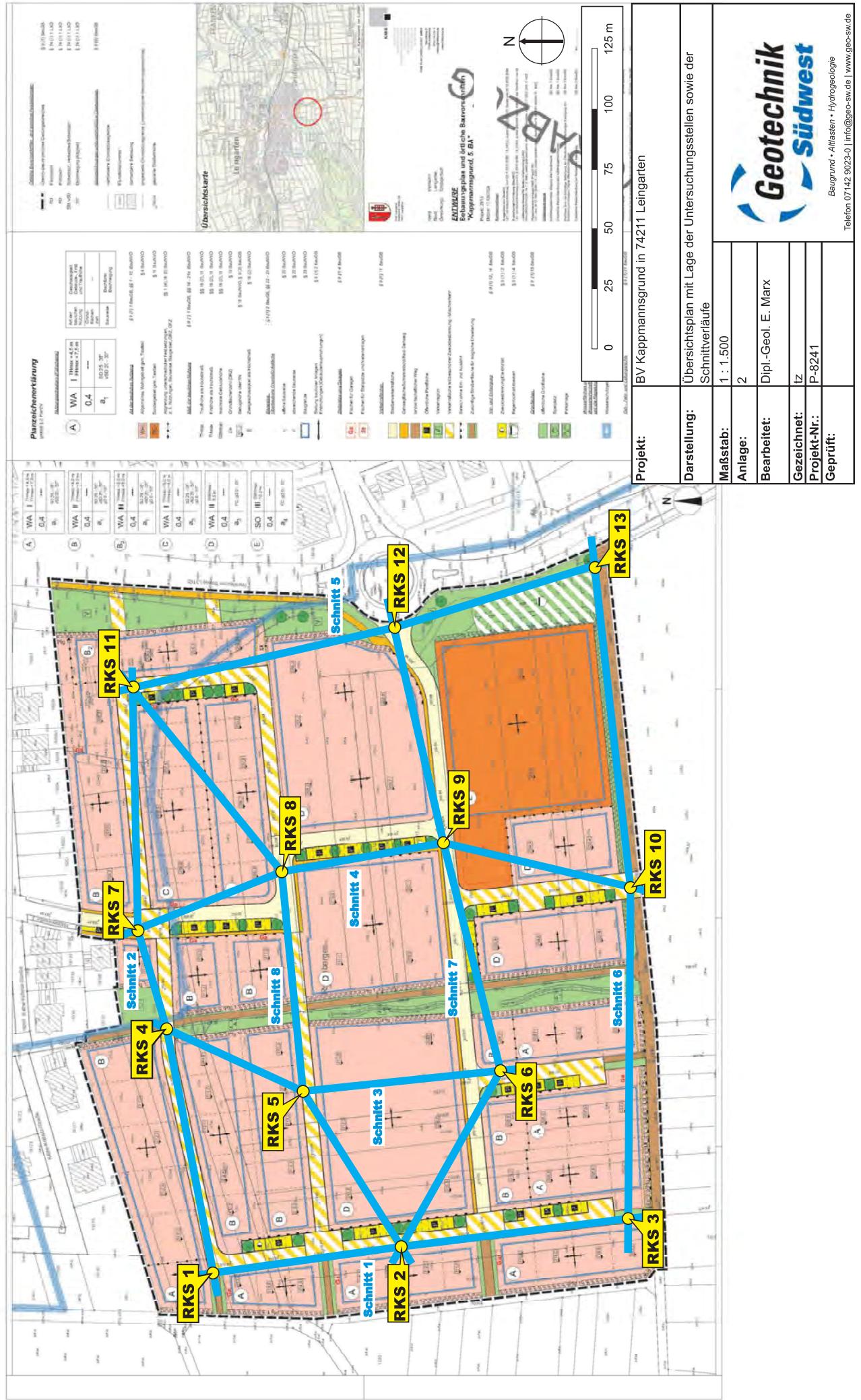
©2020 GeoBasis-DE/BK G

©2020 Google



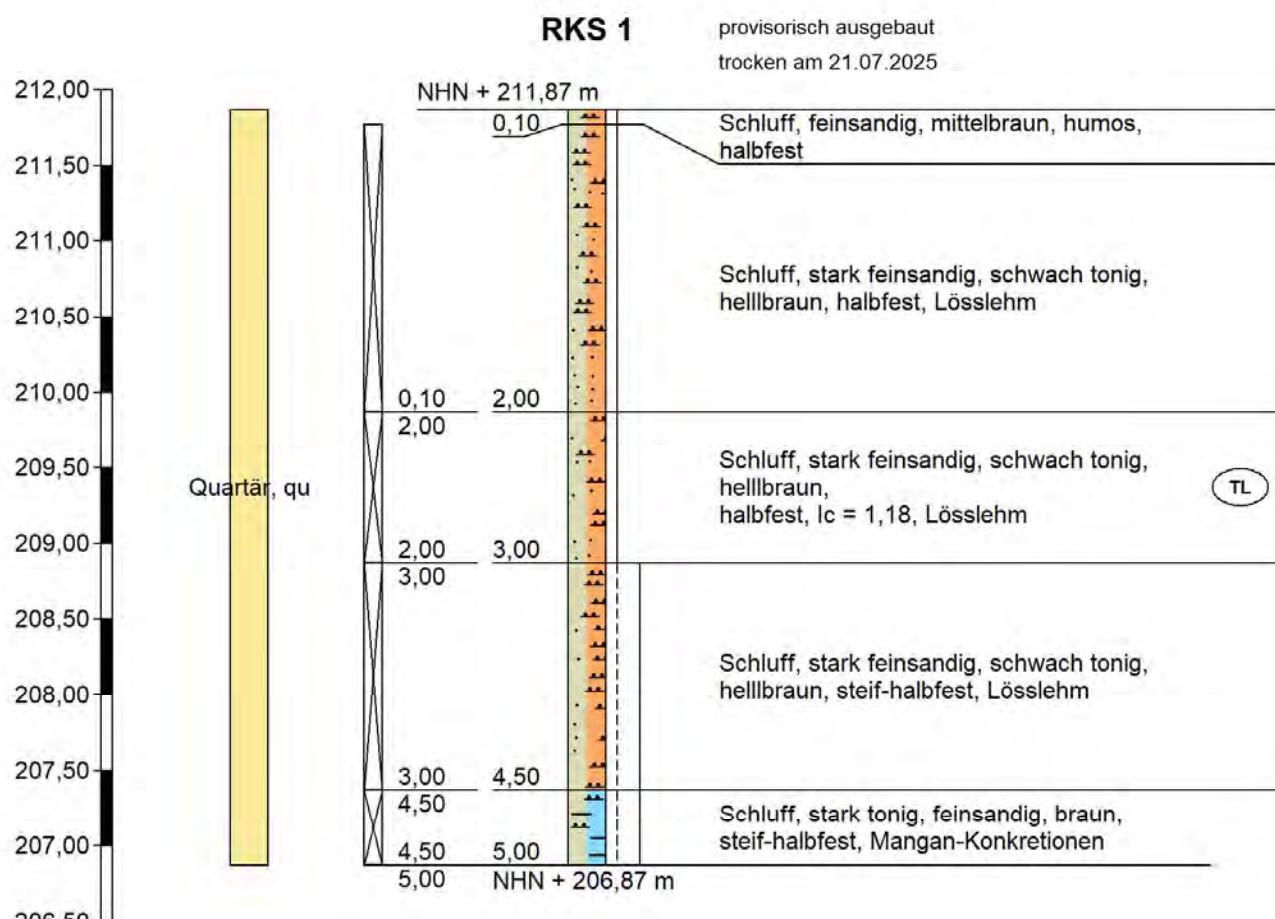
Nord

Projekt:	BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten	
Darstellung:	Übersichtsplan Ausschnitt aus Google-Earth	
Anlage:	1.2	
Gezeichnet:	tz	
Projekt-Nr.:	P-8241	 Geotechnik Südwest <small>Baugrund • Altlasten • Hydrogeologie</small> Telefon 07142 9023-0 info@geo-sw.de www.geo-sw.de



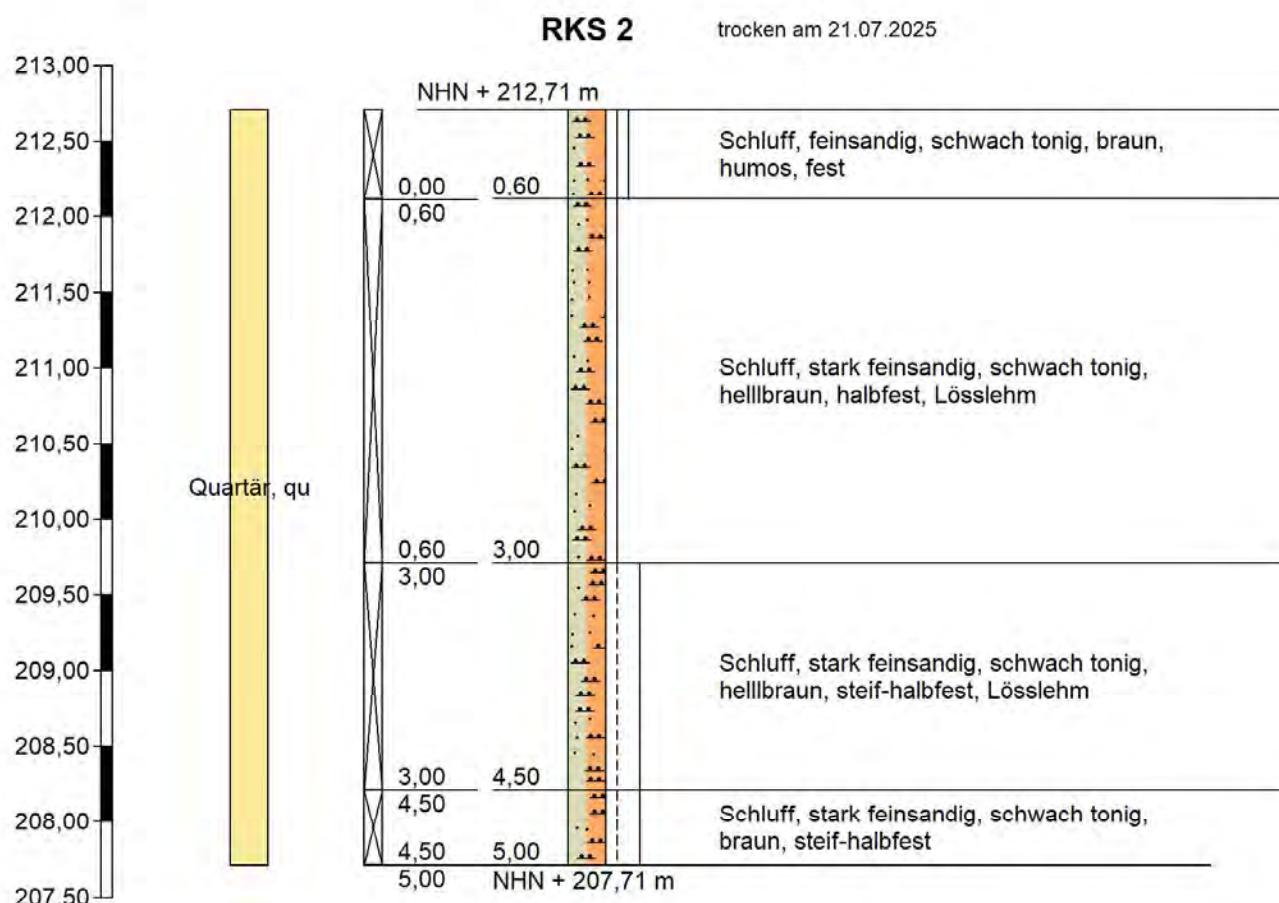
Geotechnik Südwest Im Weilerlen 10 74321 Bietigheim-Bissingen	Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Anlage 3.1 Datum: 02.07.2025 Bearb.: Molhem/Tzoutzi Projektnummer: P-8241
--	--	--

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



Höhenmaßstab 1:50

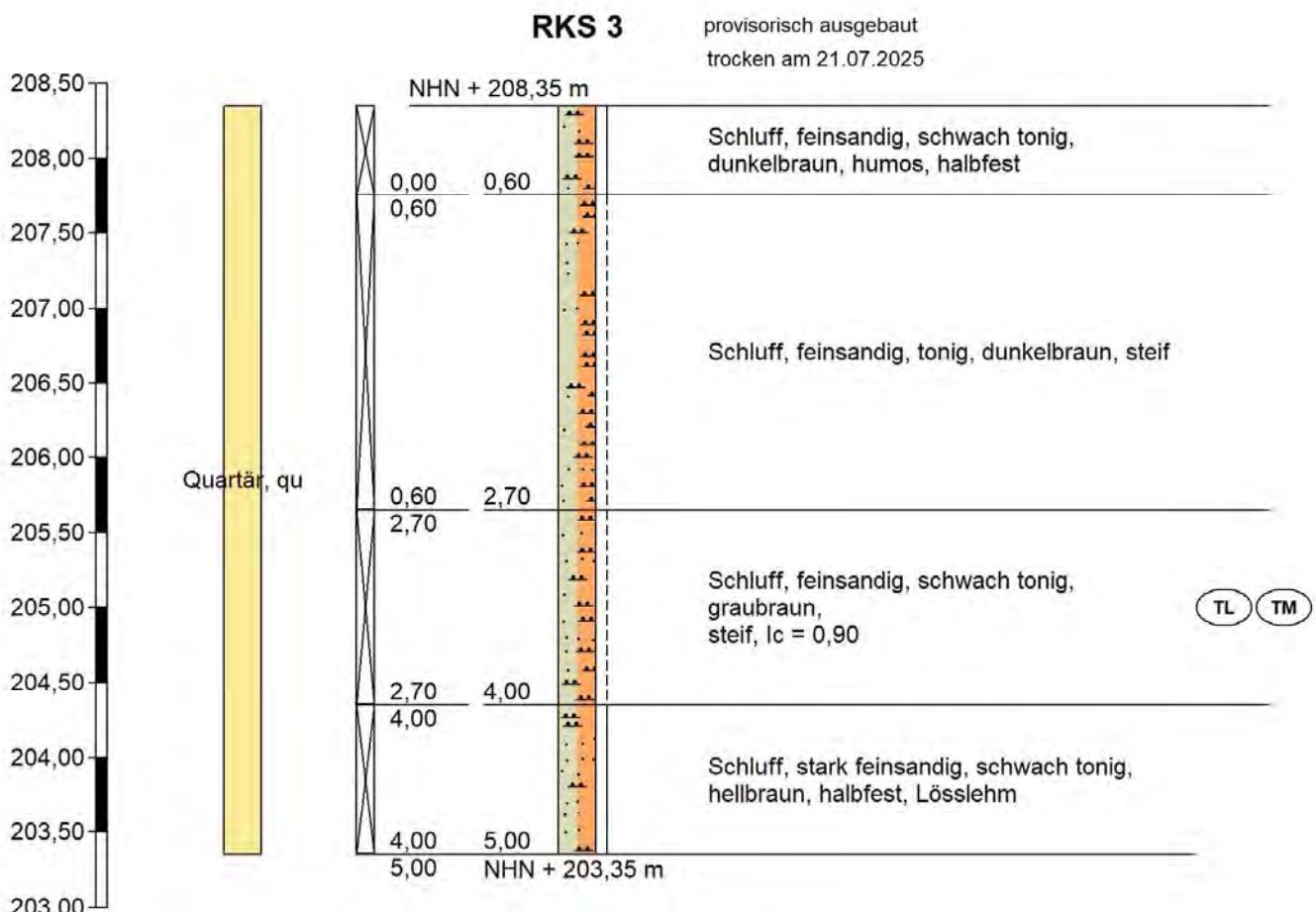
BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



Höhenmaßstab 1:50

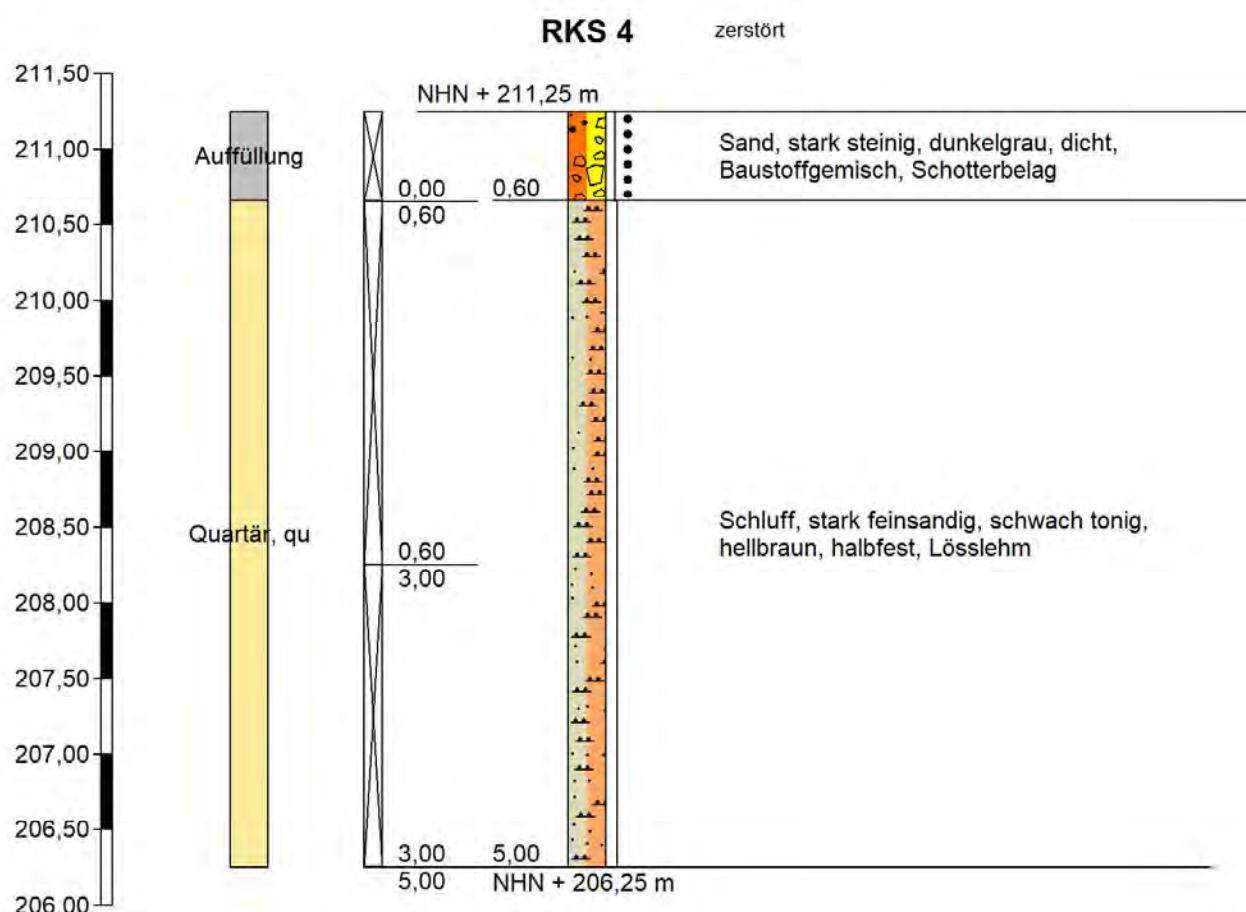
Geotechnik Südwest Im Weilerlen 10 74321 Bietigheim-Bissingen	Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Anlage 3.3 Datum: 02.07.2025 Bearb.: Molhem/Tzoutzi Projektnummer: P-8241
--	--	--

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



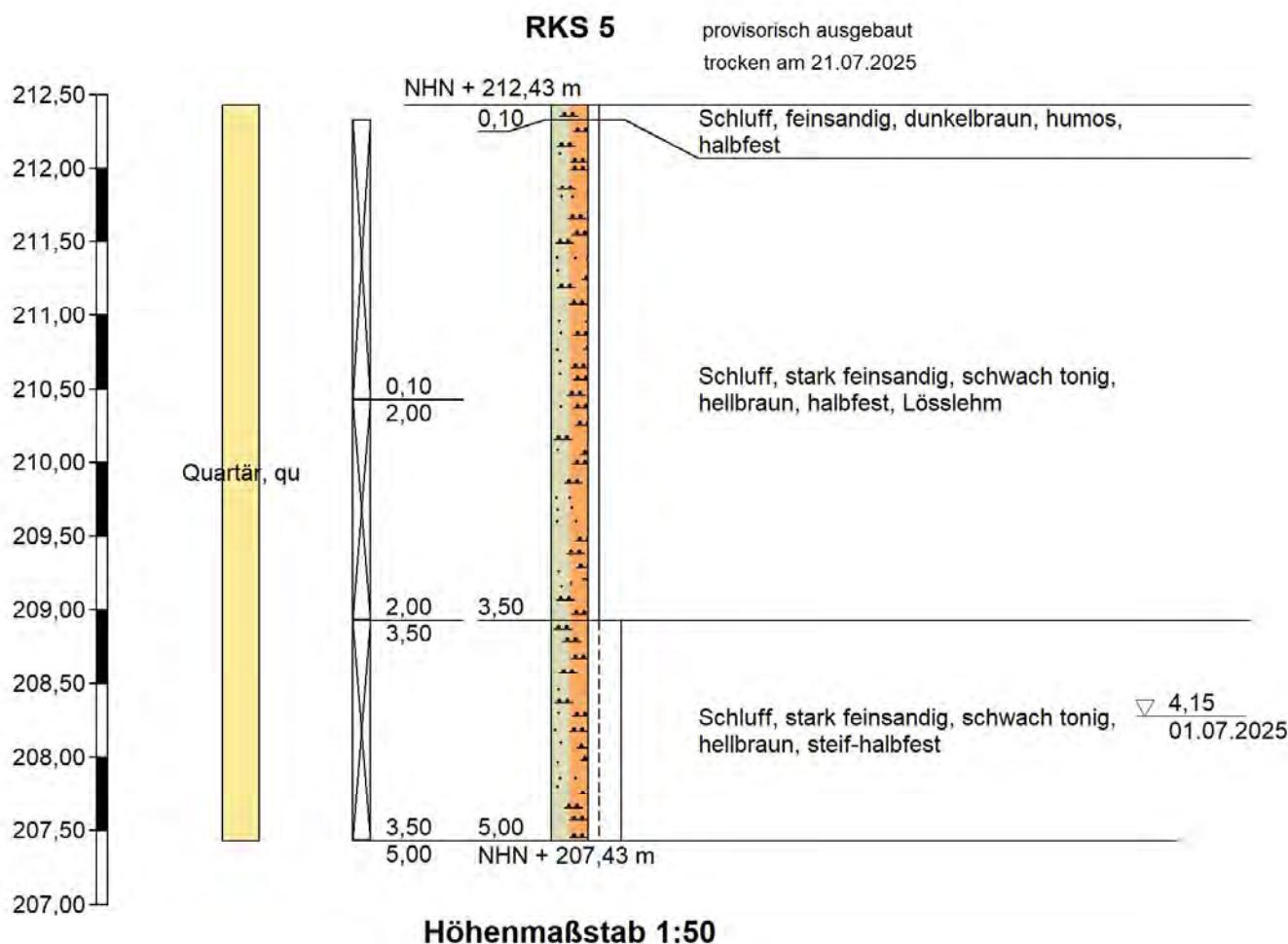
Höhenmaßstab 1:50

BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten



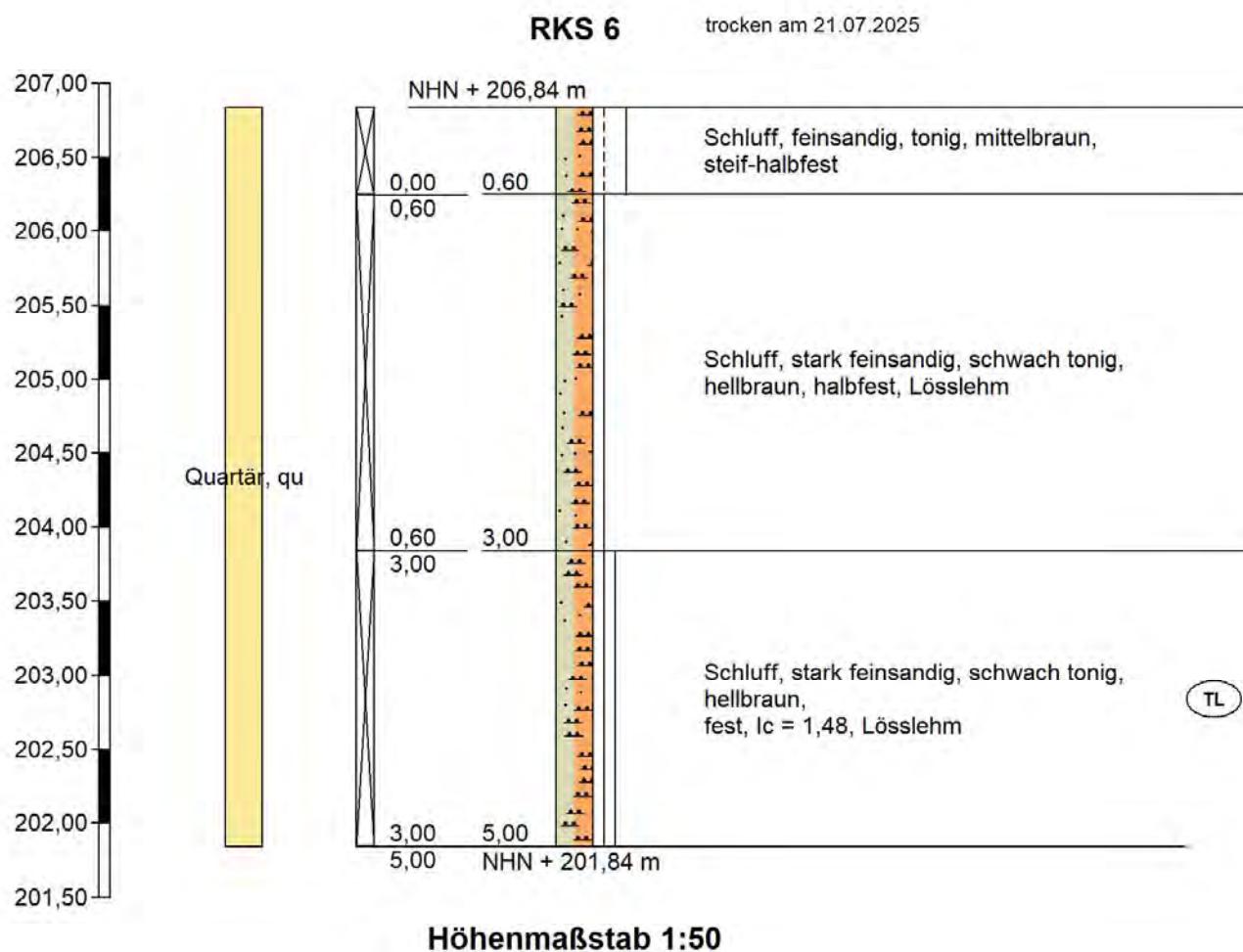
Höhenmaßstab 1:50

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



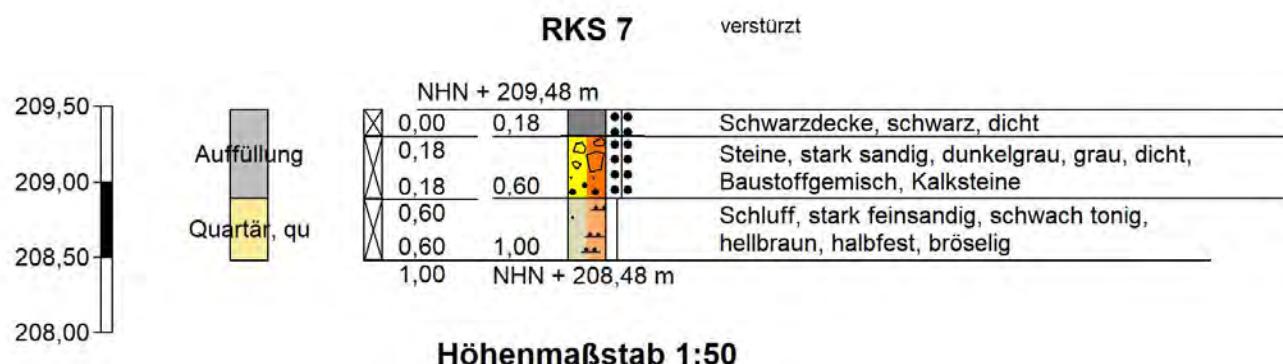
Geotechnik Südwest Im Weilerlen 10 74321 Bietigheim-Bissingen	Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Anlage 3.6 Datum: 30.06.2025 Bearb.: Wink/Tzoutzi Projektnummer: P-8241
--	--	--

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten

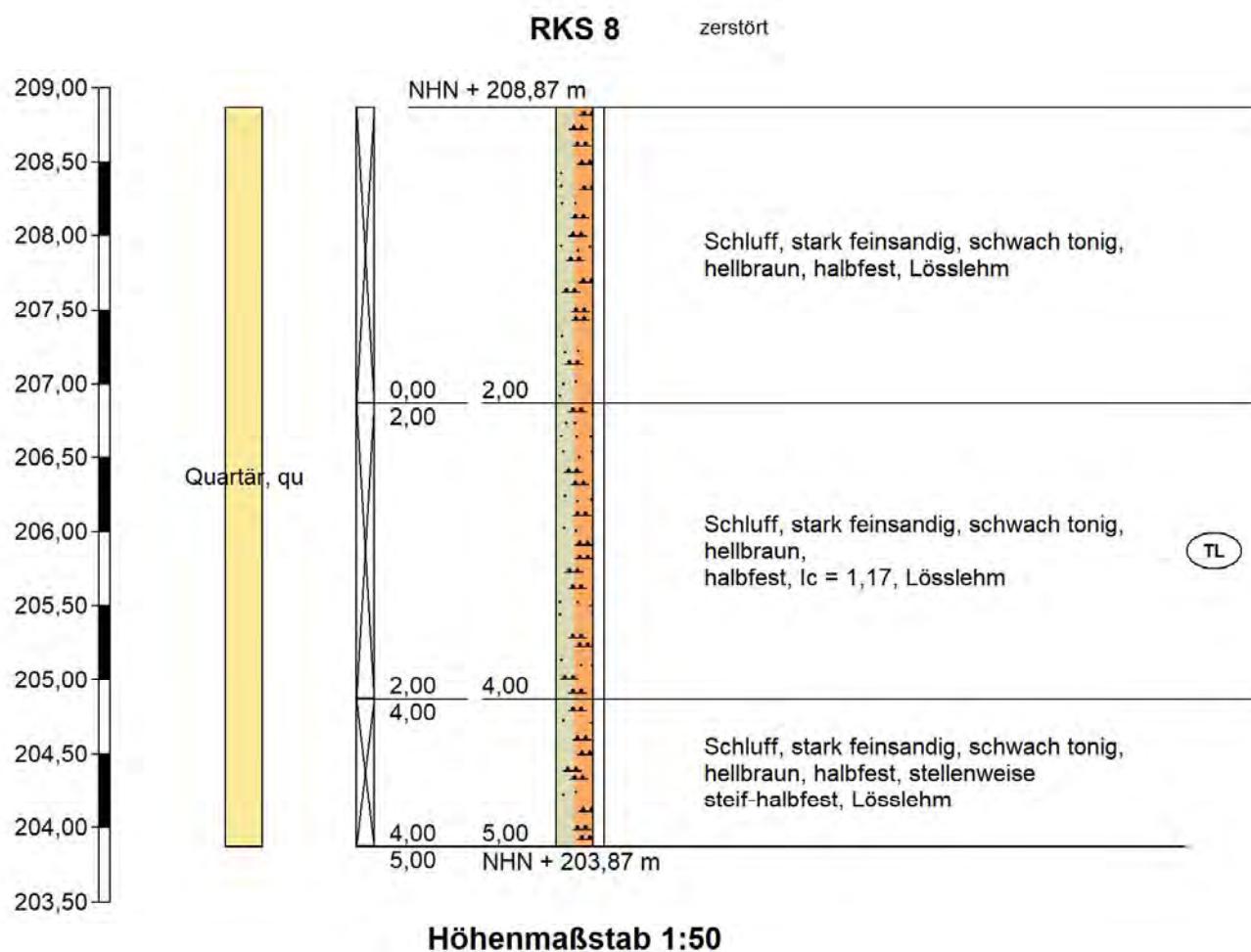


Geotechnik Südwest Im Weilerlen 10 74321 Bietigheim-Bissingen	Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Anlage 3.7 Datum: 30.06.2025 Bearb.: Wink/Tzoutzi Projektnummer: P-8241
--	--	--

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



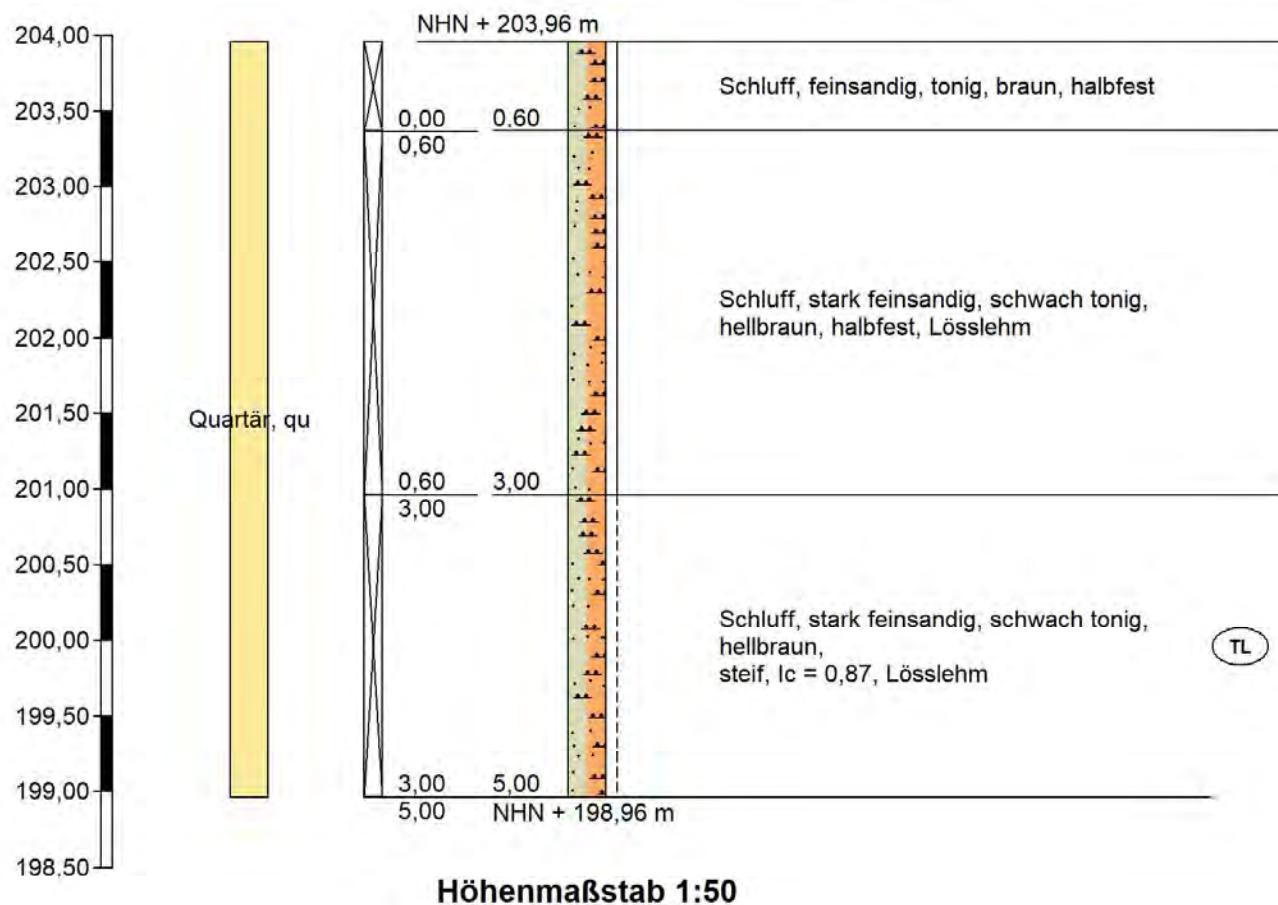
BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



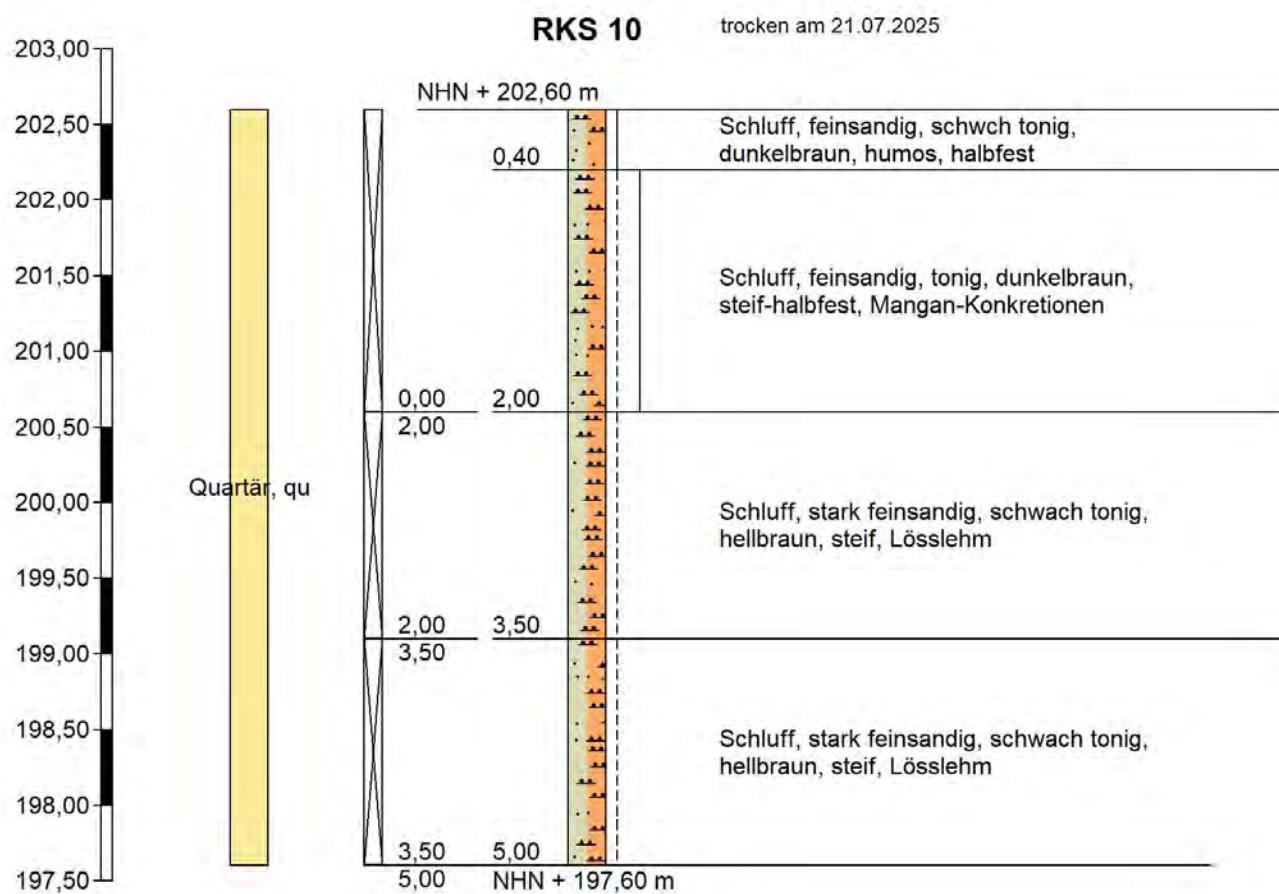
BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten

RKS 9

trocken am 21.07.2025

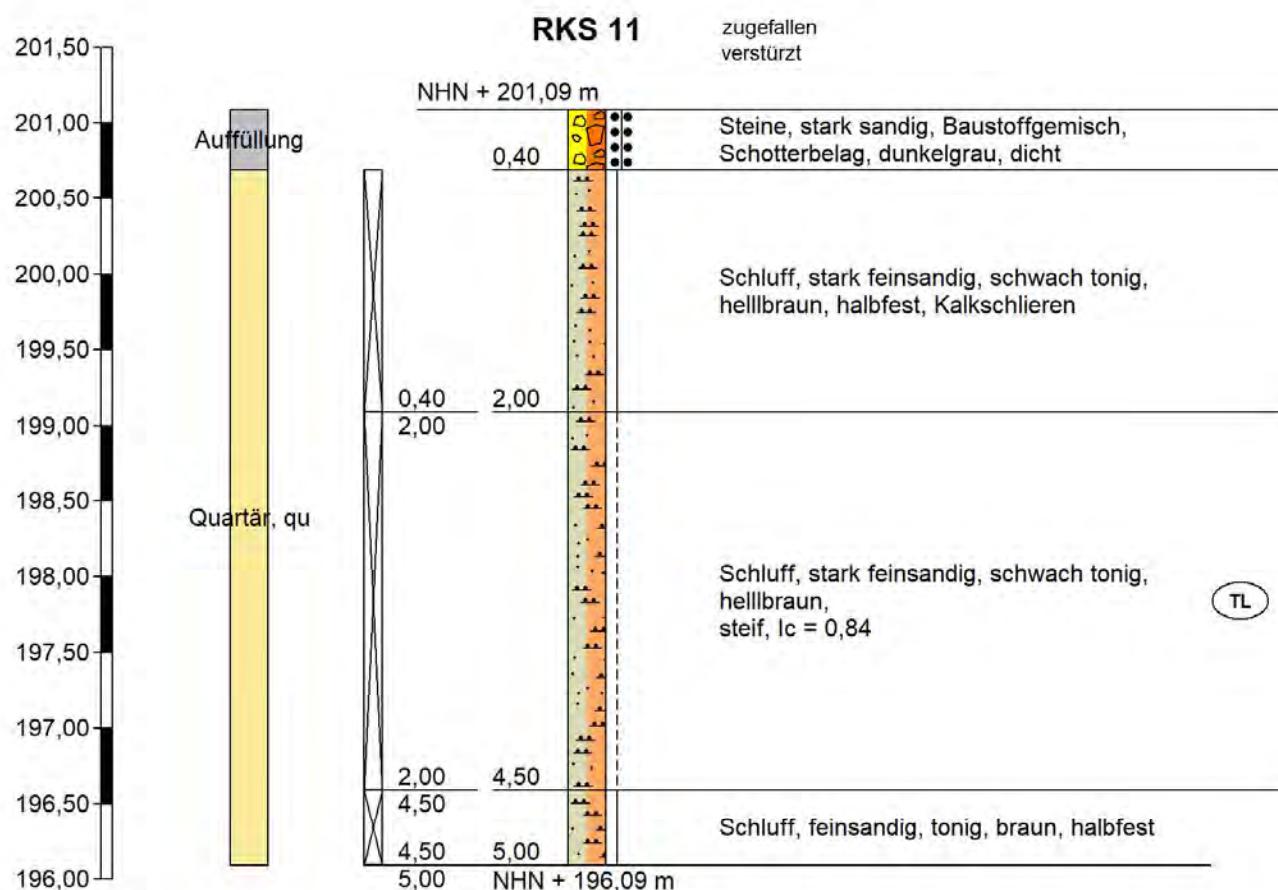


BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten

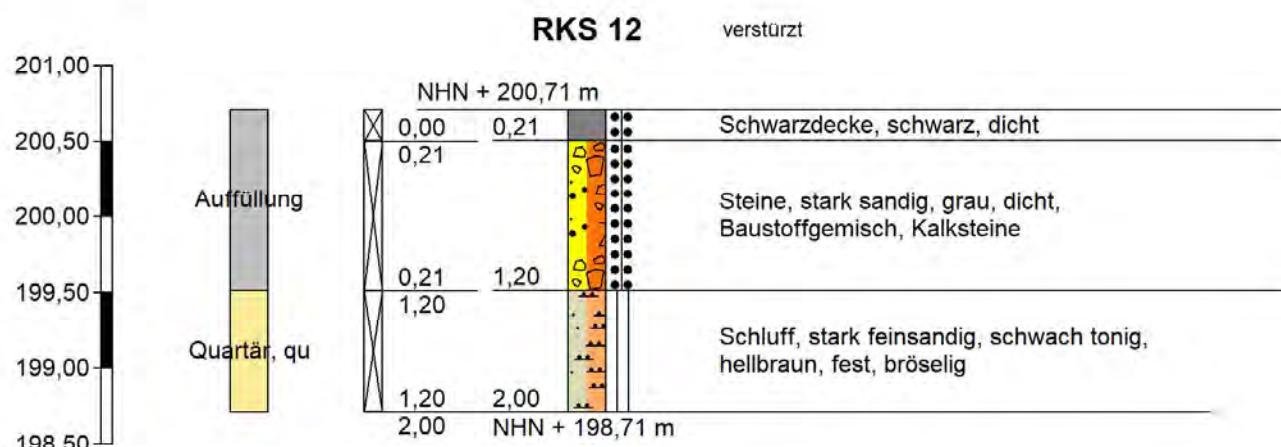


Höhenmaßstab 1:50

BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten



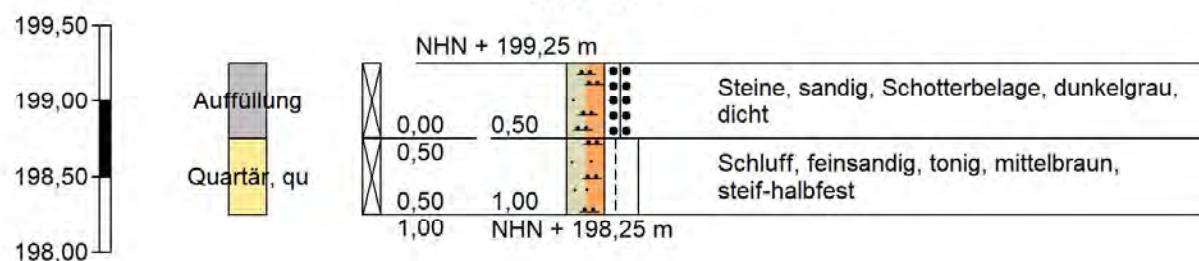
BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten



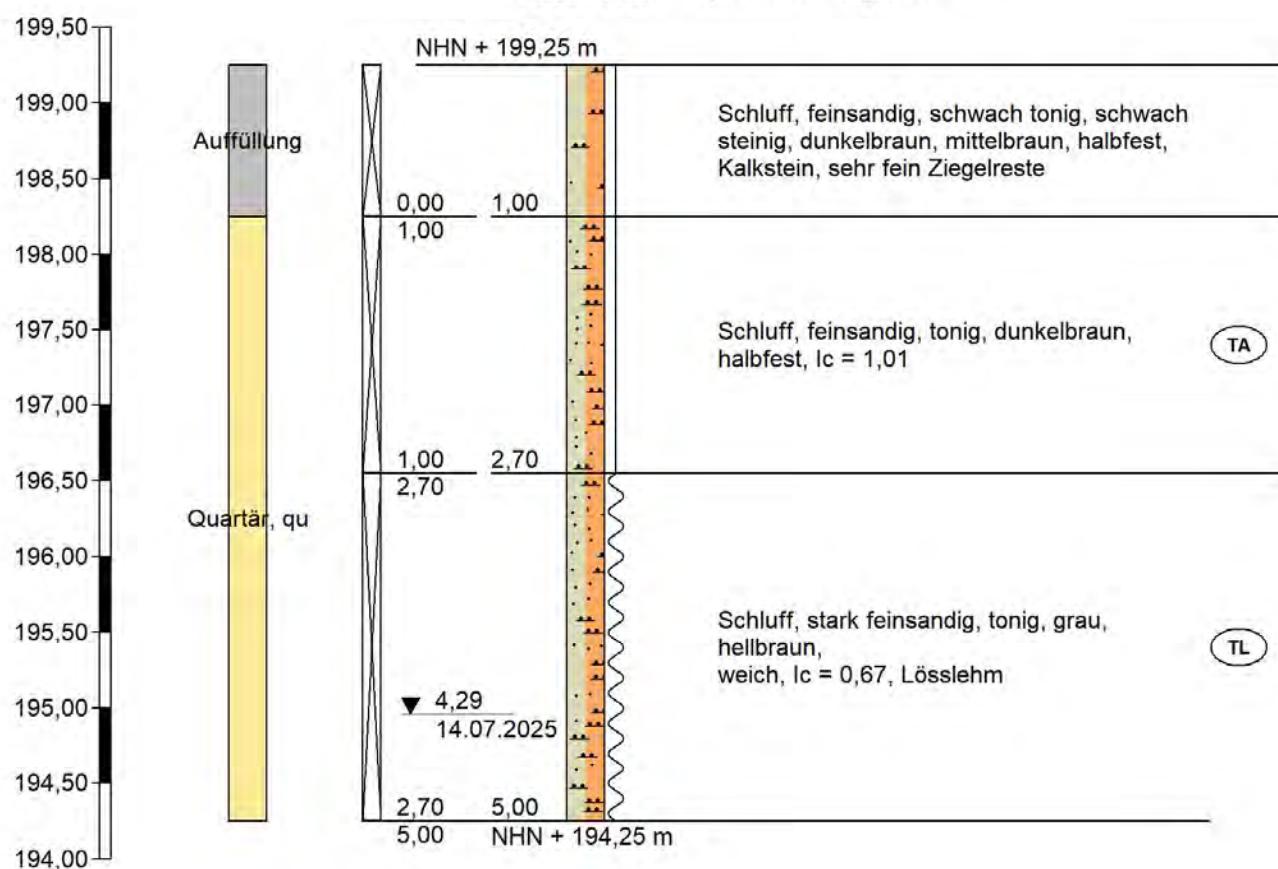
Höhenmaßstab 1:50

BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten

RKS 13



RKS 13.1 provisorisch ausgebaut



Höhenmaßstab 1:50

Legende und ZeichenerklärungBoden- und Felsarten

Steine, X, steinig, x



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t



Sand, S, sandig, s



Kalkstein, Kst, Kalkstein,

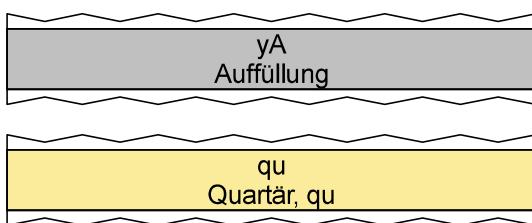
└

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)

Baustoffgemisch, , Baustoffgemisch, so



Schwarzdecke, , Schwarzdecke,

Korngrößenbereichf - fein
m - mittel
g - grobNebenanteile' - schwach (<15%)
* - stark (30-40%)StratigraphieProben

A1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Ennahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe, entnommen mit einem Verfahren der Ennahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

C1 1,00

B1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Ennahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

W1 1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Lagerungsdichte

mitteldicht

dicht

sehr dicht

Konsistenz

weich

steif

halbfest

fest

Legende und Zeichenerklärung

Grundwasser

 1,00
10.07.2025 Grundwasser am 10.07.2025 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

 1,00
10.07.2025 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 10.07.2025

 1,00
10.07.2025 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 10.07.2025

 1,00
10.07.2025 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

 1,00
10.07.2025 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

Bodengruppe nach DIN 18196

 GE enggestufte Kiese

 GW weitgestufte Kiese

 GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische

 SE enggestufte Sande

 SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische

 SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische

 GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm

 GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm

 GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm

 GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm

 SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm

 SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm

 ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm

 ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm

 UL leicht plastische Schluffe

 UM mittelplastische Schluffe

 UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff

 TL leicht plastische Tone

 TM mittelplastische Tone

 TA ausgeprägt plastische Tone

 OU Schluffe mit organischen Beimengungen

 OT Tone mit organischen Beimengungen

 OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art

 OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen

 HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)

 HZ zersetzte Torfe

 F Schlämme (Faulschalamm, Mudde, Gyttja, Dy, Sapropel)

 I Auffüllung aus natürlichen Böden

 A Auffüllung aus Fremdstoffen

BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten

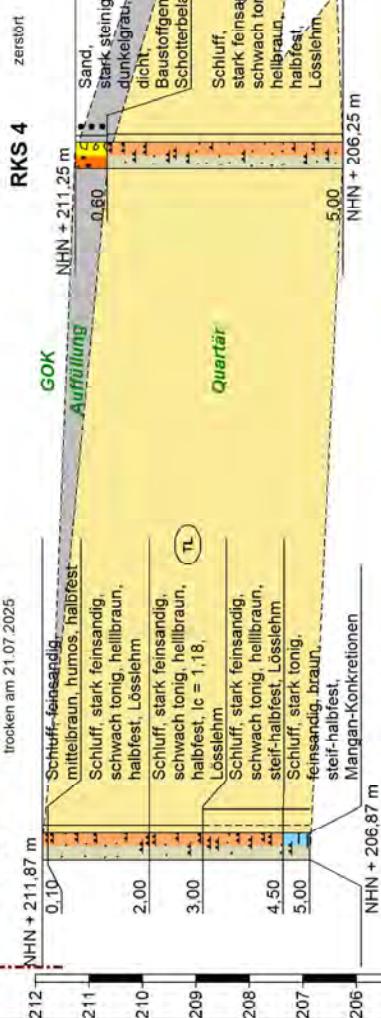
Schnitt 1



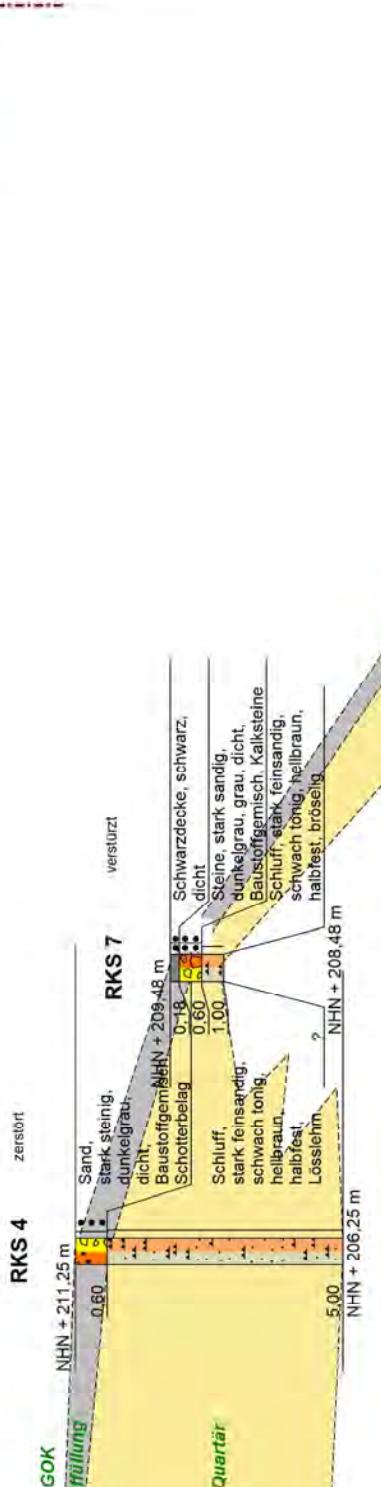
Schnitt 2

Frühstücksgrenze

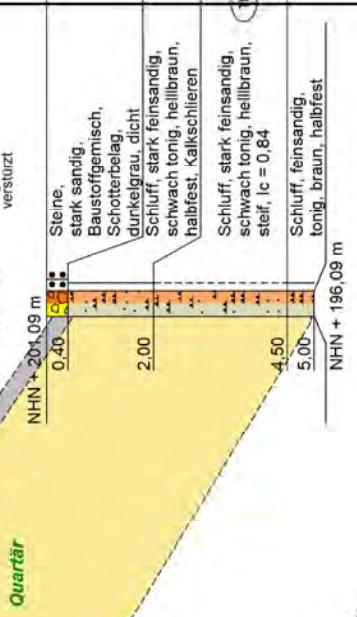
provisorisch ausgebaut



Flurstücksgrenze



四



101,60 m

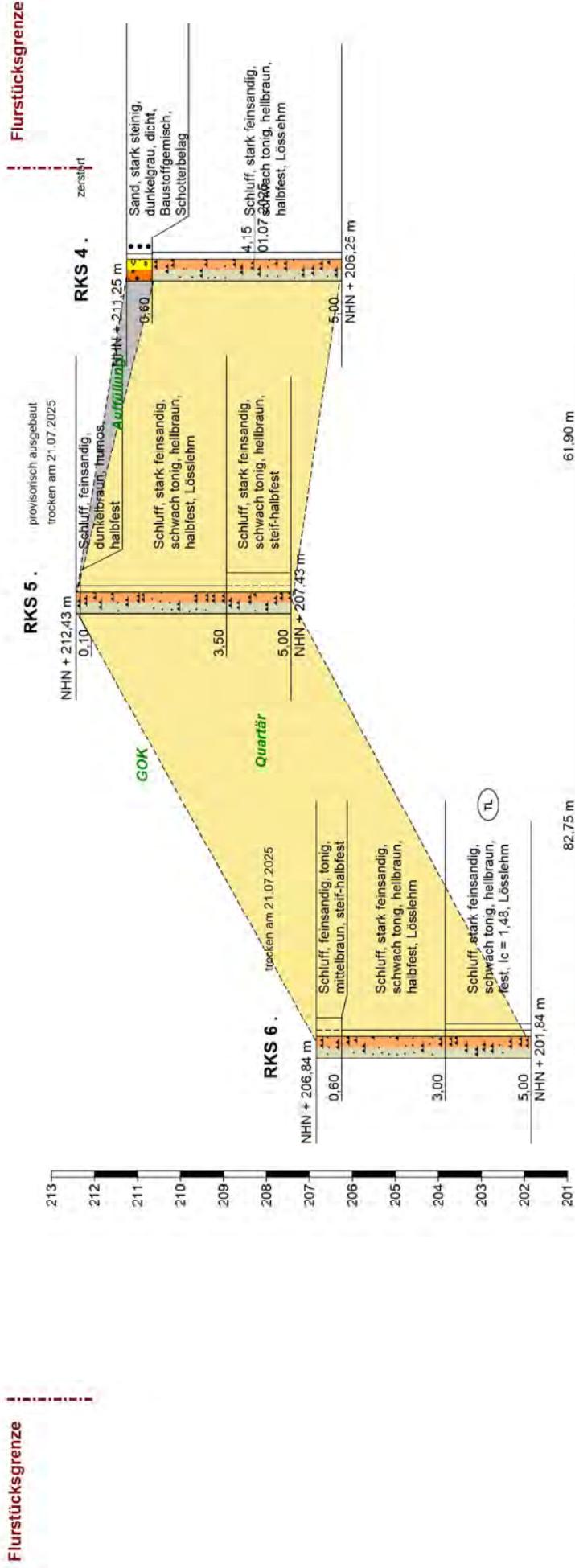
42,46 m

103,44 m

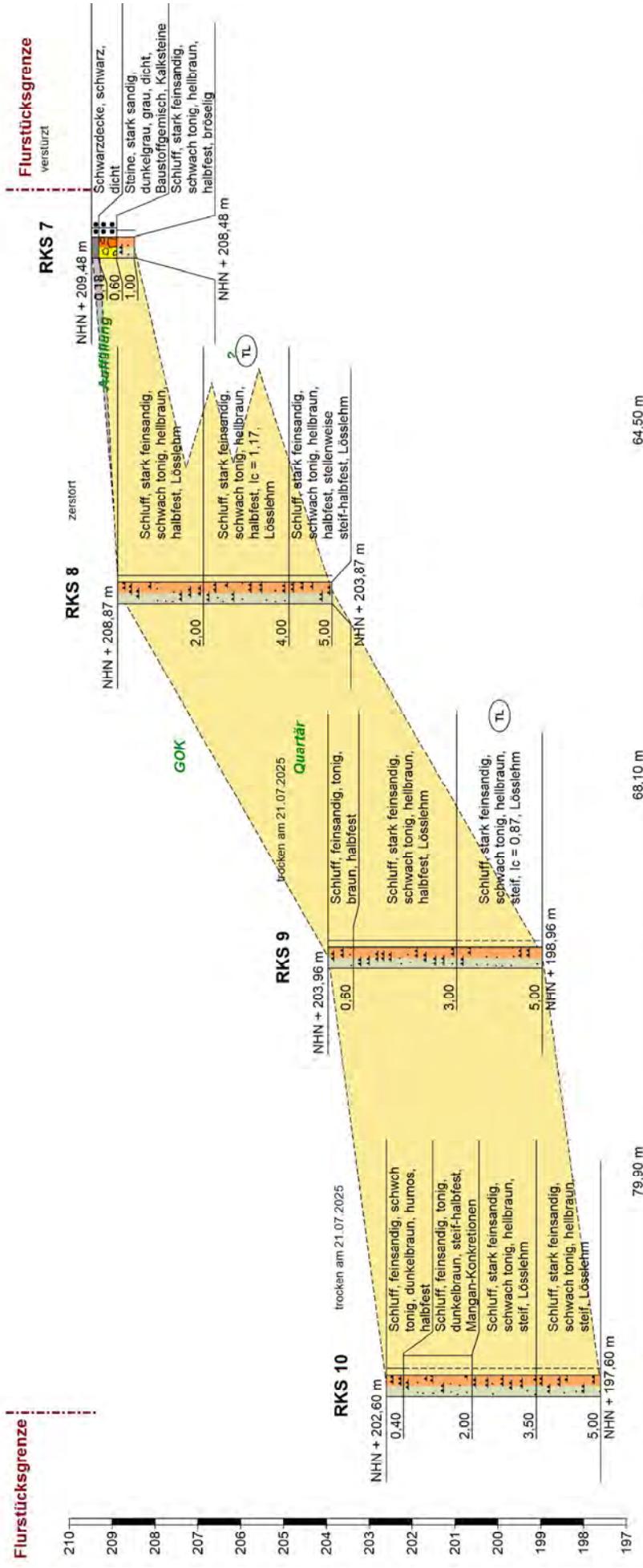
Längenmaßstab 1 : 800
Höhenmaßstab 1 : 100

BV Kapmannsgrund in 74211 Leingarten

Schnitt 3



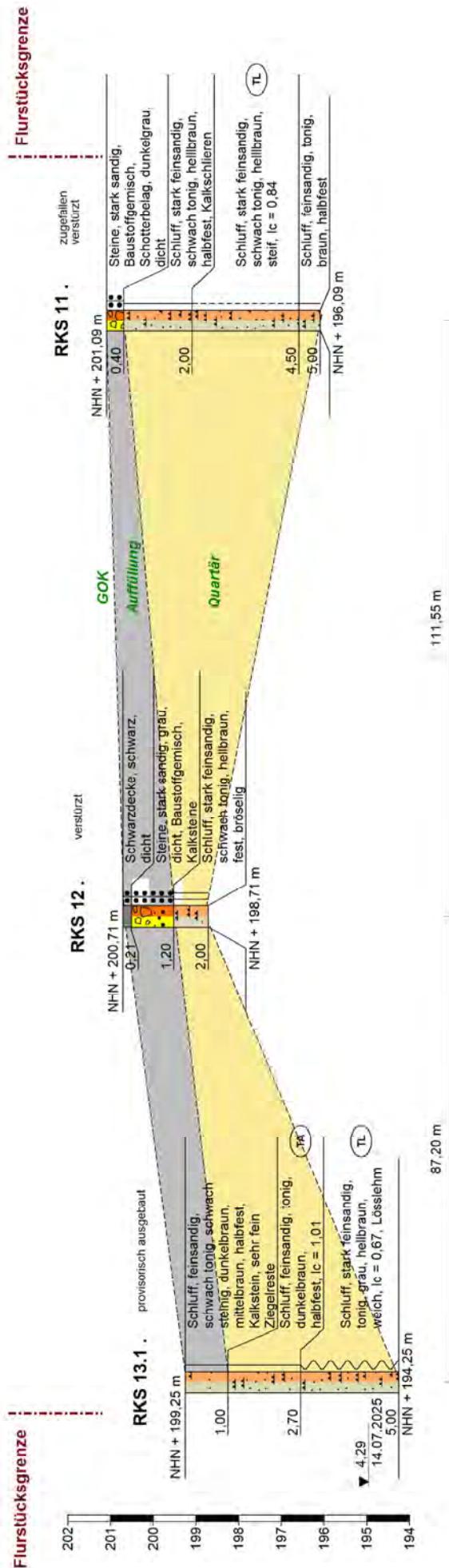
Schnitt 4



Längenmaßstab 1 : 800
Höhenmaßstab 1 : 100

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten

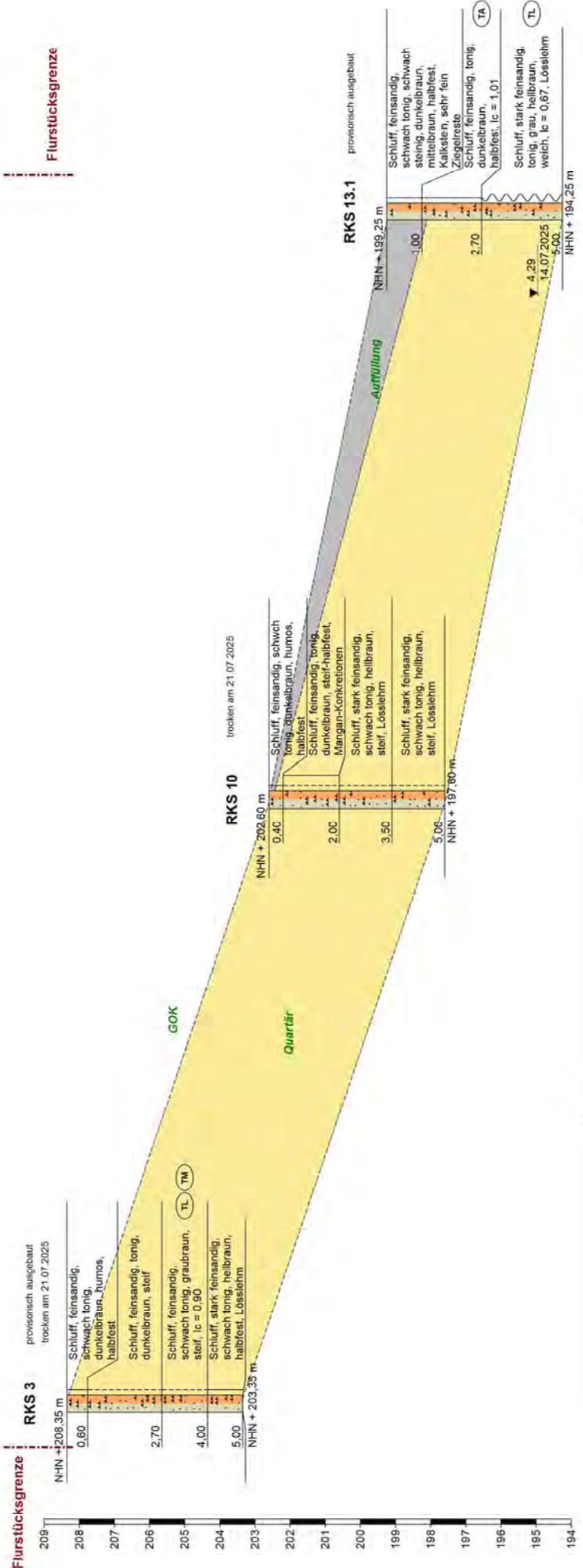
Schnitt 5



Längenmaßstab 1 : 800
Höhenmaßstab 1 : 100

Schnitt 6

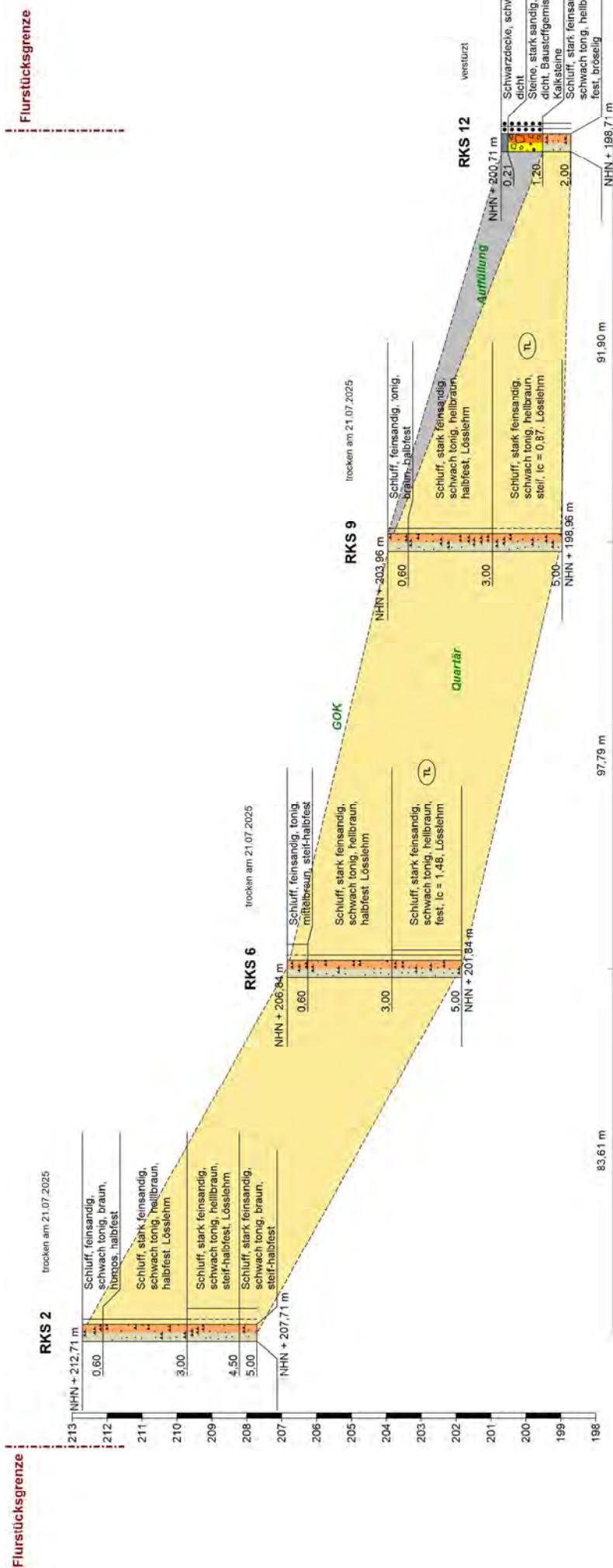
BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



Längenmaßstab 1 : 800
Höhenmaßstab 1 : 100

Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten	Anlage 4.7
Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Datum: 11.07.2025
	Bearb.: Tzoutzi
	Projektnummer: P-3241
Geotechnik Südwest Im Weilerlein 10 74321 Bietigheim-Bissingen	

Schnitt 7

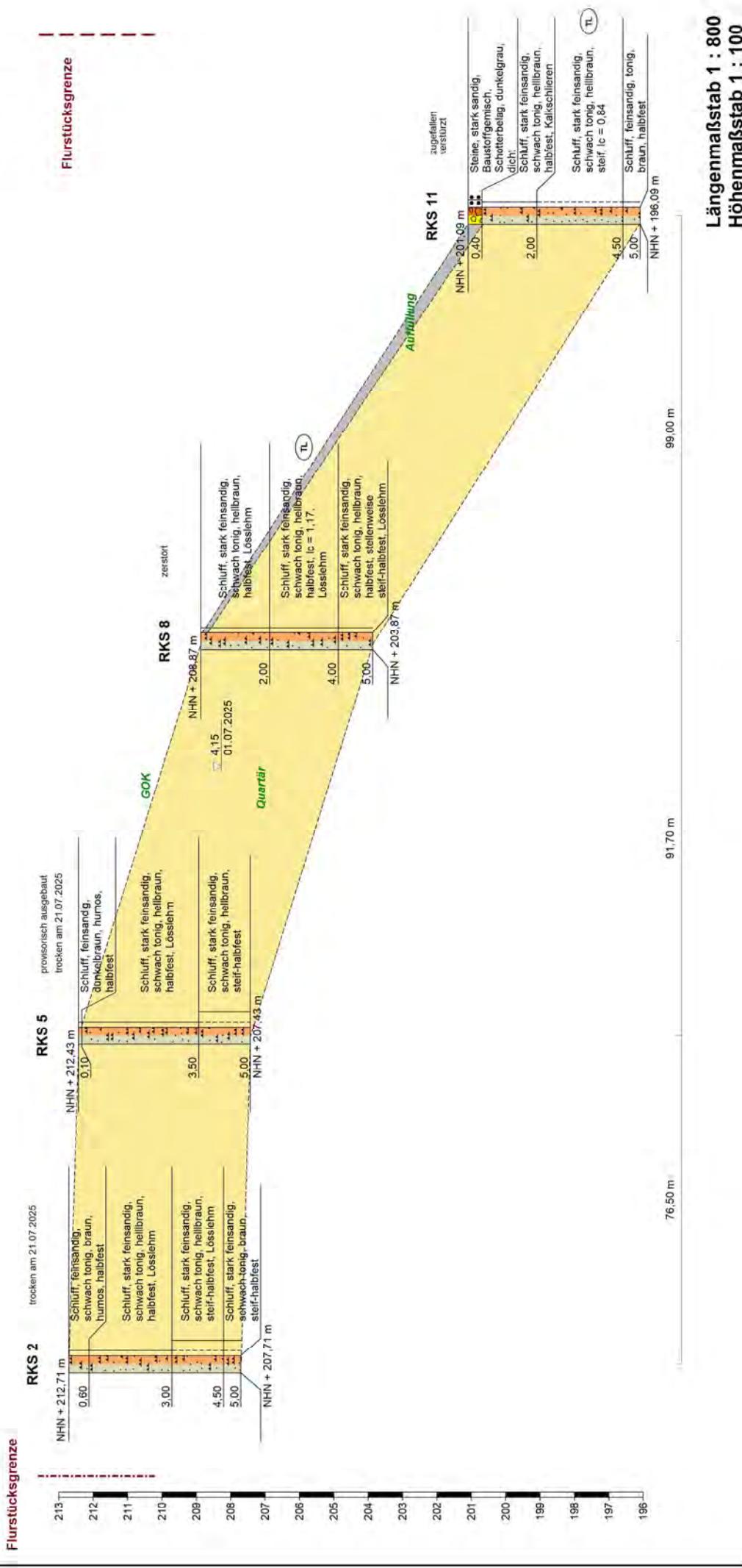


Längenmaßstab 1 : 800
Höhenmaßstab 1 : 100

Geotechnik Südwest Im Wallerian 10 74321 Bielefeld-Bisselungen	Projekt: BV Kapmannsgrund, Leingarten Auftraggeber: Gemeinde Leingarten	Anlage 4.8 Datum: 11.07.2025 Bearb.: Tzouitz Projektnummer: P-8241
---	--	---

Schnitt 8

BV Kappmannsgrund in 74211 Leingarten



Anlage 5

Auswertung der bodenmechanischen Untersuchungen

Probe Nr.	Entnahme tiefe in m	Wasser-gehalt Gew.-%	Fließ-grenze Gew.-%	Ausroll-Grenze Gew.-%	Plastizitätszahl Gew.-%	Konsistenzzahl	Zustands-form	Boden-gruppen-symbol
RKS 1	2,0 – 3,0	18,7	29,0	20,3	8,7	1,18	halbfest	TL
	3,0 – 4,5	20,4					steif-halbf.	
RKS 2	3,0 – 4,5	18,7					halbfest	
RKS 3	0,6 – 2,7	20,8					steif	
	2,7 – 4,0	19,0	34,3	17,3	16,9	0,90	steif	TL
	4,0 – 5,0	18,6					halbfest	
RKS 4	0,6 – 3,0	16,0					halbfest	
	3,0 – 5,0	16,7					halbfest	TL
RKS 5	3,5 – 5,0	18,6					halbfest	
RKS 6	3,0 – 5,0	16,9	28,1	20,5	7,6	1,48	fest	TL
RKS 8	2,0 – 4,0	19,5	29,7	20,9	8,8	1,17	halbfest	TL
RKS 9	3,0 – 5,0	21,3	32,2	19,8	12,4	0,87	steif	TL
RKS 10	2,0 – 3,5	19,7					steif	
	3,5 – 5,0	19,3					steif	
RKS 11	0,4 – 2,0	16,0					halbfest	
	2,0 – 4,5	22,1	33,8	19,8	14,0	0,84	Steif	TL
	4,5 – 5,0	17,8					halbfest	
RKS 12	1,2 – 2,0	12,0					fest	
RKS 13	1,0 – 2,7	22,3	59,4	22,8	36,6	1,01	halbfest	TA
	2,7 – 5,0	22,7	31,8	18,3	13,4	0,87	steif	TL