Hydrosond
Geologisches Büro
Bernhard Krauthausen

- Hydrogeologie
  Wassererschließung
  Grundwassermodellierung
  Schutzzonenausweisung
- Ingenieurgeologie
  Baugrund - Gründungsberatung
  Bohrtechnik - Brunnenbau
- Umweltgeologie
  Altlasten - Deponien
  Sanierungen – Rückbau
  Geothermie
  Regenwasserversickerung

Hydrosond Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster

Eichner Baugesellschaft mbH
z.Hd. Herrn Surbeck
Offenburger Str. 20
77933 Lahr/Schwarzwald

BV. Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr

Geotechnisches Gutachten

Auftrags-Nr. : 25208

Datum : 22.10.2025

Verteiler : 1 x Eichner Baugesellschaft mbH, Lahr
1 x Architekturbüro Müller + Partner PartG mbH, Oberkirch

Büro Baden-Airpark
Winnipeg Ave. B112
77836 Rheinmünster
Tel. 07229 / 697333
Fax 07229 / 697309

Büro Berg / Pfalz
Ludwigstraße 1
76768 Berg/Pfalz
Tel. 07273 / 4106
Fax 07273 / 1332

Bankverbindung:
Sparkasse Südpfalz
IBAN: DE52 5485 0010 0001 0091 90
BIC: SOLADES1SUW
mail@hydrosond.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung

2. Durchgeführte Untersuchungen

3. Geplantes Bauwerk

4. Baugrundverhältnisse

5. Grundwasserverhältnisse

6. Bodendurchlässigkeit

7. Bodenmechanische Kennwerte

8. Erdbeben

9. Schadstoffuntersuchungen

10. Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

11. Gründung

12. Gründungsempfehlungen

13. Baugrube, Untergeschoss, Bemessungsgrundwasserstand-Abdichtung

14. Hinweise für die Bauausführung

ANLAGENVERZEICHNIS

Anl. 1: Lageplan

Anl. 2: Bohrprofile der Bohrungen

Anl. 3: Setzungsberechnungen

Anl. 4: Schadstoffuntersuchungen, SGS Analytics Germany GmbH, Fellbach

Anl. 5: Geotechnische Profilschnitte A – A, B – B, C - C

1. Veranlassung

Das Architekturbüro Müller + Partner GmbH, Oberkirch, plant für die Eichner Baugesellschaft mbH, Lahr, eine Wohnanlage in der Pestalozzistraße in Lahr.
Das Geologische Büro HYDROSOND, 77836 Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung für das Bauvorhaben beauftragt.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Aufschlüsse

Die Erkundung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse erfolgte durch 8 Rammkernbohrungen (Bk), die im Bereich des Baufensters abgeteuft wurden. Die Erkundungstiefe der Bohrungen lag i.M. bei rd. 7 m unter Geländeoberkante (m u. GOK); die Bohrung Bk8 wurde bis in eine Tiefe von ca. 10 m u. GOK abgeteuft.
Bezogen auf NN wurden die Untergrundverhältnisse bis rd. 180,0 mNN erkundet.
Aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse - bindige Böden - konnte auf Rammsondierungen verzichtet werden.
Die Bohrungen wurden geotechnisch aufgenommen und in Anlehnung an DIN 4022 und DIN 4023 beschrieben und als Profile dargestellt (Anl. 2).
Die Ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen und können der Anlage 1 entnommen werden.

2.2 Beprobung

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden mehrere Bodenproben entnommen; auf geotechnische Laboruntersuchungen wurde vorläufig verzichtet.

Weiterhin wurden aus der Oberbodenschicht, Auffüllungen und aus den naturgewachsenen Schluffen mehrere Mischproben gebildet.
Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurde die Mischprobe MP1 aus den schluffigen Auffüllungen nach EBV (BM-F0*, -F1, -F2, -F3) analysiert. Die Mischproben aus der Oberbodenschicht und den naturgewachsenen Schluffen wurden als Rückstellproben zurückgestellt.

3. Geplantes Bauwerk

Das Bebauungsfenster befindet sich in Lahr, unmittelbar nördlich der Pestalozzistraße. Das Bebauungsareal liegt in nach Süden abfallender Hanglage. Die derzeitige Geländeoberfläche des Baufensters liegt zwischen rd. 189,0 mNN im Süden (Pestalozzistr.) und rd. 191,0 mNN im Norden. Das Gelände wird derzeit von einer Gärtnerei genutzt; die Bauten sollen abgerissen werden.

Abb. 1: Baufenster

Die geplante Bebauung umfasst vier Wohngebäude, die vollständig unterkellert werden bzw. eine Tiefgarage erhalten sollen. Laut Planung sollen die Häuser dreigeschossig ausgeführt werden. Die Tiefgarage wird von Süden (Pestalozzistr.) angefahren.

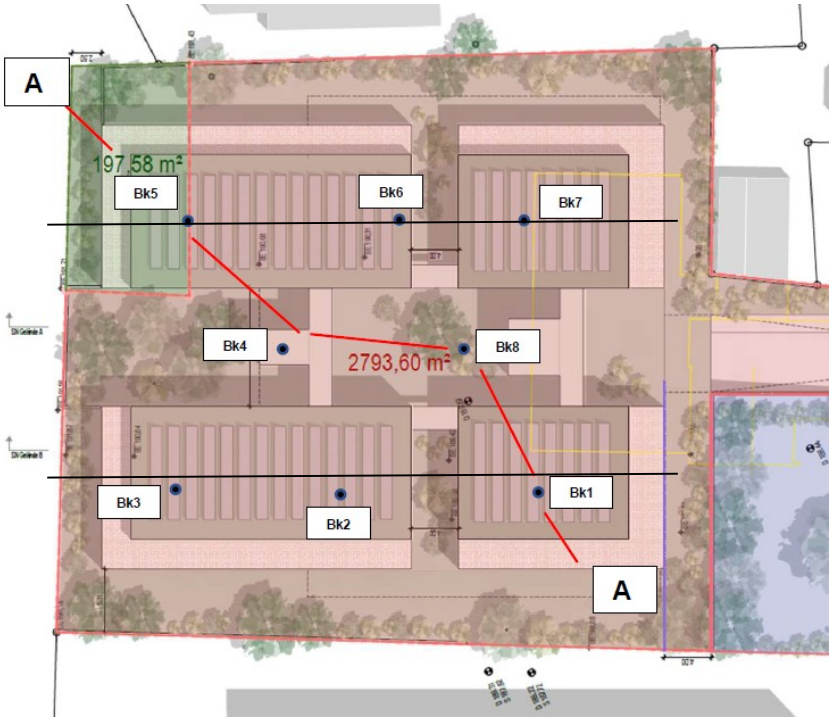


Abb. 2: Geplante Wohnanlage

Nach Angaben der Planer wird eine Abtragung der Lasten der Häuser über eine Kombination aus Streifen- und Einzelfundamenten bevorzugt.
Für die Fahrbahn der Tiefgarage ist eine Pflasterdecke vorgesehen, das Kellergeschoss soll u.E. jedoch eine nicht-tragende - d.h. schwimmend verlegte - Bodenplatte erhalten.

Nach der derzeitigen Planung soll die Oberkante des FF-Bodens des Erdgeschosses der Häuser einheitlich bei 190,3 mNN (±0,00) zu liegen kommen (s. Schnitt, Abb. 3).

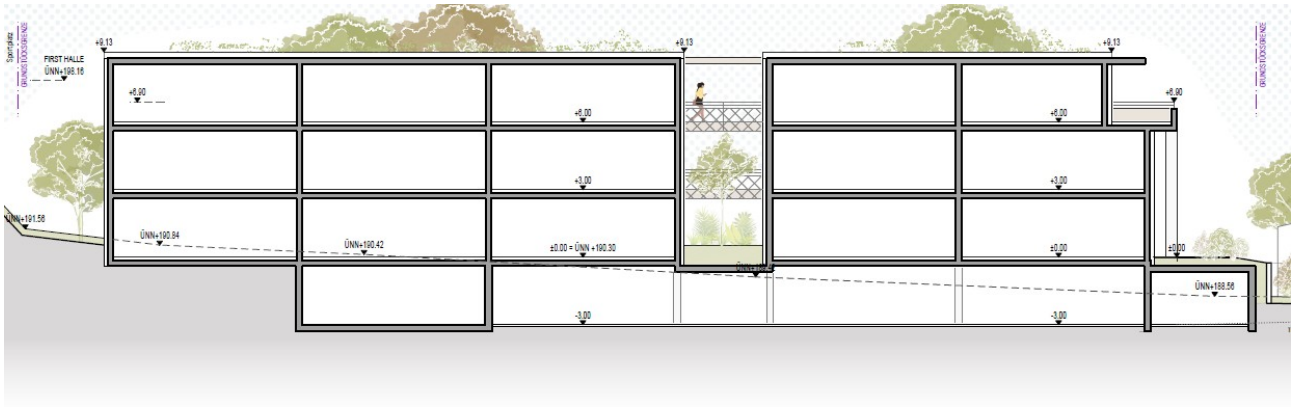


Abb. 3: Schnitt schematisch, s. Abb. 2

Die OK der Pflasterdecke der Tiefgarage und die OK der Keller-Bodenplatte sollen einheitlich bei rd. 187,3 mNN zu liegen kommen, die UK der Bodenplatte des Kellers läge dann bei rd. 187,0 mNN.
Abzutragende Lasten und Fundamentabmessungen liegen noch nicht fest; die Tragwerksplanung geht von einer Sohlpressung für die Streifenfundamente von 180/200 kN/m^2 aus, für die Einzelfundamente von ≥250 kN/m^2.
Daher wurden von uns für die Vorbemessung der Fundamente folgende Abmessungen in Betracht gezogen:

- Variante 1 – Fundamenthöhe h = 0,8 m
  - für die Streifenfundamente: b = 0,8 m (SF1-1), b = 1,0 m (SF2-1), b = 1,2 m (SF3-1),
  - für die Einzelfundamente a = b = 1,5 m(EF1-1), a = b = 2,0 m (EF2-1), a = b = 2,5 m (EF3-1.

- Variante 2 – Fundamenthöhe h = 1,0 m
  - b = 0,8 m (SF1-2), b = 1,0 m (SF2-2), b = 1,2 m, (SF3-2),
  - a = b = 1,5 m (EF1-2), a = b = 2,0 m (EF2-2), a = b = 2,5 m (EF3-2).

- Variante 3 – Fundamenthöhe h = 1,2 m
  - b = 0,8 m (SF1-3), b = 1,0 m (SF2-3), b = 1,2 m (SF3-3)
  - a = b = 1,5 m (EF1-3), a = b = 2,0 m (EF2-3), a = b = 2,5 m (EF2-3)

Somit würde - unter Berücksichtigung der Bodenplatte (Keller) und Pflasterdecke (Tiefgarage) und Höhe der Fundamente von h = 0,8 m / h = 1,0 m / h = 1,2 m - die UK der Sohle der Fundamente bei rd. 186,2 mNN (Variante 1), rd. 186,0 mNN (Variante 2), rd. 185,8 mNN (Variante 3) liegen.

Anm.: *Bei den Grundbruchberechnungen wurde die Einbindungstiefe [d] der Fundamente endsprechend angepasst.*

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Geologische Situation

Nach der geologischen Kartierung 1:50.000 ist im Bereich des Bauvorhabens mit holozänen Abschwemmmassen - graubraune bis gelbbraune Schluffe, wechselnd tonig und sandig, mehr oder weniger humos, z.T. schwach kalkhaltig, (Material umgelagerter Kulturböden), lokal mit kiesigen Einschaltungen - zu rechnen.

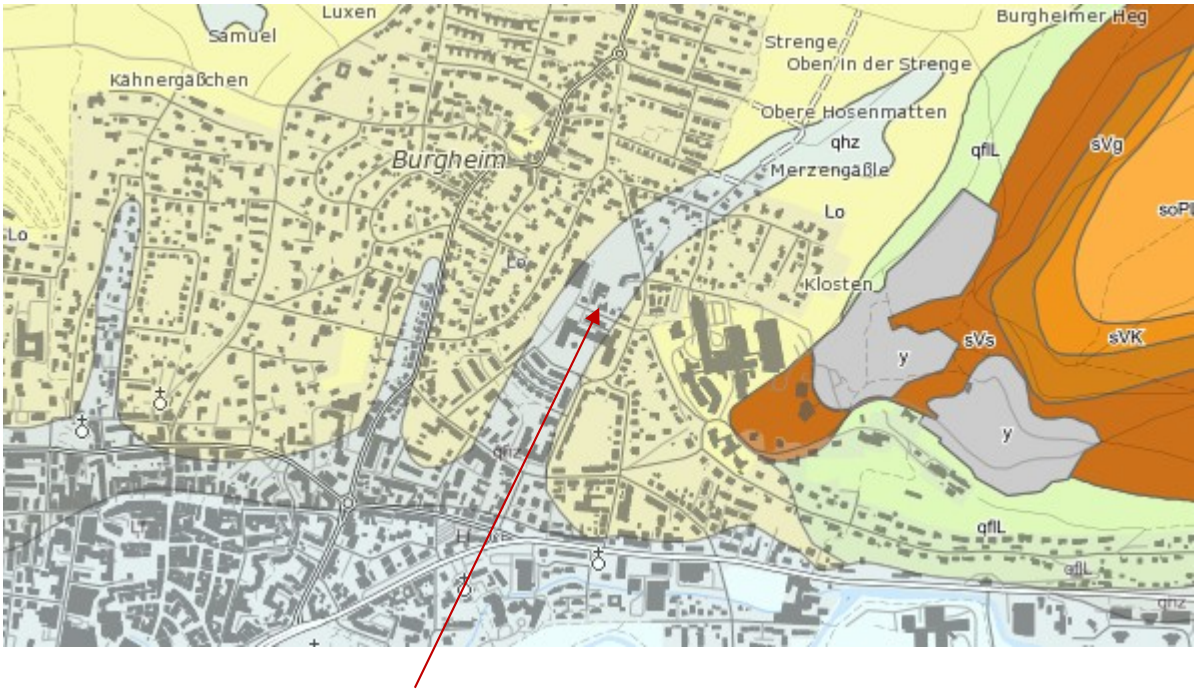


Abb. 4: Geologische Situation, Bebauungsbereich

4.2 Geotechnischer Untergrundaufbau

Zusammengefasst lässt sich der Baugrund im Bereich der geplanten Bebauung in zwei charakteristische Untergrund-/Homogenbereiche (von oben nach unten) unterteilen, die sich in ihrer Mächtigkeit, räumlichen Ausdehnung und Kornzusammensetzung unterscheiden:

- 1: Auffüllungen / Homogenbereich A (HB-A)

Anm.: *Bezogen auf Tragfähigkeit, Verwendbarkeit und die Zusammensetzung wurden die Auffüllungen zusätzlich in 2 Homogenbereiche unterteilt:*

  - kiesige Auffüllungen HB-A/1
  - schluffige Auffüllungen HB-A/2

- 2: Tonige, sandige Schluffe - schluffige, sandige Tone / Homogenbereich B (HB-B)

Anm.: *Nach der angetroffenen Konsistenz lassen sich die Schluffe - Tone des Homogenbereichs B in der Tiefe wie in der Fläche in 3 Homogenbereiche unterteilen, die unterschiedliche Tragfähigkeit aufweisen.*
Bei Korrelation der Bohrprofile lassen sich diese Homogenbereiche gut erkennen und trennen. In der nachfolgenden Beschreibung gehen wir auf diese Homogenbereiche gesondert ein:

  - sandige, tonige Schluffe steifer Konsistenz HB-B/1
  - schluffige, sandige Tone - stark tonige Schluffe steif-weicher Konsistenz HB-B/2
  - schwach sandige Schluffe - Tone steifer Konsistenz HB-B/3

4.1 Auffüllungen –Homogenbereich A

Auffüllungen wurden in allen Bohrungen angetroffen, es handelt es sich um schluffige Auffüllungen im Bereich der Gärtnerei und kiesige Auffüllungen des Unterbaus der Pflasterdecken.

4.1.1 Kiesige Auffüllungen (HB-A/1)

Hierbei handelt es sich um kiesige Auffüllungen (sandige, feinkiesige Mittel- bis Grobkiese) die in den Bohrungen Bk1 – Bk3 unterhalb der Pflasterdecke in einer Mächtigkeit zwischen 0,4 m (Bk3) und 1,0 m (Bk1) angetroffen wurden.
Nach visueller Beurteilung handelt es sich bei diesem Material um Kiese mit geringen Beimischungen von Ziegelresten, die aus geotechnischer Sicht der **Bodengruppe GW** zugeordnet werden können.
Anm.: *Ausgehobenes oder abgeschobenes Material der kiesigen Auffüllungen kann für einen Bodenaustausch wiederverwendet werden. Im Falle eines Einbaus ist jedoch die Tragfähigkeit (ausreichende Verdichtung) durch Lastplattendruckversuche nachzuweisen.*

4.1.2 Schluffige Auffüllungen (HB-A/2)

Die Böden des Homogenbereichs A/2 bestehen aus großflächigen, anthropogenen Auffüllungen, die etwa von 0,1 m bis 0,6 m unter die derzeitige Geländeoberfläche (GOK) reichen.

In den Bohraufschlüssen wurden größtenteils sandige, z.T. schwach kiesige Schluffe mit Beimengungen von Bauschutt (Ziegel- Betonreste) erbohrt, die einheitlich der **Bodengruppe GU** zugeordnet wurden.

Anm.: *Die schluffigen Auffüllungen sind als Bodenaustauschpolster, bzw. als Material für die Arbeitsraumverfüllung ungeeignet und müssen abgefahren und entsprechend der Schadstoffbelastung entsorgt werden.*

4.2 Tonige, sandige Schluffe - schluffige, sandige Tone / Homogenbereich B

Anm.: *Wir weisen darauf hin, dass die vertikale wie laterale Verbreitung der unter HB/B zusammengefassten Homogenbereiche nicht durchgehend konstant ist.*

So finden sich neben Bereichen, in denen der Homogenbereich in steifer Konsistenz (HB-B/1) in der erkundeten Tiefe ausschließlich vom steif-weichen Homogenbereich HB-B/2 unterlagert wird, auch Bereiche, in denen der steif-weiche Homogenbereich HB-B2 von steifen Schluffen-Tonen der Homogenbereiche HB-B/1 sowie HB-B/3 sowohl über- als auch unterlagert wird (s. Abb. 5 geotechnischer Schnitt).

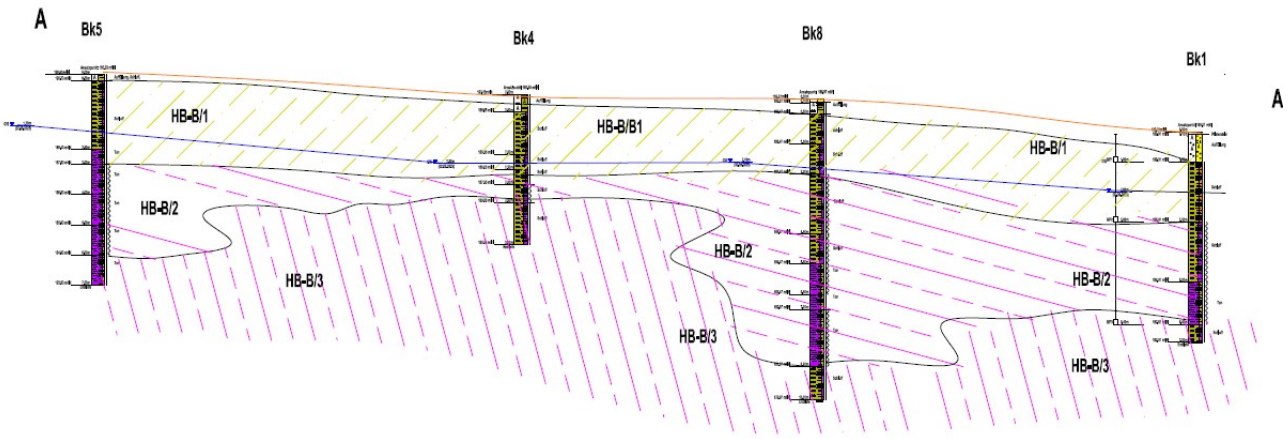


Abb. 5: Untergrundaufbau, geotechnischer Schnitt (schematisch)

4.2.1 Sandige, tonige Schluffe steifer Konsistenz (HB-B/1)

Die sandigen, tonigen Schluffe - die durchgehend eine steife Konsistenz aufweisen – wurden in allen Bohrungen überwiegend im oberen Tiefenbereich - direkt unterhalb der Auffüllungen (HB-A) – erbohrt (Abb. 6).

Abb. 6: Schluffe steifer Konsistenz

Die UK des Homogenbereichs B/1 lag in den Bohrungen bei:

- 3,0 m u. GOK, bzw. 186,0 mNN (Bk1),
- 3,1 m u. GOK, bzw. 186,6 mNN (Bk2),
- 3,0 m u. GOK, bzw. 187,5 mNN (Bk3),
- 3,0 m u. GOK, bzw. 187,6 mNN (Bk4),
- 3,0 m u. GOK, bzw. 187,9 mNN (Bk5),
- 2,5 m u. GOK, bzw. 187,5 mNN (Bk8)

Bezogen auf NN variiert die UK des HB-B/1 im nördlichen, mittleren und südwestlichen Bereich des Baufensters (Bk1 – Bk5, Bk8) zwischen 186,0 mNN (Bk1) und 187,9 mNN (Bk5), die erbohrte Mächtigkeit liegt hier relativ einheitlich bei 2,2/2,5 m.

Im südöstlichen Bereich des Baufensters – hier wurden die Bohrungen Bk6 und Bk7 abgeteuft - wurde in der Bk7 die UK der steifen Schluffe bei rd. 1,0 m u. GOK festgestellt, bezogen auf NN bei 188,9 mNN. In der Bohrung Bk6 wurde bis zur Endtiefe von rd. 5,0 m (185,5 mNN) die UK der steifen Schluffe nicht erreicht.
In diesem Bereich des Baufensters schwankt die UK des HB-B/1 zwischen 185,5 mNN und 188,9 mNN; damit beträgt die Mächtigkeit des HB-B/1 zwischen 0,9 m (Bk7) und 5,4 m (Bk6).
Aus geotechnischer Sicht wurden die sandigen, tonigen Schluffe der **Bodengruppe UM** zugeordnet.

4.2.1 schluffige, sandige Tone / stark tonige Schluffe steif-weicher Konsistenz (HB-B/2)

Die Böden des Homogenbereichs B/2 wurden in allen Bohrungen - außer Bk6 – und ab UK des HB-B1 erbohrt (Abb. 7).

Abb. 7: Schluffe steif-weicher Konsistenz

Die UK des HB-B/2 wurde in den Bohrungen bei:

- rd. 6,3 m u. GOK, bzw. rd. 182,6 mNN (Bk1),
- rd. 6,0 m u. GOK, bzw. rd. 184,5 mNN (Bk3),
- rd. 3,6 m u. GOK, bzw. rd. 187,0 mNN (Bk4),
- rd. 6,0 m u. GOK, bzw. rd. 184,9 mNN (Bk5),
- rd. 8,9 m u. GOK, bzw. rd. 187,1 mNN (Bk8)

erbohrt.

In den Bohrungen Bk2 und Bk7 – die bis rd. 5,0 m und rd. 7,0 m u. GOK abgeteuft wurden - wurde die UK des HB-B/2 nicht erreicht.

Die Schluffe -Tone wurden im Bereich des Baufensters in einer stark schwankenden Mächtigkeit erbohrt. So liegt die Mächtigkeit des HB-B/2 in den Bohrungen Bk1, Bk3 und Bk5 relativ einheitlich bei rd. 3,0 m, in den Bohrungen Bk2 und Bk7 bei >2,0 m.

In der Bk4 wurden Tone/Schluffe in steif-weicher Konsistenz in einer Mächtigkeit von nur 0,4 m erbohrt. In der Bohrung Bk8 erreicht die Mächtigkeit des HB-B/2 rd. 6,5 m.

Aus geotechnischer Sicht wurden die Böden des HB-B/2 einheitlich der **Bodengruppe TL** zugeordnet.

4.2.1 schwach sandige Schluffe – Tone steifer Konsistenz (HB-B/3)

In tieferen Bereich wurden die bindigen Böden des Homogenbereichs B/3 in überwiegend steifer Konsistenz angetroffen (Abb. 8).

Abb. 8: Schluffe steifer Konsistenz

Die erbohrte Mächtigkeit des Homogenbereichs B/3 variiert in den Bohrungen zwischen 0,6 m (Bk1) und 1,4 m (Bk4); in der Bohrung Bk6 liegt die Mächtigkeit bei rd. 4,4 m.
Aus geotechnischer Sicht wurden die Schluffe/Tone des HB-B/3 einheitlich der **Bodengruppe UM** zugeordnet.

5. Grundwasserverhältnisse

Aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Situation ist im Bereich des Baufensters der Auftritt eines zusammenhängenden Grundwasserleiters erst in einer Tiefe zu erwarten, der für das geplante Bauwerk nicht relevant ist.

Allerdings konnte in allen Bohrungen Schicht-/Hangwasser - überwiegend innerhalb des Homogenbereichs HB/2 - festgestellt werden. Hierbei handelt es sich u.E. um Bereiche stark sandiger Schluffe (möglicherweise schluffige Sandlinsen), die aufgrund der gegebenen erhöhten Durchlässigkeit als Drainageschicht für hangende Schichten und infiltrierende Niederschlagswässer dienen.
Durch die Stauwirkung der nur schwach durchlässigen Schluffe - Tone stehen diese Wässer u.E. untereinander nicht in unmittelbarem hydraulischem Kontakt.

In den Bohrungen konnten messbare Wasserspiegellagen zwischen ca. 1,5 m u. GOK (Bk7) und ca. 2,3 m u. GOK (Bk4) gemessen werden, was bezogen auf NN rd. 187,0 mNN und rd. 189,2 mNN entspricht.
Anm.: *Auch mögliche zusätzliche Aufhöhungen des Schichtwassers durch das Niederschlagsgeschehen sind nicht auszuschließen.*

Zur Vermeidung negativer Einflüsse von Bodenfeuchte, Kapillarwässern sowie zur Absicherung gegen extreme Wasseranstiege sind daher bei der Ausführung des Untergeschosses die Schichtwasserverhältnisse zu berücksichtigen.

Für das geplante Bauvorhaben bzw. Gründung (UK-Bodenplatte = 187,0 mNN, UK-Fundamente = 186,2 mNN (Variante 1), = 186,0 mNN (Variante 2), = 185,8 mNN (Variante 3) sind die ermittelten Wasserverhältnisse ebenso wie bei der Herstellung der Baugruben unbedingt zu berücksichtigen.

6. Niederschlagsversickerung

Im Untersuchungsgebiet wird der Untergrund ab GOK bis ca. 10,0 m u. GOK von bindigen Schichten geprägt.

Der Boden ist im Tiefenbereich des Homogenbereichs B2 als schwach durchlässig einzustufen. Erfahrungsgemäß besitzen die Schluffe der Bodengruppen UL/UM/TL eine Durchlässigkeit von **k_f = n x $10^{-6}/10^{-8}$ m/s**.

Anm.: *Für die Versickerung von Niederschlägen eignen sich i.d.R. Böden mit Durchlässigkeiten zwischen 5 x 10^{-3} m/s und 5 x 10^{-5} m/s. Je geringer die Durchlässigkeit eines Bodens ist, umso größer ist der Flächenbedarf für die Versickerung bzw. umso mehr Speicherraum muss zur Verfügung gestellt werden.*

Damit sind die Versickerungsmöglichkeiten im Bereich des Baufensters über die bindigen Ablagerungen als sehr ungünstig einzustufen.

7. Bodenmechanische Kennwerte

Die Ansprache der Böden erfolgte nach DIN 18196, die der Bodenklassen nach DIN 18300. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-STB 09 vorgenommen.

Tab. 2: Charakteristische Bodenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen

HB	Bodenart	Konsistenz	Wichte erdfeucht ɣ [kN/m³]	Wichte u. Wasser ɣ' [kN/m³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m²]	Steifemodul Es [MN/m²]
HB-A	Oberboden / Auffüllungen	-	-	-	-	-	-
HB-B/1	Schluff	steif	19,5	9,5	22,5	6	8
HB-B/2	Schluff / Ton	steif-weich	20,0	10,0	27,5	2	6
HB-B/3	Schluff	steif	20,5	10,5	27,5	4	8

Tab. 3: Geotechnische Klassifizierung des Baugrundes

HB	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-09	Verdichtbarkeitsklasse ZTVE-09
HB-A	OU/GU	1	F3	V3
HB-B	UM/TL/UL	4	F3	V3

Anmerkung: Die o.g. genannten Bodenklassen nach DIN 18300 gelten nur für das Lösen des Bodens bzw. für Aushubarbeiten. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-StB 09 vorgenommen: F1 – nicht frostempfindlich, F2 – gering bis mittel frostempfindlich, F3 – sehr frostempfindlich

8. Erdbeben

Das Baugelände befindet sich nach DIN 4149, 2005-04 und der darin enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der **Erdbebenzone 1**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse C** zuordnen.

Der Einfluss der örtlichen geologischen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebeneinwirkung ist durch drei Untergrundklassen **R, T** und **S** zu berücksichtigen. Nach DIN 4149, 2005-04, Bild 3, liegt das Baufenster in der **Untergrundklasse R**.

Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,4 m/s².

Die Spitzenbodenbeschleunigung $a_{g,R}$ kann für das Baufenster mit 0,622 m/s² angesetzt werden.

9. Schadstoffuntersuchungen

Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurden aus den Bohrungen die Mischprobe MP1 (schluffigen Auffüllungen, HB-A/2) entsprechend dem Parameterumfang BM-F0*, -F1, -F2, -F3, BG-F0*, -F1 für Boden gemäß der „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke“ (ErsatzbaustoffV) bezüglich der Entsorgungsrelevanz im Labor SGS Analytics Germany GmbH, 70736 Fellbach, analysiert.

Bezogen auf die frühere Nutzung des Geländes (Gärtnerei) wurde die Probe zusätzlich auf Pflanzschutzmittelkonzentrationen (Organochlorpestizide und bahnspezifische Pestizide) untersucht.

MP 1- schluffige Auffüllungen.

Das Material der Probe besteht aus humosen, sandigen, schwach kiesigen tonigen Schluffen (HB-A/2). Das Probenmaterial war organoleptisch unauffällig.

Nach den Analysenergebnissen liegen für die Bodenmischprobe MP1 keine Überschreitungen von Materialwerten der Materialklasse BM-F0 (EBV Anl. 1, Tab. 3) vor.

Demnach ist das Material der Materialklasse BM-0 zuzuordnen. Das Material kann der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden.

Die Konzentrationen an Pestiziden liegen in der Probe unterhalb der Bestimmungsgrenzen.

10. Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

Ausgehend von der OK des Kellergeschosses, bzw. der Fahrbahn der Tiefgarage und unter Berücksichtigung der Lastabtragung über Einzel- und Streifenfundamente von: 186,2 mNN (Variante 1), 186,0 mNN (Variante 2) und 185,8 mNN (Variante 3) können die angetroffenen Böden – bezogen auf die Tragfähigkeit - wie folgt bewertet werden:

- Die Böden des Homogenbereichs A (Oberboden, Auffüllungen) sind aufgrund fehlender Tragfähigkeit für eine Gründung generell nicht geeignet und müssen ohnehin bei den Baumaßnahmen ausgehoben und abtransportiert werden.
- Die Schluffe des Homogenbereichs B/1 (Schluffe der Bodengruppe UM, steife Konsistenz) sind aufgrund ihrer Tiefenlage für die Gründung nicht relevant und müssen ausgehoben werden.

Die UK des HB-B/1 liegt überwiegend (UK = 186,0 mNN – 187,9 mNN) oberhalb der Gründungstiefen.

- Die Schluffe - Tone des Homogenbereichs B/2 besitzen durchgehend eine steif-weiche Konsistenz und sind damit nur als gering tragfähig einzustufen. Bei Abtragung der Lasten über Einzel- und Streifenfundamente könnte mit nur ~~relativ~~ geringen Bodenpressungen gerechnet werden. Für die Erhöhung der Tragfähigkeit der Schluffschicht wären zusätzliche Maßnahmen (z.B. Rüttelstopfverdichtung, vermörtelte Rüttelstopfsäulen) vorzusehen.
- Die Schluffe des Homogenbereichs B/3 (Schluffe der Bodengruppe UL) besitzen durchgehend eine steife Konsistenz und bilden eine bedingt tragfähige Ebene. Aufgrund ihrer Tiefenlage ist eine Abtragung der Lasten in diese Schluffe nur über tiefer führende Bodenverbesserung möglich.

11. Gründung

Gemäß der aktuellen Planung soll für die Abtragung der Lasten der geplanten Bebauung über eine Kombination von Streifen- und Einzelfundamenten geprüft werden. Dabei sollen die Lasten direkt in die Schluffe - Tone des Homogenbereichs B/2 und teilweise in die Schluffe des Homogenbereichs B/3 abgetragen werden.

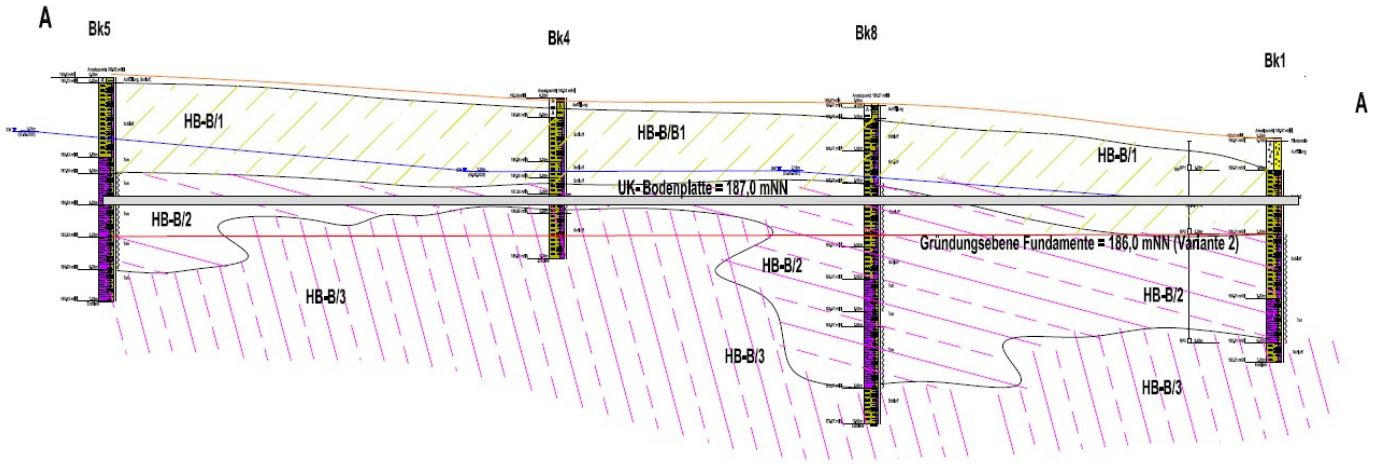


Abb. 9: Gründungsebene Streifen- und Einzelfundamente, Variante 2 (beispielhaft)

- Variante 1

Für die Vorbemessung der Fundamente wurden o.g. (Kap. 3) Abmessungen in Betracht gezogen.

Anm.: *Bei den Berechnungen wurde eine einheitliche Einbindungstiefe der Fundamente von d = 1,0 m angenommen und ein eventueller Einfluss auf die Grundbruchsicherheit der Fundamente durch Grundwasser berücksichtigt.*

Die errechneten zul. Bodenpressungen und die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für mittig und lotrecht belastete Fundamente; bei einer Ausdehnung der Gleitlinie von 2,3 x b (in die Tiefe) wurde von uns – um den Einfluss der einzelnen Schichtdicken zu erfassen – für die Bodenkennwerte das gewogene Mittel verwendet.

Die Berechnungen ergaben folgende zul. Bodenpressungen [σ_0], bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes [$\sigma_{R,d}$]:

- Streifenfundamente
  - **σ_0 = 151,5 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 212,1 kN/m²** für SF1-1 (b = 0,8 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)
  - **σ_0 = 158,5 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 221,9 kN/m²** für SF2-1 (b = 1,0 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)
  - **σ_0 = 165,5 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 231,7 kN/m²** für SF3-1 (b = 1,2 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)

- Einzelfundamente
  - **σ_0 = 205,9 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 288,3 kN/m²** für EF1-1 (b = a = 1,5 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)
  - **σ_0 = 218,8 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 306,3 kN/m²** für EF2-1 (b = a = 2,0 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)
  - **σ_0 = 231,6 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 324,3 kN/m²** für EF3-1 (b = a = 2,5 m, h = 0,8 m, d = 1,0 m)

- Variante 2

Bei der Höhe der Fundamente von h = 1,0 m ergaben die Berechnungen folgende zul. Bodenpressungen [σ_0], bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes [$\sigma_{R,d}$]:

- Streifenfundamente
  - **σ_0 = 166,2 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 232,7 kN/m²** für SF1-2 (b = 0,8 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)
  - **σ_0 = 173,2 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 242,5 kN/m²** für SF2-2 (b = 1,0 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)
  - **σ_0 = 180,2 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 252,3 kN/m²** für SF3-2 (b = 1,2 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)

- Einzelfundamente
  - **σ_0 = 227,4 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 318,3 kN/m²** für EF1-2 (b = a = 1,5 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)
  - **σ_0 = 240,2 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 336,3 kN/m²** für EF2-2 (b = a = 2,0 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)
  - **σ_0 = 253,1 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 354,3 kN/m²** für EF3-2 (b = a = 2,5 m, h = 1,0 m, d = 1,2 m)

- Variante 3

Die Berechnungen ergaben folgende zul. Bodenpressungen [σ_0], bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes [$\sigma_{R,d}$]:

- Streifenfundamente
  - **σ_0 = 180,9 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 253,3 kN/m²** für SF1-3 (b = 0,8 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)
  - **σ_0 = 187,9 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 263,1 kN/m²** für SF2-3 (b = 1,0 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)
  - **σ_0 = 194,9 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 272,9 kN/m²** für SF3-3 (b = 1,2 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)

- Einzelfundamente
  - **σ_0 = 248,9 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 348,4 kN/m²** für EF1-3 (b = a = 1,5 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)
  - **σ_0 = 261,7 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 366,4 kN/m²** für EF2-3 (b = a = 2,0 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)
  - **σ_0 = 274,6 kN/m²**; **$\sigma_{R,d}$ = 384,4 kN/m²** für EF3-3 (b = a = 2,5 m, h = 1,2 m, d = 1,4 m)

Die durchgeführten Setzungsberechnungen ergaben für die Einzel- und Streifenfundamente unter Einsatz der errechneten Sohlpressungen folgende rechnerische Setzungen.

- Variante 1

- Streifenfundamente
  - **s = 1,9 cm** (Bk5) **– s = 2,1 cm** (Bk4) **– s = 2,2 cm** (Bk8) **– s = 2,3 cm** (Bk1) für SF1-1,
  - **s = 2,3 cm** (Bk5) **– s = 2,5 cm** (Bk4) **– s = 2,7 cm** (Bk8) **– s = 2,8 cm** (Bk1) für SF2-1,
  - **s = 2,9 cm** (Bk5) **– s = 3,2 cm** (Bk4) **– s = 3,4 cm** (Bk8) **– s = 3,6 cm** (Bk1) für SF3-1,

Anm.: *Für die Ermittlung der Setzungen der Streifenfundamente – wurden der Untergrundaufbau gem. Schnitt A – A, bzw. die Bohrungen Bk5, Bk4, Bk8 und Bk1 herangezogen*.

- Einzelfundamente
  - **s = 1,9 cm** (Bk4) – **s = 2,2 cm** (Bk8) für EF1-1,
  - **s = 2,7 cm** (Bk4) **– s = 3,1 cm** (Bk8) für EF2-1,
  - **s = 3,3 cm** (Bk4) **– s = 3,8 cm** (Bk8) für EF3-1,

Anm.: *Für die Setzungsberechnungen der Einzelfundamente wurden die Bohrungen Bk4 und Bk8 herangezogen, damit wurde das Setzungsverhalten der Fundamente bei Abtragung der Lasten in die steifen Schluffe (HB-B/3) und die steif-weichen Schluffe-Tone (HB-B/2) geprüft.*

- Variante 2

- Streifenfundamente
  - **s = 2,1 cm** (Bk5) **– s = 2,2 cm** (Bk4) **– s = 2,4 cm** (Bk8) **– s = 2,6 cm** (Bk1) für SF1-2,
  - **s = 2,5 cm** (Bk5) **– s = 2,7 cm** (Bk4) **– s = 2,9 cm** (Bk8) **– s = 3,1 cm** (Bk1) für SF2-2,
  - **s = 3,0 cm** (Bk5) **– s = 3,3 cm** (Bk4) **– s = 3,5 cm** (Bk8) **– s = 3,7 cm** (Bk1) für SF3-2,

- Einzelfundamente
  - **s = 2,4 cm** (Bk4) – s = **2,9** cm (Bk8) für EF1-2,
  - **s = 3,1 cm** (Bk4) **– s = 3,7 cm** (Bk8) für EF2-2,
  - **s = 3,8 cm** (Bk4) **– s = 4,6 cm** (Bk8) für EF3-2,

- Variante 3

Für die Variante 3 wurden keine Setzungsberechnungen durchgeführt. Unter Ansatz der errechneten Sohlpressungen von 180 kN/m^2 – 200 kN/m^2 für die Streifenfundamente und von 250 kN/m^2 – 280 kN/m^2 und Berücksichtigung der Fundamentabmessungen ist von rechnerischen Setzungen von **s ≥ 3,0/3,5 cm** für die Streifenfundamente und von **s ≥ 4,0/5,0 cm** für die Einzelfundamente auszugehen.

Als Alternative zur Abtragung der Lasten direkt in die Schluffe / Tone des HB-B/2 sowie in die Schluffe HB-B/3 könnten die Bauwerklasten aus den Streifen- und Einzelfundamenten über einen mittels Spezialtiefbauverfahren verbesserten Untergrund abgetragen werden. Die Bodenverbesserung wäre in dem für die Setzungen relevanten Tiefenbereich durchzuführen.
Mit dem Rüttelstopfverfahren (kombinierte Rüttelstopfsäulen) kann eine Baugrundverbesserung vorgenommen werden. Dadurch werden die Lasten über die Bodenverbesserung in den tieferen Untergrund abgeleitet.

Anm.: *Erfahrungsgemäß wird bei dieser Art der Gründung eine einheitliche zulässige Bodenpressung von zul.* σ_0 *= 200 - 250 kN/m^2 möglich.*

Diese Gründungsvariante wurde durch die Fa. Keller, Renchen, geprüft. Um die zu erwartenden Setzungen wesentlich zu reduzieren, wäre die Bodenverbesserung bis in eine Tiefe von ca. 9,0 m erforderlich.
Die Anzahl der Rüttelstopfsäulen würde bei 4 Stk. je Einzelfundament liegen und bei einer Stützenlast von rd. 1.000/1.500 kN würden die rechnerischen Setzungen unter s = 2,0 cm liegen.
Für die Streifenfundamente bei einem Abstand der Säulen von rd. 1,5 m kann von einer zul. Bodenpressung von rd. 200 kN/m^2 ausgegangen werden; auch hier sind rechnerische Setzungen unter s = 2,0 cm zu erwarten.
Anm.: *Nach Auskunft der Fa. Keller kann derzeit von rd. 280 €/Säule gerechnet werden, die Kosten für Baustelleneinrichtung und die statischen Berechnungen wären mit rd. 15.000 € zu veranschlagen.*

12. Gründungsempfehlungen

Generell ist u.E. die Abtragung der Lasten über Streifen- und Einzelfundamente direkt in die Schluffe möglich. Allerdings müssten die Fundamentabmessungen an die zu erwartenden Lasten angepasst werden.

Unter Annahme einer maximal zulässigen Setzung von s = 2,5 cm darf die Sohlpressung für die Einzelfundamente von 220 kN/m^2 (charakteristisch), d.h. eine Stützenlast von rd. 900 kN (z.B. s. EF2-1 mit a = b = 2,0 m) nicht wesentlich überschritten werden.
Bei einer Stützenlast von ca. 2.000 kN müssen u.E. die Fundamentabmessungen bei a = b = 3,0 m liegen.
Bezogen auf die Streifenfundamente liegen die rechnerischen Setzungen im zulässigen Bereich (s = 2,5 cm) bei einer Sohlpressung bis zu 160 kN/m^2 (SF2-1).
Um größere Setzungsdifferenzen zwischen Einzel- und Streifenfundamenten zu vermeiden, darf für die Bemessung der Streifenfundamente u.E. die zul. Bodenpressung von 170 kN/m^2 nicht überschritten werden.

Anm.: Eine Erhöhung der zul. Bodenpressungen durch Abtragung der Lasten über ein zusätzliches Bodenaustauschpolster (Kies), bzw. durch Magerbetonplomben ist – bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen - u.E. nicht zielführend, da der Ansatz von höheren Sohlpressungen u.E. mit größeren Setzungen und möglichen Setzungsdifferenzen und dadurch potentiellen Schäden an der Bausubstanz verbunden wäre.

Die Abtragung der Lasten aus den Streifen- und Einzelfundamenten über Bodenverbesserung (Rüttelstopfverdichtung) ist mit entsprechend hohem wirtschaftlichen Aufwand verbunden. Allerdings kann bei dieser Art der Gründung mit geringeren Abmessungen der Fundamente und einheitlichen Setzungen gerechnet werden; Setzungsdifferenzen, die schädigend für die Bausubstanz sein könnten, wären dann nicht zu erwarten.

13. Boden Tiefgarage

Nach den Richtlinien für die „Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ (RStO) kann die Fahrbahn der Tiefgarage der Belastungsklasse Bk0,3 zugeordnet werden. Für diese Bauklasse ist eine gesamte Mindestdicke des Aufbaues von 0,55 m erforderlich. (Tab. 7, RStO).

Bei Aufschüttung mit Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 kann nach RStO auf die Frostschutzschicht verzichtet werden. Jedoch muss der aufgefüllte Boden bezüglich des Verdichtungsgrades die Anforderung an die Frostschutzschicht erfüllen (s. Tab. 11).

Die erforderliche Aufschüttung ist nach RStO für Bauweisen mit Pflasterdecke für die Belastungsklasse Bk0,3 wie folgt - von unten nach oben – aufzubauen.

Tab. 4: Pflasterdecke

Schicht	Bk0,3	
	Dicke [cm]	Verdichtung E_{v2} [MN/m^2]
Planum F3	-	≥45
Frostschutzschicht	18	100
Schottertragschicht	15	120
Sandbett	4	-
Pflasterdecke	8	-

Die zu erreichenden Verformungsmoduli auf dem Planum und auf der Frostschutz- bzw. Tragschicht sind mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Anm.: Die Schüttung (Unterbau) ist vom anstehenden Boden durch ein Filtervlies (200 g/m^2) zu trennen.

14. Baugrube, Untergeschoss, Abdichtung

14.1 Baugrube

Die Baugrubensohle würde bei der Gründungsebene der Fundamente i.M. von rd. 186,0 mNN bis zu rd. 5 m unter die jetzige GOK reichen. Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 7 genannt.

Beim Aushub der Baugrube werden Bodenmaterial des HB-A (Auffüllungen) sowie die Schluffe des Homogenbereichs B/1 anfallen.
Generell kann die Böschung bis in eine Tiefe von nur 1,25 m mit einem Böschungswinkel von 90° angelegt werden.
Die Baugrubenböschungen innerhalb des Homogenbereichs B/1 (Schluffe steifer Konsistenz) können nach DIN 4124 mit einer Neigung von 60° abgeböscht werden. Bei dieser Böschungsneigung ist ein horizontaler Platzbedarf für eine Verbau-freie Böschung von rd. 3,5 m erforderlich.
Die Schluffe – Tonne des Homogenbereichs B/2 wurden durchgehend in steif-weichen Konsistenz angetroffen, daher können diese Böden nicht steiler als 35/45° abgeböscht werden. Es ist nicht auszuschließen, dass die Böden während der Baumaßnahmen breiig werden und aus der Böschung „ausfließen“ könnten.
Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass z.Zt. der Untersuchungen das Schicht-Hangwasser zwischen 1,7 m und 2,3 m u. GOK festgestellt wurde. Daher ist nicht auszuschließen, dass die steife Schluffe des Homogenbereichs B/1 können durch längere Einwirkung des Wassers aufweichen, so dass ihre Konsistenz stark abgemindert wird.
Daher wäre es u.E. sinnvoll bei der Planung der Baugrubenböschungen eine Neigung von i.M. 45/50° vorzusehen. Bei dieser Böschungsneigung ist ein horizontaler Platzbedarf unter Berücksichtigung der Breite des Arbeitsraumes (0,5 m) für eine Verbau-freie Böschung von rd. 5,0 m erforderlich.

Bei nicht ausreichendem horizontalem Platzbedarf für eine Böschung mit einem mittleren Böschungswinkel von 45°- 60° wäre in diesen Bereichen dann eine Baugrubensicherung, bzw. Sicherung des Bestandes durch einen Verbau der Baugrube, erforderlich.
Als zweckmäßige Variante für den Verbau der Baugrube ist die Trägerbohlwand (Berliner Verbau) zu empfehlen.
Anm.: *Trägerbohlwand: hier werden die vertikalen Trägerelemente von Stahlprofilen gebildet, die entweder in den Baugrund eingerammt oder in Bohrlöcher eingestellt werden. Die Ausfachung zwischen den Trägern besteht aus Holzbalken. Der Mindesteinbindetiefe der Träger liegt bei 1,5 m, der horizontale Abstand beträgt im Allgemeinen zwischen 2 und 3 m.*

Die Standsicherheit der Böschung bzw. der Verbau müssen durch entsprechende Berechnungen nachgewiesen werden.
Alle Böschungen sind gegen Niederschlag mit Baufolie abzudecken. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Böschungsschultern über eine Breite von mindestens 1,5 m lastfrei gehalten werden.

14.2 Untergeschoss

Unter Annahme einer lichten Höhe des Kellergeschosses von rd. 3,0 m, würden die Wände durch den Erddruck und den Verdichtungsdruck der Hinter- bzw. Verfüllung des Arbeitsraumes belastet.
Die Arbeitsräume sind mit kiesigem bzw. durchlässigem Material zu verfüllen. Hier ist eine lagenweise Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von 97% Proctordichte ausreichend. Es ist zu erwarten, dass im Arbeitsraumbereich nachträgliche Setzungen der Verfüllung im Zentimeterbereich auftreten können.
Als Erddruckbelastung für die Außenwände kann ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt werden.

14.3 Bemessungsgrundwasserstand, Abdichtung

Es ist anzumerken, dass in der Umgebung des Baufensters keine amtlichen Grundwassermessstellen vorhanden sind. Ein definierter Bemessungsgrundwasserstand kann daher nicht angegeben werden.
Daher muss in der Regel nach DIN 18533 der Bemessungsgrundwasserstand auf Höhe der endgültigen Geländeoberkante angesetzt werden.

Die Oberkante der KG-Bodenplatte, bzw. die OK der Pflasterdecke der Tiefgarage wird gemäß Planung einheitlich bei rd. 187,3 mNN zu liegen kommen, die UK der Fundamente i.M. bei rd. 186,0 mNN.
Schicht- Hangwasser konnte z.Zt. der Untersuchungen zwischen 187,0 mNN und 189,2 mNN gemessen werden.
In Anbetracht der Berührung von Bauteilen mit Schicht-Hangwasser wären das Untergeschoss bzw. die erdberührenden Bauteile vorsorglich gegen <u>drückendes Wasser</u> gemäß DIN 18533-1, Klasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤3,0 m Eintauchtiefe), abzudichten.
***Anm.**: Eine <u>Dränung</u> von Schicht- Hangwasser ist <u>nicht zulässig</u>.*

Bei Verfüllung des Arbeitsraumes und Aufbau des Unterbaus der Bodenplatte (Keller) sowie der Pflasterdecke (Tiefgarage) mit stark durchlässigem Material nach DIN 18130 (k_f >10^{-4} m/s), kann eventuell für die Abdichtung des Untergeschosses als Bemessungswasserstand das tiefste Niveau des (ursprünglichen) Geländes angenommen werden, d.h. also bei rd. **188,0 mNN**.

Zur Begrenzung des auf das Bauwerk einwirkenden hydrostatischen Drucks kann im Arbeitsraum eine Entlastungsringleitung (min. DN 100) mit Filterrohr verlegt werden.
Der Arbeitsraum ist bis mindestens 0,3 m oberhalb der Ringleitung mit stark durchlässigem Material (k_f >10^{-4} m/s) zu verfüllen. Die Ringleitung wäre zweckmäßig auf einer Höhe von rd. 1,0 m (188,0 mNN) oberhalb der UK der Bodenplatte des Kellergeschosses (187,0 mNN) anzuordnen.
Demnach kann u.E. für die statischen Berechnungen ein Bemessungswasserstand von **rd. 188,0 mNN** angenommen werden, da der hydrostatische Druck i.d.R. bis max. zur Rohrachse der Entlastungsringleitung ausgeübt wird.
Anm.: *Es ist darauf hinzuweisen, dass für diesen Fall eine dauerhafte, rückstaufreie Entwässerung der Ringleitung zu gewährleisten ist. Die langfristige Funktionstüchtigkeit der Entlastungsleitung muss durch entsprechende Kontroll- und Reinigungsmöglichkeiten sichergestellt werden.*

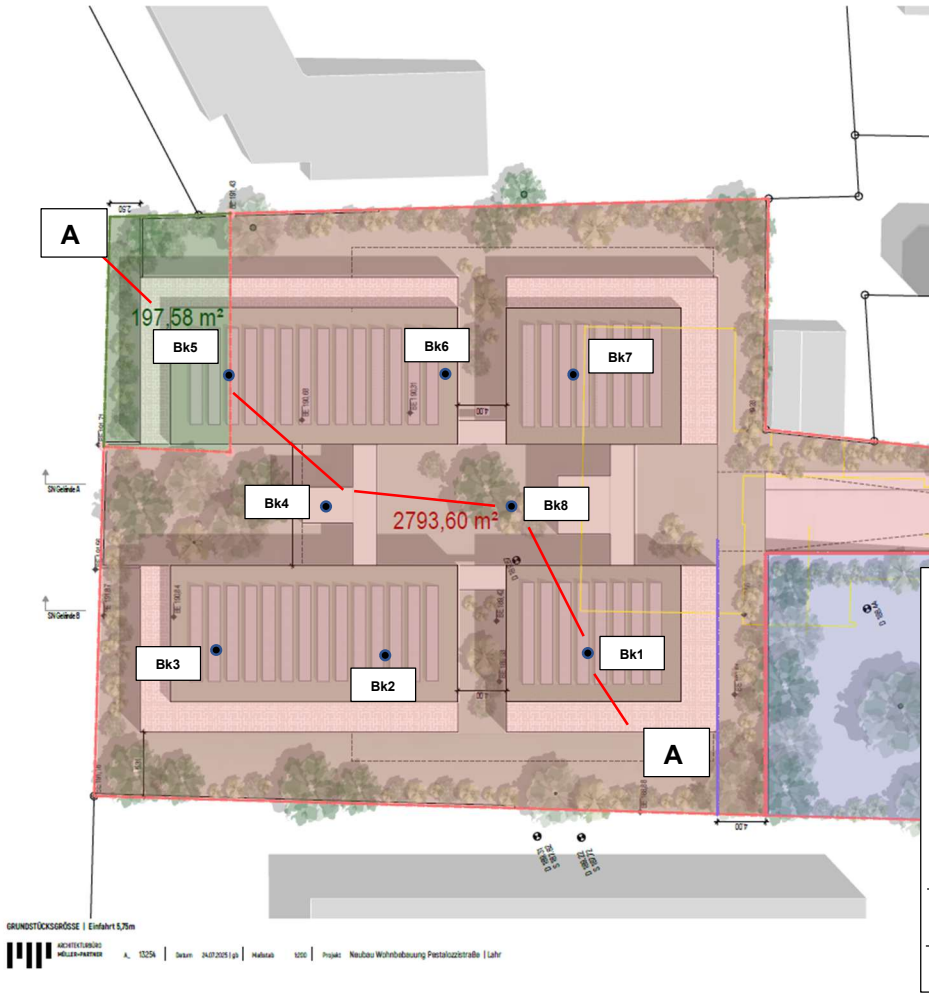
15. Allgemeines

Bezüglich der Überschüttung von Bauwerken verweisen wir auf die Empfehlungen und Vorschriften des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) und der ZTVE-StB 09.
In den wiederverfüllten und überschütteten Bereichen ist der erreichte Verdichtungsgrad mittels Plattendruckversuchen (DIN 18134) in unterschiedlichen Einbauniveaus zu überprüfen.
Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Bohrungen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen. Weiterhin sind die Aushubarbeiten und der Einbau des Verfüllmaterials durch den Bodengutachter zu beaufsichtigen und die ggf. vorgegebenen Verdichtungen des Auffüllmaterials zu überprüfen.

P. Schatz

Doz. B. Krauthausen
- Diplom-Geologe -

P. Schatz
- Diplom-Ing. -



BV. Wohnbebauung

Pestalozzistraße, 77933 Lahr

Lageplan

- Rammkernbohrungen
- Schnitt A - A

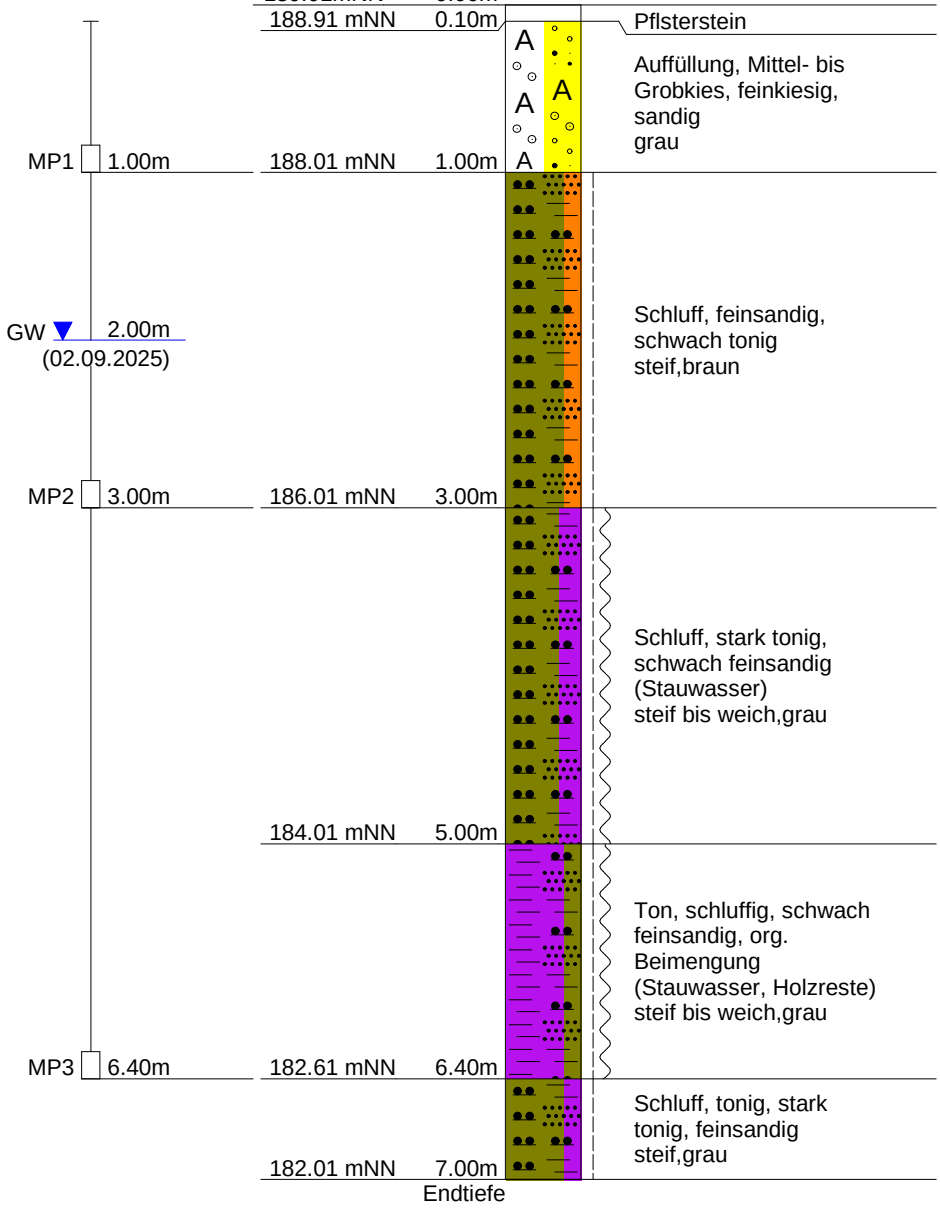
ANLAGE 1

Büro HYDROSOND, Rheinmünster

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk1

Ansatzpunkt: 189.01 mNN

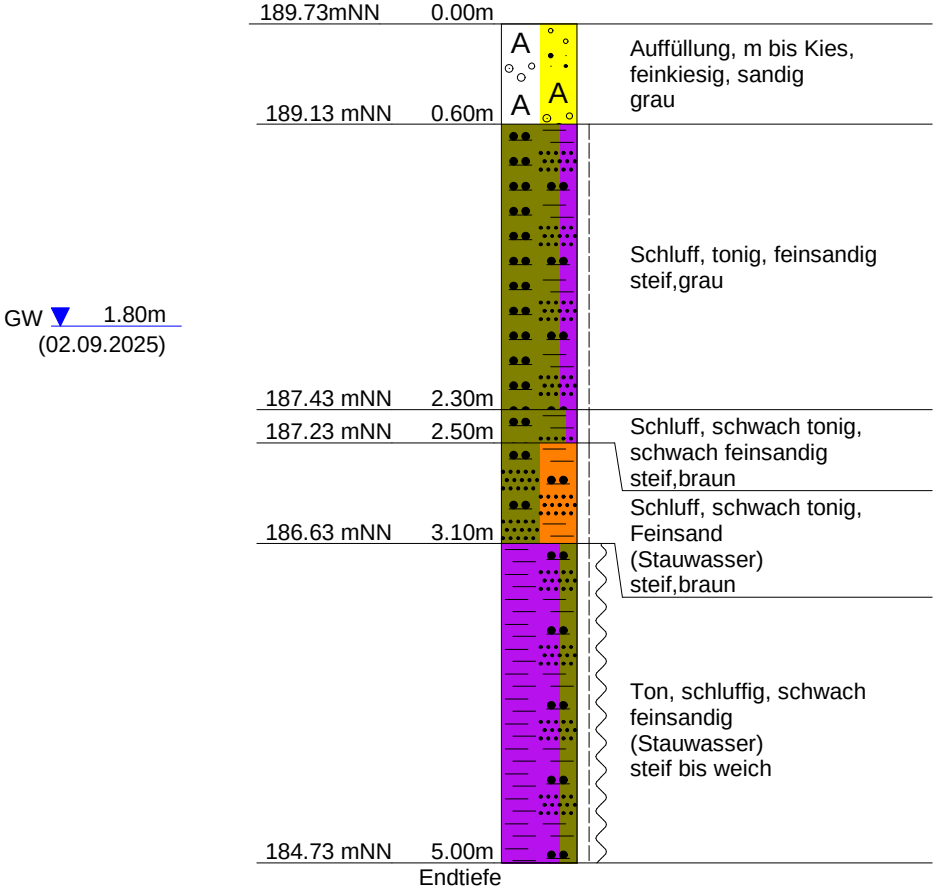


DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk2

Ansatzpunkt: 189.73 mNN



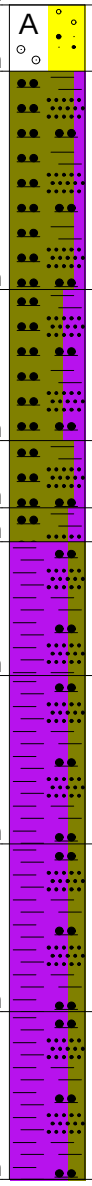
DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk3

Ansatzpunkt: 190.54 mNN

GW ▼ 2.00m
(02.09.2025)



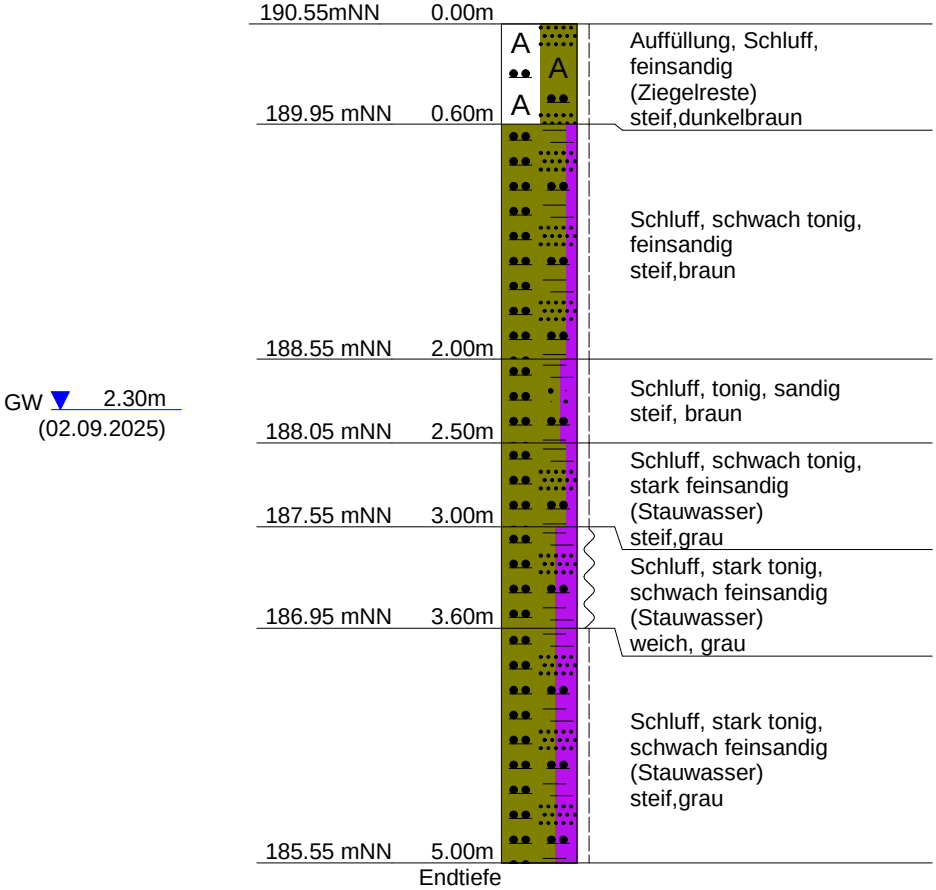
190.54mNN	0.00m	
		Auffüllung, Mittel- bis Grobkies, feinkiesig, sandig grau
190.14 mNN	0.40m	
		Schluff, schwach tonig, feinsandig steif,braun
188.84 mNN	1.70m	
		Schluff, stark tonig, schwach feinsandig steif,braun
187.94 mNN	2.60m	
		Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif,braun
187.54 mNN	3.00m	
187.34 mNN	3.20m	
		Schluff, tonig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif bis weich,braun
186.54 mNN	4.00m	
		Ton, schluffig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif bis weich,grau
		Ton, schluffig, feinsandig, org. Beimengung (Stauwasser) steif,grau
185.54 mNN	5.00m	
		Ton, schluffig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif bis weich,grau
184.54 mNN	6.00m	
		Ton, schluffig, schwach feinsandig steif,grau
183.54 mNN	7.00m	
	Endtiefe	

DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk4

Ansatzpunkt: 190.55 mNN



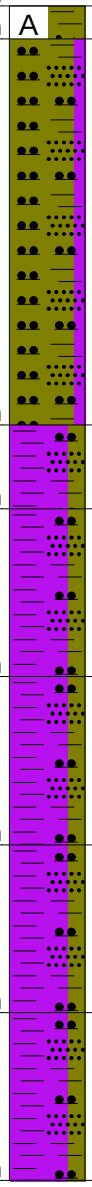
DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk5

Ansatzpunkt: 190.93 mNN

GW 1.70m
(02.09.2025)



190.93mNN	0.00m	
190.73 mNN	0.20m	Auffüllung, Schluff, schwach tonig, schwach sandig, schwach feinkiesig, org. Beimengung steif, dunkelbraun
188.43 mNN	2.50m	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig steif,braun
187.93 mNN	3.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif,grau
186.93 mNN	4.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig (Satuwasser) steif bis weich,grau
185.93 mNN	5.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif bis weich,grau
184.93 mNN	6.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig, org. Beimengung (Stauwasser) steif bis weich, dunkelgrau
183.93 mNN	7.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach mittelsandig steif, dunkelgrau

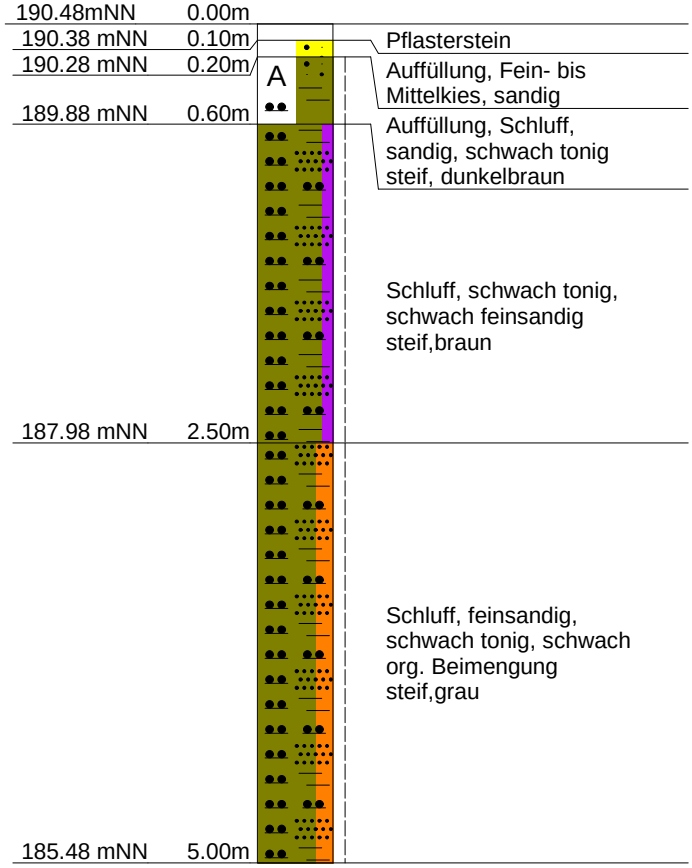
Endtiefe

DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk6

Ansatzpunkt: 190.48 mNN



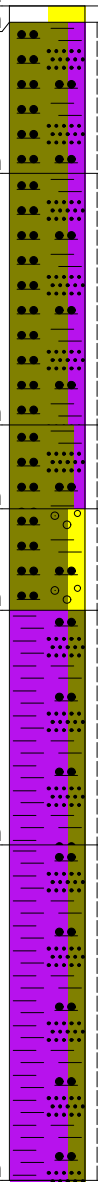
DC

HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk7

Ansatzpunkt: 189.87 mNN

GW 1.50m
(02.09.2025)



189.87mNN	0.00m	
189.77 mNN	0.10m	Auffüllung, Feinkies (Splitt)
188.87 mNN	1.00m	Schluff, tonig, schwach feinsandig steif,braun
187.37 mNN	2.50m	Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig steif bis weich, graubraun
186.87 mNN	3.00m	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig steif,grau
186.27 mNN	3.60m	Schluff, kiesig, schwach tonig, schwach feinsandig (Stauwasser) steif bis weich, graubraun
184.87 mNN	5.00m	Ton, schluffig, schwach feinsandig, org. Beimengung (Stauwasser, Torflagen) steif,grau
182.87 mNN	7.00m	Ton, schluffig, feinsandig (Stauwasser) steif bis weich,grau

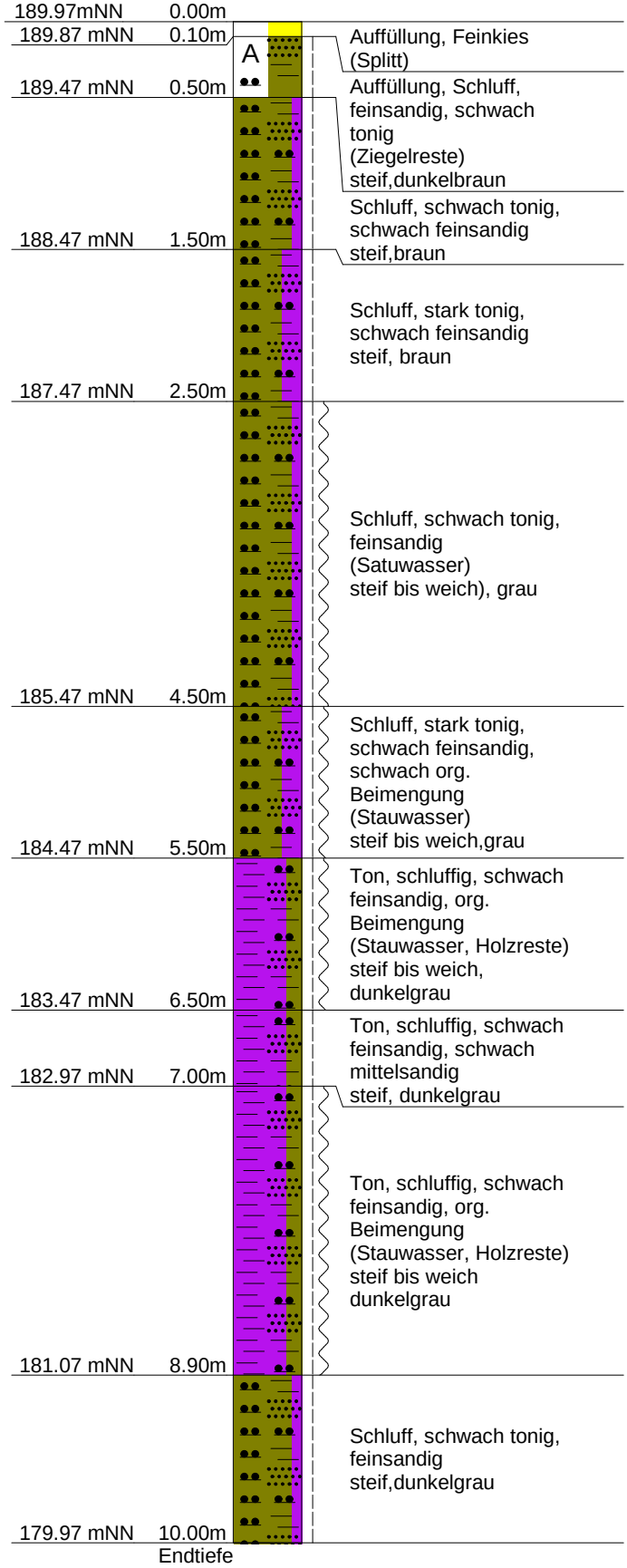
Endtiefe

DC

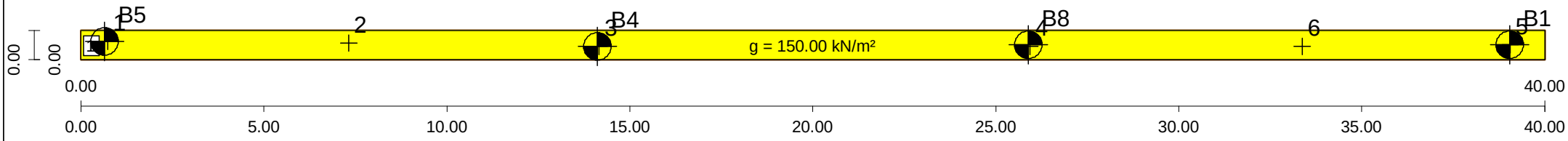
HYDROSOND Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 25208
77836 Rheinmünster	Anlage :
Tel.: 07229/697-333 Fax: -309	Maßstab : 1: 45

Bk8

Ansatzpunkt: 189.97 mNN



DC



Seite	1
System	
Maßstab :	1: 150

DC

Programm DC-Setzung *** Copyright 2000-2025 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-80997 München ***

Eingabedatei: D:\2025\Wohnbebauung Lahr\SF1-1.dbs

Setzungsberechnung nach DIN 1054:2005

Baugrund

Korrekturbeiwert æ: 0.67

Grenztiefe: $0.20*\sigma_s$

Schichtdaten

		Schluff HB-B/2	Schluff HB-B/3
Schichthöhe Δh	[m]	5.00	10.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	20.00	20.50
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	10.50
Steifemodul E_s	[MN/m²]	6.00	8.00
Korrekturbeiwert æ		0.67	0.67

Schichthöhen an Bohrpunkten

Punkt		B1	B4	B5	B8
x	[m]	39.05	14.12	0.65	25.89
y	[m]	0.40	0.36	0.49	0.40
Schichthöhe Δh	[m]				
Schluff HB-B/2		4.20	0.85	2.10	5.90
Schluff HB-B/3		10.80	14.15	12.90	9.10

Fundamente

Nr.	x von [m]	x bis [m]	y von [m]	y bis [m]	Tiefe UK Last/Überl.	Wichte [kN/m³]	Typ
1 (Rechteck)	0.00	40.00	0.00	0.80	0.80/0.80	25.00	starr

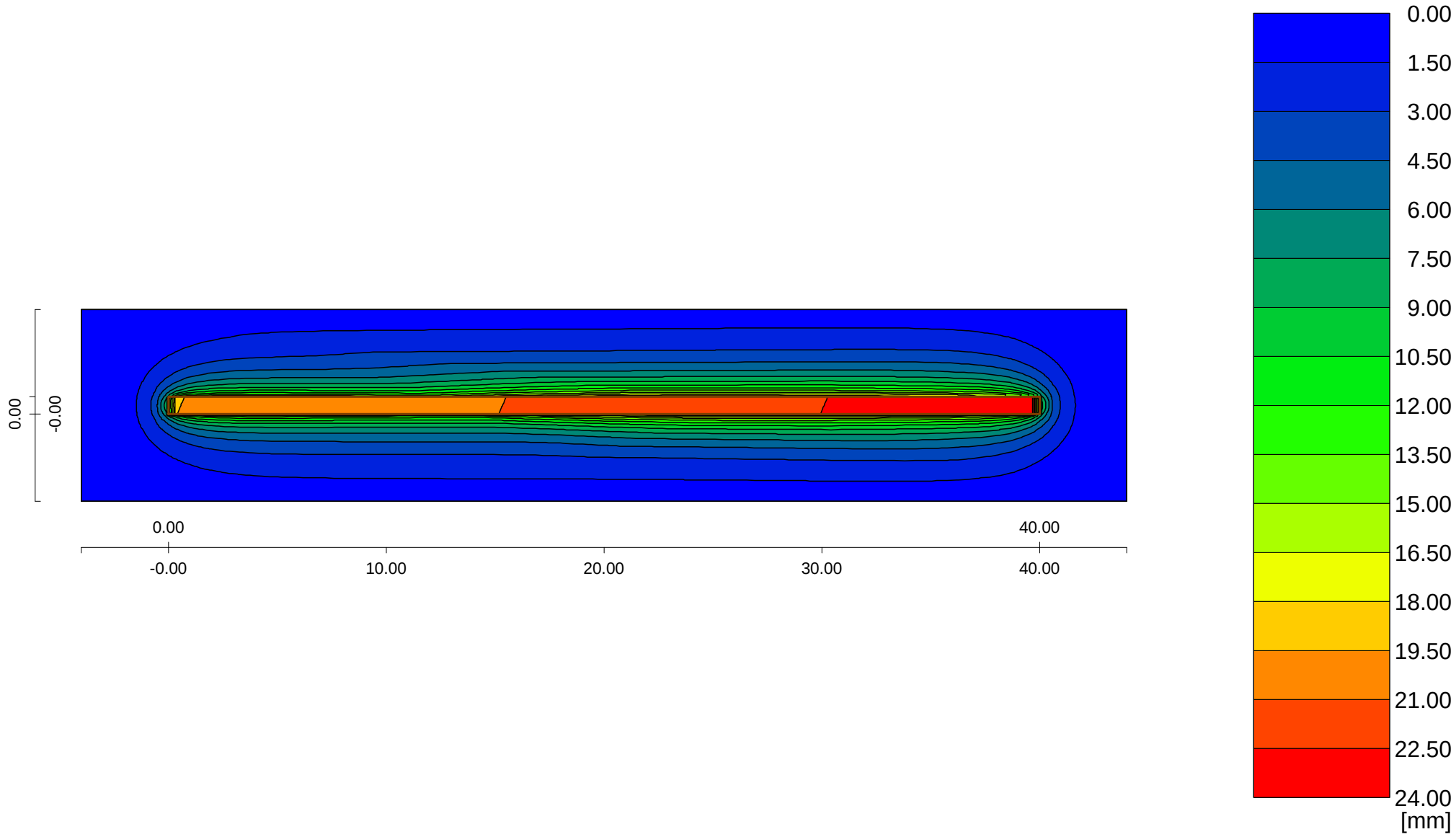
Lastfall 1

Flächenlasten	x von	x bis	y von	y bis	Last p
Fundament Nr.	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]
1	0.00	40.00	0.00	0.80	150.00

Setzungen
Angesetzte Grenztiefe: 5.68 m unter GOK

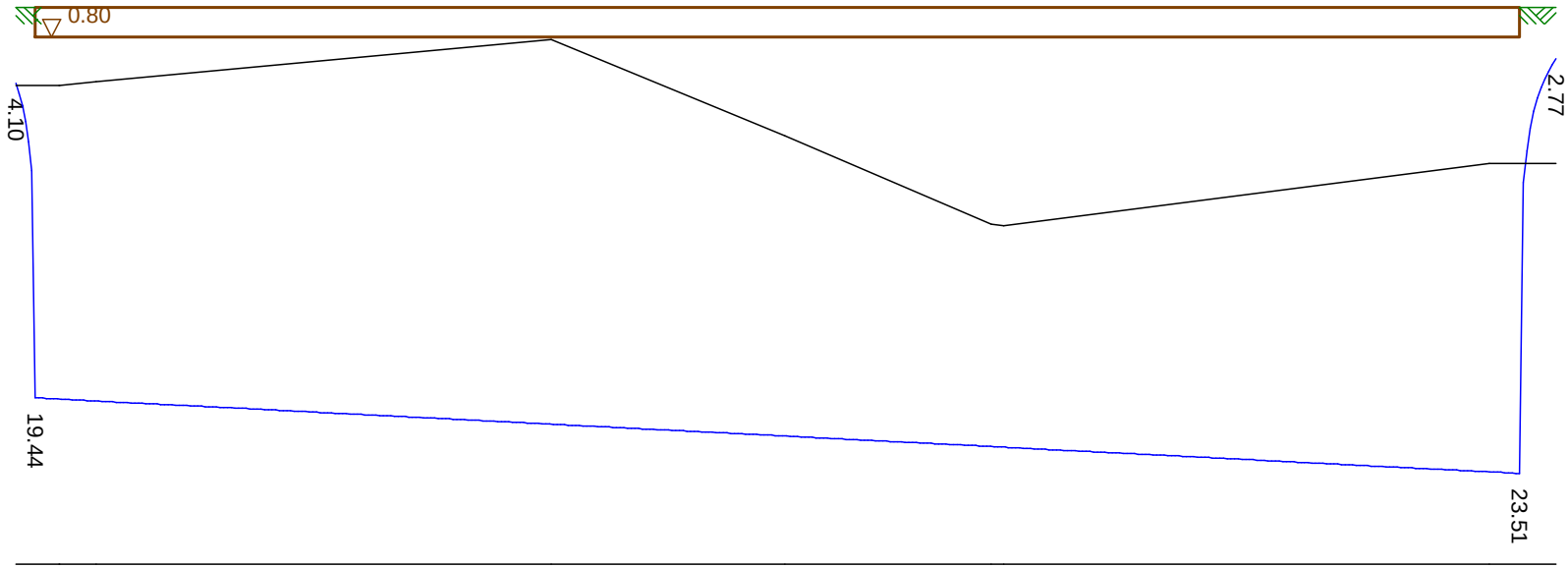
Fundament Nr.	x	y	s	k_s
	[m]	[m]	[mm]	[MN/m³]
1	0.00	0.00	19.46	8.74
	0.00	0.80	19.43	8.75
	40.00	0.00	23.52	7.23
	40.00	0.80	23.49	6.56
max. s	40.00	0.00	23.52	7.23

Auswertepunkte	x	y	s	k_s
	[m]	[m]	[mm]	[MN/m³]
1	0.74	0.49	19.51	8.71
2	7.32	0.45	20.18	8.42
3	14.17	0.36	20.88	8.14
4	25.94	0.36	22.08	7.70
5	39.05	0.40	23.41	7.26
6	33.37	0.36	22.83	7.45



Seite	4
Lastfall	1
Maßstab :	1: 250

DC



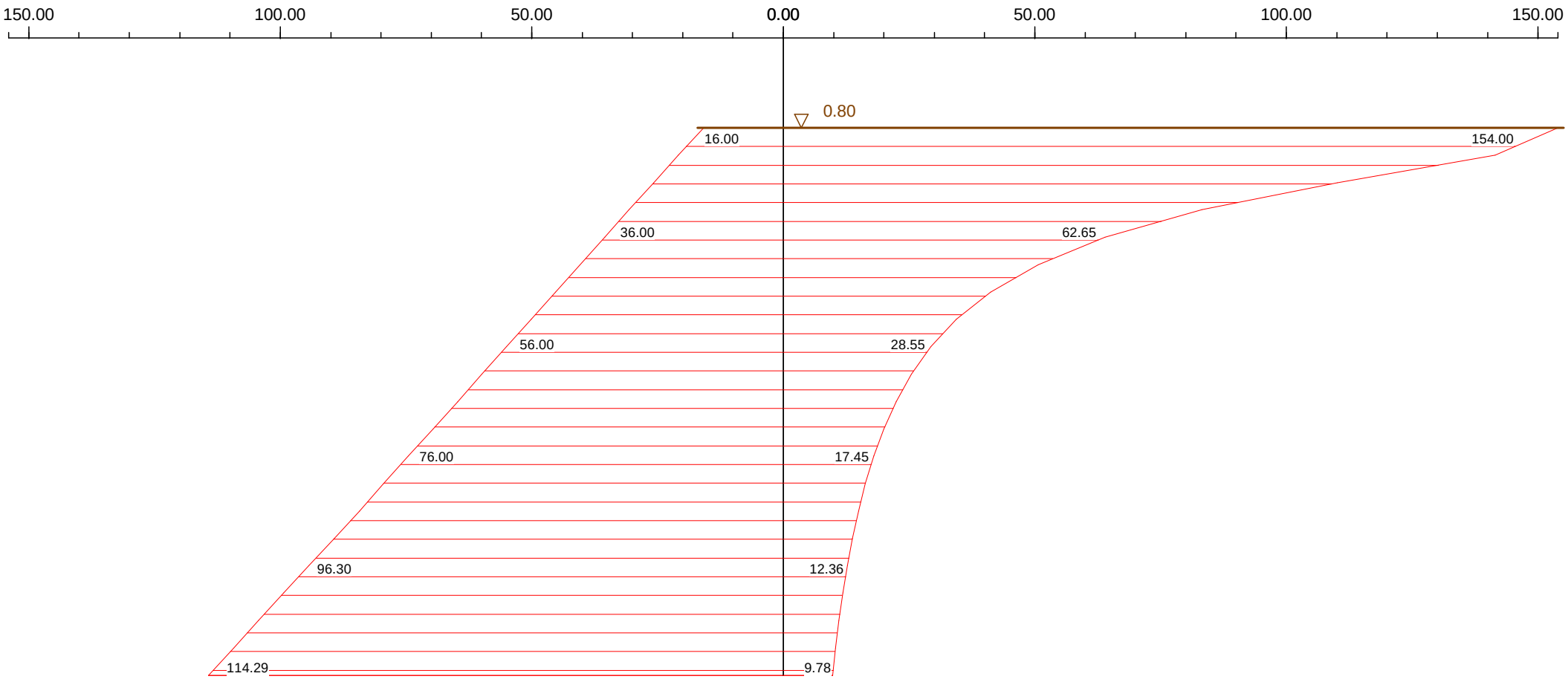
Schluff HB-B/2
γ/γ' = 20.0/10.0 kN/m³
E_s = 6.0 MN/m²

Schluff HB-B/3
γ/γ' = 20.5/10.5 kN/m³
E_s = 8.0 MN/m²

Seite	5
Schnitt	1
Lastfall	1
Maßstab :	1: 200

DC

Überlagerungsspannung / Spannung

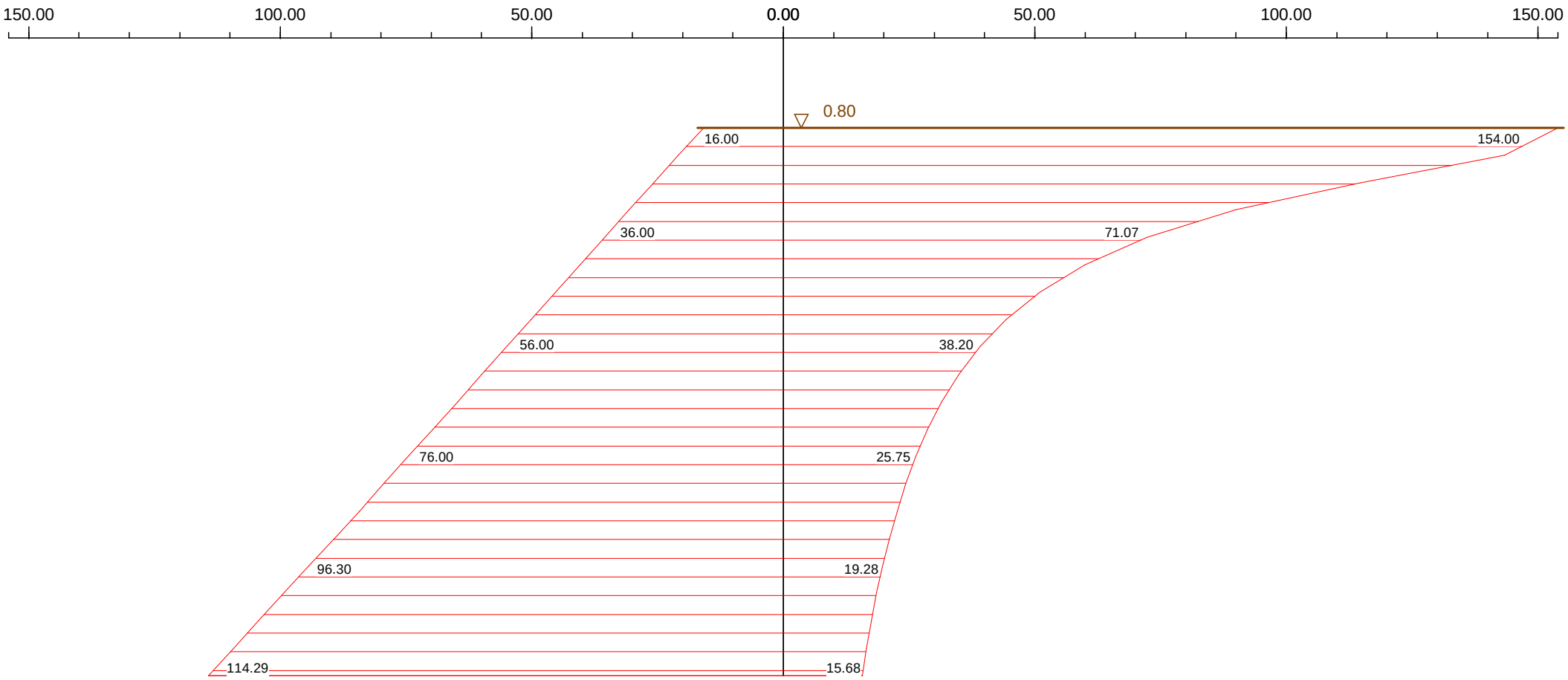


Minimum: 16.00 kN/m² 9.78 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	6
Punkt	1
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

Überlagerungsspannung / Spannung

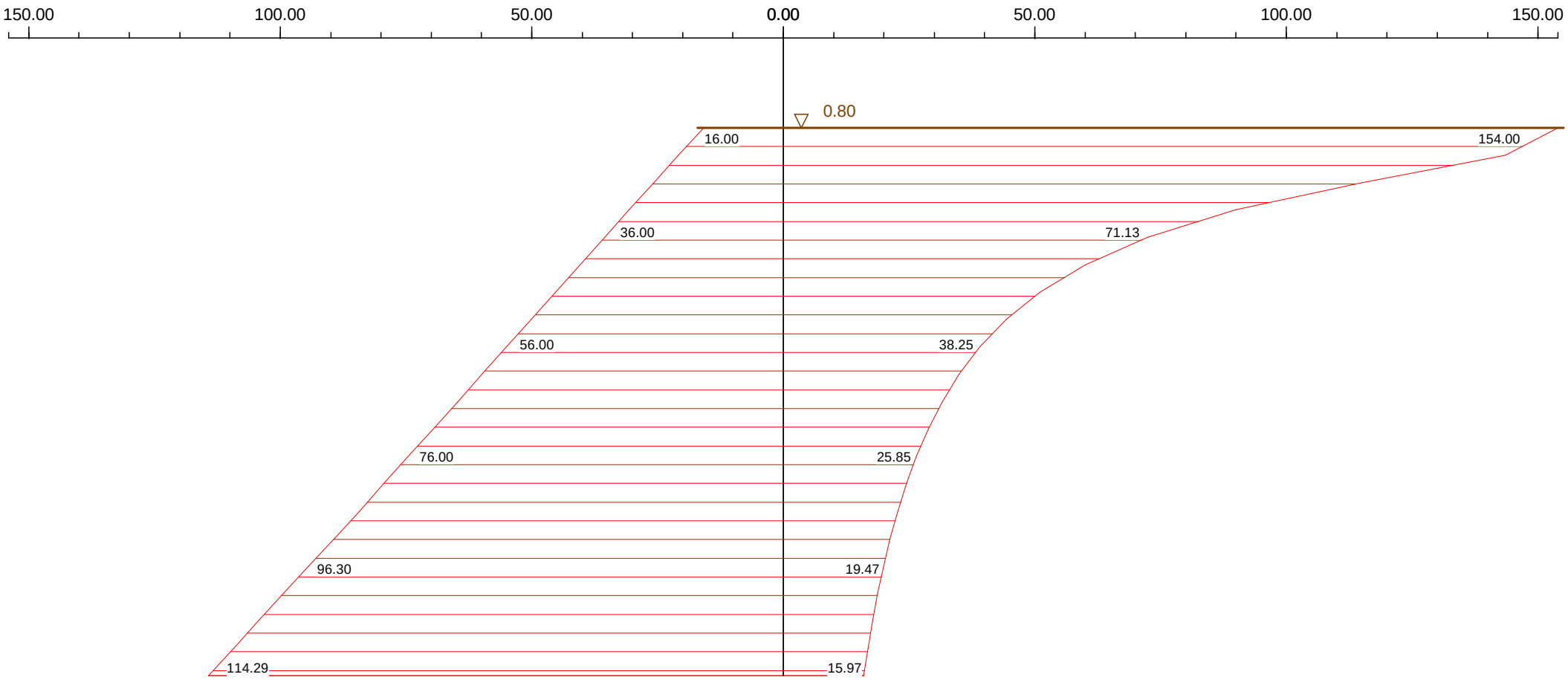


Minimum: 16.00 kN/m² 15.68 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	7
Punkt	2
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

Überlagerungsspannung / Spannung

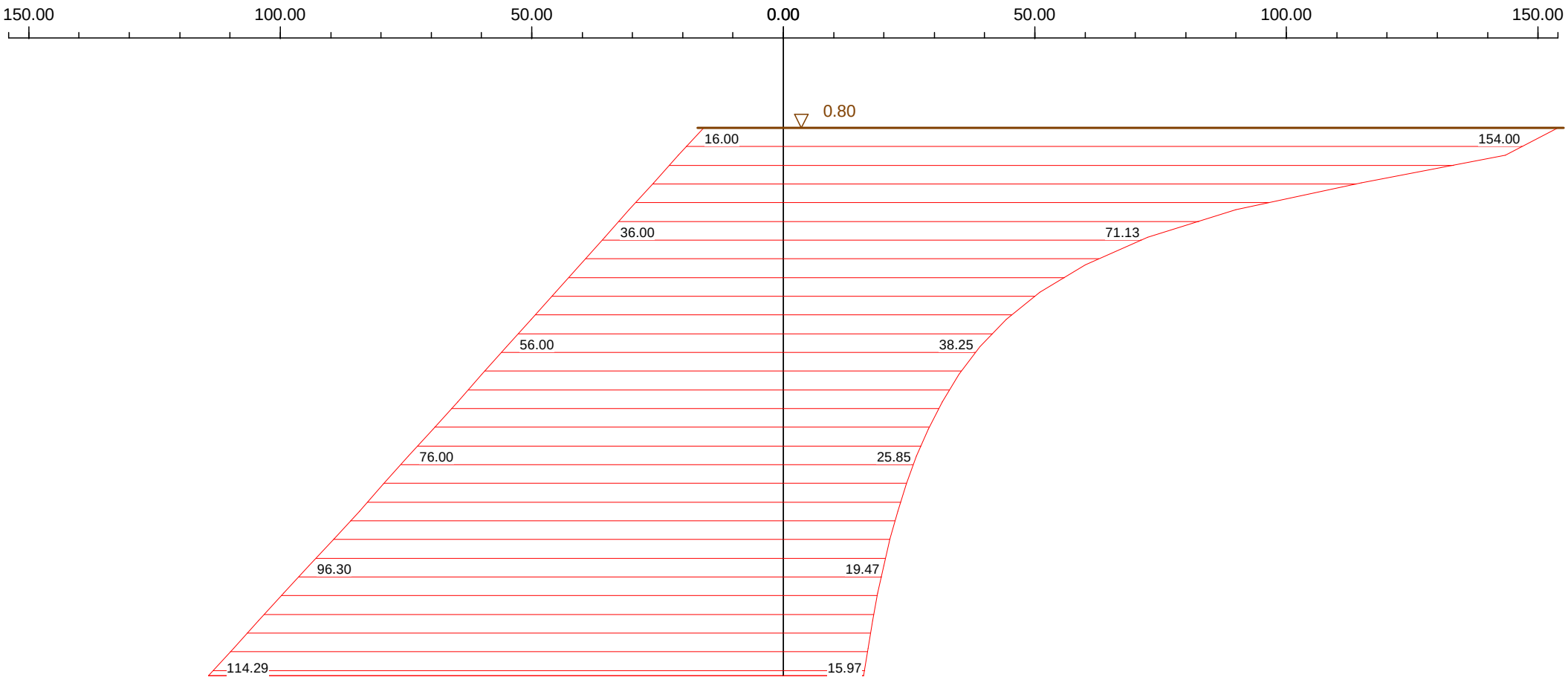


Minimum: 16.00 kN/m² 15.97 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	8
Punkt	3
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

Überlagerungsspannung / Spannung

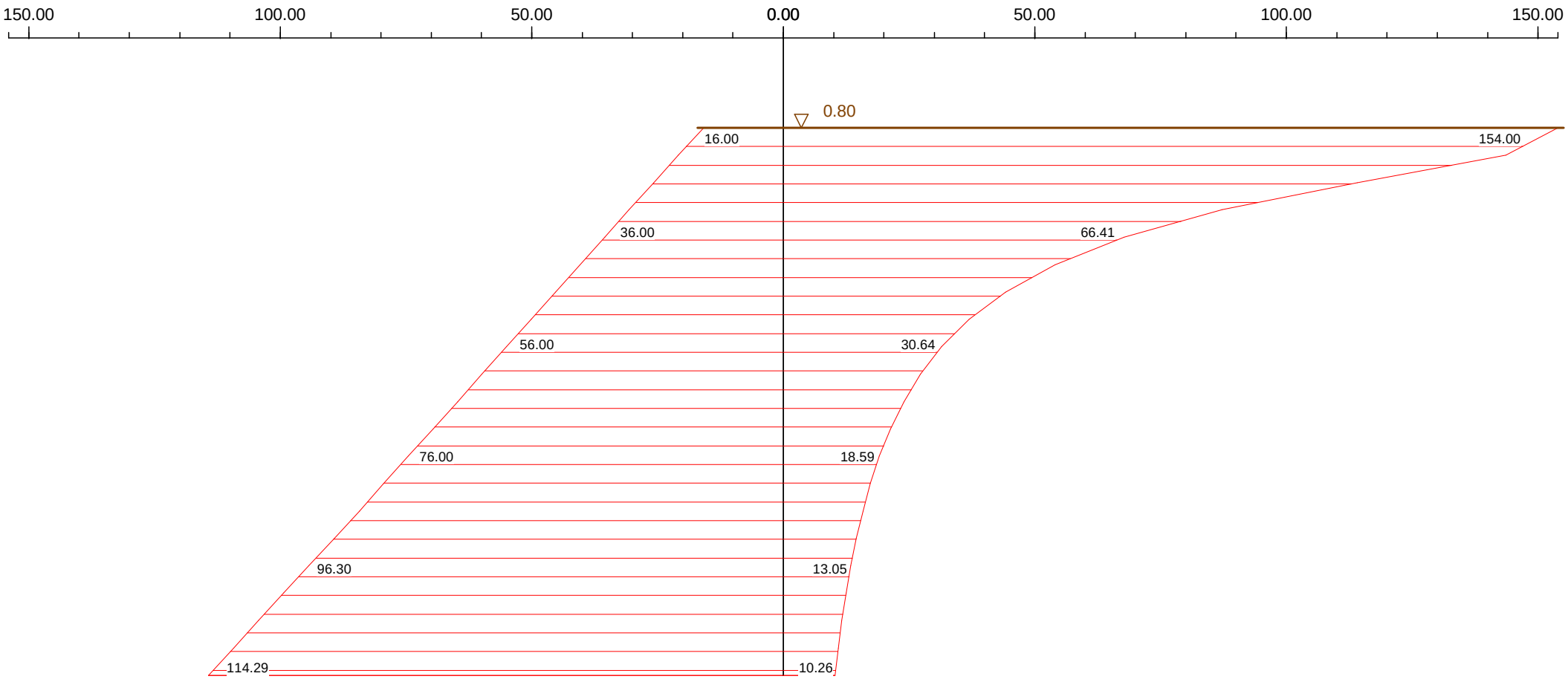


Minimum: 16.00 kN/m² 15.97 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	9
Punkt	4
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

Überlagerungsspannung / Spannung

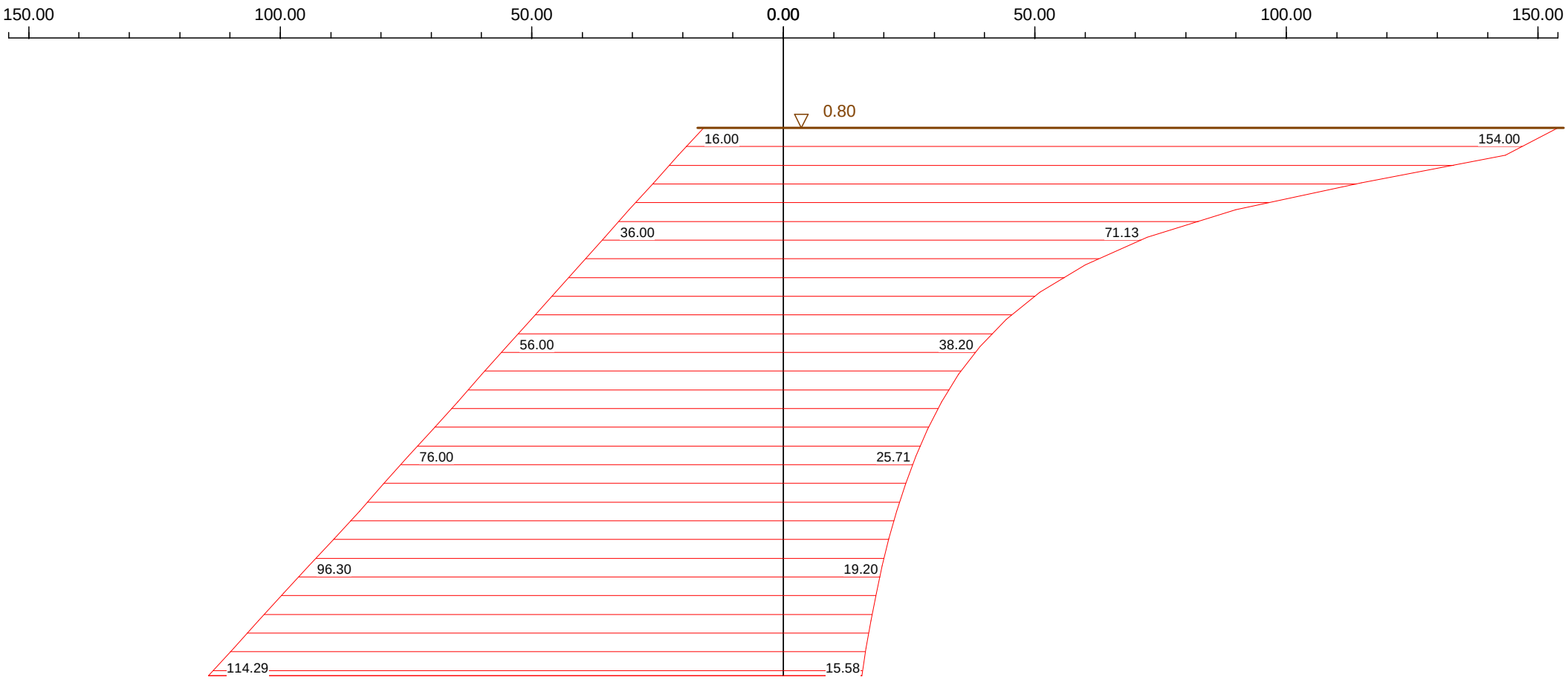


Minimum: 16.00 kN/m² 10.26 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	10
Punkt	5
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

Überlagerungsspannung / Spannung



Minimum: 16.00 kN/m² 15.58 kN/m²
Maximum: 114.29 kN/m² 154.00 kN/m²

Seite	11
Punkt	6
Lastfall	1
Maßstab :	1: 50

DC

SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

Hydrosond Geologisches Büro Büro
Badenairpark
Frau Dana Krauthausen
Winnipeg Avenue B 112
77836 Rheinmünster

Standort Fellbach

Telefon:	+49 71116272-0
Telefax:	+49 711-16272-999
E-Mail:	DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet:	www.sgs.com/analytics-de

Datum:	06.10.2025

Prüfbericht Nr.:	UST-25-0090956/01-1
Auftrag-Nr.:	UST-25-0090956
Ihr Auftrag:	vom 26.09.2025
Projekt:	BV Wohnbebauung Pestalozzistr. Lahr
Eingangsdatum:	26.09.2025
Untersuchungsbeginn:	26.09.2025 11:00
Probenahme durch:	Auftraggeber
Prüfzeitraum:	26.09.2025 - 06.10.2025
Probenart:	Boden

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14004-01-01
D-PL-14004-01-02
D-PL-14004-01-03
D-PL-14004-01-04
D-PL-14004-01-05

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.
Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.
Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Proben angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

Der Prüfbericht wurde am 06.10.2025 um 12:46 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Probenbezeichnung: **MP 1 Auffüllung**
Probe Nr.: UST-25-0090956-01

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-		DIN 19747:2009-07
Siebung < 2 mm	--	Ja		DIN 18123:2011-04

Original

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Trockenmasse	%	83,3	0,1	DIN EN 14346:2007-03
TOC	% TS	1,2	0,1	DIN EN 15936:2012-11
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	230	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK (16) nach EBV	mg/kg TS	0,4		DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	0	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	5,4	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/kg TS	29	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	36	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/kg TS	12	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/kg TS	15	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/kg TS	<0,25	0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/kg TS	46	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 2 l/kg)	--	-		DIN 19529:2015-12
pH-Wert	--	8,0	0	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
Beitemperatur für pH-Wert	°C	20,5°C		DIN 38404-C4:1976-2
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	257	1	DIN EN 27888:1993-11
Sulfat	mg/l	33	0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Acenaphthylen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Acenaphthen	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoren	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Phenanthren	µg/l	0,052	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoranthen	µg/l	0,027	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Pyren	µg/l	0,021	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Chrysen	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Summe PAK (15) nach EBV	µg/l	0,13		DIN 38407-F39:2011-09

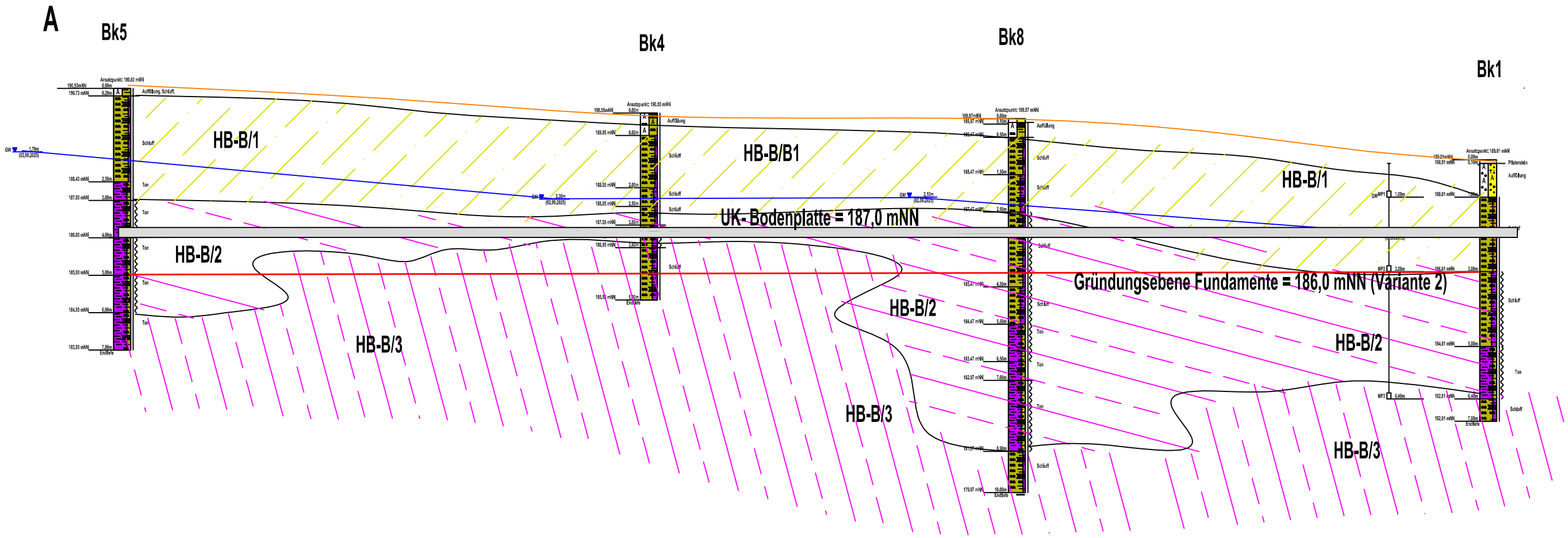
Pestizide

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Atrazin	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Bromacil	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Desethylatrazin	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Diuron	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Ethidimuron	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Flazasulfuron	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Flumioxazin	µg/l	<0,05	0,05	DIN 38407-F 36:2014-09
Hexazinon	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
Simazin	µg/l	<0,02	0,02	DIN 38407-F 36:2014-09
AMPA	µg/l	0,05	0,05	DIN ISO 16308:2013-04
Glyphosat	µg/l	<0,05	0,05	DIN ISO 16308:2013-04

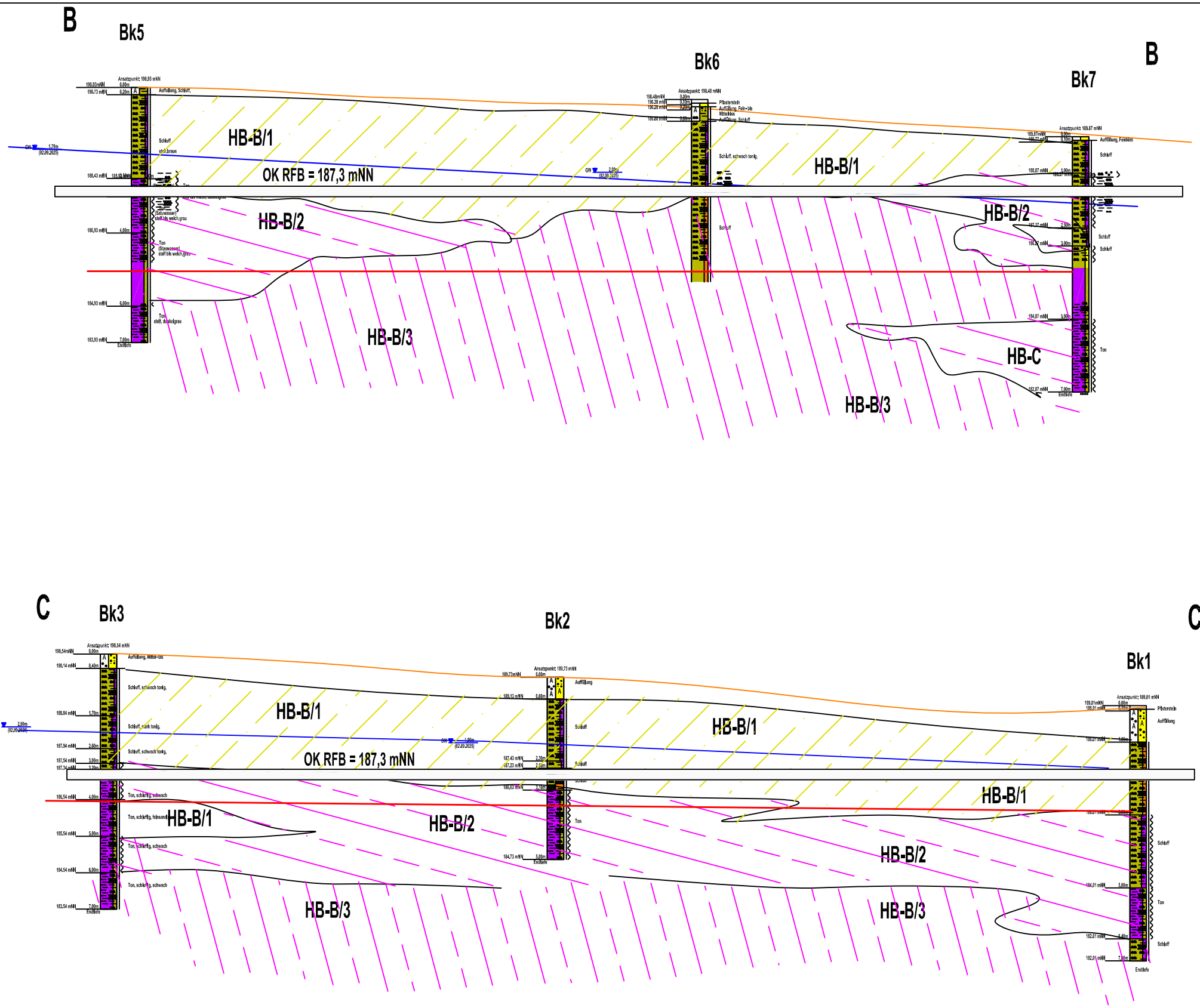
Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Arsen	mg/l	0,003	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/l	<0,0001	0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/l	0,002	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/l	0,006	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/l	0,002	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/l	0,00004	0,00003	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/l	<0,0002	0,00007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/l	0,074	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe;n.n. = nicht nachweisbar: Für Summenparameter gibt die am 01.08.2023 in Kraft getretene EBV in §10 Abs.(4) folgende Regel für die Summenbildung vor: Die Konzentrationen der Einzelsubstanzen werden addiert, wobei Einzelstoffkonzentrationen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze unberücksichtigt bleiben (= "n.n.") und Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze, aber unterhalb der Bestimmungsgrenze pauschal mit der Hälfte des Wertes der Bestimmungsgrenze in die Summenbildung eingehen (= "<BG").; BG: Bestimmungsgrenze



BV. Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr Eichner Baugesellschaft mbH, Lahr/Schwarzwald	Profilschnitt A-A	HYDROSOND Geologisches Büro 77836 Rheinmünster	Anlage 5-1



BV. Wohnbebauung Pestalozzistraße, Lahr Eichner Baugesellschaft mbH, Lahr/Schwarzwald	**Profilschnitt B - B** **Profilschnitt C - C**	**HYDROSOND Geologisches Büro** 77836 Rheinmünster	**Anlage 5-2**