



Ingenieurbüro für
Geotechnik und
Altlastenuntersuchung

Stadt Buchen
Baugebiet "Marienhöhe"
- Baugrund- und Gründungsgutachten -
- Ergebnisse chemischer Analysen -

Projekt Nr. 19/1986

Bericht Nr. 1

Erstellt im Auftrag von:

Stadt Buchen



Wimpinaplatz 3
74722 Buchen

Dipl.-Ing. Jürgen Link

Dr.-Ing. Heinz H. Schwab

Walldürn, den 04.06.2020

IPE GmbH

Zentrale

Dr. August Stumpf Str. 42
74731 Walldürn

Telefon 06282 / 927173

Telefax 06282 / 927172

NL Lindenfels

Am Kappacker 10
64678 Lindenfels

Telefon 06255 / 3008877

Telefax 06255 / 2793

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Jürgen Link

Handelsregister: H R B 720038

Mail: info@ipe-ingenieure.de

Internet: www.ipe-ingenieure.de

Bankverbindung:

Volksbank Franken

BIC: GENODE61BUC

IBAN: DE34 6746 1424 0000 0778 01

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Unterlagen	1
3	Baumaßnahme	2
3.1	Allgemeine Angaben zum Baufeld	2
3.2	Vorgesehenes Baugebiet	2
4	Durchgeführte Untersuchungen.....	3
4.1	Felduntersuchungen.....	3
4.2	Probenahme, chemische Laboruntersuchungen.....	4
4.2.1	Asphalt	4
4.2.2	Ungebundener Verkehrsflächenaufbau	4
4.2.3	Anstehender Boden.....	5
4.3	Probenahme, bodenmechanische Laboruntersuchungen	5
4.4	Infiltrationsversuch im Bereich des geplanten RRB	6
5	Baugrund.....	6
5.1	Übersicht.....	6
5.2	Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse	6
5.3	Erdbeben.....	8
5.4	Versickerung	8
5.5	Auswertung des Infiltrationsversuchs.....	9

6	Grundwasser	10
7	Mechanische Eigenschaften der Böden.....	11
7.1	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	11
7.2	Klassifizierung der Böden, charakteristische Bodenkennwerte.....	11
8	Gründungsempfehlungen	13
8.1	Situation	13
8.2	Gründungstechnische Baugrundbeschreibung.....	13
8.3	Einteilung in Trassenabschnitte.....	14
8.3.1	Trassenabschnitt TR 1.....	14
8.3.2	Trassenabschnitt TR 2.....	15
8.3.3	Trassenabschnitt TR 3.....	16
8.3.4	Trassenabschnitt TR 4.....	18
8.4	Verkehrsflächen.....	19
8.4.1	Verkehrsflächenaufbau.....	19
8.5	Gründungsempfehlung - Verkehrsflächen	20
8.6	Kanalgräben	21
8.6.1	Graben	21
8.6.2	Verfüllboden.....	22
8.6.3	Kanalaufleger	22
8.7	Löschwasserbehälter	23
8.8	Regenrückhaltebecken (RRB)	23
9	Hinweise zur Bauausführung	25

9.1	Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubs.....	25
9.2	Behandlung der Aushubsohlen.....	26
9.3	Baugrube/Verbau.....	26
9.4	Wasserhaltung.....	26
9.5	Wasserabfluss längs der Kanalrohre.....	27
10	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	27
10.1	Asphalt	27
10.1.1	Bewertungsgrundlagen	27
10.1.2	Ergebnisse.....	28
10.1.3	Bewertung.....	28
10.2	Ungebundener Verkehrsflächenaufbau/anstehender Boden	29
10.2.1	Bewertungsgrundlagen	29
10.2.2	Ergebnisse.....	29
10.2.3	Bewertung.....	29
11	Zusammenfassung	31

Anlagenverzeichnis

Nr. 19/1986	/1.1	Übersichtslageplan
	/1.2	Geologische Karte (Ausschnitt)
	/2	Lageplan mit Angabe der Ansatzstellen
	/3	Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse
	/3.1	Rammkernsondierung RKS 1
	/3.2	Rammkernsondierung RKS 2
	/3.3	Rammkernsondierung RKS 3
	/3.4	Rammkernsondierung RKS 4
	/3.5	Rammkernsondierung RKS 5
	/3.6	Rammkernsondierung RKS 6
	/3.7	Rammkernsondierung RKS 7
	/3.8	Rammkernsondierung RKS 8
	/3.9	Rammkernsondierung RKS 9
	/3.10	Rammkernsondierung RKS 10
	/3.11	Rammkernsondierung RKS 11
	/3.12	Rammkernsondierung RKS 12
	/3.13	Rammkernsondierung RKS 13
	/3.14	Rammkernsondierung RKS 14
	/3.15	Rammkernsondierung RKS 15
	/4	Baugrundschnitte
	/4.1	Schnitt A-A
	/4.2	Schnitt B-B
	/4.3	Schnitt C-C
	/5	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
	/6	Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen
	/7	Fotodokumentation

1 Veranlassung

In 74722 Buchen ist die Erschließung des Baugebiets "Marienhöhe" geplant (Anlage 1.1).

Die IPE GmbH, Walldürn, wurde von der Stadt Buchen beauftragt, für die Baumaßnahme (1. BA, 2. BA und teilweise 5. BA, [U1]) die erforderlichen geotechnischen Feld- und geotechnischen/chemischen Laboruntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten auszuarbeiten.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die im Planungsgebiet erkundeten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der Laborversuche, sowie der in der IPE vorliegenden Erfahrungen zum örtlich anstehenden Baugrund, werden die Bodenkennwerte für die erdstatische Bemessung der Gründungsmaßnahmen angegeben. Möglichkeiten zur Gründung der Verkehrsflächen sowie der Ent- und Versorgungsleitungen werden genannt und Hinweise zur Bauausführung gegeben. Ferner werden die Ergebnisse von chemischen Analysen des Asphalts, des ungebundenen Verkehrsflächenaufbaus sowie des anstehenden Bodens genannt und bewertet.

2 Unterlagen

- [U1] ifk Ingenieure, Mosbach: Stadt Buchen, Städtebauliches Konzept „Marienhöhe“, Lageplan, Maßstab 1:1000; 13.02.2018
- [U2] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg: Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6421 Buchen, Maßstab 1:25.000
- [U3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-Stb 01, Ausgabe 2001 / Fassung 2005
- [U4] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr, Baden-Württemberg: Leitfaden zum Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch, März 2010
- [U5] Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen vom 28.10.2002



- [U6] Verwaltungsvorschrift des Umweltministerium Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; 14.03.2007
- [U7] Umweltministerium Baden-Württemberg: Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen; Stand Mai 2012

3 Baumaßnahme

3.1 Allgemeine Angaben zum Baufeld

Das geplante Baugebiet befindet sich nördlich des Ortskerns von Buchen. Das Gelände wird derzeit noch als Ackerfläche genutzt. Durch das Baufeld verlaufen bereichsweise asphaltierte Wege.

Die Geländeoberfläche innerhalb des geplanten Baugebiets liegt im Bereich der Sondieransatzpunkte zwischen etwa 337,9 mNN und 361,9 mNN. Das Gelände hat im Wesentlichen ein südliches bzw. südöstliches Gefälle.

3.2 Vorgesehenes Baugebiet

Das geplante Baugebiet hat im zu untersuchenden Bereich (Anlage 2) eine Fläche von insgesamt etwa 19 ha. Innerhalb des Baugebiets sind auf einer Länge von etwa 2,5 km Erschließungsstraßen und Medienleitungen geplant.

Für das zu bebauende Gebiet liegt derzeit nur der Lageplan des Städtebaulichen Konzepts „Marienhöhe“ [U1] vor. Weitergehende Planunterlagen liegen uns nicht vor. Daher hatten wir zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine Informationen bzgl. der geplanten Verlegetiefen der Medienleitungen. Wir gehen deshalb nachfolgend von Verlegetiefen zwischen etwa 3 m und 5 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche aus.

Im Südosten des Baugebiets ist (voraussichtlich Bereich RKS 2, Anlage 2) ein Regenrückhaltebecken (RRB) vorgesehen. Über dessen geplante Fläche/Tiefe liegen uns keine Angaben vor.

Im Norden (Bereich Aufschlusspunkt RKS 10, Anlage 2) ist ein Löschwasserbehälter mit einem Volumen von 100 m³ geplant. Der kreisrunde Behälter soll einen Innendurchmesser von ca. 6,5 m erhalten und zwischen etwa 3 m und 4,5 m unter Gelände gegründet werden.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Im Vorfeld der Felduntersuchungen wurden die geplanten Ansatzpunkte innerhalb des Baugebiets vom Ingenieurbüro ifk, Mosbach, mit Pflöcken markiert. Die Ansatzhöhen wurden uns mitgeteilt. Die Ansatzhöhen im Bereich der asphaltierten Feldwege wurden uns ebenfalls genannt.

Die Felduntersuchungen zur Erkundung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse wurden am 15./16.04.2020 durchgeführt. Insgesamt wurden 15 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 15) abgeteuft. An den Ansatzpunkten in den bestehenden Feldwegen (RKS 3, RKS 4, RKS 8 bis RKS 10, RKS 14) wurden Asphaltbohrungen durchgeführt. Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist in der Anlage 2 dargestellt.

Die Rammkernsondierungen wurden im Baufeld bis in Tiefen zwischen etwa 2 m und 5 m unter Gelände bzw. Straßenniveau abgeteuft. Mit Ausnahme der Rammkernsondierung RKS 1 mussten alle Sondierungen wegen mangelnden Sondierfortschritts in den genannten Tiefen vorzeitig beendet werden.

Am Standort des geplanten Regenrückhaltebeckens (RKS 2) wurde zur überschlägigen Abschätzung der Systemdurchlässigkeit des Untergrundes ein Infiltrationsversuch durchgeführt.

Die Lage des Grundwasserspiegels wurde am Tage der Untersuchungen in den Sondierlöchern durch Lotung erkundet.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen sind als Bodenprofile in den Anlagen 3.1 bis 3.15 dargestellt. Eine zusammenfassende Darstellung der Baugrundaufschlüsse enthalten die Baugrundschnitte in der Anlage 4. In der Anlage 7 sind das Baugebiet sowie die gekennzeichneten Ansatzpunkte im Bereich der Straßen fotografisch dokumentiert.

4.2 Probenahme, chemische Laboruntersuchungen

4.2.1 Asphalt

Die Entnahmestellen der Asphaltproben auf den asphaltierten Wegen entsprechen den im Lageplan (Anlage 2) angegebenen Ansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 3, RKS 4, RKS 8 bis RKS 10 und RKS 14.

Die aus den bestehenden Wegen entnommenen Asphaltkerne RKS 3, RKS 4, RKS 9 und RKS 14 wurden auftragsgemäß von dem akkreditierten Prüflabor Agrolab GmbH, Bruckberg, bezüglich teerhaltiger Bestandteile bzw. zur Festlegung eines möglichen Verwertungspfades auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole analysiert. Ferner wurden die Asphaltkerne vor Durchführung der Laboruntersuchungen fotografisch dokumentiert und vermessen.

Die jeweiligen Analysenprotokolle sind in der Anlage 6 beigelegt. Die entnommenen Asphaltkerne sind in der Anlage 7 mit Fotos dokumentiert. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Tabelle 11 (Abschnitt 10.1) zusammengefasst.

4.2.2 Ungebundener Verkehrsflächenaufbau

Im Bereich der auf den asphaltierten Feldwegen angesetzten Rammkernsondierungen RKS 3, RKS 4, RKS 8 bis RKS 10 und RKS 14 wurden aus dem ungebundenen Verkehrsflächenaufbau die in der Anlage 3 genannten Einzelproben entnommen. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind für die Mischprobe „MP 1-Unterbau“ deren Zusammensetzung und die mit ihr durchgeführten chemischen Analysen aufgeführt.

Die Mischprobe MP 1 wurde von dem akkreditierten Prüflabor Agrolab GmbH, Bruckberg, chemisch analysiert. In der Anlage 6 sind die Analysenprotokolle beigelegt. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Tabelle 12 (Abschnitt 10.2) zusammengefasst.

Mischprobe (MP)	Einzelproben (EP)	Chemische Laboruntersuchung
MP 1 Unterbau	RKS 3/0,08-0,6m + RKS 4/0,08-0,5m + RKS 8/0,09-0,5m + RKS 9/0,13-0,4m + RKS 10/0,1-0,3m + RKS 14/0,06-0,3m	VwV Boden [U6]

Tabelle 1: Chemische Laboruntersuchungen-ungeb. Verkehrsflächenaufbau

4.2.3 Anstehender Boden

Im Bereich der Rammkernsondierungen wurden aus dem anstehenden Boden die in der Anlage 3 genannten Einzelproben entnommen. In der nachfolgenden Tabelle sind für die Mischproben deren Zusammensetzung und die mit ihnen durchgeführten chemischen Analysen aufgeführt.

In der Anlage 6 sind die Analysenprotokolle beigelegt. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Tabelle 12 (Abschnitt 10.2) zusammengefasst.

Mischprobe (MP)	Einzelproben (EP)	Chemische Laboruntersuchung
MP 2 Boden unter Wegen	RKS 3/0,6-2,3m + RKS 4/0,5-1,8m + RKS 8/0,5-1,7m + RKS 9/0,6-1,3m + RKS 10/0,7-1,4m + RKS 14/0,3-0,7m	VwV Boden [U6]
MP 3 Boden Baugebiet	RKS 11/0,4-1,1m + RKS 12/0,6-1,6m + RKS 13/0,3-0,8m + RKS 15/0,2-1m	VwV Boden [U6]
MP 4 Boden Baugebiet	RKS 1/1-2m + RKS 5/0,6-1m + RKS 6/0,3-1,3m + RKS 7/0,4-1,1m	VwV Boden [U6]
MP 5 Boden Baugebiet	RKS 5/1-2,8m + RKS 7/1-2m + RKS 11/1,1-2,5m	VwV Boden [U6]

Tabelle 2: Chemische Laboruntersuchungen-anstehender Boden

4.3 Probenahme, bodenmechanische Laboruntersuchungen

Die aus den Sondierungen entnommenen gestörten Proben (Anlage 3) wurden gemäß DIN EN 14 688 bzw. DIN 18 196 visuell beurteilt und klassifiziert. An der nachfolgend genannten Mischprobe wurden die in der Tabelle aufgeführten Laborversuche durchgeführt.

Mischprobe (MP)	Einzelproben (EP)	Laborversuche
MP Boden	RKS 1/1-2m + RKS 4/0,5-1,8m + RKS 6/0,3-1,3m + RKS 8/0,5-1,7m + RKS 10/0,7-1,4m + RKS 12/0,6-1,6m	- Körnungslinie (DIN 18 123) - Proctorversuch (DIN 18 127)

Tabelle 3: Durchgeführte bodenmechanische Laborversuche

Ergänzend wurden an 11 Einzelproben die Wassergehalte gemäß DIN 18 121 bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Bodenprofilen der Anlage 3 eingetragen.

In der Anlage 5 sind die Ergebnisse der Laborversuche dargestellt.

4.4 Infiltrationsversuch im Bereich des geplanten RRB

Im Sondierloch der Rammkernsondierung RKS 2 (mittlerer Durchmesser 0,07 m) wurde ein geschlitztes Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von 1 1/4" eingestellt. Die Basis des Infiltrationsrohres reichte bis in Tiefen von ca. 3 m unter Gelände.

Vor Beginn des Versuches wurde das Infiltrationsrohr über einen längeren Zeitraum mit Wasser gefüllt, um eine möglichst große Wassersättigung des Messbereichs im Untergrund zu erzielen. Nachdem sich ein nahezu konstanter Wasserabfluss ergab, wurde bei fallendem Wasserspiegel, abhängig von der Infiltrationsdauer, die Spiegelabsenkung gemessen.

Die Auswertung und die Ergebnisse des Infiltrationsversuchs sind im Abschnitt 5.5 erläutert und dargelegt.

5 Baugrund

5.1 Übersicht

Nach der Geologischen Karte (Anlage 1.2, [U2]) liegt das Untersuchungsgebiet im Ablagerungsbereich der quartärer Löss- und Verwitterungslehme. Diese setzen sich erfahrungsgemäß aus sandigen, tonigen Schluffen zusammen. Die quartären Lehme werden von den Böden/Verwitterungsprodukten aus dem Oberen Buntsandstein unterlagert.

5.2 Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse

Aus bodenmechanischer und gründungstechnischer Sicht lassen sich die im Planungsgebiet anstehenden Böden zu folgenden Schichten zusammenfassen:

Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau

An den Ansatzpunkten der im Bereich der asphaltierten Wege durchgeführten Rammkernsondierungen (RKS 3, RKS 4, RKS 8 bis RKS 10, RKS 14) wurde der in der Tabelle 4 aufgeführte Verkehrsflächenaufbau festgestellt. Bei den Angaben zu den Schichtdicken handelt es sich um Mittelwerte, beziehungsweise um an der jeweiligen Untersuchungsstelle festgestellte Werte.

	RKS 3	RKS 4	RKS 8	RKS 9	RKS 10	RKS 14
Dicke des Asphaltoberbaus [cm]	8	8	8,5	13	10	6
Dicke der ungebundenen Frost-/Tragschicht [m] rd.	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
Gesamtdicke [m] rd.	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3

Tabelle 4: Dicke Asphaltoberbau, ungeb. Frost-/Tragschicht

Aus geotechnischer Sicht handelt es sich bei dem ungebundenen Verkehrsflächenaufbau an den jeweiligen Untersuchungsstellen überwiegend um schwach schluffige bis schluffige, sandige Kiese. Bereichsweise (RKS 8) wurden auch dünne Schlufflagen festgestellt.

Nach dem Sondierfortschritt zu urteilen liegt der ungebundene Verkehrsflächenaufbau in einer überwiegend mitteldichten Lagerung vor.

Schicht 2: Quartäre Lehme

Unter dem Verkehrsflächenaufbau bzw. einer zwischen etwa 0,2 m und 0,4 m dicken Oberbodenschicht wurden bis in Tiefen zwischen etwa 0,6 m und 4,7 m unter Gelände quartäre Lehme angetroffen. Diese setzen sich an den Ansatzpunkten überwiegend aus schwach tonigen bis stark tonigen, sandigen bis stark sandigen Schluffen zusammen.

Den Böden wurde nach den Feldansprachen im Feld eine heterogene Konsistenz zwischen breiig bis weich und halbfest zugewiesen.

Schicht 3: Böden Oberer Buntsandstein

Die Böden der Schicht 2 werden bis zu den Erkundungsendtiefen der Rammkernsondierungen zwischen etwa 2 m und 5 m unter Gelände von den Böden bzw. Verwitterungsprodukten aus dem Oberen Buntsandstein unterlagert.

Diese setzen sich, je nach Verwitterungsgrad, aus unterschiedlichen Kornfraktionen als Hauptbestandteile zusammen. An den Ansatzpunkten wurden demnach neben Sanden und Kiesen auch Schluffe und Tone festgestellt. Die Sande/Kiese enthalten bereichsweise schluffige und tonige, die Schluffe/Tone auch schwach sandige bis stark sandige, schwach kiesige bis kiesige Beimengungen. Wir gehen davon aus, dass es sich bei den festgestellten Sanden/Kiesen, zumindest teilweise, um zerbohrte Sandsteine handelt. Bereichsweise wurden eingeschaltete mürbe Sandsteinlagen erkundet.

Die bindigen Böden (Schluffe/Tone) stehen nach den Ansprachen im Feld in einer Konsistenz zwischen weich und halbfest bis fest an.

Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad der Böden der Schicht 3 erfahrungsgemäß ab. Vereinzelt Blöcke mit einer sehr guten Kornbindung und einer geringen Klüftung können nicht ausgeschlossen werden.

Hinweise:

- *Steine/steinige Beimengungen sind mit der verwendeten Sonde mit einem Durchmesser von 5 cm bzw. 6 cm nicht bzw. nur bedingt feststellbar. Aufgrund der Einbringungsart wird der aufgeschlossene Boden in den Sondierschichten gestaucht/verdichtet. Dadurch können sich die in diesem Gutachten genannten Schichttiefen/-dicken von denen beim Aushub des Bodens festgestellten geringfügig unterscheiden.*
- *Die durchgeführten Baugrunderkundungen liefern Aussagen lediglich im Bereich der Ansatzpunkte. Zwischen den Ansatzpunkten können davon abweichende Verhältnisse gegeben sein.*

5.3 Erdbeben

In der Erdbebenkarte für die Bundesrepublik Deutschland werden gemäß DIN 4149:2005-4 die von Erdbeben in stärkerem Ausmaß betroffenen Gebiete nach steigendem Gefährdungsgrad in die Erdbebenzonen 0 bis 3 eingeteilt.

Demnach liegt das Projektgelände (Stadtmitte Buchen) in keiner Zone, in denen Erdbebenbeanspruchungen berücksichtigt werden müssen.

5.4 Versickerung

Nach dem Arbeitsblatt A 138 der ATV: „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s liegen.

Eine für das gesamte Baugebiet geltende Versickerungseigenschaft bzw. Durchlässigkeit kann im Versuch nicht ermittelt werden. Die Systemdurchlässigkeit (Die Systemdurchlässigkeit ist ein Maß für die Durchlässigkeit eines Schichtpakets, d.h. des Untergrundes, und ist nicht im

Labor bestimmbar) einzelner Schichtpakete kann jedoch abgeschätzt werden. Den erkundeten bindigen Böden der Schicht 2 wird in Abhängigkeit der sandigen Anteile am Gesamtkorn eine Systemdurchlässigkeit zwischen ca. $k_{\text{Syst}} = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ zugeordnet. Bei den unterlagernden Böden aus dem Oberen Buntsandstein (Schicht 3) variiert die Systemdurchlässigkeit, abhängig von der im Untersuchungsgebiet festgestellten heterogenen Zusammensetzung sowohl vertikal, als auch horizontal. Wir gehen von einer Spanne der Durchlässigkeit zwischen etwa $k_{\text{Syst}} = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ aus.

Die Durchlässigkeit der Böden der Schicht 2 liegt somit außerhalb der gemäß Arbeitsblatt A 138 genannten Bandbreite für Böden mit guten Versickerungseigenschaften. Bei einer geplanten Versickerung in die Böden aus dem Oberen Buntsandstein (Schicht 3) sollte am Ort der geplanten Versickerung die Durchlässigkeit mit Infiltrationsversuchen untersucht werden.

Hinweis: Bei dem hängigen Gelände im Baugebiet besteht die Gefahr, dass sich Wasser, welches in eine Versickerungsanlage eingeleitet wird, zu den Unterliegern hin ausbreitet. Wir empfehlen, bei der Planung von Versickerungseinrichtungen, dies entsprechend zu berücksichtigen.

5.5 Auswertung des Infiltrationsversuchs

Die Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Messwert) $k_{f, \text{Versuch}}$ (Abschnitt 4.4) wurde mit der nachfolgenden Formel durchgeführt. Die Auswertung ist in der Tabelle 5 dargestellt.

$$k_f = \frac{r}{4 * \Delta t} * 2,303 * \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Mit : k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
 r = Radius Versickerungsöffnung (Bohrdurchmesser) [m]
 Δt = Versickerungszeit [s]
 h_1 = Wasserstand zu Beginn der Messung [m]
 h_2 = Wasserstand am Messzeitraumende [m]

In dem Versuch wurde der nachfolgende Messwert der Durchlässigkeit ermittelt:

$$\text{Ansatzpunkt RKS 2: } k_{f, \text{Versuch}} = 2,9 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Zeit [s]	Messdauer t [s]	Ableseung m u. OK Pegel [cm]	versickerte Wasserhöhe Δh [cm]	Durchlässigkeitsbeiwert, veränderliche Druckhöhe $k_{f, \text{Versuch}}$ [m/s]	rechnerischer Durchlässigkeitsbeiwert nach A 138 $= 2 \times k_{f, \text{Versuch}}$ [m/s]
0	0	0,9	-		
45	45	3	2,1	2,34E-04	4,68E-04
70	25	4	1,0	1,01E-04	2,01E-04
120	50	5	1,0	3,91E-05	7,81E-05
180	60	5,5	0,5	1,39E-05	2,78E-05
240	60	6	0,5	1,27E-05	2,54E-05
300	60	6,5	0,5	1,17E-05	2,33E-05
360	60	7	0,5	1,08E-05	2,16E-05
420	60	7,5	0,5	1,01E-05	2,01E-05
540	120	8	0,5	4,71E-06	9,41E-06
660	120	8,5	0,5	4,42E-06	8,84E-06
780	120	9	0,5	4,17E-06	8,34E-06
3600	2820	15	6,0	1,59E-06	3,17E-06
7200	3600	20	5,0	6,99E-07	1,40E-06
10800	3600	24	4,0	4,43E-07	8,86E-07
14400	3600	27	3,0	2,86E-07	5,73E-07
28800	14400	30	3,0	6,40E-08	1,28E-07
Mittlere Durchlässigkeit				2,90E-07	5,70E-07

Tabelle 5: Ergebnisse Infiltrationsversuch, Ansatzpunkt RKS 2

6 Grundwasser

In den Sondierlöchern wurde während der Baugrundaufschlussarbeiten am 15./16.04.2020 das Grund-/Schichtwasser gelotet. Bis zu den maximalen Erkundungsendtiefen bei etwa 5 m unter Gelände konnte kein Grund-/Schichtwasser festgestellt werden.

Insbesondere nach Regenereignissen kann in den erkundeten, kiesigen/steinigen Böden der Schicht 3 bzw. den eingeschalteten Sandsteinlagen, das Auftreten von Schichtwässern nicht ausgeschlossen werden.

7 Mechanische Eigenschaften der Böden

7.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Schicht 2: Quartäre Lehme

In der entnommenen Mischprobe MP Boden (Tabelle 3) wurden nach der in der Anlage 5.1 dargestellten Körnungslinie ein Feinstkornanteil ($d < 0,002 \text{ mm}$) von 17 Gew.-% und ein Schluffanteil ($0,002 \text{ mm} < d < 0,06 \text{ mm}$) von 64 Gew.-% festgestellt. Der Sandanteil ($0,06 \text{ mm} < d < 2 \text{ mm}$) liegt bei 15 Gew.-%. Kieskörner wurden zu 4 Gew.-% gemessen.

Nach der Granulometrie handelt es sich bei der untersuchten Mischprobe um einen sandigen, tonigen Schluff.

Die festgestellten Wassergehalte sind in den Sondierprofilen der Anlage 3 eingetragen. Es wurden Wassergehalte zwischen $w = 12,9 \%$ und $w = 25,3 \%$ (i.M. $w = 21,3 \%$) gemessen.

An der Mischprobe wurde ein Proctorversuch nach DIN 18 127 durchgeführt. Nach der in der Anlage 5.2 dargestellten Proctorkurve wurde an der Mischprobe eine Proctordichte von $\rho_{Pr} = 1,805 \text{ t/m}^3$ bei einem optimalen Wassergehalt von $w_{opt} = 16,2 \%$ ermittelt.

7.2 Klassifizierung der Böden, charakteristische Bodenkennwerte

Den Baugrundsichten werden die in der nachstehenden Tabelle 6 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte zugewiesen. Diese Kennwerte können den erdstatischen Berechnungen und Bemessungen zugrunde gelegt werden. Dabei sind, abhängig von den zu führenden Nachweisen, die Wertekombinationen zu wählen, die zu der jeweils ungünstigsten Beanspruchung und zu den kleinsten Sicherheitsbeiwerten führen.

Schicht		Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul
		γ	γ'	φ'	c'	E_S
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
1	Ungeb. Verkehrsflächenaufbau	20	10	35 ÷ 37,5	0	-
2	Quartäre Lehme	19	9	22,5 ÷ 25	6 ÷ 8	4 ÷ 8
3	Böden Oberer Buntsandstein	20	10	27,5 ÷ 30	4 ÷ 6	10 ÷ 20

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte



Die Ermittlung dieser Werte erfolgte auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der Feld-/Laborversuche und anhand der in der IPE zum Baugrund vorliegenden Erfahrungen.

Die bindigen Böden können bei Wasserzutritt durch mechanische Beanspruchungen (Aushub, Befahren mit Baustellenfahrzeugen etc.) in einen Zustand entsprechend der Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 (alt) übergehen. Die Arbeiten im Bereich dieser bindigen Böden sind darauf abzustellen.

In der nachfolgenden Tabelle 7 werden die angetroffenen Böden aufgrund unserer Erfahrungen zum Baugrund für den Leistungsbereich Erdbau in Homogenbereiche eingeteilt bzw. klassifiziert.

	Homogenbereich I	Homogenbereich II	Homogenbereich III
Bodenbezeichnung	Schicht 1 Ungeb. Verkehrsflächenaufb.	Schicht 2 Quartäre Lehme	Schicht 3 Böden Oberer Buntsandstein
Hauptbodenart	Kies	Schluff	Schluff/Ton Kies/Sand
Beimengungen	schwach schluffig-schluffig, sandig	schwach tonig-stark tonig, sandig-stark sandig	schluffig, tonig sandig, kiesig
Bodengruppe DIN 18 196	A [GI/GU]	TL/TM	TL/TM/GU/GU*/SU/SU*
Bodenklasse DIN 18 300-alt (Erdarbeiten)	3	4	3-5 Unterhalb der Erkundungstiefen sind die Bodenklassen 6 und 7 nicht auszuschließen
Lagerungsdichte (DIN EN ISO 14688-2)	mitteldicht	-	mitteldicht
Plastizität Konsistenz	- -	leicht-mittel plastisch breiig-weich bis zu halbfest	leicht-mittel plastisch weich bis zu halbfest-fest
Massenanteil Steine (DIN EN ISO 14688-1)	s. Hinweis S. 8	s. Hinweis S. 8	s. Hinweis S. 8
Massenanteil große Blöcke (DIN EN ISO 14688-1)	s. Hinweis S. 8	s. Hinweis S. 8	s. Hinweis S. 8
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB	F1-F3	F3	F2/F3
Bodenklasse DIN 18 301 (Bohrarbeiten)	BN 1/BN 2	BB 2/BB 3	BB 2/BB 3/BN 1/BN 2/BS1- BS4/FV1-FV 2
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V1/V2	V3	V1-V3

Tabelle 7: Klassifizierung und Homogenbereiche der angetroffenen Böden

8 Gründungsempfehlungen

8.1 Situation

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen unter dem Verkehrsflächenaufbau bzw. unter einer bis zu etwa 0,4 m dicken Oberbodenschicht im Bereich des Baugebiets bis in Tiefen zwischen etwa 0,6 m und 4,7 m unter Gelände quartäre Lehme aus überwiegend schwach tonigen bis stark tonigen, sandigen bis stark sandigen Schluffen an. Die quartären Lehme wurden in einer heterogenen Konsistenz zwischen breiig bis weich und halbfest erkundet. Unter den quartären Böden wurden bis zu den Erkundungsendtiefen der Rammkernsondierungen zwischen etwa 2 m und 5 m unter Gelände die Ablagerungen aus dem Oberen Buntsandstein festgestellt. Diese setzen sich aus Kiesen und Sanden sowie aus Schluffen und Tonen zusammen. Auch eingeschaltete Sandsteinlagen wurden festgestellt.

Mit Ausnahme der Rammkernsondierung RKS 1 mussten alle Sondierungen in den genannten Tiefen wegen mangelnden Sondierfortschritts beendet werden. Die genauen Gründungsebenen der Kanalrohre stehen derzeit noch nicht fest. Wir gehen jedoch davon aus, dass die Sondierungen, zumindest bereichsweise, nicht bis zu den Gründungsebenen der Kanalrohre reichen.

Aufgrund der flächenmäßigen Ausdehnung des Baugebiets sind entlang der künftigen Straßen- und Medienleitungstrassen sehr variierende Untergrundverhältnisse zu erwarten. Deshalb wurde von uns das Baugebiet für die Baugrundbeschreibungen und die Gründungsempfehlungen in Trassen unterteilt. Ferner wechselt der Baugrund in den angenommenen Gründungsebenen. Deshalb ist in Abschnitt 8.2 eine Systematik angegeben anhand derer für den örtlichen Baugrund die passende Gründungsempfehlung ausgewählt werden kann.

Zu den nachfolgenden Schichtbeschreibungen s. auch Abschnitt 5.2 sowie Anlagen 3 und 4.

8.2 Gründungstechnische Baugrundbeschreibung

Die Gründung der Bauwerke im öffentlichen Bereich (Verkehrsflächen für den ruhenden und fließenden Verkehr, Medienleitungen, Löschwasserbehälter, Rückhaltebecken etc.) erfolgt in sehr unterschiedlichen Untergrundverhältnissen. In den Trassenbeschreibungen wurden von uns deshalb sogenannte „gründungstechnische Baugrundbeschreibungen“ aufgenommen. Dadurch ist es möglich, die Gründungsempfehlungen baugrundbezogen darzustellen.

Bei den nachfolgenden Baugrundgruppen B1 bis B8 (Tabelle 8) handelt es sich um eine grobe Orientierung der zu erwartenden Böden. Diese können in den einzelnen Schichtprofilen geringfügig abweichen. Auch sind Abweichungen zwischen den Aufschlusspunkten nicht auszuschließen.

	B1	Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
	B2	Mutterboden/Oberboden
Schicht 2 Quartäre Lehme	B3	Schluff, schwach tonig-stark tonig, sandig-stark sandig
Schicht 3 Oberer Buntsandstein	B4	Kies, stark sandig, schluffig; mitteldicht
	B5	Sand, stark schluffig, schwach tonig; Sandstein, verwitterte Sandsteinreste
	B6	Ton, schluffig; fest
	B7	Feinsand, Schluff, mürbe Sandsteinreste; bindige Anteile halbfest-fest
	B8	Sandstein, mürbe

Tabelle 8: Einteilung in Baugrundgruppen

8.3 Einteilung in Trassenabschnitte

8.3.1 Trassenabschnitt TR 1

Der Trassenabschnitt TR 1 reicht vom Untersuchungspunkt RKS 14 über RKS 8 bis zum Ende der Straße (Anlage 2).

Zwischen den beiden Aufschlusspunkten fällt das Gelände um ca. 4,7 m. An den beiden Untersuchungspunkten RKS 8 und RKS 14 wurde folgender Baugrundaufbau erkundet:

Aufschlusspunkt RKS 8 (Ansatzhöhe bei 345,54 mNN)

- B1: 0 bis 0,5 m: Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
 B3: 0,5 m bis 1,7 m: Schluff, feinsandig, tonig; weich, steif
 B4: 1,7 m bis 2,8 m: Kiese, stark sandig, schluffig; mitteldicht

- B5: 2,8 m bis 3,4 m: Sand, schluffig-stark schluffig, schwach tonig, Sandstein, verwitterte Sandsteinreste
bei 3,4 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 14 (Ansatzhöhe bei 350,29 mNN)

- B1: 0 bis 0,3 m: Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
B3: 0,3 m bis 0,7 m: Schluff, kiesig, sandig; steif
B4: 0,7 m bis 2,0 m: Sand/Kies, schluffig
bei 2,0 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

8.3.2 Trassenabschnitt TR 2

Der Trassenabschnitt TR 2 reicht vom Untersuchungspunkt RKS 10 über RKS 9 und RKS 7 bis zum Ende der Straße bei RKS 3 (Anlage 2).

Zwischen dem Aufschlusspunkten RKS 10 (auf 357,51 mNN) und RKS 3 (auf 337,93 mNN) fällt das Gelände um ca. 20 m. An den genannten Untersuchungspunkten wurde folgender Baugrundaufbau festgestellt:

Aufschlusspunkt RKS 3 (Ansatzhöhe bei 337,93 mNN)

- B1: 0 bis 0,6 m: Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
B3: 0,6 m bis 3,0 m: Schluff, stark sandig; weich-steif, halbfest
B6: 3,0 m bis 3,6 m: Ton, schluffig; fest
bei 3,6 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 7 (Ansatzhöhe bei 345,85 mNN)

- B2: 0 bis 0,4 m: Mutterboden
B3: 0,4 m bis 2,3 m: Schluff, sandig-stark sandig, tonig; weich bis halbfest-fest
B7: 2,3 m bis 2,5 m: Feinsand, verbacken
bei 2,5 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 9 (Ansatzhöhe bei 353,92 mNN)

B1:	0 bis 0,4 m:	Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
B3:	0,4 m bis 3,1 m:	Schluff, schwach sandig-sandig; weich bis zu halbfest
B7:	3,1 m bis 3,7 m:	Feinsand, stark schluffig; bindige Anteile fest
	bei 3,70 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 10 (Ansatzhöhe bei 357,51 mNN)

B1:	0 bis 0,3 m:	Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
B3:	0,3 m bis 3,0 m:	Schluff, sandig, schwach tonig; weich-steif bis halbfest-fest
B7:	3,0 m bis 3,8 m:	Feinsand/Schluff, mürber Sandstein, fest
	bei 3,8 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

8.3.3 Trassenabschnitt TR 3

Der Trassenabschnitt TR 3 reicht über die Untersuchungspunkte RKS 9, RKS 13, RKS 11 und RKS 15 sowie über RKS 12 bis zum jeweiligen Ende der Straße (Einmündung in die jeweilige Anschlussstraße, z.B. bei RKS 9) (Anlage 2).

Aufschlusspunkt RKS 9 (Ansatzhöhe bei 353,92 mNN)

B1:	0 bis 0,4 m:	Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
B3:	0,4 m bis 3,1 m:	Schluff, schwach sandig-sandig; weich bis zu halbfest
B7:	3,1 m bis 3,7 m:	Feinsand, stark schluffig; bindige Anteile fest
	bei 3,70 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 11 (Ansatzhöhe bei 361,86 mNN)

B2:	0 bis 0,4 m:	Mutterboden
B3:	0,4 m bis 1,1 m:	Schluff, stark sandig; halbfest
B7:	1,1 m bis 2,5 m:	Feinsand, schluffig, schwach tonig; bindige Anteile fest
B8:	2,5 m bis 2,6 m:	Sandstein, mürbe
	bei 2,6 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 12 (Ansatzhöhe bei 358,18 mNN)

B2:	0 bis 0,3 m:	Mutterboden
B3:	0,3 m bis 2,4 m:	Schluff, sandig-stark sandig; schw. tonig-tonig; steif, halbfest
B7:	2,4 m bis 2,8 m:	Sand, stark schluffig, fest, verwitterter Sandstein, bindige Anteile halbfest
B6:	2,8 m bis 3,0 m:	Ton, schluffig; fest
B8:	3,0 m bis 3,1 m:	Sandstein, mürbe
	bei 3,1 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 13 (Ansatzhöhe bei 354,98 mNN)

B2:	0 bis 0,3 m:	Mutterboden
B3:	0,3 m bis 0,8 m:	Schluff, sandig-stark sandig; schwach-stark tonig; steif
B5:	0,8 m bis 1,3 m:	Sand, steinig, kiesig, schluffig, tonig
B6:	1,3 m bis 1,6 m:	Ton, schluffig; steif-halbfest
B4:	1,6 m bis 1,9 m:	Kies, stark sandig, schluffig, tonig
B8:	1,9 m bis 2,0 m:	Sandstein, mürbe
	bei 2,0 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 15 (Ansatzhöhe bei 360,94 mNN)

B2:	0 bis 0,2 m:	Mutterboden
B3:	0,2 m bis 2,5 m:	Schluff, sandig-stark sandig; schw. tonig-tonig; st., st.-halb.
B5:	2,5 m bis 3,0 m:	Sand, stark schluffig, fest, verwitterter Sandsteine; bindige Anteile halbfest
B8:	3,0 m bis 3,2 m:	Sandstein, mürbe
	bei 3,2 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

8.3.4 Trassenabschnitt TR 4

Der Trassenabschnitt TR 4 beinhaltet die Erschließungsstraßen über die Untersuchungspunkte RKS 5, RKS 6, RKS 7 und RKS 4 (Heisterbachau).

Im Norden an der geplanten Kindertagesstätte (bei RKS 5) ist im Gründungsbereich mit erhöhten Anteilen an durchlässigem Kies, Sand/Feinsand zu rechnen.

Aufschlusspunkt RKS 4 (Ansatzhöhe bei 344,82 mNN)

- B1: 0 bis 0,5 m: Schicht 1: Verkehrsflächenaufbau
- B3: 0,5 m bis 1,8 m: Schluff, sandig, schwach tonig-tonig; weich, weich-steif
- B7: 1,8 m bis 2,8 m: Feinsand, schluffig, zerbohrter Sand-/Schluffstein, sehr mürbe
bei 2,8 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 5 (Ansatzhöhe bei 350,65 mNN)

- B2: 0 bis 0,4 m: Mutterboden
- B3: 0,4 m bis 0,6 m: Schluff, sandig, stark tonig; steif
- B4: 0,6 m bis 1,0 m: Kies, stark sandig, schluffig
- B5: 1,0 m bis 3,0 m: Sand, schluffig, kiesig, mürbe Sandsteinreste
- B8 3,0 m bis 3,1 m: Sandstein, gering mürbe
bei 3,1 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 6 (Ansatzhöhe bei 351,71 mNN)

- B2: 0 bis 0,3 m: Mutterboden
- B3: 0,3 m bis 2,5 m: Schluff, sandig, schwach tonig-tonig; weich, steif
- B5: 2,5 m bis 4,1 m: Sand, schluffig, schwach tonig; bindige Anteile halbfest
bei 4,1 m: Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

Aufschlusspunkt RKS 7 (Ansatzhöhe bei 345,85 mNN)

B2:	0 bis 0,4 m:	Mutterboden
B3:	0,4 m bis 2,0 m:	Schluff, schwach-stark sandig, tonig; weich bis halbf.-fest
B7:	2,3 m bis 2,5 m:	Feinsand, verbacken
	bei 2,5 m:	Sondierungsendtiefe, kein weiterer Sondierfortschritt

8.4 Verkehrsflächen

8.4.1 Verkehrsflächenaufbau

Der Unterbau der geplanten Verkehrsflächen ist nach den Richtlinien der ZTVE-StB 17 aufzubauen.

Im Bereich des Erdplanums der Verkehrsflächen sind überwiegend die quartären Lehme der Schicht 2 (Bodenaufbau B3) zu erwarten. Örtlich (z.B. bei RKS 5) wurden in der Gründungsebene bereits die Ablagerungen aus dem Oberen Buntsandstein (sandige, schluffige Kiese; Bodenaufbau B4) erkundet. Wir empfehlen, für die Planung im Bereich des Erdplanums überwiegend von den Lehmen der Schicht 2 (Bodenaufbau B3) auszugehen. Die bindigen Böden sind der Frostepfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostepfindlich) gemäß ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Für Böden dieser Frostschutzklassen gelten in Abhängigkeit der jeweiligen Belastungsklassen (gem. RStO 12) die folgenden Richtwerte für die Dicke des frostsicheren Aufbaus.

Frostepfindlichkeitsklasse	Belastungsklasse	
	Bk 3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F3	60	50

Tabelle 9: Dicke des frostsicheren Aufbaus gemäß RStO 12

Die aufgrund der örtlichen Gegebenheiten gemäß RStO 12 erforderlichen Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Aufbaus sind noch einzurechnen.

Der anstehende ungebundene Verkehrsflächenaufbau weist nach den Feldansprachen, zumindest bereichsweise, schwach schluffige bis schluffige Beimengungen auf. Falls ein Wiedereinbau als Frost-/Tragschicht vorgesehen wird, ist vor Baubeginn vor Ort die Eignung zu prüfen.

8.5 Gründungsempfehlung - Verkehrsflächen

Im Bereich der Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse stehen in der Gründungsebene überwiegend die quartären Lehme der Schicht 2 an. Bereichsweise wurden die Verwitterungsböden der Schicht 3 festgestellt. Die in der angenommenen Gründungsebene anstehenden bindigen Böden wurden in einer heterogenen Konsistenz zwischen weich und halbfest erkundet. Zwischen den Ansatzpunkten können davon abweichende Konsistenzen vorliegen.

Bei einer mindestens steifen Konsistenz haben die in der Planumsebene anstehenden bindigen Böden eine für die vorliegende Bauaufgabe ausreichende Tragfähigkeit. Im Falle einer weichen bzw. weichen bis steifen Konsistenz der anstehenden bindigen Böden kann eine ausreichende Tragfähigkeit durch eine Behandlung des Erdplanums (z.B. mit Kalk, Kalk-Zement) erreicht werden. An den untersuchten Einzelproben der anstehenden bindigen Böden der Schichten 2 und 3 wurden im Bereich des Erdplanums Wassergehalte zwischen etwa $w = 12,9 \%$ und $w = 25,3 \%$ festgestellt. Die Wassergehalte der untersuchten Böden liegen sowohl im Bereich des optimalen Wassergehalts, als auch auf der nassen Seite der Proctorkurve.

Bei der Ausschreibung der Arbeiten sollte der Preis für Bodenverbesserungsmaßnahmen abgefragt werden. Dabei kann erfahrungsgemäß eine maximale Kalk bzw. Kalk/Zement-Zugabemenge zwischen 2 % und 4 % der Trockenwichte angenommen werden. Wir empfehlen, vor Durchführung der Baumaßnahme an Probefeldern die genaue Zugabemenge festlegen zu lassen. Im Bereich des geplanten Erdplanums können teilweise bereits die Böden aus dem Oberen Buntsandstein mit erhöhten Anteilen an Steinen/Kiesen angetroffen werden. Dadurch ist in diesen steinigen/kiesigen Böden die Behandlung mit z.B. Kalk/Zement voraussichtlich nicht erforderlich bzw. nur schwer möglich. Alternativ sind die gering tragfähigen Böden bis ca. 0,5 m unter das planmäßige Aushubniveau gegen ein verdichtungsfähiges, weitgestuftes Austauschmaterial (z.B. Mineralgemisch 0/45) zu ersetzen.

Zur Sicherung der Schichtgrenzen hinsichtlich Kornmigration sowie zur Aufnahme von Zerrspannungen wird vorgeschlagen, auf das Planum ein Geotextil mit einer Robustheitsklasse GRK 4 aufzulegen. Darauf ist dann die Frost-/Tragschicht lagenweise aufzubauen und zu verdichten.

Das bindige Erdplanum ist statisch, d.h. ohne Zuschaltung des Rüttlers, nachzuverdichten und vor dem Aufbringen der Frostschutzschicht hinsichtlich seiner Tragfähigkeit zu prüfen. Der Nachweis kann mit indirekten (z.B. Plattendruckversuch) oder direkten Prüfverfahren (z.B. Densitometer) erfolgen. Bei der Durchführung von statischen Plattendruckversuchen ist bei

einem E_{v2} -Wert von mindestens 45 MPa und einem Verdichtungsverhältnis von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,0$ (feinkörnige Böden) bzw. 2,2 (gemischtkörnige Böden) ausreichende Standfestigkeit nachgewiesen. Auf der Tragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120/150$ MPa bei einem Verdichtungsverhältnis von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$ zu erreichen.

Das Planum kann im Falle eines Einstaus bzw. bei hoher Durchfeuchtung beim Befahren durch Walken zerstört werden. Das Bauverfahren ist darauf abzustellen.

Die Querneigung des Planums soll gemäß ZTVE-StB 17 bei wasserempfindlichen Böden mindestens 4 % betragen. Nach einer Bodenbehandlung, z.B. mit Kalk, kann die Querneigung auf minimal 2,5 % reduziert werden.

8.6 Kanälgräben

8.6.1 Graben

Die Ausführung des Kanalgrabens kann im Schutze eines Grabenverbaus erfolgen. Dieser ist gemäß DIN 4124 (Baugruben und Gräben) auszubilden.

Sofern ein Normverbau nach DIN 4124 nicht zum Einsatz kommt bzw. kommen kann, können die Leitungsgräben geböscht werden. Die Böschungsneigungen sind nach DIN 4124 in Abhängigkeit der anstehenden Böden auf maximal $\beta = 45^\circ$ (bindige Böden in weicher, weicher bis steifer Konsistenz, Sand, Kies) und auf maximal $\beta = 60^\circ$ (bindige Böden mindestens steifer Konsistenz, gering verwitterte Sandsteine) einzustellen. Die Baugrubenwandungen sind in geeigneter Weise gegen das Ausbrechen von möglichen größeren Sandsteinen bzw. Sandsteinblöcken zu sichern. Ausreichende Standsicherheit steilerer Böschungen ist nachzuweisen.

Beim Anschnitt Wasser führender Schichten in den Böschungen, die nicht ausbluten, sind diese in geeigneter Weise gegen rückschreitende Erosion zu schützen (s. Abschnitt 9.4). Das eventuell dann der Baugrube zufließende Wasser ist, falls es nicht zeitnah versickert, in der Aushubsohle zu fassen und einer geeigneten Vorflut zuzuleiten.

Stehen in der Grabensohle (Aushubsohle) weiche Böden an, sind diese in geeigneter Weise, z.B. durch Eindrücken von Grobschlag oder Schotter zu sichern bzw. zu stabilisieren.

Hinweis: Wie im Abschnitt 3 ausgeführt sind die genauen Gründungsebenen der Kanäle derzeit noch nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass die Sondierungen, zumindest teilweise, nicht bis zu den Gründungsebenen des Kanals geführt werden konnten. Nach derzeitigem

Kenntnisstand gehen wir davon aus, dass die anstehenden Böden mit baustellenüblichen Aushubgeräten gelöst werden können. Meißelarbeiten (Baggermeißel) können jedoch bereichsweise nicht ausgeschlossen werden. Deshalb sollte in der Ausschreibung der Preis für Meißelarbeiten abgefragt werden.

8.6.2 Verfüllboden

Gemäß DIN EN 1610 sind für die Hauptverfüllung entweder anstehende Böden (verdichtbar, frei von rohrschädigenden Materialien) oder angelieferte Baustoffe einzusetzen. Bei Wiederverwendung der anstehenden Böden können in den Böden aus dem Oberen Buntsandstein größere Steine/Blöcke nicht ausgeschlossen werden.

Die Wassergehalte des Aushubbodens liegen sowohl im Bereich des optimalen Wassergehalts, als auch auf der nassen Seite der Proctorkurve. Bereichsweise ist demnach der anstehende Boden für die Verdichtung mit einfacher Proctorenergie zu feucht und vor dem Wiedereinbau aufzubereiten, z.B. durch Vergütung (s. Kapitel 9.1).

Der feinkörnige Anteil des Aushubbodens ist überwiegend der Verdichtbarkeitsklasse V3 nach ZTVA StB 97/06 zuzuordnen. Größere Steine und Blöcke dürfen, z.B. wegen der Gefahr der Entmischung beim Einbau und damit verbundenen möglichen Nesterbildungen (Zonen mit Grobporen und Hohlräumen) und zum Schutze der Leitungen und Rohre nicht eingebaut werden.

Werden im Aushub größere Steine/Blöcke festgestellt ist dieser, falls er zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden soll, aufzubereiten. Die Aufbereitung kann dadurch geschehen, dass das Aushubmaterial über ein Stangensieb mit einer Durchlassweite < 100 mm vom Grobmaterial selektiert wird. Das Grobmaterial kann über einen Brecher geleitet und dem abgesiebten Feinmaterial zugegeben werden. Der so aufbereitete Boden kann zur Kanalverfüllung verwendet werden.

Sind in den Grabenwänden Hohlräume unter überhängendem Fels vorhanden, sind diese sorgfältig zu verfüllen.

8.6.3 Kanalaufleger

Die Kanalsohlen liegen voraussichtlich überwiegend in den Böden des Bodenaufbaus B4 bis B8 (Tabelle 8, s. Abschnitt 8.2). Gemäß Arbeitsblatt ATV 127 können die in den Gründungssohlen

anstehenden Böden in der Regel den Bodengruppen G2 (schwach bindige Böden) bis G4 (bindige Böden) zugeordnet werden.

Stehen bindige Böden mit nur weicher Konsistenz in der Gründungssohle an, sind diese mit einem Grobschotter zu stabilisieren, der statisch und hohlraumfrei einzudrücken ist. Anschließend ist unter dem Rohraufleger ein verdichtungsfähiges Material ca. 0,2 m dick einzubauen.

Für die statische Berechnung der Kanalleitungen gemäß dem Arbeitsblatt A 127 können die in Abschnitt 7 angegebenen Bodenkennwerte verwendet werden. Dabei sind jeweils die für die Fragestellung ungünstigsten Wertekombinationen zu wählen.

8.7 Löschwasserbehälter

Die Gründungsebene des Löschwasserbehälters wurde vom Planer noch nicht abschließend festgelegt. Vom Planer wurde ein Tiefenbereich zwischen etwa 3 m und 4,5 m angegeben (Abschnitt 3.2).

Legt man zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse die Ergebnisse der in unmittelbarer Nähe zum geplanten Standort des Löschwasserbehälters abgeteufte Rammkernsondierung RKS 10 zugrunde, dann sind im Bereich der Gründungsebene stark sandige Schluffe in einer halbfesten bis festen Konsistenz bzw. Feinsande/Schluffe (mürbe Sandsteine) in einer festen Konsistenz zu erwarten. Die ab etwa 2,5 m unter Gelände erkundeten Böden weisen eine für die vorliegende Bauaufgabe ausreichende Tragfähigkeit auf.

Zur Vorbemessung kann die Bodenplatte bei einer Gründung in den zuvor genannten halbfesten bis festen bzw. festen Böden mit einem Bettungsmodul von 25 MN/m³ (Becken) bemessen werden. Bei Bedarf kann auf der Grundlage eines Lastenplans eine Bettungsmodulverteilung ermittelt werden.

Das Rundbecken muss auch im vollständig geleerten Zustand (Revisionsfall) auftriebssicher gestaltet sein.

8.8 Regenrückhaltebecken (RRB)

Die Höhenlage der Sohle des Regenrückhaltebeckens ist uns derzeit noch nicht bekannt. Wir gehen nachfolgend von einer Sohle des Regenrückhaltebeckens bei maximal etwa 2 m unter der derzeitige Geländeoberfläche aus.

Es ist voraussichtlich ein Überlauf zum Heisterbach vorgesehen. Die Höhenlage dieses Überlaufes bestimmt die Tiefe des voraussichtlich gegebenen Dauerstaus.

Da die Beckenwandungen voraussichtlich nicht abgedichtet werden, wird nicht nur Oberflächenwasser aus dem Baugebiet, sondern auch u.U. ansteigendes Grund- sowie Schichtwasser dem Rückhaltebecken zufließen. Wird Grund-/Schichtwasser über die Böschungen dem Becken zufließen, ist durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, dass keine rückschreitende Erosion in den Böschungen und der Beckensohle auftreten kann. Dies gilt insbesondere im Falle einer notwendigen Entleerung im Revisionsfall.

Legt man zur Beurteilung der Ergebnisse die in diesem Bereich abgeteufte Rammkernsondierung RKS 2 zugrunde, sind überwiegend feinsandige, tonige Schluffe mit eingeschalteten Sandsteinlagen zu erwarten.

Es wird empfohlen, die Dauerböschungen wegen der nur weichen Konsistenz der in Tiefen zwischen etwa 0,6 m und 1,5 m erkundeten Schluffe mit einer Neigung von maximal 45° herzustellen. Die anstehenden bindigen Böden weisen bis zur Erkundungsendtiefe bei etwa 3 m unter Gelände im Wesentlichen eine für den Betrieb des Beckens ausreichend geringe Durchlässigkeit sowie die erforderliche Steifigkeit auf. Eingestaute Beckenwandungen und Sohlen aus bindigen/tonigen Böden sind in geeigneter Weise gegen aufweichen und aufschlämmen zu schützen. Wir empfehlen, den Bereich der Dauerstaulinie mit z.B. einer Steinschüttung gegen Wellenschlag zu schützen.

Werden im Bereich der Böschungen oder in der Beckensohle Sandsteinlagen mit einer erhöhten Durchlässigkeit angetroffen sind ggf. Maßnahmen zu ergreifen, die einen unkontrollierten Abfluss des zurückgehaltenen Oberflächenwassers verhindern.

Nach Festlegung der Randbedingungen für den Betrieb des Beckens sind u.U. ergänzende geotechnische/geohydraulische Untersuchungen durchzuführen.

9 Hinweise zur Bauausführung

9.1 Wiederverwendbarkeit des Bodenaushubs

Der anfallende Bodenaushub kann unter bestimmten Bedingungen bzw. bei entsprechender Eignung zur Kanalgrabenverfüllung bzw. zur Geländeanschüttung verwendet werden. Zur Untersuchung der Eignung wurden eine Mischprobe des anstehenden Bodens sowie mehrere Einzelproben im Labor untersucht. Dies führte zu den nachfolgend dargestellten Ergebnissen.

Probe	Proctordichte [t/m ³]	Opt. Wassergehalt [%]	Wassergehalt D _{Pr} = 97 % [%]	Wassergehalt D _{Pr} = 95 % [%]
MP Boden	1,805	16,2	14,5/19,0	14,0/20,1

Tabelle 10: Ergebnisse des Proctorversuchs nach DIN 18 127

An den untersuchten Einzelproben der anstehenden Schluffe (Schicht 2) wurden Wassergehalte zwischen $w = 12,9 \%$ und $w = 25,3 \%$ (i.M. $w = 21,3 \%$) festgestellt. Zwischen den Aufschlusspunkten können davon abweichende Wassergehalte nicht ausgeschlossen werden.

Die im Labor untersuchten Proben sind demnach, zumindest teilweise, ohne Aufbereitung für einen Wiedereinbau, zu feucht. Wir empfehlen deshalb, in der Ausschreibung als Eventualposition eine Bodenverbesserung (z.B. mit Kalk aufzunehmen). Es wird empfohlen, von maximalen Kalkzugabemengen von 2 % bis 4 % der Trockendichte auszugehen. Im Zuge der Bauausführung sollte mit Probefeldern die erforderliche Kalkzugabemenge ermittelt werden.

Falls eine Zwischenlagerung der ausgebauten Böden erforderlich wird, sind diese vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Die bodenmechanischen Laborversuche wurde an einer annähernd kiesfreien Mischprobe aus den quartären Lehmen der Schicht 2 durchgeführt. In den unterlagernden Böden aus dem Oberen Buntsandstein wurden Böden mit erhöhten kiesigen Beimengungen bzw. als Hauptbestandteile teilweise Kiese festgestellt. Dies ist bei der Planung der u.U. erforderlich werdenden Bodenverbesserungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

9.2 Behandlung der Aushubsohlen

Die bindigen Böden bzw. Böden mit erhöhten, die geotechnischen Eigenschaften bestimmenden bindigen Anteile reagieren empfindlich auf Durchnässung und mechanische Beanspruchung und dürfen daher bei der Herstellung der Aushubsohlen nicht befahren werden. Der Aushub ist in diesen Fällen bis auf wenige Dezimeter an die geplante Gründungssohle heranzuführen. Der Restaushub ist bei geeigneter Witterung rückschreitend vorzunehmen. Nach Freigabe durch den Baugrundsachverständigen ist die Aushubsohle in geeigneter Weise, z.B. durch eine Sauberkeitsschicht etc. zu schützen.

9.3 Baugrube/Verbau

Sofern ein Normverbau nach DIN 4124 nicht zum Einsatz kommt bzw. kommen kann, können die Leitungsrinnen/Baugruben geböscht hergestellt werden. Die Böschungsneigungen können bei Einhaltung der in der DIN 4124 genannten Randbedingungen für die anstehenden Böden auf maximal $\beta = 45^\circ$ (bindige Böden in weicher, weicher bis steifer Konsistenz, Sand, Kies) und auf maximal $\beta = 60^\circ$ (bindige Böden mindestens steife Konsistenz, gering verwitterte Sandsteine) eingestellt werden. Die Baugrubenwandungen sind in geeigneter Weise gegen das Ausbrechen von u.U. vorhandenen größeren Steinen bzw. Gesteinsblöcken zu sichern. Ausreichende Standsicherheit steilerer Böschungen ist nachzuweisen bzw. bei Böschungshöhen > 5 m ist ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis zu führen.

Die Baugrubenböschungen sind in geeigneter Weise, z.B. mit einer Baufolie, gegen Erosion zu schützen. An den Böschungskanten ist ein ca. 2 m breiter Streifen lastenfrei zu halten.

9.4 Wasserhaltung

Während der Baugrundaufschlussarbeiten wurde bis zu den maximalen Erkundungsendtiefen bei etwa 5 m unter Gelände kein Schichtwasser festgestellt.

Werden beim Baugrubenaushub in den Böschungen Wasser führende Schichten bzw. aufgestautes Schichtwasser angeschnitten, sind die Austrittsstellen in den Baugrubenböschungen sofort gegen Ausfließen und gegen rückschreitende Erosion zu sichern. Hierzu ist z.B. ein Geotextil (Filtervlies) auf die Austrittsstellen aufzulegen. Dies ist mit einer Kies-/Schotterabdeckung zu sichern (Auflastfilter). Der Auflastfilter ist bis zur Aushubsohle zu führen.

Das der Baugrube zufließende Oberflächen-/Tag-/Schichtwasser kann, sofern es nicht zeitnah versickert, in Drainagegräben und Pumpensümpfen gefasst werden.

Bei Ableitung der anfallenden Wässer in eine geeignete Vorflut bzw. in die kommunale Kanalisation ist mit einem Wasserrechtsantrag die Erlaubnis einzuholen.

9.5 Wasserabfluss längs der Kanalrohre

Die Kanalbaugrube, insbesondere auch die Rohrbettung, kann bei einer Gründung in den gering durchlässigen Lehmen der Schicht 2 eine Längswasserwegigkeit darstellen, durch die eindringendes Oberflächenwasser und u.U. aufsteigendes Schichtwasser entlang der Kanaltrasse abgeführt wird. Durch Erosions- bzw. Suffosionsvorgänge im Boden kann es daher zu Bodenumlagerungen bzw. zu Bodenaustrag im Bereich der Kanalgrabenverfüllung kommen, was u.U. zu Setzungen an der Geländeoberfläche und in der Rohrbettung führen kann.

Zur Verhinderung dieser möglichen Wasserwegigkeiten sind konstruktive Maßnahmen, wie z.B. Lehmquerschläge, geeignet. Der erforderliche Abstand der Querschläge ist in Abhängigkeit der Topografie bzw. der vorherrschenden Gradienten und des anstehenden Bodens festzulegen. Der Lehmquerschlag sollte bis ca. 0,5 m über den Kanalscheitel geführt werden. Auf die zuvor genannten Maßnahmen kann verzichtet werden, wenn die Kanalgräben mit Material aufgefüllt werden, das eine ähnliche Wasserdurchlässigkeit besitzt, wie der umgebende Boden.

10 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

10.1 Asphalt

10.1.1 Bewertungsgrundlagen

Der Asphalt wurde an den Ansatzpunkten innerhalb der bestehenden asphaltierten Wege mittels Kernbohrungen entnommen und chemisch analysiert. Die Lage der Ansatzpunkte ist in der Anlage 2 dargestellt.

Zur Bewertung auf teerhaltige Bestandteile in dem untersuchten Asphaltoberbau wurden die Spiegeleinträge des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg [U5], sowie der Leitfaden zum Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch [U4] herangezogen. Nach den Spiegeleinträgen bzw. dem Leitfaden ist bei Gehalten an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) größer 200 mg/kg von gefährlichem bzw. teerhaltigem Abfall auszugehen.

10.1.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Analysen des Asphaltoberbaus sind in der Tabelle 11 zusammengefasst.

Die detaillierten Analyseprotokolle der Asphaltuntersuchungen sind in der Anlage 6 enthalten. Eine fotografische Dokumentation der Asphaltkerne ist in der Anlage 7 beigefügt.

Tabelle 11: Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen

Nr.	PAK-Gehalt [mg/kg]	Phenole [mg/l]	Einstufung nach [U7]	Verwertungsklasse nach [U3]	Auffälligkeit Schnellansprühverfahren
RKS 3	n.b.	< 0,01	DK 0	A	keine
RKS 4	n.b.	< 0,01	DK 0	A	keine
RKS 9	n.b.	< 0,01	DK 0	A	keine
RKS 14	n.b.	< 0,01	DK 0	A	keine

 teerhaltig nach [U4/U5] n.b. = unterhalb der Nachweisgrenze

Verwertungsklasse A nach [U3]: Alle Verwertungsverfahren (vorzugsweise Heißmischverfahren)

Verwertungsklassen B/C nach [U3]: Kaltmischverfahren mit Bindemitteln. Nur zulässig, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemitteln im Eluat des Probekörpers die Grenzwerte nach [U3] eingehalten werden.

10.1.3 Bewertung

Die PAK-Gehalte der untersuchten Asphaltproben unterschreiten den Grenzwert von 200 mg/kg für gefährlichen Abfall [U5] bzw. für teerhaltigen Straßenaufbruch [U4]. Die genannten Asphaltproben sind demnach nicht als gefährlicher Abfall einzustufen (AVV-Nr. 17 03 02).

Die möglichen Verwertungsverfahren nach [U3] sind in der Tabelle 11 angegeben. Die Einschränkungen bei der Verwendung des aufbereiteten Ausbausphalts sind [U4] und [U5] zu entnehmen.

10.2 Ungebundener Verkehrsflächenaufbau/anstehender Boden

10.2.1 Bewertungsgrundlagen

Die aus dem ungebundenen Verkehrsflächenunterbau und dem anstehenden Boden entnommenen Mischproben (Tabellen 1 und 2) wurden auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 [U6] untersucht.

10.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Tabelle 12 zusammengefasst. Die Untersuchungsprotokolle des Labors Agrolab GmbH, Bruckberg, sind in der Anlage 6 beigefügt.

10.2.3 Bewertung

In der aus der ungebundenen Tragschicht der Feldwege entnommenen Mischprobe MP 1 sowie in den aus dem anstehenden Boden untersuchten Mischproben MP 2 bis MP 5 wurden keine Grenzwertüberschreitungen nach [U6] festgestellt. Diese Proben sind demnach in die Zuordnungs-kategorie Z0 einzustufen. Eine Verwertung der Proben ist unter den in [U6] genannten Randbedingungen möglich.

Das Untersuchungsergebnis gilt für die untersuchten Probenahmestellen. Außerhalb der untersuchten Stellen können Abweichungen davon nicht ausgeschlossen werden. Eine lokal auftretende Überschreitung des Zuordnungswertes Z0 nach [U6] ist in Auffüllböden generell nicht auszuschließen.

Parameter	Dimension	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	ZO Sand	ZO Lehm Schluff	ZO Ton	ZO* IIIA	ZO*	Z1.1	Z1.2	Z2
		Unterbau Wege	Boden u. Wege	Boden Baugeb.	Boden Baugeb.	Boden Baugeb.								
		8,9	7,8	7,1	8,3	6,7								
		313	17	15	31	< 10								
		2,2	< 2	< 2	< 2	< 2								
		15	< 2	2,9	< 2	< 2								
Arsen	mg/kg TS	3,5	14	15	11	9,7	10	15	20	15 / 20 ³⁾		45		150
	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	14		20		60
Blei	mg/kg TS	4,7	17	22	14	13	40	70	100	100	140	210		700
	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	40		80		20
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0		3,0		10
	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		-	-	1,5		3		6
Chrom ges.	mg/kg TS	11	41	49	36	32	30	60	100	100	120	180		600
	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	12,5		25		60
Kupfer	mg/kg TS	8,8	15	19	14	12	20	40	60	60	80	120		400
	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	20		60		100
Nickel	mg/kg TS	6,9	32	36	32	30	15	50	70	70	100	150		500
	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	15		20		70
Thallium	mg/kg TS	< 0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,7	1,0	0,7		2,1		7
	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		-	-					
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0		1,5		5
		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		-	-	0,5		1		22
Zink	mg/kg TS	19,1	51,3	58	52,9	44,1	60	150	200	200	300	450		1.500
		< 50	< 50	< 50	< 50	< 50		-	-	150		200		600
Cyanide ges.	mg/kg TS	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-	-	-	-	-	3		10
		< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5					10		20
EOX	mg/kg TS	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	1	1		3		10
Kohlenwasserstoffe ⁴⁾	mg/kg TS	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	100	100	100	100	200	300		1.000
		110	< 50	< 50	< 50	< 50					(400)	(600)		(2.000)
BTX	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1		1		1
LHKW	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1		1		1
PCB ₆	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15		0,5
PAK ₁₆	mg/kg TS	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3	3	3	3		3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,16	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	3	0,9	3
		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	20					40		100
Einstufung nach [U6]		Z0	Z0	Z0	Z0	Z0	n.b. = Unterhalb der Bestimmungsgrenze							

- 1) Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium
- 2) Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbelastungen anzustellen.
- 3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm / Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
- 4) Die angegebenen Zuordnungswerte ohne Klammer gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40.

Z0	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	>Z2
----	----------	-----	------	------	----	-----

Tabelle 12: Ergebnisse der chemischen Analysen nach VwV-Boden [U6]

11 Zusammenfassung

In 74722 Buchen ist die Erschließung des Baugebiets "Marienhöhe" geplant. Im vorliegenden Gutachten werden die im Planungsgebiet vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse beschrieben. Es werden Angaben zur Gründung der Verkehrsflächen und der Rohrleitungen gemacht sowie Empfehlungen für die Bauausführung gegeben. Ferner werden die Ergebnisse von chemischen Analysen des Asphalts, des ungebundenen Verkehrsflächenaufbaus sowie des anstehenden Bodens genannt und bewertet.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen unter dem Verkehrsflächenaufbau bzw. unter einer bis zu etwa 0,4 m dicken Oberbodenschicht im Bereich des Baugebiets bis in Tiefen zwischen etwa 0,6 m und 4,7 m unter Gelände quartäre Lehme aus überwiegend schwach tonigen bis stark tonigen, sandigen bis stark sandigen Schluffen an. Die quartären Lehme wurden in einer heterogenen Konsistenz zwischen breiig bis weich und halbfest erkundet. Unter den quartären Böden wurden bis zu den Erkundungsendtiefen der Rammkernsondierungen zwischen etwa 2 m und 5 m unter Gelände die Ablagerungen aus dem Oberen Buntsandstein festgestellt. Diese setzen sich aus Kiesen und Sanden sowie aus Schluffen und Tonen zusammen. Auch eingeschaltete Sandsteinlagen wurden festgestellt.

Die Wassergehalte der untersuchten Bodenproben liegen sowohl im Bereich des optimalen Wassergehalts, als auch auf der nassen Seite der Proctorkurve. Demnach wurden im Baufeld Böden mit einem für einen Wiedereinbau ohne Aufbereitung zu hohen Wassergehalt festgestellt.

Grund-/Schichtwasser wurde bis zu den maximalen Erkundungsendtiefen nicht gemessen. Lokal ist jedoch, insbesondere nach Regenereignissen, mit dem Auftreten von Schichtwässern zu rechnen.

Die Durchlässigkeit der quartären Lehme der Schicht 2 liegt außerhalb der gemäß Arbeitsblatt A 138 genannten Bandbreite für Böden mit guten Versickerungseigenschaften. Bei einer geplanten Versickerung in die Böden aus dem Oberen Buntsandstein (Schicht 3) sollte am Ort der geplanten Versickerung die Durchlässigkeit mit Infiltrationsversuchen untersucht werden.

Wir empfehlen, die Aushub- und Gründungsarbeiten fachtechnisch überwachen zu lassen.

Die Grundlage der in dem vorliegenden Gutachten gemachten Aussagen/Empfehlungen bilden die punktuell durchgeführten Baugrunduntersuchungen. Abweichungen zwischen den Aufschlusspunkten bzgl. Bodenart, Bodenschichtung, Festigkeit und chemischer Inhaltsstoffe sind systembedingt grundsätzlich möglich.

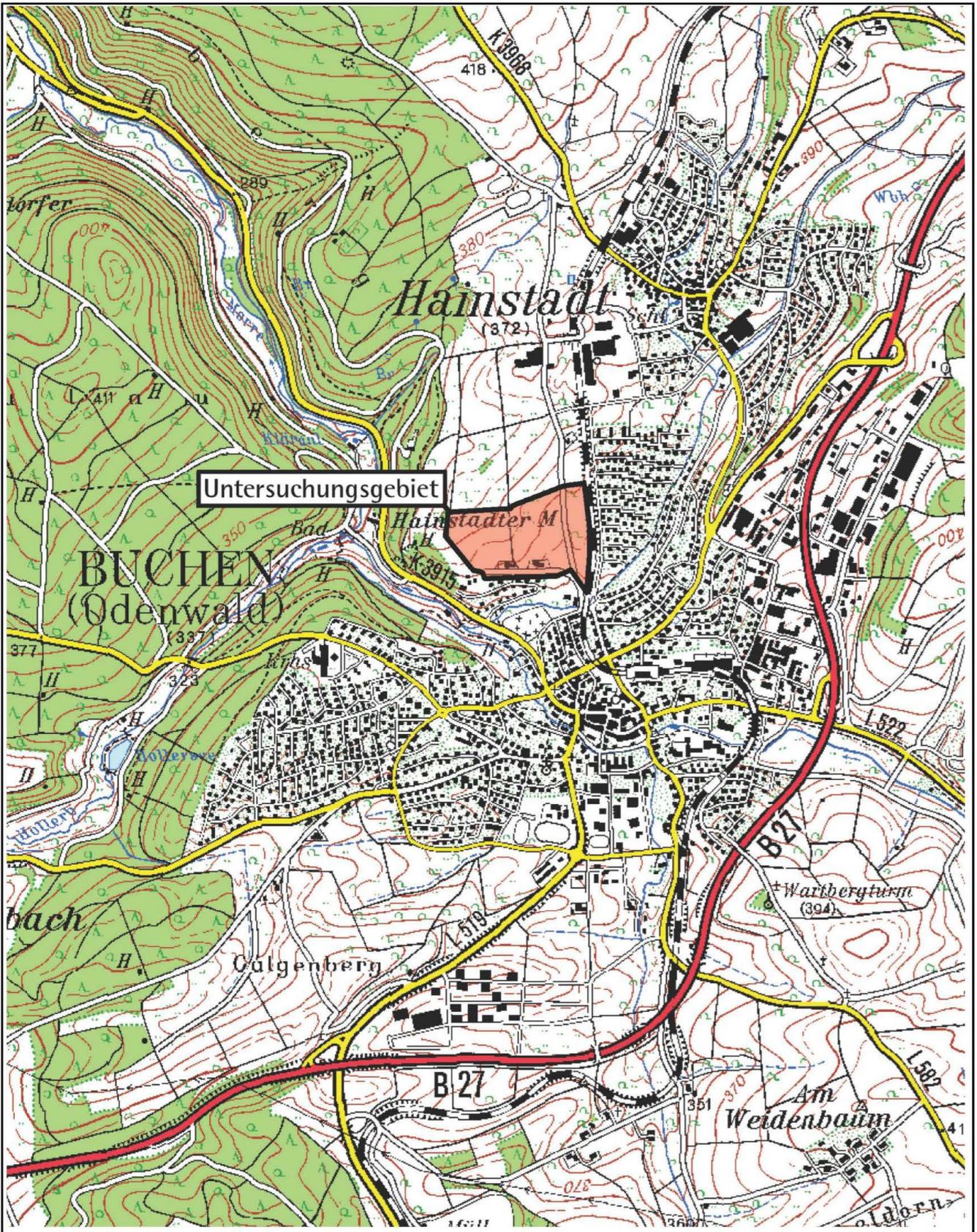
IPE GmbH-Walldürn, den 04.06.2020



Dipl.-Ing. Jürgen Link



Dr.-Ing. Heinz H. Schwab



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Altlasten



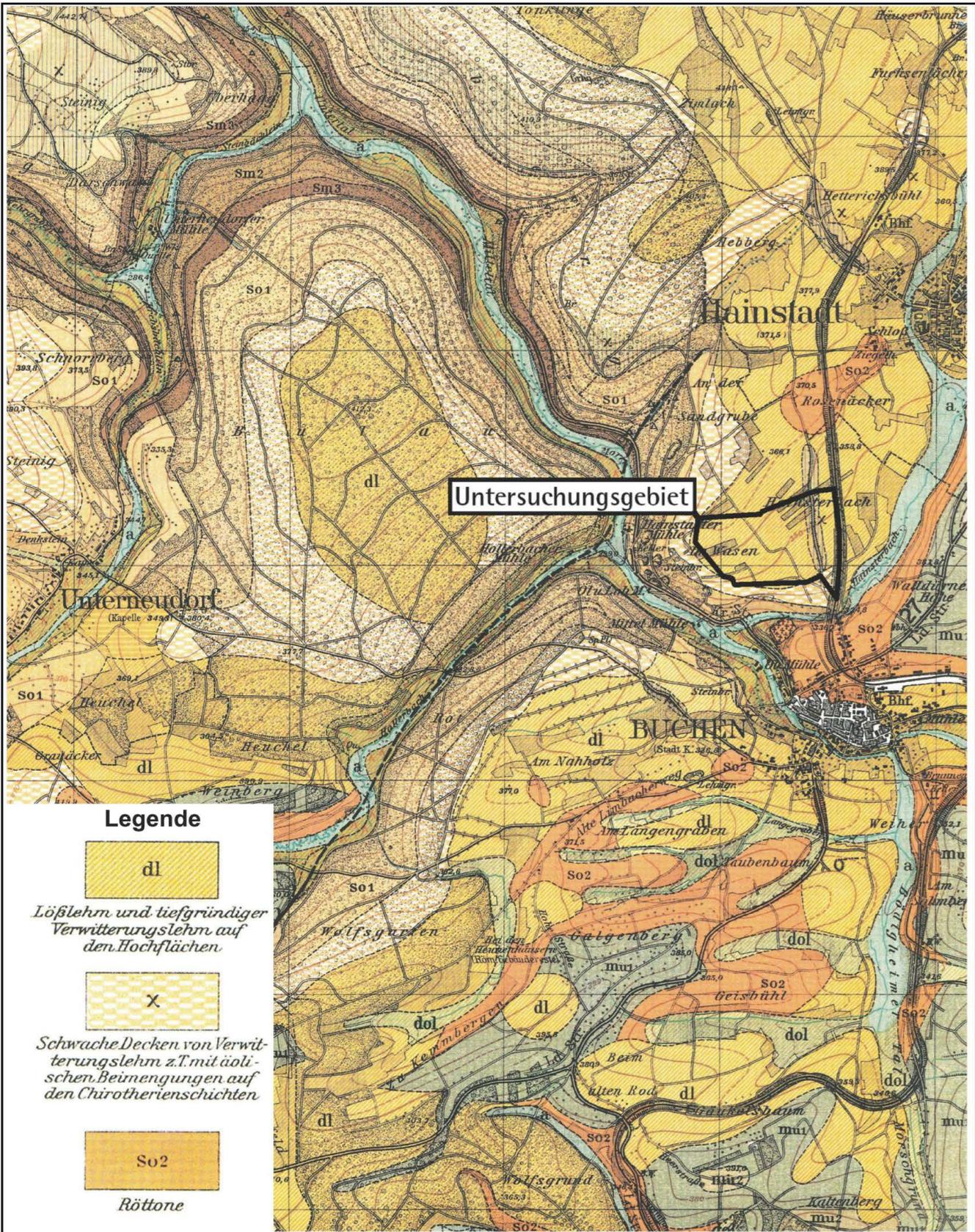
Dr. August-Stumpf Str. 42
74731 Walldürn

Übersichtslageplan

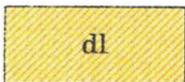
Maßstab
1:25.000

Projekt Nr.
19/1986
Bericht Nr.
1

Anlage-Nr.
1.1



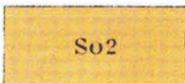
Legende



Lösslehm und tiefgründiger Verwitterungslehm auf den Hochflächen



Schwache Decken von Verwitterungslehm z.T. mit tuffischen Beimengungen auf den Chirotherienschiefern



Röttone



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Altlasten



Dr. August-Stumpf Str. 42
74731 Walldürn

Geologische Karte (Ausschnitt)

Maßstab
1:25.000

Projekt Nr.
19/1986
Bericht Nr.
1

Anlage-Nr.
1.2



Verdichtete Bebauung mit ergänzenden Nutzungen entlang Haupterschließungsachse

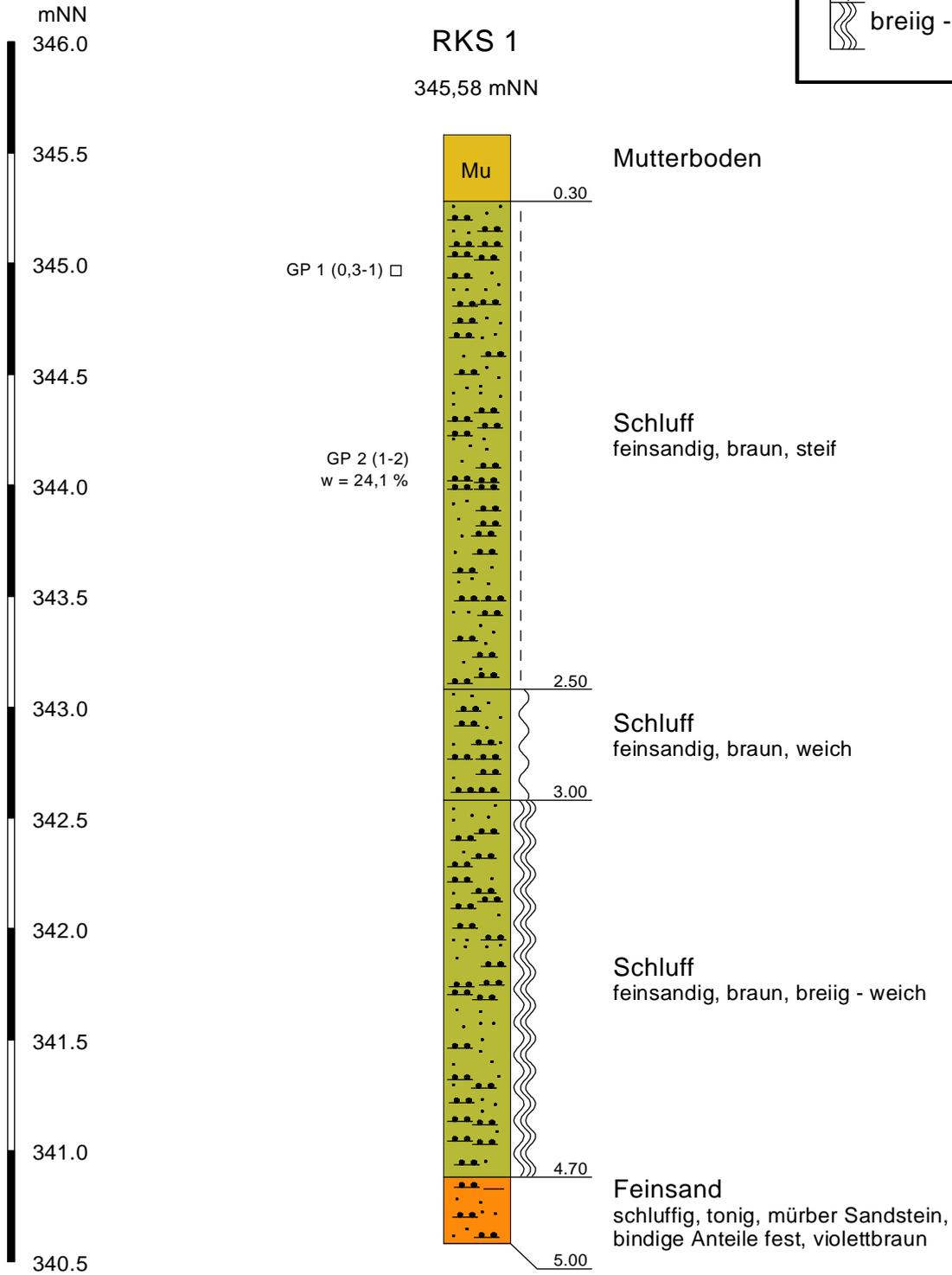
Baufläche Süd: evtl. Bebauung

Beidseitiger Schutzstreifen für Radfahrer.

 RKS = Rammkernsondierung
 = Baugrundschnitt A-A

	Stadt Buchen Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen		Ingenieurbüro für Geotechnik und Altlasten Dr. August-Stumpf-Str. 42 74731 Walldürn											
	Lageplan mit Angabe der Ansatzpunkte		<table border="1"> <tr> <td>Maßstab</td> <td>Projekt Nr.</td> <td>Anlage Nr.</td> </tr> <tr> <td>ca. 1:2000</td> <td>19/1986</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bericht Nr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td></td> </tr> </table>	Maßstab	Projekt Nr.	Anlage Nr.	ca. 1:2000	19/1986	2		Bericht Nr.			1
Maßstab	Projekt Nr.	Anlage Nr.												
ca. 1:2000	19/1986	2												
	Bericht Nr.													
	1													

Legende



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 1

Maßstab

1:30

Projekt Nr.
19/1986

Bericht Nr.
1

Anlage Nr.

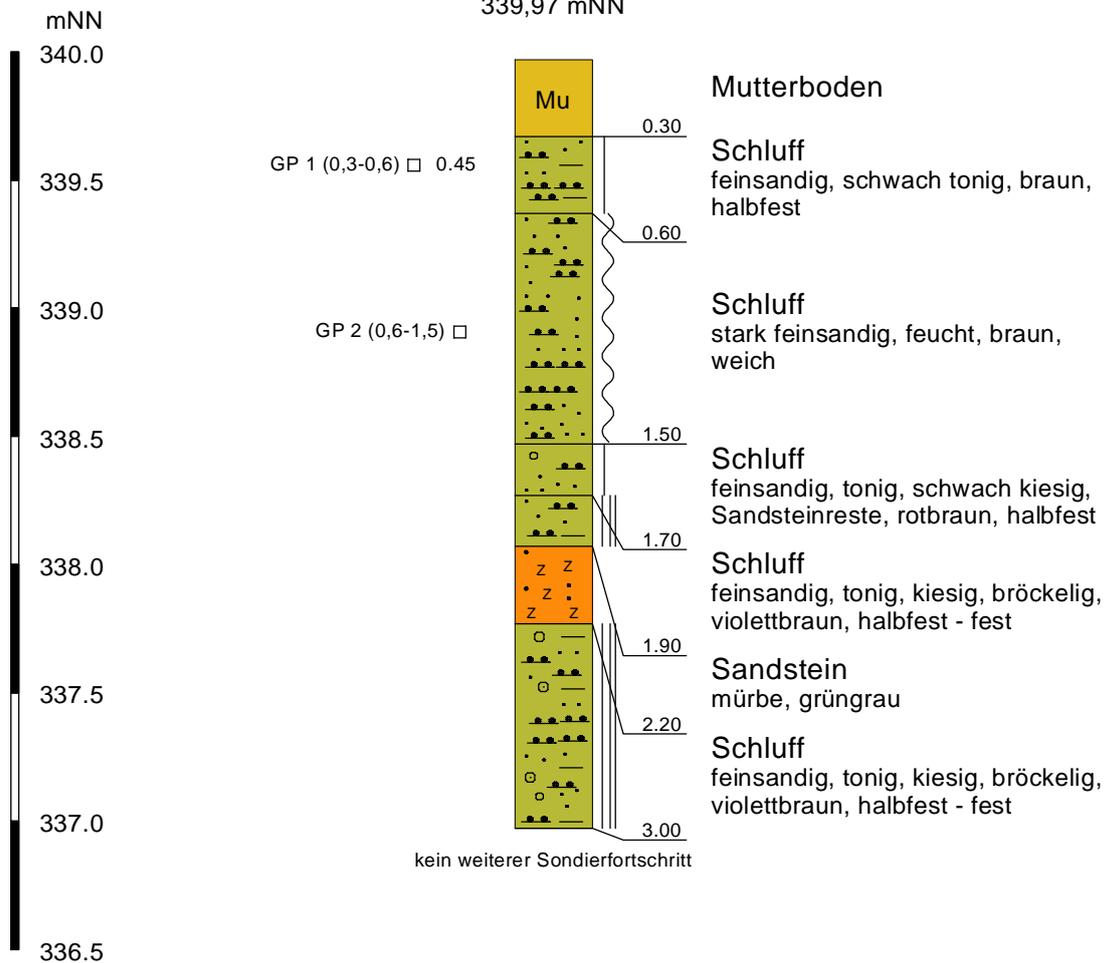
3.1

Legende



RKS 2

339,97 mNN



Stadt Buchen
 Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
 Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
 74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 2

Maßstab

1:30

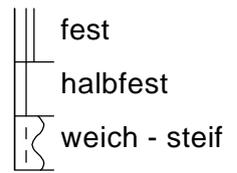
Projekt Nr.
 19/1986

Bericht Nr.
 1

Anlage Nr.

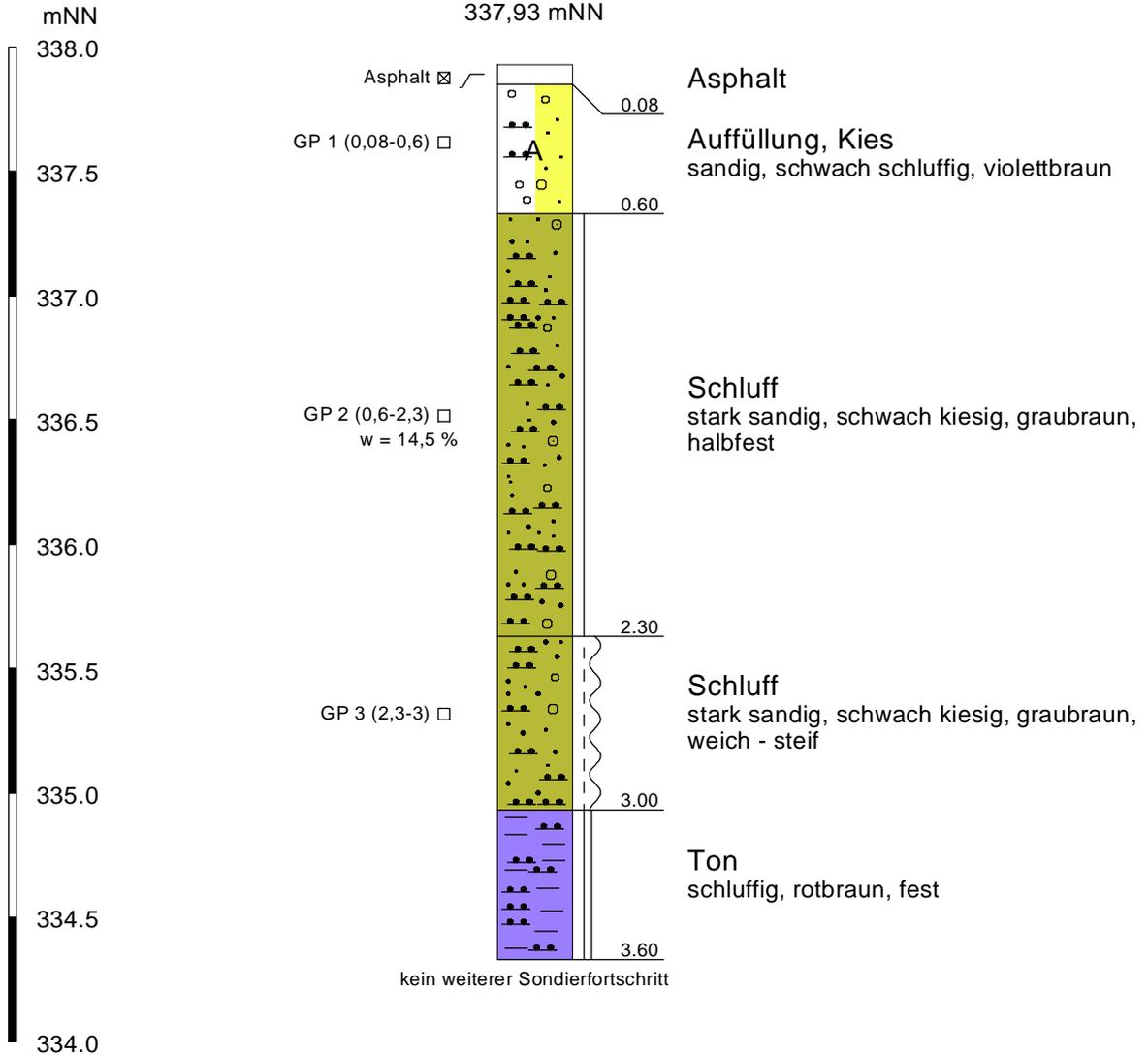
3.2

Legende



RKS 3

337,93 mNN



Stadt Buchen
 Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
 Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
 74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 3

Maßstab

1:30

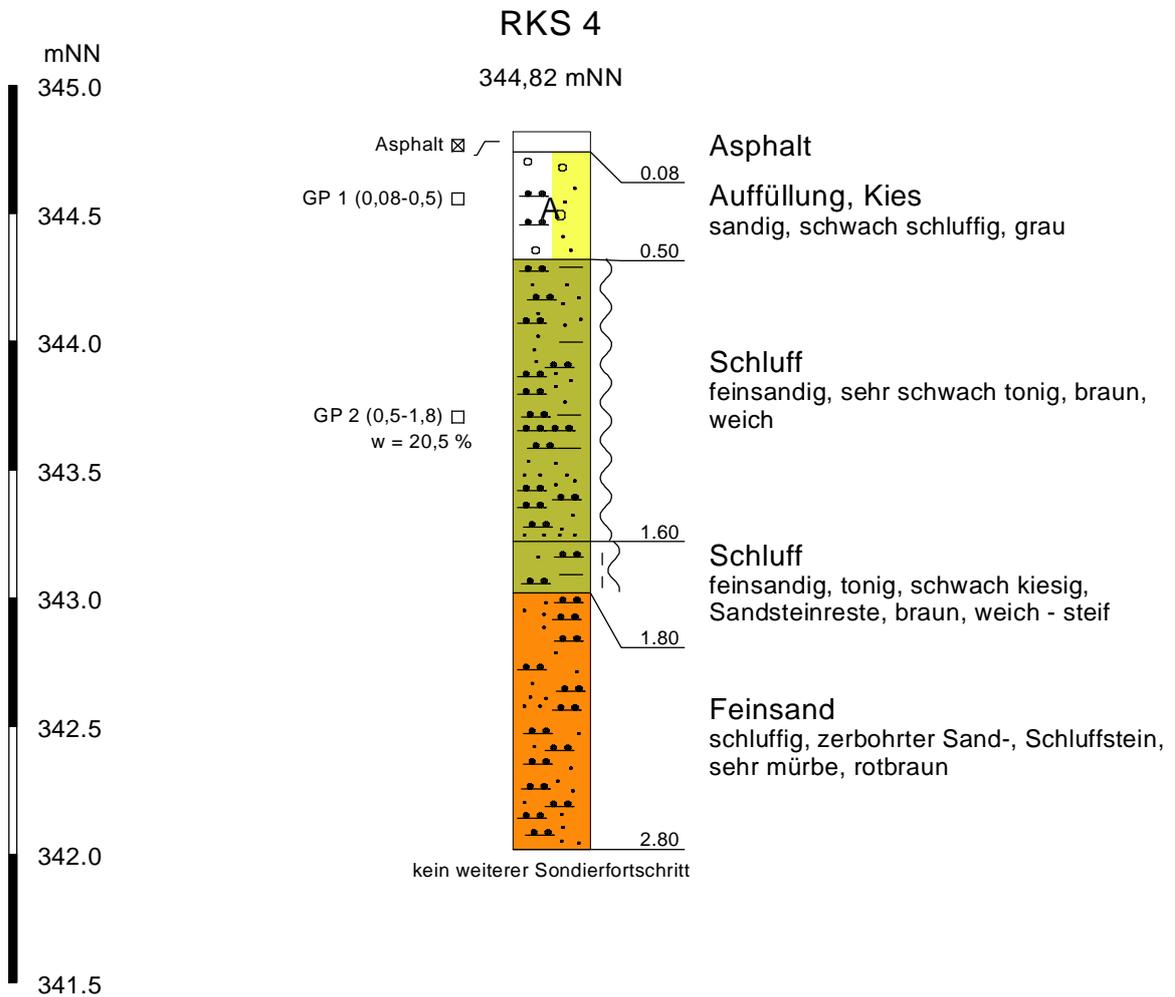
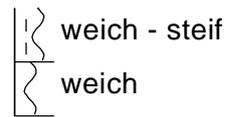
Projekt Nr.
 19/1986

Bericht Nr.
 1

Anlage Nr.

3.3

Legende



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 4

Maßstab

1:30

Projekt Nr.
19/1986

Bericht Nr.
1

Anlage Nr.

3.4



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Allasten
Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn



Rammkernsondierung RKS 5

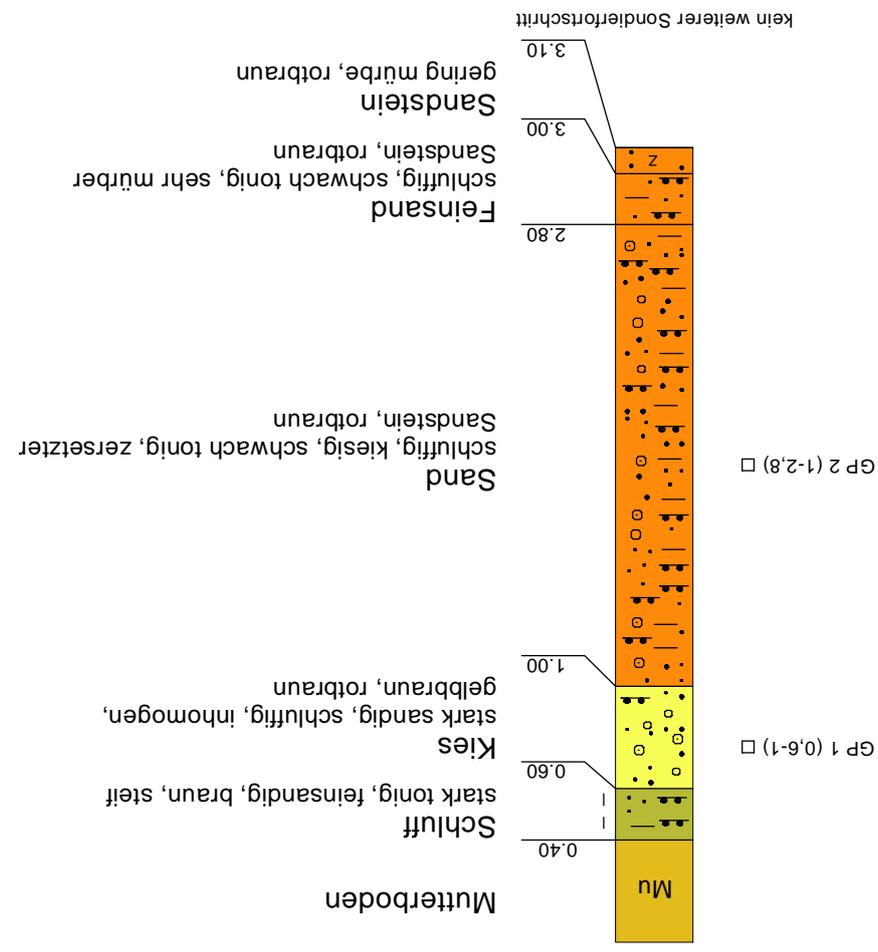
Maßstab 1:30

Projekt Nr. 19/1986
Bericht Nr. 1

Anlage Nr. 3.5



RKS 5
350,65 mNN



Legende
steif

Rammkernsondierung RKS 6



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Allasten
Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn



Maßstab
1:30

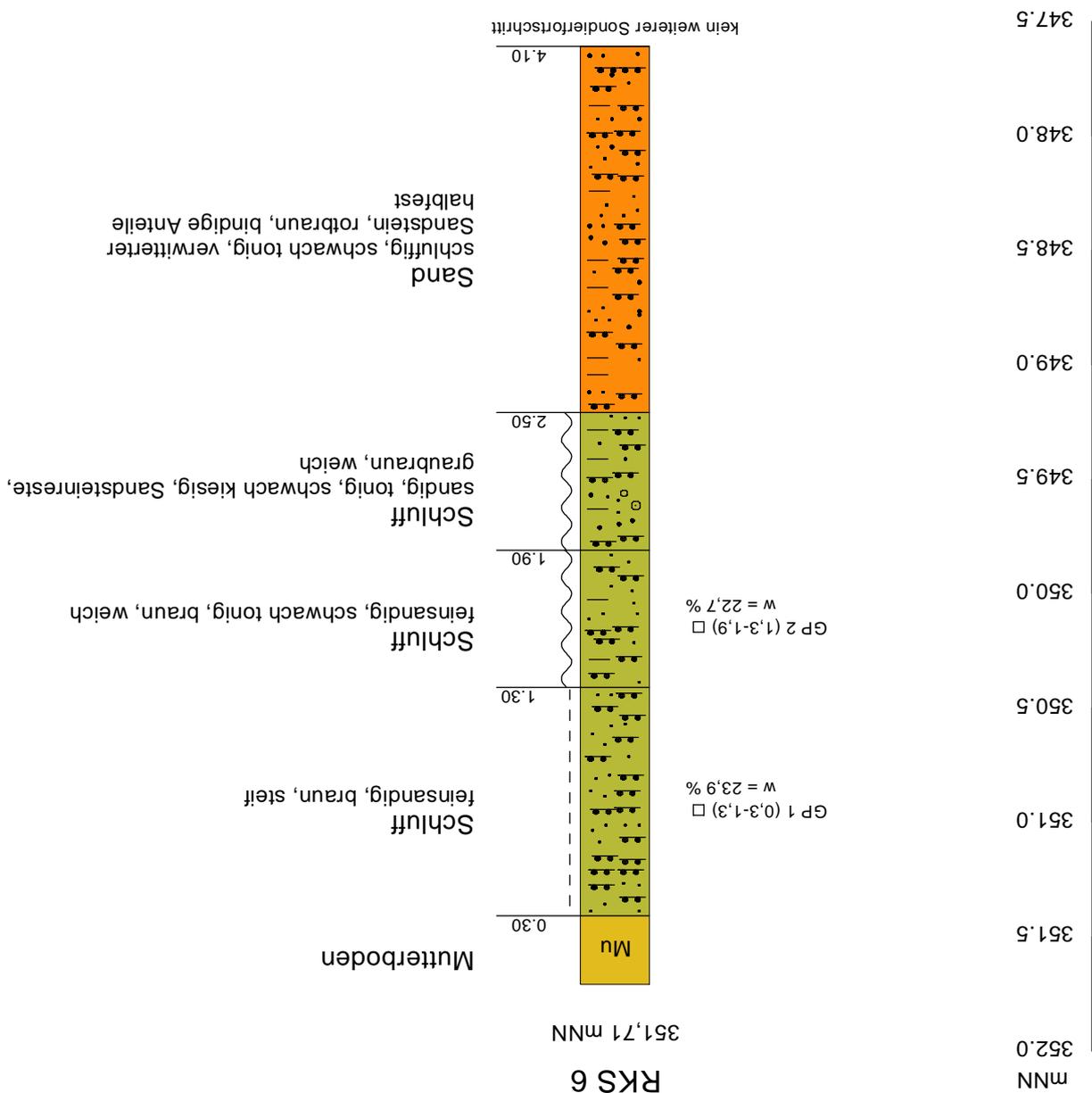
Projekt Nr.
19/1986

Bericht Nr.
1

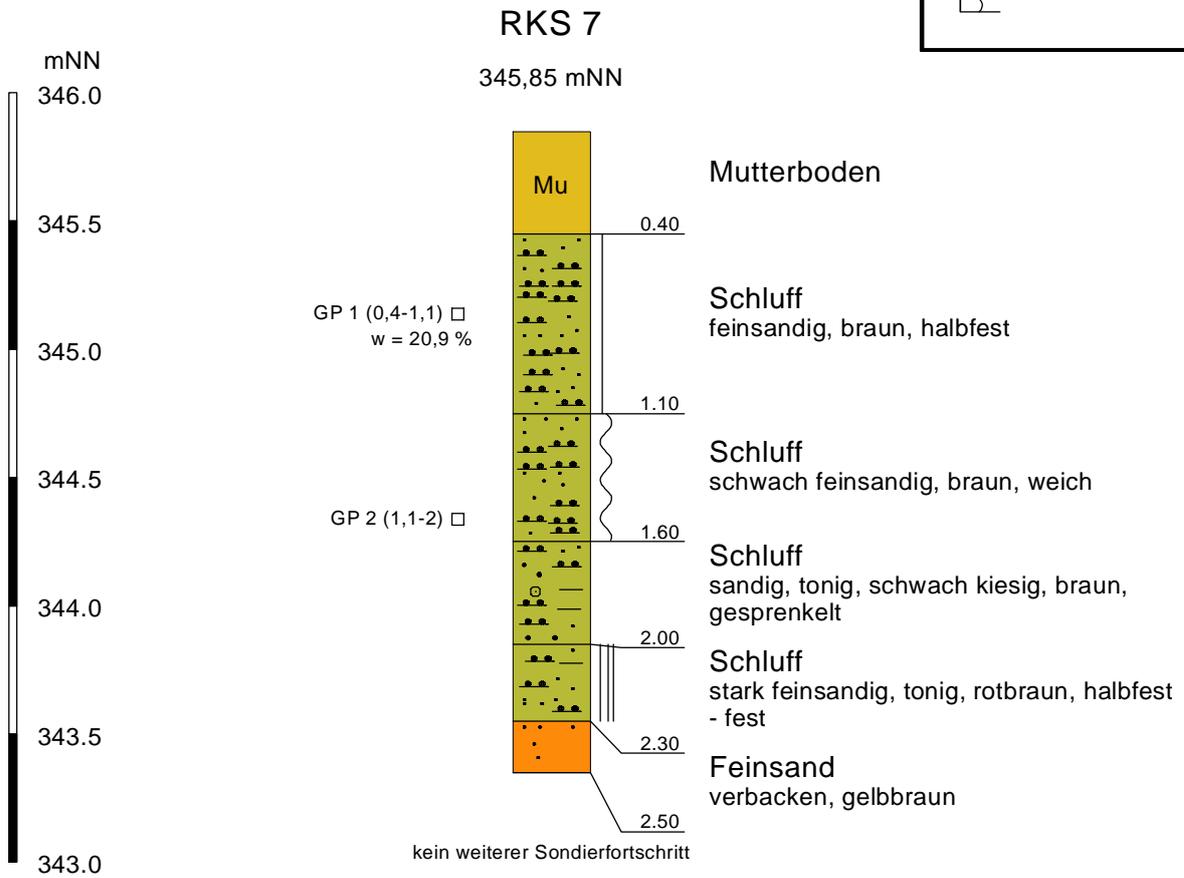
Anlage Nr.
3.6

Legende

	weich
	steif



Legende



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn

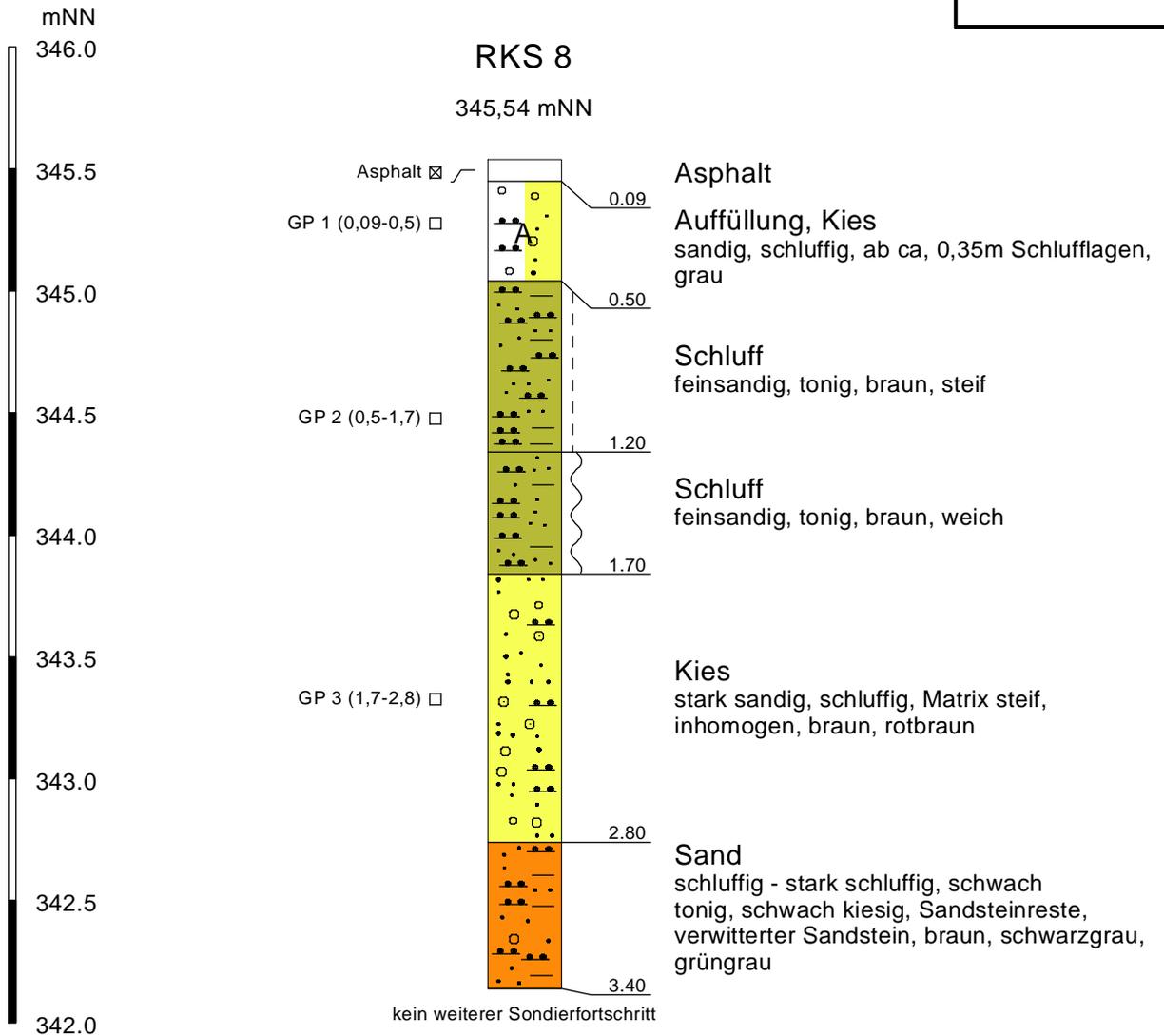
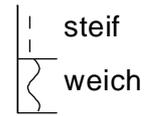
Rammkernsondierung RKS 7

Maßstab
1:30

Projekt Nr. 19/1986
Bericht Nr. 1

Anlage Nr. 3.7

Legende



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 8

Maßstab

1:30

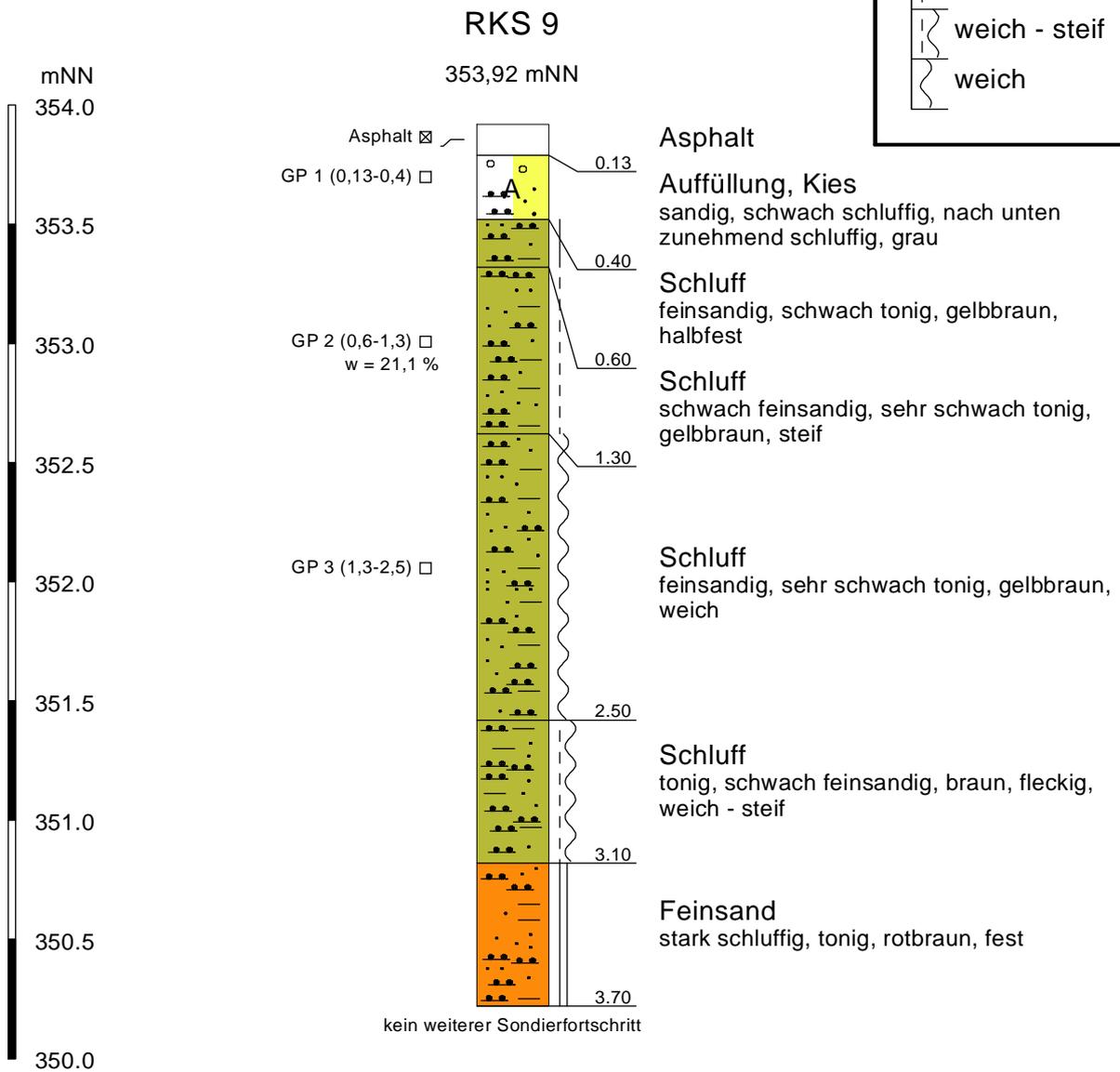
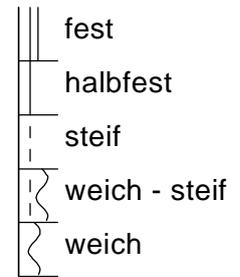
Projekt Nr.
19/1986

Bericht Nr.
1

Anlage Nr.

3.8

Legende



Stadt Buchen
 Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
 Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
 74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 9

Maßstab

1:30

Projekt Nr.
 19/1986

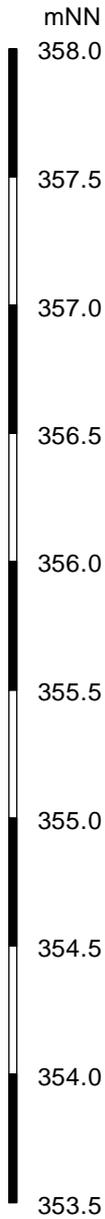
Bericht Nr.
 1

Anlage Nr.

3.9

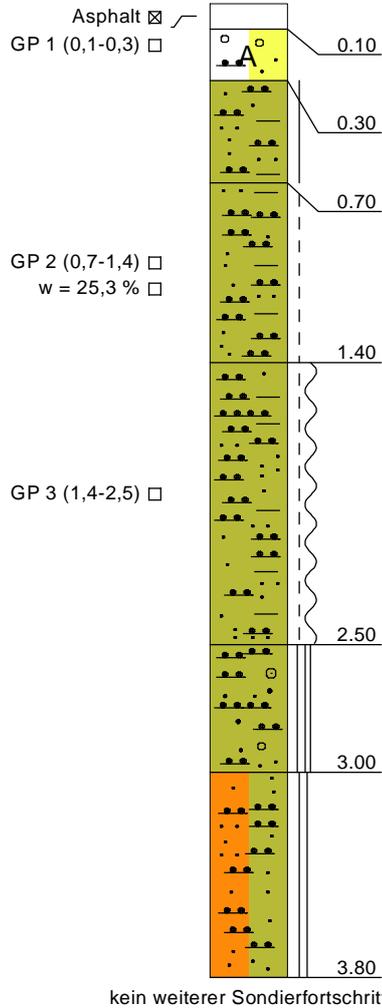
Legende

	fest
	halbfest - fest
	halbfest
	steif
	weich - steif



RKS 10

357,51 mNN



Asphalt

Auffüllung, Kies

sandig, schluffig, inhomogen, grau

Schluff

feinsandig, schwach tonig, braun, halbfest

Schluff

feinsandig, schwach tonig, braun, steif

Schluff

feinsandig, schwach tonig, braun, weich - steif

Schluff

stark sandig, schwach kiesig, bröckelig, braun, grau, halbfest - fest

Feinsand, Schluff

mürber Sandstein, rotbraun, fest



Stadt Buchen
Erschließung Baugebiet Marienhöhe, Buchen

Ingenieurbüro für
Geotechnik und Alllasten



Dr. August-Stumpf-Str. 42
74731 Walldürn

Rammkernsondierung RKS 10

Maßstab

1:30

Projekt Nr.
19/1986

Bericht Nr.
1

Anlage Nr.

3.10