

Planungs- und Baurechtsamt
Herr Walburg
Stadtverwaltung Mühlacker
Kelterplatz 7

75417 Mühlacker



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart

Tel.: 0711-75 86 556-0

Fax: 0711-75 86 556-66

info@geotechnik-stuttgart.de

www.geotechnik-stuttgart.de

ma/mk

12.02.2021

Untersuchung

Gutachten

Beratung

Baugrund

Gründung

Ingenieurgeologie

Wasserrechtliche
Erlaubnisverfahren

Hydrogeologie

Altlasten

Gebäudesubstanz

Raumluft

Rückbau

Ausschreibung

Fachbauleitung

Altlastenspezifische

Beratung im

Grundstücksverkehr

Bebauungsplan Pferchäcker, Mühlacker, Stadtteil Lienzingen
Untergründerkundung und Geotechnisches Gutachten für die Erschließung
Projekt-Nr.: 20039

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Veranlassung und verwendete Unterlagen	2
2. Lage und durchgeführte Untersuchungen	2
3. Geologie	2
3.1 Künstliche Auffüllungen (A) und Oberboden	3
3.2 Quartär (Q)	3
3.3 Schilfsandstein	3
4. Hydrogeologie und Angaben zur Versickerung	3
5. Wassergehaltsbestimmungen	5
6. Bodenklassifikation und Homogenbereiche	6
7. Bodenkennwerte	8
8. Geplante Erschließung und Bebauung	8
9. Erschließung	8
9.1 Straßenbau	8
9.2 Leitungen	10
10. Bebauung	11
10.1 Gründung	11
10.2 Schutz der Gebäude vor Wassereinwirkung	12
11. Abfalltechnische Analyse	12
12. Erdbebeneinwirkung	12
13. Abschließende Bemerkungen	13

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan
1.2	Lageplan Schürfgruben
2.1- 2.5	Schichtprofile
3.1- 3.3	Profilschnitte
4.	Legende
5.1- 5.2	Durchlässigkeitsversuche
6.	Analytik (VwV Boden, 4 S.)

Sitz Stuttgart
Amtsgericht Stuttgart

HRB 721245

Geschäftsführer

Alf Gaiser

Jürgen Mandel

Gerhard Meyer-König

Klaus Weiß

Bankverbindung

1. Veranlassung und verwendete Unterlagen

Am nördlichen Ortsrand von Mühlacker Lienzingen soll im Gewann Pferchäcker ein neues Baugebiet entstehen. Für die Erkundung des Untergrunds und für die Erstellung eines Erschließungsgutachtens wurde unser Büro mit Datum vom 23.04.2020 vom Planungs- und Baurechtsamt der Stadt Mühlacker beauftragt.

Für die Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lageplan städtebaulicher Entwurf V 2- „Pferchäcker“ M = 1:500 vom 11.02.2020, ausgestellt von der Stadt Mühlacker
- [2] Übersichtslageplan und Luftbildaufnahme Lienzingen mit Umriss geplantes Baugebiet Pferchäcker, übermittelt von der Stadtverwaltung Mühlacker
- [3] Koordinatenliste und Höhen Schürfgruben, übermittelt von der Stadtverwaltung Mühlacker
- [4] Leitungspläne der Netze BW, der Telekom, des Eigenbetriebs Stadtentwässerung und der Stadtwerke Mühlacker
- [5] Geologische und topographische Karte M = 1: 25.000, Blatt 7019 Vaihingen a.d.Enz.

2. Lage und durchgeführte Untersuchungen

Das geplante Neubaugebiet Pferchäcker liegt im Nordosten von Lienzingen und grenzt hier im Westen an die Schützingener Straße und im Süden an die bestehende Bebauung der Raithstraße. Das Gelände fällt von Norden von ca. 281,8 m ü NN bei der SG 1, bedingt durch eine Nord-Süd verlaufende Verebnung sowohl nach Südosten (276,5 m ü NN bei SG 5), Süden und Südwesten (276,7 m ü NN bei SG 4) ein. Die für das geplante Baugebiet vorgesehenen Grundstücke werden bisher landwirtschaftlich genutzt.

Die von uns vorgegebenen Schürfgruben wurden vorab von der Stadt Mühlacker im Gelände ausgepflockt und nach Lage und Höhe bestimmt. Die Herstellung und daran anschließende Verschließung der Schürfgruben erfolgte dann am 19.11.2020 durch die Firma ABBW aus Birkenfeld. Die Profilaufnahme und begleitende Probenahme wurde von unserem Büro vorgenommen. Die Einzelprofile sind in den Anlagen 2.1-2.5 aufgeführt und in 3 Profilschnitten zusammenfassend dargestellt. Da noch keine weitergehende Planung vorliegt, konnte in den Profilschnitten auch keine Sohlhöhen von Leitungsgräben oder Gebäudekoten eingetragen werden.

Ein ursprünglich geplanter Versickerungsversuch wurde nicht umgesetzt, da keine unmittelbare Versickerungsfläche im Baugebiet ausgewiesen ist. Stattdessen wurden an 2 ungestörten Bodenproben Durchlässigkeitsversuche ausgeführt.

3. Geologie

Im gesamten mit Schürfgruben untersuchten Baugebiet stehen mächtige Deckschichten an. Es handelt sich dabei überwiegend um Löss, Lößlehme, Fließerden, teilweise um Hangschutt sowie um bindige Auffüllungen. Der anstehende Festgesteinsuntergrund wurde in den zwischen 4,1 bis 4,9 m tiefen Schürfgruben nicht erreicht.

3.1 Künstliche Auffüllungen (A) und Oberboden

Bei den in den Profilen SG 3 und SG 4 beschriebenen 0,6 bis 1,0 m mächtigen Auffüllungen handelt es sich vermutlich um kleinere Geländeanpassungen oder um Verschleppungen von Material im Zuge einer landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Die in den Schürfen als Auffüllungen bezeichneten Böden bestehen aus den vor Ort vorhandenen und umgelagerten lehmigen Deckschichten in die vereinzelt Kalk- und Ziegelbröckchen aus dem nahen Wegebereich eingelagert sind. In der SG 4 wurde vermutlich ein Teil des ehemaligen Mutterbodens überschoben.

Der Oberboden weist in den Schürfen, auch infolge der landwirtschaftlichen Nutzung, eine Mächtigkeit zwischen ca. 25-30 cm auf.

3.2 Quartär (Q)

Die quartären Schichten bestehen aus einer mehreren Meter mächtigen feinkörnigen Deckschicht die überwiegend aus Löß mit zwischengeschalteten Lößlehmhorizonten besteht. Auch die hier vertretenen Fließerden setzen sich in weiten Teilen aus umgelagerten Lössen und Lößlehm und meist nur geringen mergeligen und sandigen Anteilen aus höheren Keuperschichten zusammen.

Die oberflächennahen Böden sind, ob es sich nun um Löss, Lößlehme oder Fließerden handelt, überwiegend in halbfester und steif-halbfester, sowie in steifer und halbfest bis fester Konsistenz vertreten. Erst in Tiefen zwischen 1,6 und 2,6 m gehen die Konsistenzen dann tendenziell in mehr steife, weich-steife und teils weiche (SG 1 und SG 4) Zustandsbereiche über.

Während sich die Löss, Lößlehme und Fließerden nur wenig in der Kornzusammensetzung unterscheiden und es sich meist um sandige bis leicht sandige, tonige bis leicht tonige Schluffe handelt, weist der Hangschutt, der lediglich in der SG 4 ab 2,8 m unter Flur beobachtet wurde, neben Schluff, Kies, teils Steine sowie einen wesentlich höheren Anteil an Sand auf. Die in der SG 4 freigelegten Hangschuttlagen sind somit den fein- bis gemischtkörnigen Böden zuzurechnen. Mit zunehmender Tiefe kann hier auch Blockschutt auftreten. Der hier als Hangschutt bezeichnete Boden kann, da hier auch bereits gut gerundete Kiesgerölle festgestellt wurden, auch als umgelagerter Höhengschotter bezeichnet werden. Er ist in der Tiefe, aufgrund des Fortschritts beim Baggern, als zumindest mitteldicht gelagert zu bezeichnen.

3.3 Schilfsandstein

Das nach dem geologischen Kartenblatt 7019 Vaihingen/Enz im Untergrund zu erwartende Festgestein wird vermutlich vom Schilfsandstein, bzw. teils auch noch vom obersten Gipskeuper gebildet. In den zwischen 4,1 bis 4,9 m tiefen Schürfruben wurde der anstehende Festgesteinsuntergrund allerdings noch nicht erreicht, ist aber, nach aller Voraussicht, für die Erschließungsarbeiten mit normalen Sohl-tiefen nicht von belang.

4. Hydrogeologie und Angaben zur Versickerung

In den zwischen 4,1 m und 4,9 m tiefen Schürfruben wurden keine Anzeichen, die auf Wasser im Untergrund hindeuten, beobachtet. Einzig die Abschnitte mit eher weichen Konsistenzen, wie sie in der SG 1 partiell ab 3,9 m unter Flur und in der SG 4 bei ca. 2,3-2,5 m auftreten, lassen einen Einfluss durch versickerndes Niederschlagswasser und Stauwasser vermuten.

Auch die im nächsten Kapitel 5 aufgeführten natürlichen Wassergehalte weisen auf keine Wasserbewegung hin. Mit etwaigem Schicht- oder Stauwasser muss am ehesten an der Grenzfläche zum Schilfsandstein bzw. Gipskeuper gerechnet werden.

Die nächstgelegene Vorflut wird, bedingt durch die Verebnungsstruktur mit fallendem Gelände nach Südwesten bis Südosten, vom Scherbentalbach im Südwesten sowie durch die im Süden nach Südosten zur Enz fließenden Schmie gebildet.

Abschätzungen zur Versickerungsrate

Für die Beurteilung von Versickerungsmöglichkeiten liegt das DWA Arbeitsblatt „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ vor. Als Grenze unter der solche Anlagen nicht mehr sinnvoll geplant werden können wird darin ein Durchlässigkeitsbeiwert des Untergrundes von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angegeben.

Die im Baugebiet angetroffenen Schichten sind in den obersten Metern durchweg als feinkörnig bindige Böden zu betrachten und entsprechend als sehr gering durchlässig zu bezeichnen. Zur Verifizierung wurden an 2 ungestörten Proben aus dem Lößlehm der SG 2 /0,7-0,8 m und aus dem Löß der SG 5 /1,2-1,3 m Durchlässigkeitsversuche (nach DIN EN 17892-11) ausgeführt. Die Ergebnisse (Anlagen 5) ergaben Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $8,6 \times 10^{-11}$ m/s sowie von $2,0 \times 10^{-10}$ m/s und bestätigen die zu erwartende geringe Durchlässigkeit. Diese Laborwerte weisen gegenüber Versuchen im anstehenden Boden mit den dort vorhandenen Unstetigkeiten (Klüfte, Wurmlöcher..) eine oft deutlich geringere Durchlässigkeit auf.

Für die Fließerden muss eine etwas größere Durchlässigkeit angesetzt werden als im reinen Löß oder Lößlehm. Entsprechend den in den Profilen angetroffenen Korngemischen ist hier von einem Durchlässigkeitsbeiwert in der Größenordnung von ca. 1×10^{-8} bis 10^{-9} m/s auszugehen, sodass auch hier, wie für die Löss- und Lößlehme eine geregelte Versickerung nicht möglich ist.

Erst im tieferen Hangschutt, der allerdings nur im Südwesten auftritt, wäre eine Versickerung, bei einem geschätzten Durchlässigkeitsbeiwert von ca. 1×10^{-4} bis 1×10^{-6} m/s möglich. Hierzu wäre aber eine Schachtversickerung notwendig, die wir aber grundsätzlich für nicht erstrebenswert und in einem Baugebiet als unangebracht, halten.

5. Wassergehaltsbestimmungen

An insgesamt 28 aus den Schürfgruben entnommenen Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt bestimmt. An 2 ungestörten Proben wurde zudem das Raumgewicht sowie der Durchlässigkeitsbeiwert (Anlagen 5) bestimmt. Die Wassergehalte sind nach Schichten geordnet in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Sondierung	Probe m u GOK	Natürlicher Wassergehalt in %			
		Auffüllung	Löß/Lößlehm	Fließerde	Hangschutt
SG 1	0,8-0,9		10,8		
	1,2-1,3		17,3		
	2,5-2,7		21,5		
	3,0		21,7		
	3,5		24,7		
	4,3		25,0		
	4,9		21,6		
SG 2	0,7-0,8		17,3		
	1,3		13,7		
	2,8			18,3	
	3,4			19,3	
SG 3	4,5			23,1	
	1,2-1,3			20,5	
	2,2-2,3			16,6	
	3,0			22,0	
	3,7			22,3	
SG 4	4,4			22,1	
	0,5	16,2			
	1,0			18,1	
	1,5			19,5	
	2,1			19,5	
	2,9-3,1				21,8
	3,6				13,2
SG 5	1,2-1,3		22,2		
	2,2-2,3		17,9		
	3,0		21,0		
	3,8		22,5		
	4,2		22,6		
Anzahl	28	1	14	11	2
Min.			10,8	16,6	13,2
Max.			25,0	23,1	21,8
Mittel			20,0	20,1	17,5

Die natürlichen Wassergehalte der Löss- und Lößlehm-Profile lassen in Abhängigkeit von der Tiefenlage und oberflächennaher Austrocknung eine große Spannweite zwischen 10,8 und 25,0 % erkennen. Diese Spannweite ist bei den meist tiefer in Erscheinung tretenden Fließerden nicht ganz so ausgeprägt. Im Mittel ergeben aber fast identische Werte um 20 %. Hohe Einzelwerte, die eindeutig auf einen Grundwasser- oder anderweitigen Wassereinfluss hindeuten, wurden nicht beobachtet.

6. Bodenklassifikation und Homogenbereiche

Die angetroffenen Bodenarten sind folgenden Bodengruppen und Bodenklassen zuzuordnen:

Geologische Schicht	Bodengruppe	Bodenklasse bisherige	Frostempfindlichkeits- klasse
	DIN 18196	DIN 18300	ZTVE-StB 17
Auffüllungen: bindige Auffüllungen	A: TL, TM	4, 5	F 3
Oberboden	OU	1	F 3
Lößlehm, Löß	TM, TL, UL	4,5	F 3
Fließerde	TM, TL, SÜ	4, 5	F 3
Hangschutt	TM, GÜ, SÜ, GU	4, 5, 6 ^{1.)}	F 3, F 2
Festgestein in Schürftuben nicht erreicht (Erfahrungswerte)			
Schilfsandstein mäßig verwittert	GU, felsartig	6, (7 ^{2.)})	F2, F 1
Gipskeuper stark bis vollständig verwittert	TL, TM, GÜ	4, 5, 6 ^{3.)}	F 3

1.) Blockschutt nicht auszuschließen

2.) in Abhängigkeit von der Klüftung

3.) entsprechend Korngröße Bodenklassen 4 und 5, nach Definition DIN 18300 Bodenklasse 6 (Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark verwittert sind)

Homogenbereiche nach DIN 18300 und 18301 (Ausgabe 2015)

In der obigen Zusammenstellung wurden die Bodenklassen nach der bisherigen, über Jahre gebräuchlichen und auch bewährten Normung genannt. Im Folgenden wird eine Klassifizierung nach dem neuen System der Homogenbereiche vorgenommen. Für die zu erwartenden Standardaufgaben eines Aushubs wird der Baugrund in zwei Bereiche unterteilt, dies führt allerdings zu einer großen Bandbreite der anzugebenden Kennwerte.

Für den Oberboden erfolgt keine Zuordnung zu einem Homogenbereich. Für die konkreten und detailliert angegebenen bodenmechanischen Rechenwerte wird auf Kapitel 7 verwiesen.

Homogenbereich 1: Quartäre Lehme (Lößlehm, Löß, Fließerde, sowie bindige Auffüllungen)

Korngrößenverteilung T/U/S/G	0 – 40 % / 10 – 90 % / 0 – 40 % / 0 – 30 %
Steine	0 – 5 %
Blöcke	nicht zu erwarten

Feuchtraumgewicht γ_w	18,0 – 20,5 kN/m ³
Kohäsion c	2 – 20 kN/m ²
undrÄnierte KÖhäsion c _u	50 – 300 kN/m ²
Wassergehalt w _n	10 – 28 %
Konsistenzzahl I _c	0,5 – 1,2
Plastizitätszahl I _p	5 – 40 %
Lagerungsdichte	locker bis dicht
Organischer Anteil	0 – 10 %
Abrasivität	nicht abrasiv
Bodengruppen	TL / TM / UL / SÜ
ortsübliche Bezeichnung	Lehm

Homogenbereich 2:

Quartärer Hangschutt (Höhenschotter)

Korngrößenverteilung T/U/S/G	0 – 30 % / 10 – 60 % / 20 – 60 % / 20 – 60 %
Steine oder Blöcke	< 20 %
Feuchtraumgewicht γ_w	19,5 – 21,5 kN/m ³
Kohäsion c	4 – 20 kN/m ²
undrÄnierte KÖhäsion c _u	50 – 350 kN/m ²
Wassergehalt w _n	8 – 25 %
Konsistenzzahl I _c	0,5 – 1,6
Plastizitätszahl I _p	0 – 40 %
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht gelagert
Organischer Anteil	0 – 5 %
Abrasivität	schwach abrasiv
Bodengruppen	TM / TL / SÜ / SU / GU / GÜ
ortsübliche Bezeichnung	Hangschutt

7. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende mittlere Bodenkennwerte angesetzt werden:

Bodenart	Raumgewicht		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul*
	feucht γ (kN/m ³)	unter Auftrieb γ' (kN/m ³)			
Auffüllungen bindig	19,5	9,5	25,0	2,5	---
Lößlehm, Löß					
mind. halbfest	20,0	10,0	25,0	10,0	12,5
mind. steif	19,5	9,5	25,0	7,5	10,0
mind. weich-steif	19,5	9,5	22,5	5,0	6,0
weich	18,5	8,5	22,5	3,0	4,0
Fließerde					
mind. halbfest	20,5	10,5	25,0	10,0	12,5
mind. steif	20,0	10,0	25,0	7,5	10,0
weich	19,5	9,5	25,0	3,0	5,0
Hangschutt	21,0	11,0	30,0	5,0	15,0

*: Bei Wiederbelastung kann der 1,5- fache Wert des Steifemoduls angesetzt werden

8. Geplante Erschließung und Bebauung

Ein städtebaulicher Entwurf (Stand 11.02.2020) gibt einen Eindruck von der geplanten Erschließung und Bebauung.

Eine erste Gliederung erfolgt durch die Erschließungsstraßen, von denen zwei in Nord-Südrichtung und drei in Ost-West-Richtung verlaufen sollen.

Entlang der Straßen ist das Gebiet dann weiter in insgesamt 61 Parzellen unterteilt, in denen sowohl Einfamilien- als auch Doppelhäuser vorgesehen sind. Ein Doppelhaus erfasst dabei jeweils zwei entsprechend kleinere Parzellen. Über die Höheneinstellung und eine ggf. auch individuell vorsehbare Unterkellerung von Gebäuden können die Pläne noch keine Information liefern.

9. Erschließung

9.1 Straßenbau

Für die Erschließungsstraßen wird davon ausgegangen, dass sich die Höheneinstellung im wesentlichen an der vorgegebenen Topographie orientiert, sodass Einschnitte in das bestehende Gelände oder Aufhöhungen darüber hinaus nur in geringerem Umfang erwartet werden.

Für die so in Planumsflächen nach Abschieben des Oberbodens oberflächennah vorliegenden Lehm- und Fließerdehorizonte muss durchgängig von einer starken Frostempfindlichkeit (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) ausgegangen werden.

Anmerkung: Hangschutt wurde nur in Schürfgrube SG 4 in einer für den Straßenbau nicht mehr relevanten Tiefe ab 2,8 m angetroffen. Selbst dieser Horizont ist aufgrund seiner Feinkornanteile noch in die Frostemfindlichkeitsklasse F 3, allenfalls tlw. in F 2 einzustufen.

Es empfiehlt sich daher, einen durchgehenden standardisierten und in sich frostsicheren Oberbau z.B. mit einer Asphaltdecke und Asphalttragschicht über einer kombinierten Frostschutz-Tragschicht vorzusehen und Defizite in der Tragfähigkeit des Planums durch zusätzliche Maßnahmen wie einen Bodenaustausch oder eine Stabilisierung mit Bindemittel auszugleichen.

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12) liegt Mühlacker-Lienzingen in der günstigsten Frosteinwirkungszone I. Für Fahrwege der geringsten Belastungsklassen Bk 0,3 ist so eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaues von 50 cm vorzusehen, ab der Belastungsklasse Bk 1,0 sind es 60 cm.

Im Planum unter einem frostsicheren Oberbau dieser Stärke muss in grober Schätzung nicht der übliche pauschale Standardwert für den Verformungsmodul E_{v2} von 45 MN/m² gefordert werden, hier sind Werte in der Größenordnung von 35 – 40 MN/m² ausreichend.

Bei Einschnitten in das bestehende Gelände werden in den anstehenden Löß- und Lößlehmhorizonten voraussichtlich nur Werte in einer Größenordnung zwischen 20 und 30 MN/m² erreicht. Die Werte variieren mit der Tiefe des Geländeeinschnitts. Sie können in oberflächennahen ausgetrockneten Bereichen und gerade auch in halbfesten Fließerden höher liegen, bei tieferen Einschnitten bis in Bereiche mit weich-steifer Konsistenz aber auch geringer sein.

Falls die erforderliche Tragfähigkeit des Planums mit einem zusätzlichen Bodenaustausch erreicht werden soll, kann als Anhaltswert der Einbau von rund 20 cm Schottertragschichtmaterial über einem Vlies der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 genannt werden.

Günstiger ist voraussichtlich die Stabilisierung des Planums durch Einfräsen von Bindemittel. Ein bewährtes Vorgehen ist die Verwendung eines Mischbinders mit z.B. 70 % Weißfeinkalk und 30 % Zement. Vorab zu einer genaueren an Material und Witterung angepassten Dosierung kann man von Zugabemengen in der Größenordnung von 1 - 3 % bezogen auf das Trockenraumgewicht des Bodens und einer Einfrästiefe von 40 – 50 cm ausgehen. Nach Stand der Technik ist eine gute Durchmischung mit dem Einsatz leistungsfähiger Bodenfräsen aber auch z.B. eine Zudosierung von Wasser bei zu trockenen Böden vorzusehen. Bei einer solchen Vorgehensweise werden i.d.R. bereits gute, deutlich über einen Standardwert von 45 MN/m² hinausgehende Tragfähigkeiten im Planum erreicht.

Die Bodenstabilisierung kann in vergleichbarer Weise auch bei der Umlagerung von Material als Dammschüttung zur Aufhöhung von Straßentrassen eingesetzt werden. Hier ist ein lagenweises Arbeiten und jeweils gute Verdichtung wichtig. Das Einfräsen des Bindemittels kann lagenweise beim Einbau oder seitlich in einem Fräsfeld erfolgen.

Ohne Stabilisierung sind die im Baufeld vorliegenden feinkörnigen Böden ausgesprochen witterungs- und frostempfindlich, sie weichen bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung tiefgründig auf. Der Schutz von Aushubsohlen durch Belassen von Schutzschichten sowie durch einen rückschreitenden Aushub und ein an die Verhältnisse angepasstes Gefälle bleibt in Außenbereichen ohne Stabilisierung und generell auch zur Vermeidung eines unnötigen Bindemittelverbrauchs wichtig.

9.2 Leitungen

Auch bei der Verlegung von Leitungen wird man ganz überwiegend im Bereich der bindigen Horizonte (Löß, Lößlehm, Fließerde) bleiben, erst mit sehr tiefen Rohrgräben kann bei Verhältnissen wie in Schürfgrube SG 4 bereichsweise gemischtkörniges Hangschuttmaterial erreicht werden. Es liegt ein für die Verlegung von Leitungen grundsätzlich geeigneter Untergrund vor, für den im folgenden weitere Angaben gemacht werden.

In Bereichen, in denen das Gelände aufgehöhrt wird, ist es im Hinblick auf das Abklingen von Setzungen sinnvoll, Leitungen erst spät in der fertigen Aufhöhung zu verlegen. Dieser Aspekt ist aber auch bei der Dosierung von Bindemittel zur Bodenstabilisierung zu berücksichtigen. Eine unnötig große Zugabemenge soll vermieden werden, da sonst der stabilisierte Boden nach einigen Monaten Wartezeit nur noch erschwert lösbar ist.

Für temporäre Böschungen und Leitungsgräben sind die Vorgaben der DIN 4124 „Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ zu beachten. In Anlehnung an diese Norm können für unbelastete Baugruben- oder Grabenböschungen folgende Winkel vorgesehen werden:

45° - 50° in künstlichen Auffüllungen (falls lokal vorhanden) sowie falls in tiefen Leitungsgräben Hangschutt angeschnitten wird.

60° in den bindigen Quartärablagerungen Löß, Lößlehm, Fließerde

Die weiteren Angaben der DIN 4124 sind zu beachten, dazu gehört die erforderliche Mindestarbeitsraumbreite und die Einhaltung eines lastfreien Streifens hinter der Böschungsoberkante. In diesem Sinn sind die Böschungen auch von jeglichen Kranlasten freizuhalten. Bei der Kranaufstellung ist daher entweder ein ausreichender Abstand zur Böschung einzuhalten oder die Kranfundamente sind so zu vertiefen, dass keine Lastausstrahlung in die Böschung stattfindet. Als Faustregel kann dazu von einem Lastausbreitungswinkel von 30° gegenüber der Horizontalen ausgegangen werden.

Für die Auflagerung von Leitungen wird vorab von einer Standardbauweise nach DIN EN 1610 und DWA-A 139 mit einer unteren Bettungsschicht zwischen der Aushubsohle und dem zu verlegenden Rohr ausgegangen (100 mm bei Boden, 150 mm bei erhöhtem Steinanteil oder Blöcken im Zusammenhang mit Hangschuttmaterial). Ein Herausprofilieren des Rohrauflegers direkt aus den anstehenden Lehmen ist zwar möglich, aufgrund der je nach Einschnitttiefe wechselnden Konsistenzen wird für eine einheitliche Rohrauflagerung aber die Anordnung einer Bettungsschicht empfohlen, die mit einem Vlies filterstabil vom anstehenden Boden getrennt wird. Wenn Angaben zu den vorgesehenen Leitungstrassen vorliegen (Material, Durchmesser, Verlegetiefe) können hier noch zusätzliche Hinweise erfolgen.

Unerwartete in der Erkundung nicht festgestellte Erschwernisse, wie weiche Konsistenzen in den Lehmhorizonten oder Blockschutt können i.d.R. mit einer Verstärkung der unteren Bettungsschicht um ca. 20 -30 cm bewältigt werden.

Auch wenn in üblichen Grabentiefen bis ca. 3 m nicht mit Grundwasser zu rechnen ist, wird aufgrund des Geländegefälles empfohlen, in den Leitungsgräben ca. alle 25 - 30 m eine sog. Grundwassersperre vorzusehen. Damit soll eine weiträumige Fließbewegung in den Leitungsgräben, die z.B. auch für versickernden Niederschlag eine bevorzugte Wegsamkeit darstellen können, unterbunden werden.

10. Bebauung

10.1 Gründung

Generell sind die erkundeten Schichten als mäßig tragfähiger kompressibler Baugrund einzustufen der aber für Flachgründungen geeignet ist. Es können sowohl als aufgelöste Gründungen mit Einzel- oder Streifenfundamenten oder auch Plattengründungen ausgeführt werden. Für eine jeweils exakte Festlegung werden auf die Gebäude bezogene Untergrunderkundungen empfohlen.

Für den Entwurf aufgelöster Flachgründungen in mindestens steifen Löß-, Lößlehm- und Fließerdehorizonten können folgende Erfahrungswerte angegeben werden.

Abmessung	zulässiger Sohldruck nach früherer Normung (kN/m ²)	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ nach EC 7 (kN/m ²)
Streifenfundament ($b \geq 0,4$ m)	180	252
Einzelfundament	200	280

Die Setzungen einer solchen Gründung werden unter den Lasten üblicher Wohngebäude kaum eine Größenordnung von 2 cm überschreiten. Bei der Planung und Ausführung ist auf gleichmäßige Verhältnisse besonders innerhalb der Gebäudegrundrisse zu achten. Falls bei tieferen Unterkellerungen mit der Tiefe zunehmend ungünstigere Konsistenzen angetroffen werden, kann darauf mit einer Abminderung der o.g. Bemessungswerte oder mit dem Übergang auf eine lastverteilende Gründungsplatte reagiert werden.

Vorbehaltlich einer bauwerksbezogenen Bemessung von Plattengründungen mit Setzungsberechnungen kann als Bemessungsansatz ein Bettungsmodul in der Größenordnung von 3,5 MN/m³ erwartet werden. Dies entspricht einer überschlägig geschätzten Setzung vom 0,8 – 0,9 cm unter einer durchschnittlichen Flächenlast von 30 kN/m² (gesamte Gebäudelast idealisiert gleichmäßig auf die Gründungsplatte verteilt). Unter Plattenrändern oder Bereichen konzentrierter Lasteinleitung kann der Bettungsansatz erfahrungsgemäß um den Faktor 1,5 erhöht werden.

Der lehmige Untergrund ist gegen Frost aber, als der heutzutage maßgebendere Einfluss, auch gegen ein Bodenschrumpfen infolge Austrocknung empfindlich. Während früher für sog. Frostschrümpfen am Außenrand nicht unterkellertes Gebäude ein Maß von 0,8 m üblich war, empfehlen wir, für die Außenfundamente oder die Ränder von Plattengründungen bei allen Gebäuden eine Mindesteinbindung von 1,4 m gegenüber dem späteren Außengelände vorzusehen.

Im Hinblick auf das Setzungsverhalten sind auch Geländemodellierungen und Anschüttungen wie z.B. für Terrassen zu beachten. Als Anhaltswert ist unter einer Geländeaufhöhung von einem Meter mit Setzungen der Aufstandsfläche in der Größenordnung von einem Zentimeter zu rechnen.

Solche Setzungen können sich als Mitnahmesetzungen auch auf einen bereits fertig gestellten Rohbau auswirken. Als Gegenmaßnahme kommt vor allem ein frühzeitiges Einbringen von Aufhöhungen in Frage, damit ein erster wesentlicher Setzungsanteil z.B. in einem Zeitraum von 6 – 8 Wochen bereits abklingen kann.

10.2 Schutz der Gebäude vor Wassereinwirkung

Mit den in Abschnitt 4 dargestellten Verhältnissen kann rein aus hydrogeologischer Sicht für übliche einfache Unterkellerungen eine sogenannte Dränagelösung vorgesehen werden. Es handelt sich dabei um eine reine Sicherheitsdränage mit der ein Wasseranstau im Arbeitsraum, der sog. „Badewanneneneffekt“ verhindert werden soll, aber nicht um eine Grundwasserabsenkung. Dennoch muss eine solche Maßnahme und der dafür erforderliche Anschluss an die Kanalisation auch nach den örtlichen Vorschriften zulässig sein bzw. zu dem für das Baugebiet vorgesehenen Entwässerungskonzept passen.

Für die Ausbildung von Dränagen wird auf DIN 4095 verwiesen. Bei der fachgerechten und dauerhaften Ausbildung einer solchen Dränage ist es ausreichend, eine Abdichtung gegen „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser“ entsprechend DIN 18533 bzw. die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E nach dieser Norm vorzusehen.

Alternativ kommt eine druckwasserdichte Ausbildung der Untergeschosse in Frage, die i.d.R. als sog. weiße Wanne ausgeführt wird. Ein genereller Vorteil gegenüber der Ausbildung von Dränagen ist die Wartungsfreiheit.

11. Abfalltechnische Analyse

Aus den zur Baugrunderkundung hergestellten Schürfgruben wurde auch Probenmaterial für abfalltechnische Proben entnommen. Die aus den 5 Schürfgruben im Tiefenbereich bis ca. 3 m unter Flur entnommenen Einzelproben wurden zu einer Mischprobe MP SG 1-5 Aushub vereinigt und im chemischen Labor Synlab auf den Parameterumfang der Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) untersucht.

Nach dem in Anlage 6. ff dargestellten Laborbericht (4 Seiten) hält die untersuchte **Mischprobe MP SG 1-5 Aushub** die materialspezifischen **Zuordnungswerte Z 0** für Lehm/Schluff ein.

Allerdings ist hier unbedingt zu beachten, dass für den Parameter Arsen, bei einem analysierten Wert von 15 mg/kg der gleichlautende Grenzwert von 15 mg/kg gerade noch eingehalten wird. Erfahrungsgemäß streuen die Analysenwerte, sodass bei weiteren Analysen auch Arsengehalte > 15 mg/kg möglich sind, sodass dann lediglich ein Zuordnungswert Z 1.1 (Eluat <14 µg/l) eingehalten wird.

12. Erdbebeneinwirkung

Mühlacker-Lienzingen liegt gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg im Bereich der Erdbebenzone 0.

Entsprechend der bisherigen DIN 4149 und auch nach dem aktuellen EC 8 DIN EN 1998 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ ist damit kein Bemessungsansatz einer Bodenbeschleunigung vorgesehen.

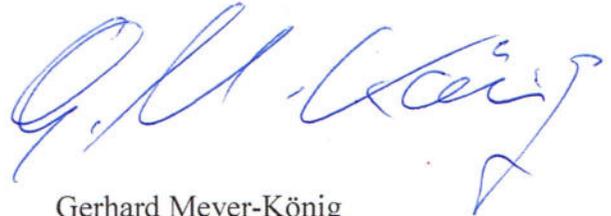
13. Abschließende Bemerkungen

Die in diesem Gutachten beschriebenen Untergrundverhältnisse beruhen auf fünf Schürfgruben, zwischen denen die Verhältnisse von der Beschreibung und Darstellung abweichen können.

Für die geplante Bebauung werden daher auf jeden Fall noch gebäudebezogene Untergrunderkundungen empfohlen.



Jürgen Mandel
Diplom-Geologe



Gerhard Meyer-König
Dipl.-Ing.



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Übersichtslageplan

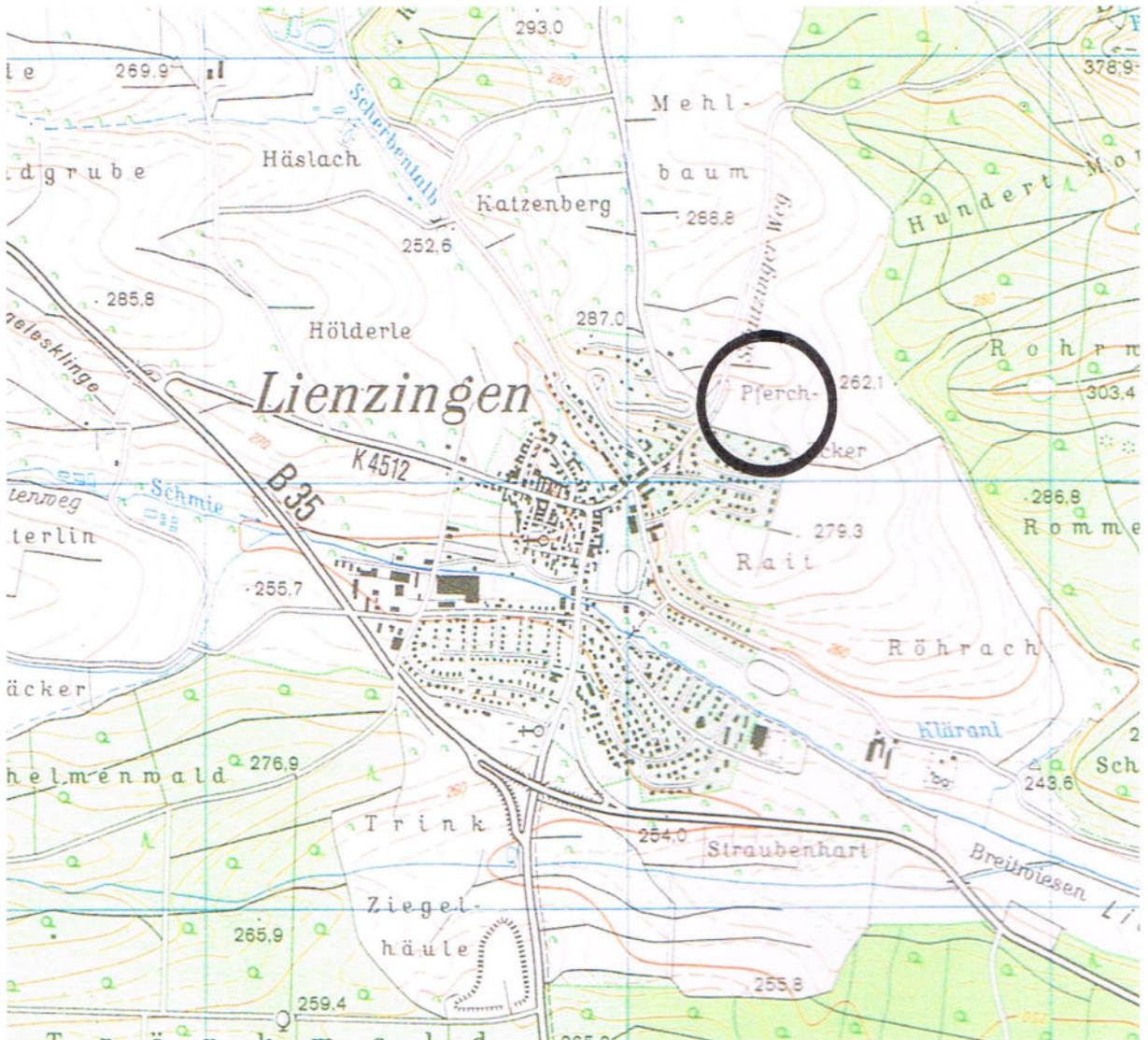
Anlage: 1.1

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021





Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Lageplan Schürfgruben

Anlage: 1.2

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen, Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021



Lageplan
städtebaulicher Entwurf V2-
"Pferchäcker"
Gemarkung Lienzingen

Maßstab: 1:500
Datum: 11 Februar 2020

STADTVERWALTUNG MÜHLACKER
Friedrichplatz 7 • 75417 Mühlacker



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.1

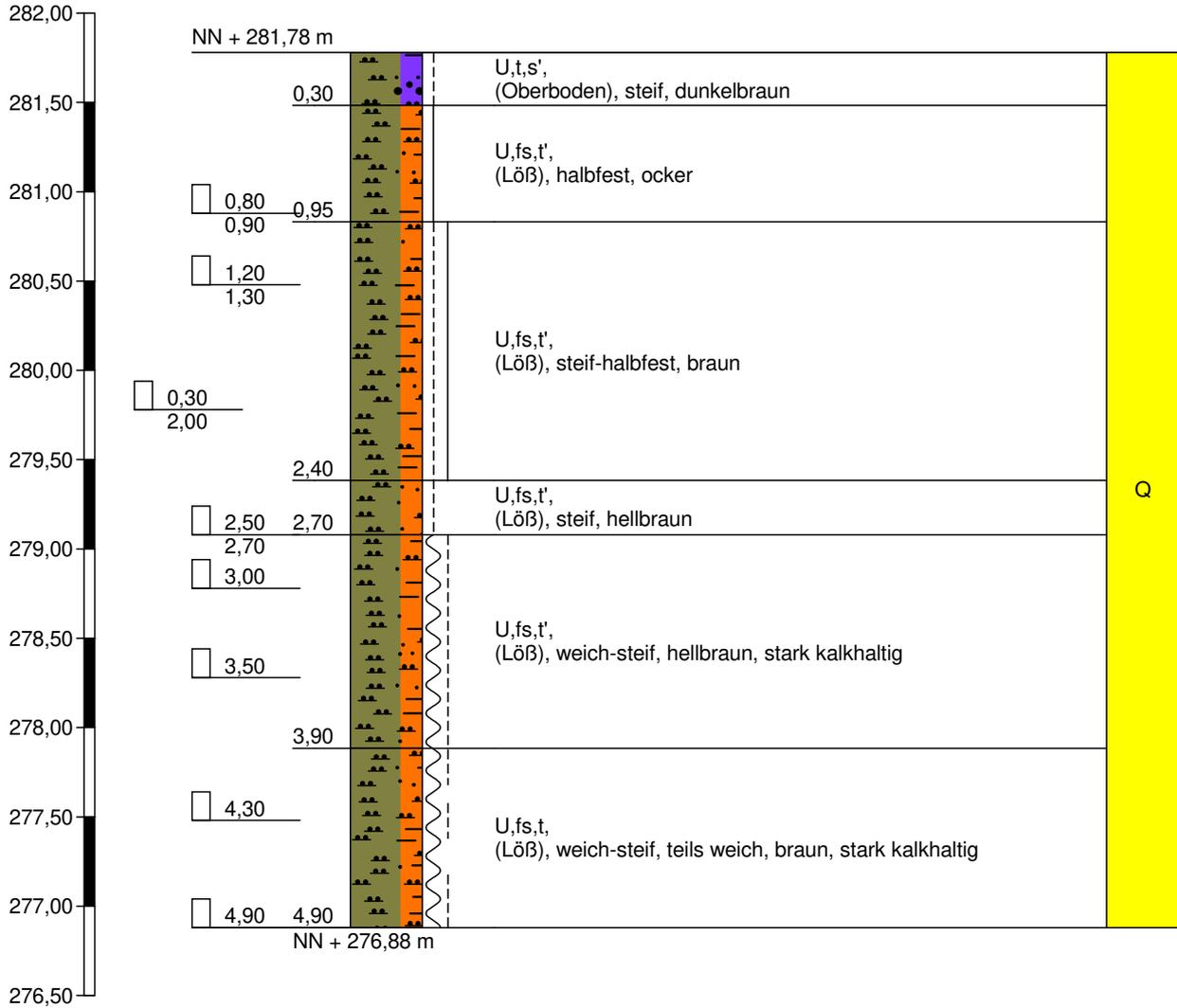
Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

SG 1



SG trocken
SG vorübergehend standfest



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.2

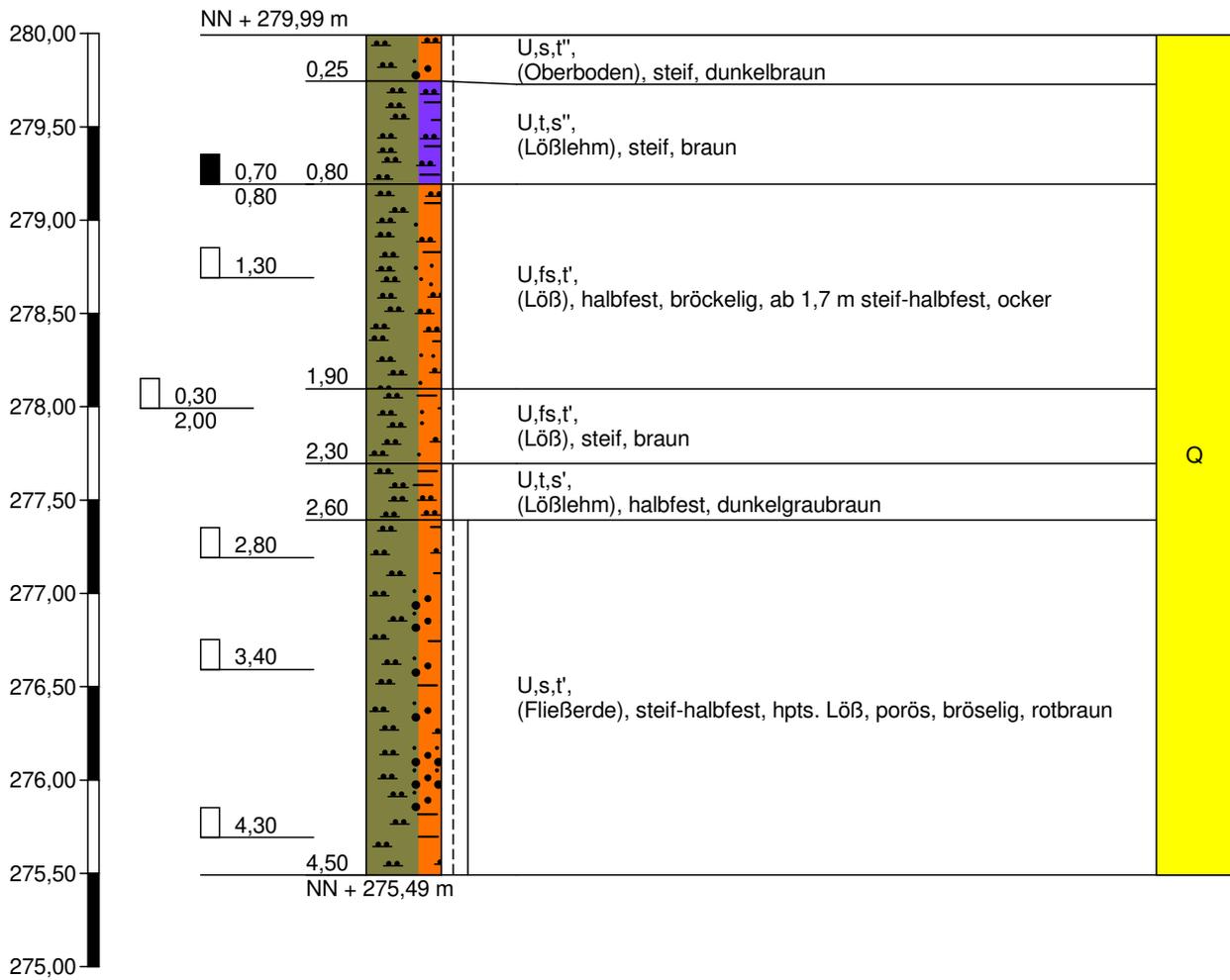
Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

SG 2



SG trocken
SG vorübergehend standfest



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.3

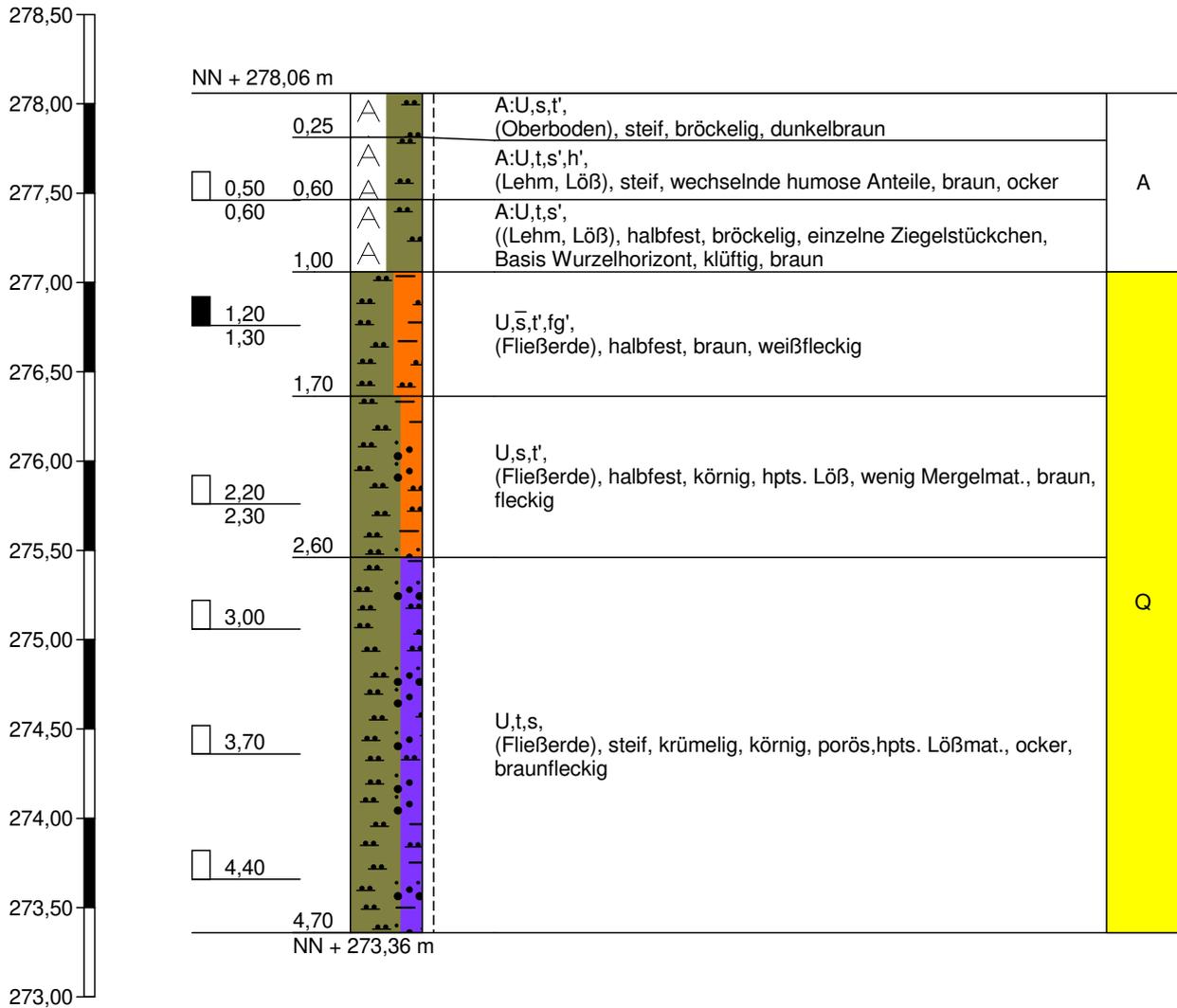
Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

SG 3



SG trocken
SG vorübergehend standfest



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.4

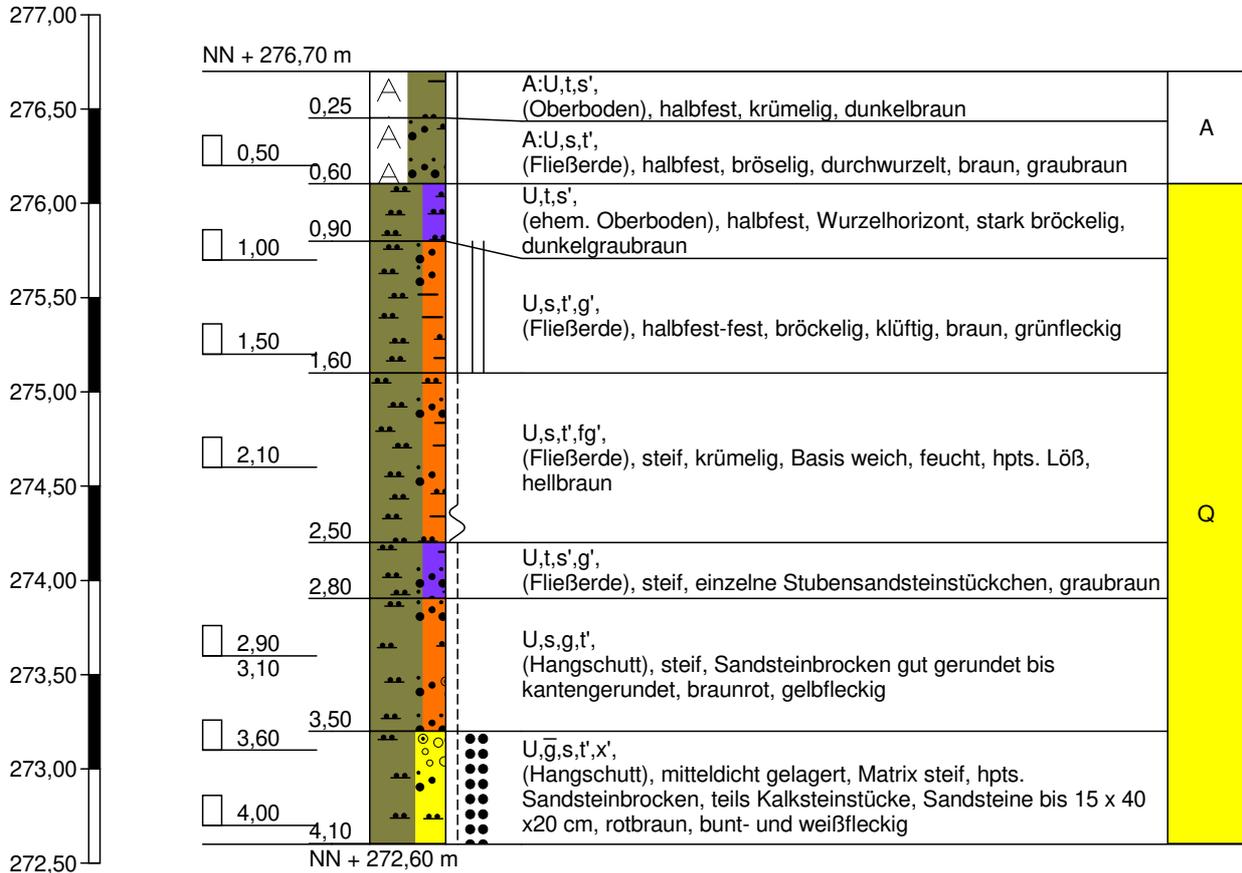
Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

SG 4



SG trocken
SG mit Nachfall



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.5

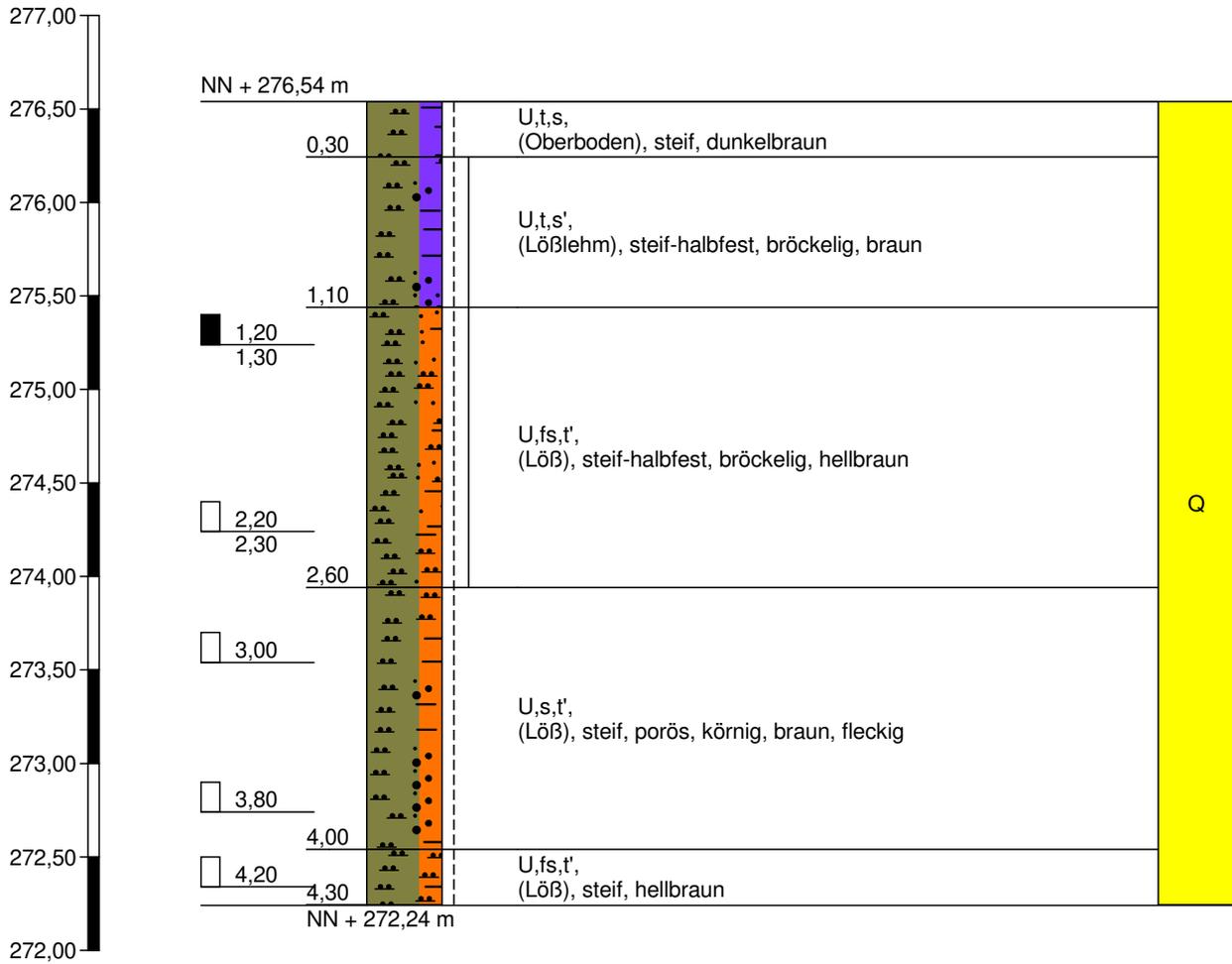
Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

SG 5



SG trocken
SG vorübergehend standfest



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Anlage: 3.1

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen, Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

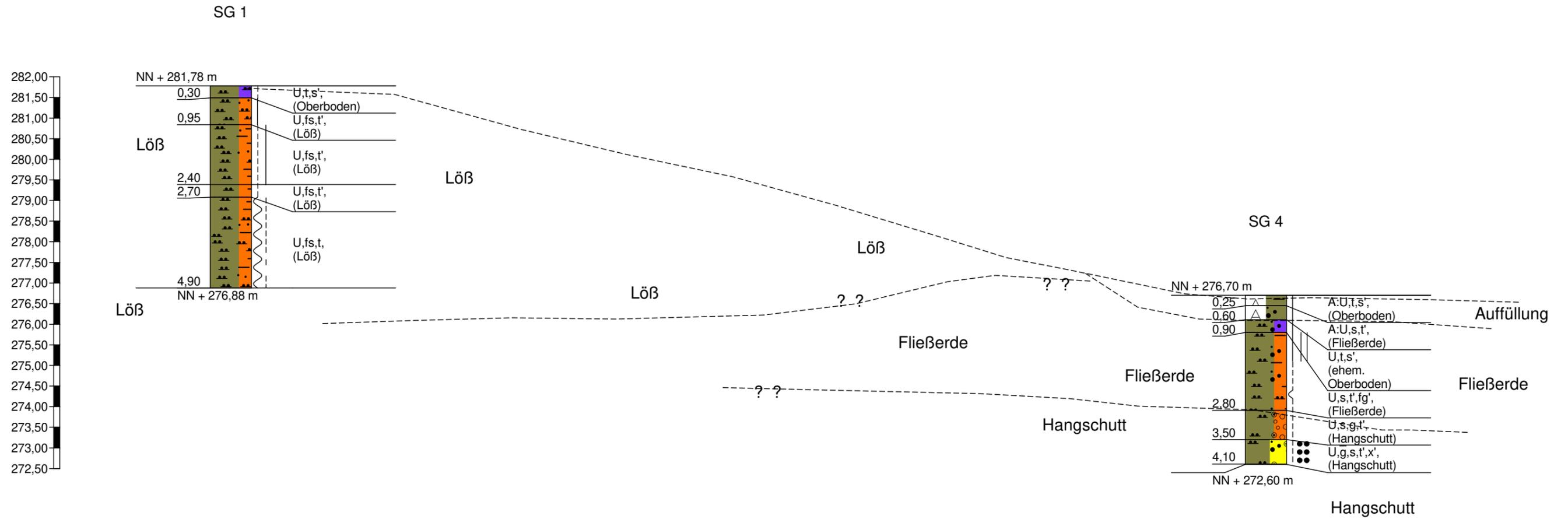
Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

Profilschnitt West

Nordwesten

Südwesten



Horizontalmaßstab 1:400, Vertikalmaßstab 1:100 (4-fach überhöht)
Schichtenfolge vereinfacht, inter,- und extrapoliert



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Anlage: 3.3

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen, Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

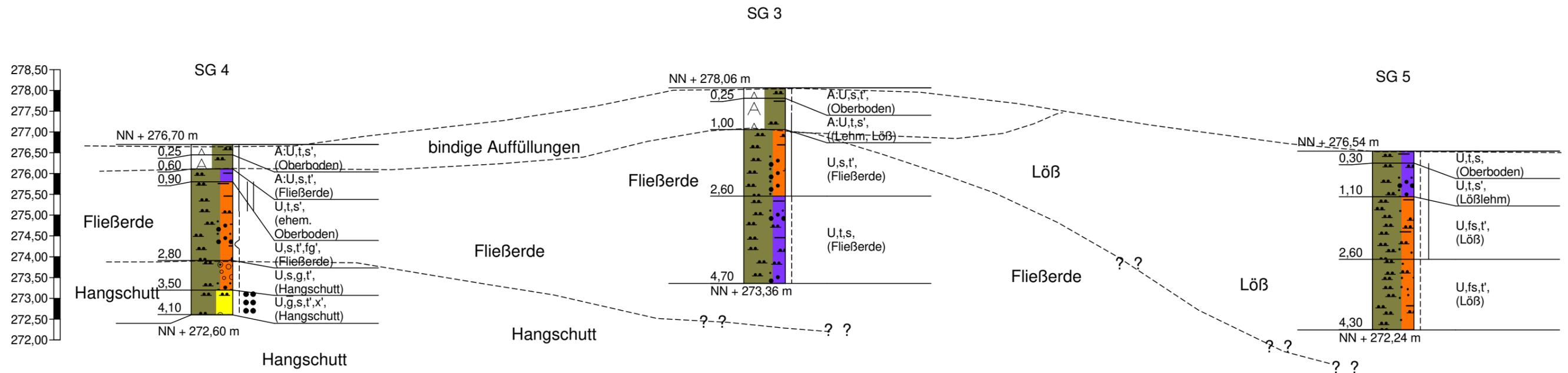
Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

Profilschnitt Süden

Südwesten

Südosten



Horizontalmaßstab 1:600, Vertikalmaßstab 1:100 (6-fach überhöht)
Schichtenfolge vereinfacht, inter,- und extrapoliert



Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Legende und Zeichenerklärung
nach DIN 4023

Anlage: 4

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen,
Baugebiet Pferchäcker

Auftraggeber: Stadt Mühlacker

Bearb.: Mandel

Datum: 12.02.2021

Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t

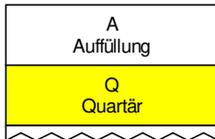
Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Stratigraphie



Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht



sehr dicht

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Proben

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

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

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

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

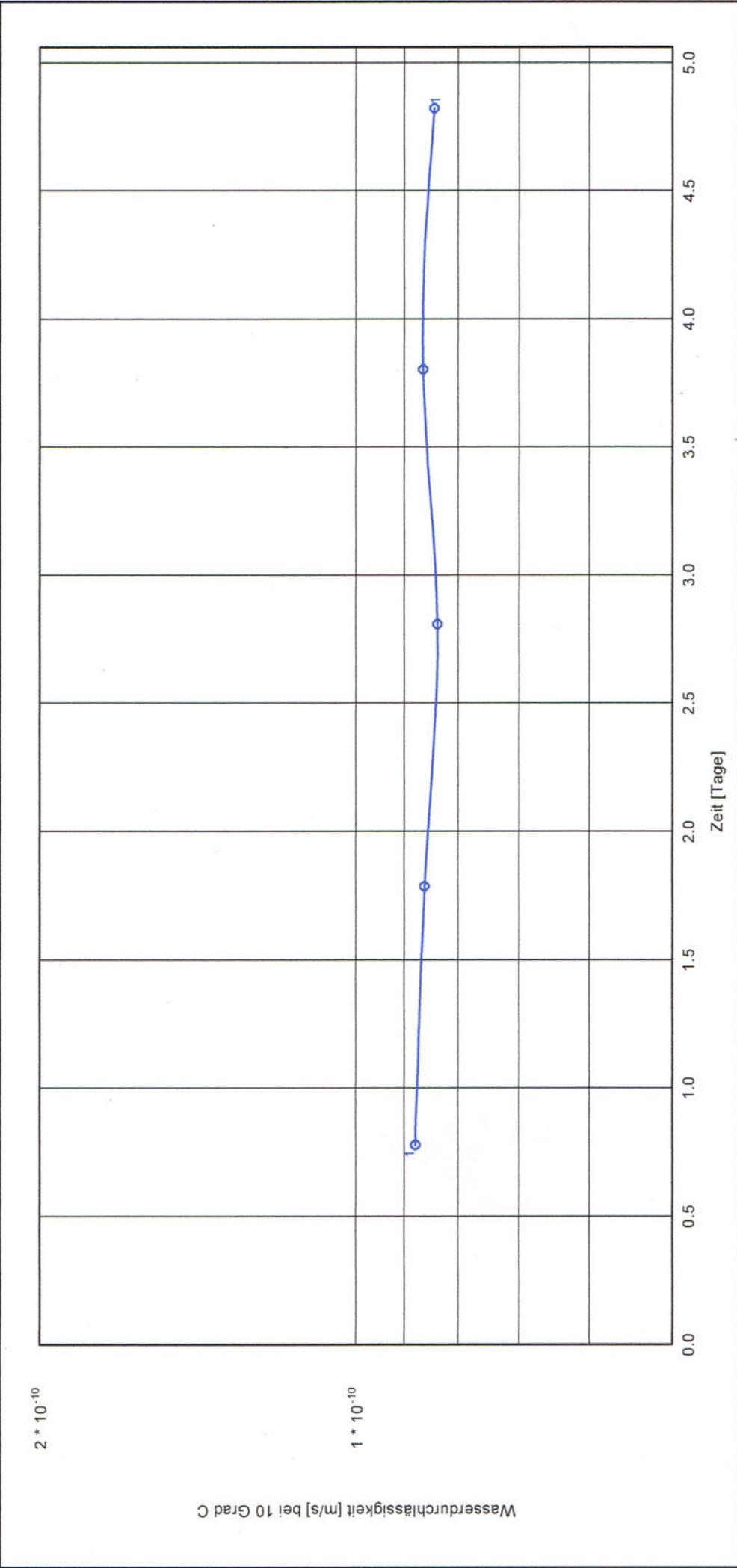
Geotechnik Stuttgart GmbH
 Hoffeldstraße 15
 70597 Stuttgart

Datum: 19.12.2020

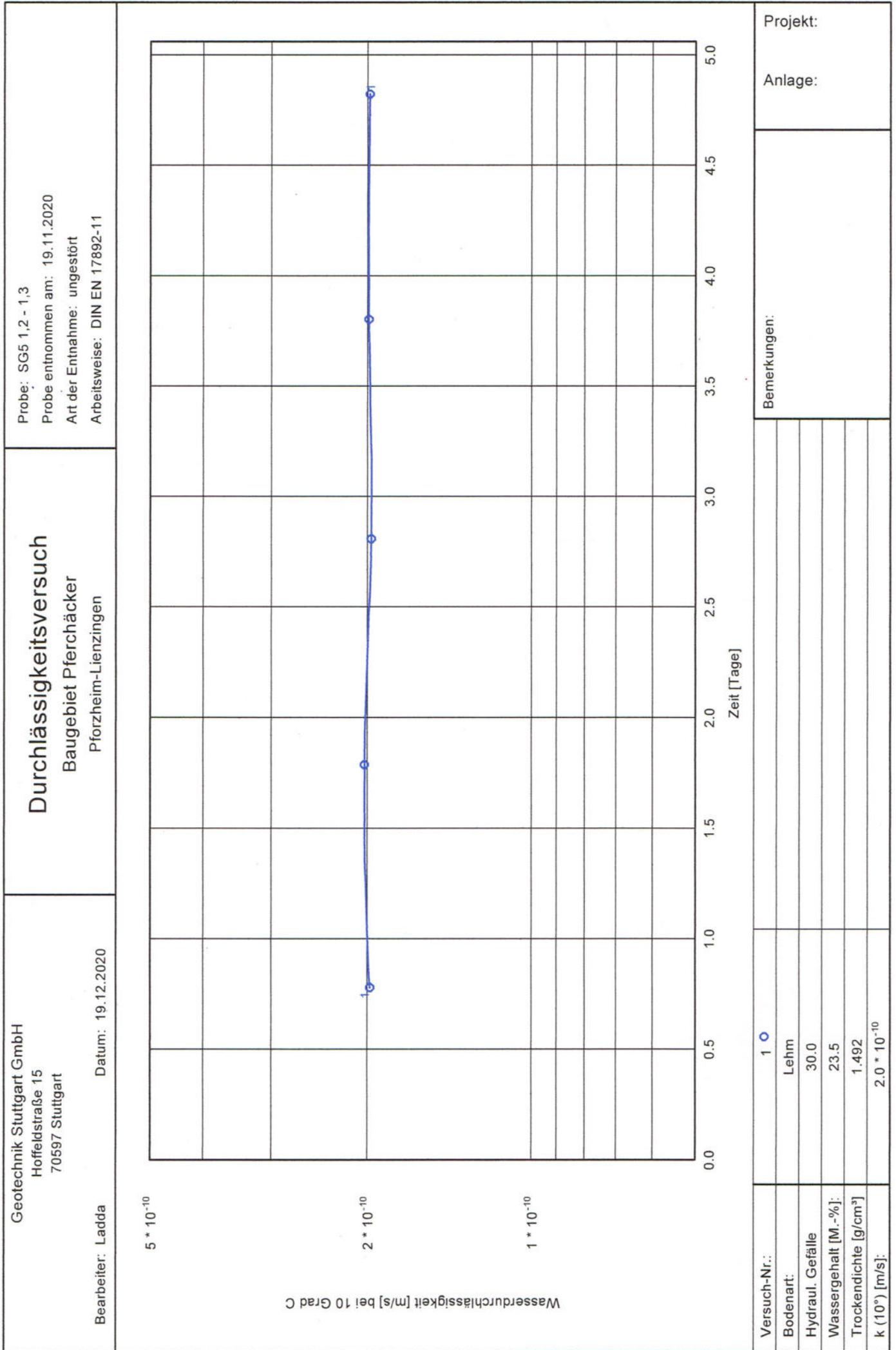
Bearbeiter: Ladda

Durchlässigkeitsversuch
 Baugebiet Pferchäcker
 Pforzheim-Lienzingen

Probe: SG2 0,7 - 0,8
 Probe entnommen am: 19.11.2020
 Art der Entnahme: ungestört
 Arbeitsweise: DIN EN 17892-11



Projekt:	
Anlage:	
Bemerkungen:	
Versuch-Nr.:	1 ○
Bodenart:	Lehm
Hydraul. Gefälle	30.0
Wassergehalt [M.-%]:	20.3
Trockendichte [g/cm³]	1.512
k (10°) [m/s]:	$8.6 \cdot 10^{-11}$



	Projekt:	
	Anlage:	
Bemerkungen:		
Versuch-Nr.:	1 ○	
Bodenart:	Lehm	
Hydraul. Gefälle	30.0	
Wassergehalt [M.-%]:	23.5	
Trockendichte [g/cm³]	1.492	
k (10°) [m/s]:	2.0 * 10 ⁻¹⁰	

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736
Fellbach

Geotechnik Stuttgart GmbH
Herr Jürgen Mandel
Hoffeldstr. 15
70597 Stuttgart

Standort Fellbach

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: as.fellbach.info@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Datum: 15.02.2021

Seite 1 von 4

Prüfbericht Nr.: UST-20-0162632/01-2
1. Änderung Dieser Prüfbericht ersetzt den Prüfbericht Nr. UST-20-0162632/01-1 vom 07.12.20.

Auftrag-Nr.: UST-20-0162632

Ihr Auftrag: vom 01.12.2020

Projekt: BV: Mühlacker-Lienzingen, Baugebiet Pferchäcker

Eingangsdatum: 01.12.2020

Probenahme durch: Auftraggeber

Prüfzeitraum: 01.12.2020 - 07.12.2020

Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 15.02.2021 um 10:13 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung: MP SG 1-5 Aushub

Probe Nr.:

UST-20-0162632-01

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	82,5	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 17380:2013-10 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (UAU)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,02	DIN 38 413-P 2:1988-05, Abweichung: GC-MS
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2013-05

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	mg/kg TS	25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	45	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	mg/kg TS	22	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	mg/kg TS	38	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	64	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,17	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	96	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	2,8	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	16	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg