Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
NL Stuttgart

Erd- und Grundbau
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Altlastenerkundung

NL Stuttgart
Talstraße 41
70188 Stuttgart
fon: 07 11 / 28 45 618
info@geotechnik-aalen.de
www.geotechnik-aalen.de

# Geotechnischer Bericht

| | | |
|---|---|---|
| Titel: | Versickerungsversuche und Erkundungsbohrungen zur Beurteilung der Durchlässigkeit im Erschließungsgebiet Vorderes Burgfeld II in Lauffen am Neckar | |
| Auftraggeber: | Stadt Lauffen am Neckar<br>Stadtbauamt<br>Rathausstraße 10<br>74348 Lauffen am Neckar | |
| Datum: | 23.06.2022 | Az.: 21956S-BE02 hö/däu |
| Verteiler: | Stadt Lauffen am Neckar | 3-fach + pdf |

## INHALT


| | | |
|---|---|---|
| 1. | VORBEMERKUNGEN | 3 |
| 2. | DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN | 3 |
| 3. | UNTERSUCHUNGSERGEBENISSE | 4 |
| 3.1 | Schichtaufbau des Untergrundes und Grundwasserverhältnisse | 4 |
| 3.2 | Versickerungsversuche | 5 |
| 4. | HINWEISE ZUR VERSICKERUNG | 6 |


## ANLAGEN

| | |
|---|---|
| Anlage 1.1: | Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000 (Auszug aus top. Karte) |
| Anlage 1.2: | Lageplan - Bebauungsplan - im Maßstab 1 : 1.500 |
| Anlage 2.1 - 2.3: | Schichtprofile |
| Anlagen 3.1 + 3.2: | Auswertung der Versickerungsversuche |
| Anlagen 4.1 - 4.3: | Fotodokumentation der Bohrkerne |
| Anlagen 5.1 + 5.2: | Laborergebnisse Bodenmechanik |

## 1. VORBEMERKUNGEN

Die Stadt Lauffen am Neckar plant die Erweiterung des Gewerbegebiets „Vorderes Burgfeld" nach Osten. Das bestehende Gewerbegebiet befindet sich östliche der Lauffener Kernstadt auf der Anhöhe zwischen der Lauffener Neckarschleife.

Hinsichtlich der Entwässerung der Erschließungsstraßen und auch von Dach- und Hofflächen soll möglichst eine Versickerung vorgesehen werden. Um die Versickerungseigenschaften der oberflächennahen Böden beurteilen zu können, wurden wir vom Stadtbauamt Lauffen beauftragt, anhand von Versickerungsversuchen die Durchlässigkeit der zuoberst anstehenden Lössböden zu untersuchen. Diese Untersuchungen wurden bereits am 15.12.2021 durchgeführt. Die Versuche und Ergebnisse der Versickerungsversuche sind im geotechnischen Bericht „Versickerungsversuche zur Beurteilung der Durchlässigkeit im Erschließungsgebiet Vorderes Burgfeld II in Lauffen am Necker" der Geotechnik Aalen vom 23.12.2021 beschrieben.

Um die tieferen Untergrundverhältnisse und den Grundwasserspiegel näher zu erkunden wurden von IFK Ingenieure drei Bohrungen mit Tiefen von jeweils 10 m und deren Ausbau zu Grundwassermessstellen vorgeschlagen. In den Grundwassermessstellen sollte der Grundwasserstand über einen längeren Zeitraum beobachtet werden.

Von der Stadt Lauffen am Neckar wurden wir beauftragt, diese Leistungen zu erbringen und hierüber einen Bericht zu erstellen, der Angaben zum Untergrund, den Grundwasserverhältnissen und Angaben zur Durchlässigkeit und Möglichkeiten der Versickerung enthält. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden als Fortschreibung des ersten Berichts vom 23.12.2022 im vorliegenden Bericht beschrieben und beurteilt.

## 2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Am 15.12.2021 wurden im Beisein von Herrn Gumbrecht vom Stadtbauamt Lauffen am Neckar und dem rechts Unterzeichnenden von Mitarbeitern des Bauhofes des Stadt Lauffen am Neckar zwei Schürfgruben mit ca. 0,5 m Tiefe mit einem Bagger mit Schneidelöffel ausgehoben. Die Grubenabmessungen betrugen in der Breite 1,5 m und in der Länge 1,6 m (Sohle SG 2) und 1,7 m (Sohle SG 2). Die Schürf- bzw. Versickerungsgruben wurden mit jeweils ca. 500 l Trinkwasser langsam befüllt (jeweils ca. 20 Minuten), so dass im unmittelbar anstehende Untergrund eine Quasisättigung erreicht werden konnte. Nach Abschluss der Wasserzufuhr wurde in Abhängigkeit der Zeit der ab-

sinkende Wasserspiegel jeweils in den Gruben gemessen. Nach Abschluss der Versickerungsversuche wurden die Schürfgruben wieder sorgfältig verschlossen.

In einem zweiten Untersuchungsschritt wurden von der Geotechnik Aalen vom 12.04.2022 bis 14.04.2022 die drei geplanten Bohrungen mit Tiefen von 6,4 m (KB 2) und 10 m (KB 1 und KB 3) abgeteuft. Die Beschränkung auf eine Tiefe von 6,4 m bei der Bohrung KB 2 erfolgte aufgrund der Festigkeitszunahme des angetroffenen Gesteins zur Tiefe. Ab 6,4 m wäre es erforderlich gewesen, das Bohrverfahren auf das Doppelkernrohrverfahren mit Spülwasserzugabe umzustellen. In diesem Fall sind dann Grundwasserzutritte nur noch schwer lokalisierbar. Es wurde daraufhin auf eine weitere Vertiefung der Bohrung verzichtet.

Die Bohrungen wurden geologisch und bodenmechanisch aufgenommen und fotografiert (vgl. Anlage 4 - Fotodokumentation).

Die Lage der Versickerungsgruben und der Bohransatzstellen kann dem beigefügten Lageplan entnommen werden (Anlage 1.2). Die Schichtprofile der Bohrungen sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt. Die Versuchs- und Auswertungsprotokolle der Versickerungsversuche liegen dem Bericht als Anlage 3 bei.

Die Fotodokumentation der Bohrkerne findet sich in Anlage 4 und in Anlage 5 sind die bodenmechanischen Versuchsergebnisse der Untersuchungen am Löss zusammengestellt.

## 3. UNTERSUCHUNGSERGEBENISSE

### 3.1 Schichtaufbau des Untergrundes und Grundwasserverhältnisse

Mit den Bohrungen wurde ein Schichtaufbau erschlossen, der sich von oben nach unten wie folgt aufbaut:

- Oberboden
- Löss und Lösslehm sowie Fließerde (periglaziale Bildungen)
- unterschiedliche verwitterte Lettenkeuperschichten.

Bei dem 20 cm bis 30 cm dicken **Oberboden** handelt es sich um einen tonigen, sandigen, humosen Schluff, der von Löss unterlagert wird. Der **Löss** ist auf weiten Strecken gering verlehmt und liegt

als steifer, hellbrauner, schwach toniger bis toniger, schwach sandiger Schluff vor. Hierbei sind die obersten 30 cm bis 50 cm direkt unter dem Oberboden etwas stärker verlehmt (tonig bis stark tonig). Während in den Bohrungen KB 1 und KB 3 die Mächtigkeit des Lösses mehrere Meter beträgt, endet die Schicht in KB 2 bereits in einer Tiefe von 1,3 m. Dort wird sie von einer **Fließerdeschicht** unterlagert, die aus einem schluffigen Ton mit einzelnen Mergelsteinstückchen besteht und ebenfalls steife Konsistenz aufweist. Eine ähnliche **Fließerdeschich**t (Ton, schluffig, mürbe Sandsteinstückchen, steif) wird in KB 1 unter 30 cm schluffigem, tonigem und sandigem Kies erschlossen. Die Kieslage, bei der er sich vermutlich um eine eng begrenzte **Bachablagerung** handelt, schließt direkt an den Löss zur Tiefe an. In BS 3 wird der Löss bis zur Endtiefe bei 10 m u. Gel. von tonigem Schluff, steifer Konsistenz unterlagert, wobei es sich um einen stärker verlehmten Löss, also einen **Lösslehm** handelt.

Die oben beschriebenen quartären Deckschichten (Löss, Lösslehm, Fließerde und Bachablagerungen) werden von Verwitterungsschichten der **Erfurter Formation, auch als Lettenkeuper** bekannt (ku Unterkeuper), unterlagert. In KB 1 besteht der Lettenkeuper unter der Fließerdeschicht zunächst aus einer 20 cm dicken, stark verwitterten Dolomitschicht (fest bis halbfest, entfestigt, mürbe), die bis zur Bohrendtiefe bei 10 m u. Gel. von einem dünnschichtigen, stark klüftigen Tonstein halbfester bis fester Konsistenz (mäßig entfestigt) unterlagert wird. In KB 2 lagert unter der Fließerde eine ebenfalls entfestigte Tonsteinschicht, die als Ton, stark schluffig mit Tonsteinstücken, geschichtet beschrieben werden kann. Zur Tiefe geht diese halbfeste Schicht nach und nach in festen, stark klüftigen, mäßig entfestigten Tonstein über. Vereinzelt enthält die Schicht dünne Dolomitbänkchen, die zerbohrt wurden. Von 4,0 m bis 4,5 m u. Gel. schließt sich zur Tiefe eine verwitterte Dolomitbank an, die als toniger bis stark toniger Schluff und Dolomitstücken vorliegt. Die bindigen Anteile sind steif. Als tiefstes Schichtglied wurde in KB 2 ein entfestigter Tonmergelstein, dünnschichtig, klüftig mit Dolomitlagen erschlossen. Die Konsistenz ist halbfest bis fest. Ab einer Tiefe von 6.4 m u. Gel. konnte der Tonmergelstein mit dem Einfachkernrohr nicht mehr gelöst werden.

Die Schichtuntergrenzen können in m u. Gel. und in m NN den Schichtprofilen der Anlagen 2.1 bis 2.3 im Detail entnommen werden. Weiterhin können die Bohrkerne in den Anlagen 4.1 bis 4.3 eingesehen werden.

### 3.2 Versickerungsversuche

Bei den bis in größere Tiefe (4,5 m in KB 2 bis über 10,0 m in KB 3) anstehenden und für die Versickerung maßgebenden Böden handelt es sich um bindige, feinkörnige Böden, die teilweise nur wenig verlehmt sind und als schwach sandiger, schwach toniger Schluff anzusprechen sind. Darunter

anstehende Lösslehm-, Fließerde- und Verwitterungstonböden weisen einen höheren Tongehalt auf. Früheren Untersuchungen im Gewerbegebiet „Vorderes Burgfeld" zufolge und auch jetzt durchgeführte bodenmechanische Versuche ergaben, dass der Löss der Bodengruppe TL nach DIN 18196 zuzuordnen ist (vgl. Anlage 5.2). Die Konsistenz ist steif.

Mit den Versickerungsversuchen wurden einheitliche Verhältnisse in den beiden Schürfgruben festgestellt. Nach einer anfänglichen Durchlässigkeit von ca. $k_f = 7 \times 10^{-5}$ m/s verringert sich der Durchlässigkeitsbeiwert und lag am Ende der Versuche bei $k_f = 3{,}7 \times 10^{-5}$ m/s in SG 1 und bei $k_f = 5{,}5 \times 10^{-5}$ m/s in SG 2. Die zu Beginn der Versuche festgestellte höhere Durchlässigkeit ist auf eine höhere Filtergeschwindigkeit im ungesättigten Boden zurückzuführen. Mit zunehmender Sättigung geht dann die Durchlässigkeit etwas zurück, da die „Saugspannung" der leeren Poren stark verringert wird. Die mit den Versuchen festgestellte Durchlässigkeit von $k_f > 1 \times 10^{-5}$ m/s liegt somit im Bereich der nach gängigen Regelwerken (ATV Blätter, Arbeitshilfe Regenwasserbewirtschaftung etc.) als für die Versickerung gerade noch geeigneter Böden, zumal auch für Versickerungen von Oberflächenwasser eine Bodenpassage in Böden mit Durchlässigkeiten von $1 \times 10^{-5}$ m/s bis $5 \times 10^{-5}$ m/s von den Behörden meist verlangt wird. Es ist zu berücksichtigen, dass durch Alterung und Zuschlämmung bei Versickerungseinrichtungen mit der Zeit eine Verringerung der Durchlässigkeit zu erwarten ist. Daher empfehlen wir, Versickerungseinrichtungen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s zu bemessen.

Wir weisen darauf hin, dass die Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen sind und dass bei oberflächlich abtauendem Schnee und Eis und noch gefrorenem Boden eine Versickerung nicht möglich ist.

## 4. HINWEISE ZUR VERSICKERUNG

Wie oben erwähnt handelt es sich bei den Böden, die oberflächennah zur Versickerung zur Verfügung stehen um frostempfindliche Böden. Daher empfehlen wir die zur Versickerung vorgesehenen Sohlflächen in frostsicherer Tiefe anzuordnen (z. B. > 1 m unter fertigem Gelände).

Zur oberflächennahen Versickerung ist in erster Linie an Mulden-Rigolen-Systeme, Muldenversickerung, Flächenversickerung (Pflasterung mit durchlässigen Fugen, Rasengitter, Porenpflaster, Schotterrasen, Schotter-Splitt-Befestigung etc.), Schachtversickerung oder Sickergalerien zu denken. Weiterhin sind Rückhaltesysteme (Regenwasserstaurohre, Rückhaltebecken etc.) zu nennen. Die einzelnen Systeme sind flächenabhängig. Während eine Flächenversickerung einen großen Platz-

bedarf aufweist, können Sickergalerien, Sickerschächte oder Rigolen auf kleineren Flächen angeordnet werden.

Durch Regenwasser Speicherung und Nutzung sowie Dachbegrünungen lässt sich die anfallende Niederschlagsmenge, die abzuführen ist verringern.

Bei allen derartigen Systemen ist grundsätzlich ein rückstaufreier Notüberlauf in eine Vorflut erforderlich.

Da bis in große Tiefen keine Grundwasser zu erwarten ist, ist es auch denkbar, Tiefenversickerung in klüftigen Gesteinen des Lettenkeupers anzuordnen, was aber technisch und wirtschaftlich eine hohen Aufwand erfordern.

Die Versickerung von Niederschlagswasser muss im Einzelnen mit der unteren Wasserbehörde abgestimmt werden. Tiefere Versickerungseinrichtungen sind grundsätzlich erlaubnispflichtig.

Für die Beantwortung geotechnischer Fragen bei der weiteren Planung und Ausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

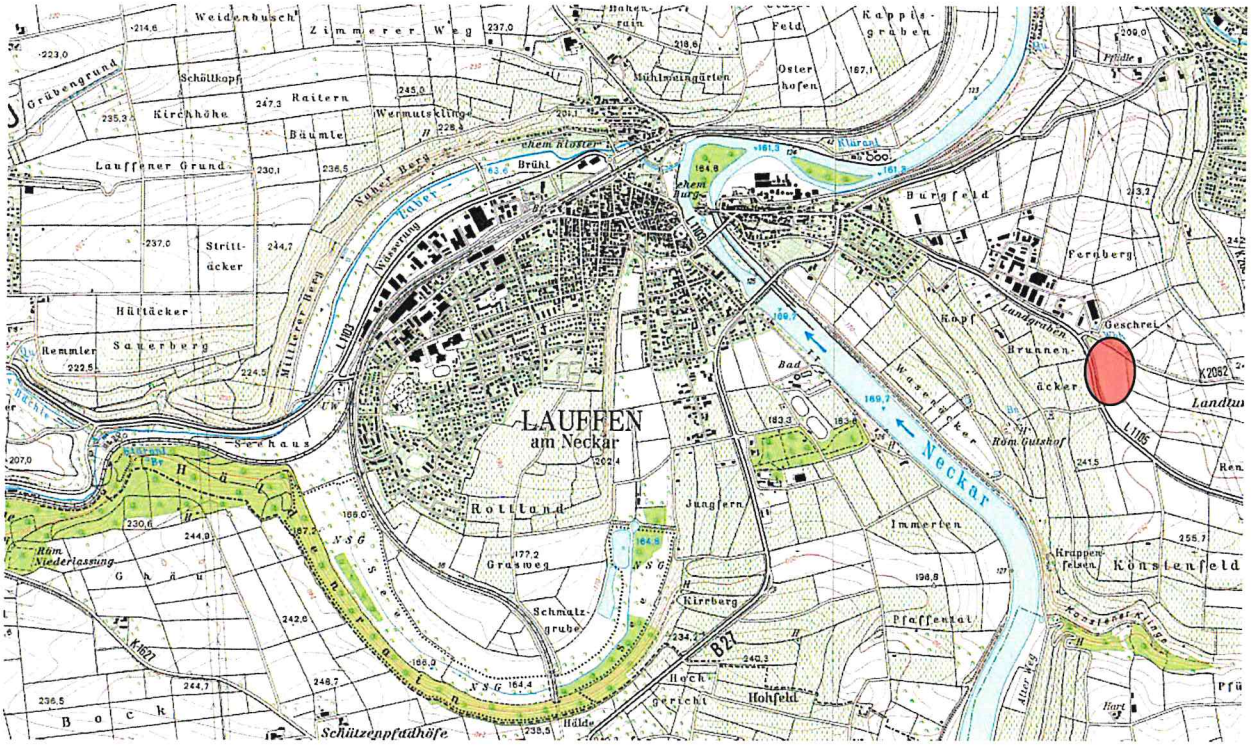
Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Dipl.- Geol. W. Höffner

Dipl.-Geol. G. Däumling

# ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25




Legende:

- Untersuchungsgebiet

| | Versickerungsversuche Baugebiet<br>Vorderes Burgfeld II Lauffen am Neckar | Lageplan mit Untersuchungspunkten<br>M 1: 1500 | GEOTECHNIK AALEN GmbH & Co. KG | 21956<br>Anlage 1.2 |
|---|---|---|---|---|

21956be02_anl1.2_220622.dgn 22.06.2022 11:28:10

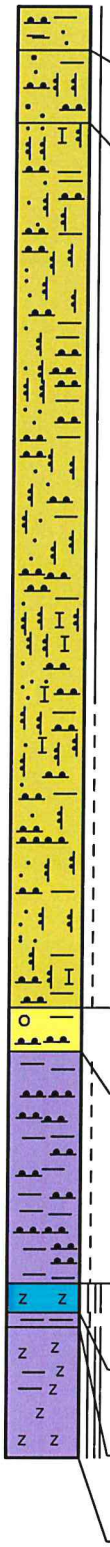
Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
fon 07361 - 9406-0

21956S

Anlage 2.1

# KB 1

242,31 m NN



Oberboden, (Schluff, tonig, schwach sandig, humos), halbfest, dunkelbraun
0.30 (242.01)

Löß, verlehmt, (Schluff, tonig - stark tonig, schwach sandig), halbfest, mittelbraun
0.80 (241.51)

Löß, (Schluff, tonig - schwach tonig, schwach feinsandig), halbfest, ab 4,80 m steif, hellbraun

6.90 (235.41)

Kies, schluffig, tonig, sandig, Kiese: kantige Dolomitstücke, (Lettenkeuperdolomit, verwittert, umgelagert), bindige Anteile halbfest, beige
7.20 (235.11)

Fließerde, (Ton, schluffig), mit mürben Sandsteinstückchen, steif, hellgraubraun

8.80 (233.51)

Dolomit, stark verwittert, Stücke und Schluff, schwach tonig geschichtet, (Lettenkeuperdolomit, verwittert), halbfest - fest, hellbraun
9.00 (233.31)

Ton, schluffig, Tonsteinstücke, geschichtet, (Lettenkeuper-Tonstein, verwittert), halbfest, grüngrau
9.10 (233.21)

Tonstein, stark klüftig, dünnschichtig, z.T. Übergang zu Ton, schluffig, (Lettenkeuper-Tonstein, mäßig verwittert), fest - halbfest, grüngrau
10.00 (232.31)

14.04.2022/G. Däumling/M 1: 50