

HYDROSOND

Geologisches Büro
Bernhard Krauthausen

[Hydrosond Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster](#)

Gesellschaft für Stadterneuerung und Stadtentwicklung
Baden-Baden GmbH
z.Hd. Herrn Kudla
Pariser Ring 37

76532 Baden-Baden

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

BV. Neubau

2 Mehrfamilienhäuser

Wörthstraße 2-4, 76532 Baden-Baden

Geotechnisches Gutachten

Auftrags-Nr. : 23255
Datum : 09.11.2023
Verteiler : 1 x GSE GmbH, Baden-Baden
: 1 x Goldbeck Südwest GmbH

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: DE50 5485 1440 0001 0091 90
BIC: MALADE51KAD
mail@hydrosond.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung
2. Durchgeführte Untersuchungen
3. Geplantes Bauwerk
4. Baugrund
5. Grundwasser und Hochwasserrisiko
6. Bodenmechanische Kennwerte
7. Durchlässigkeit des Bodens
8. Erdbeben
9. Schadstoffuntersuchungen
10. Folgerungen für die Gründung
11. Baugrube, Abdichtung
12. Hinweise für die Bauausführung

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anl. 1: Lageplan
- Anl. 2: Bohrprofile der Bohrungen
- Anl. 3: Protokolle der Rammsondierungen
- Anl. 4: Setzungsberechnungen

1. Veranlassung

Die Goldbeck Südwest GmbH, Koblenz, plant in Baden-Baden unmittelbar östlich der Wörthstraße eine Wohnbebauung für die GSE GmbH, Baden-Baden.

Die geplante Bebauung umfasst 2 viergeschossige Mehrfamilienhäuser (Haus A und Haus B), beide ohne Kellergeschoss.

Das Geologische Büro HYDROSOND, 77836 Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung für das Bauvorhaben beauftragt.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Im Umfeld der geplanten Bebauung wurden bereits in 2016 (Bericht HYDROSOND v. 26.01.2016) von uns Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Die hier abgeteuften Bohrungen Bk1 (2016), Bk2 (2016) und Bk15 (2016) sowie die Rammsondierung DPH1 (s. Anl.1- Lageplan, die Bohrungen sind grün hinterlegt) liegen allerdings außerhalb des Baufensters der geplanten Häuser.

Weiterhin wurden in 2016 (Bericht HYDROSOND v. 05.02.2016) im Bereich des geplanten Hauses A Schadstoffuntersuchungen durchgeführt. Die dazu niedergebrachten Bohrungen wurden überwiegend nur bis eine Tiefe von rd. 3,0 m u. GOK abgeteuft (s. Anl. 1- Lageplan, die Bohrungen sind rot hinterlegt). Die Bohrungen Bk2 (2016), Bk5 (2016) und Bk8 (2016) wurden unmittelbar am Baufensterbereich des Hauses A abgeteuft und für die derzeitigen Untersuchungen herangezogen.

Für die Erkundung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse wurden im Bereich der geplanten Häuser zusätzlich 6 Rammkernbohrungen (s. Anl. 1- Lageplan, die Bohrungen sind blau hinterlegt) abgeteuft; dabei wurden die Bohrungen Bk1 (2023) – Bk3 (2023) im Bereich des Hauses A durchgeführt und die Bohrungen Bk4 (2023) – Bk6 (2023) im Bereich des geplanten Hauses B.

Die Erkundungstiefe der Bohrungen lag bei 5,0 m unter Geländeoberkante (m u. GOK), bzw. i.M. bei rd. 127,8 mNN.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte, bzw. der Tragfähigkeit der vorhandenen Auffüllungen wurden zusätzlich 5 Rammsondierungen (DPH1-2023) mit der schweren Rammsonde bis in eine Tiefe von maximal 2,0 m u. GOK durchgeführt.

Die Lagerungsdichte der naturgewachsenen rolligen Ablagerungen (Sande, Kiese) wurde aus den bereits durchgeführten Rammsondierungen (26.01.2023) abgeleitet.

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.

3. Geplantes Bauwerk

Das Bebauungsfenster befindet sich in Baden-Baden und unmittelbar östlich der Wörthstraße. Die derzeitige Geländeoberfläche des Baufensters ist relativ eben und liegt zwischen ca. 132,6 mNN und ca. 132,8 mNN.

Das Baufenster ist derzeit unbebaut und wird nicht genutzt (s. Bild 1).



Bild 1: Baufensterbereich: MFH A, MFH B

Die geplante Bebauung umfasst 2 viergeschossige Mehrfamilienhäuser (MFH), die ohne Kellergeschoss ausgeführt werden.

Nach der vorläufigen Planung soll die OK des Bodens (FFB EG) der Häuser einheitlich bei rd. 133,50 mNN zu liegen kommen.

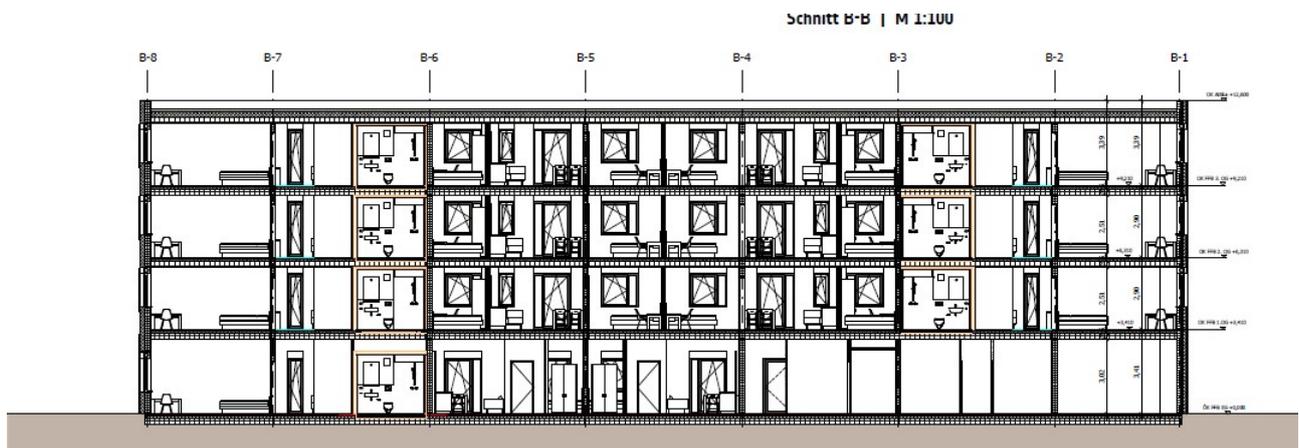


Abb. 1: Schnitt z.B. Haus A

4. Untergrundverhältnisse

Anhand der Ergebnisse der neuen Untersuchungen lässt sich der Baugrund zusammengefasst in mehrere charakteristische Untergrund- / Homogenbereiche (von oben nach unten) unterteilen, die sich in ihrer Mächtigkeit, räumlichen Ausdehnung und Kornzusammensetzung unterscheiden:

- 1: Oberboden / Homogenbereich A
- 2: Auffüllungen / Homogenbereich B
 - Kiesige Auffüllungen, Bodengruppe GU - Homogenbereich B-1
 - Kiesige Auffüllungen mit Bauschutt, Bodengruppe GU - Homogenbereich B-2
 - Schluffige Auffüllungen der Bodengruppe GÜ - Homogenbereich B-3
- 3: Schluffe / Homogenbereich C
 - Schluffe steif-weicher Konsistenz – Homogenbereich C-1
 - Schluffe steif-weicher Konsistenz – Homogenbereich C-2
- 4: Kiese / Homogenbereich D

Wegen der Unterschiedlichkeit der Verhältnisse in beiden Baufenstern wird der Untergrund für das Haus-A und Haus-B getrennt voneinander beschrieben.

Anmerkung:

Das Bebauungsareal ist großflächig aufgeschüttet. Aus geotechnischer Sicht und bezogen auf die Zusammensetzung und die Tragfähigkeit wurden die Auffüllungen in drei Homogenbereiche unterteilt:

- sandige, schwach steinige, schwach schluffige Mittel- bis Grobkiese (Schotter) ohne Bauschuttbeimengungen der Bodengruppe GU als **Homogenbereich B-1**,
- sandige, schwach grobkiesige, schluffige Fein- bis Mittelkiese mit Bauschutt (Ziegel-Asphaltreste, Schlacke, Betonbruchstücke) der Bodengruppe GU als **Homogenbereich B-2**,
- kiesige, sandige Schluffe mit geringen Beimengungen von Ziegel-/Asphaltresten der Bodengruppe GÜ als **Homogenbereich B-3** zugeordnet werden.

Auch die Schluffe – die unterhalb der Auffüllungen angetroffen wurden – wurden in Bezug auf ihre Konsistenz und mithin auf ihre Tragfähigkeit in 2 Homogenbereiche unterteilt:

- sandige, tonige, z.T. stark tonige Schluffe mit organischen Beimengungen in steifer Konsistenz der Bodengruppe TL als **Homogenbereich C-1**,
- sandige, tonige Schluffe mit organischen Beimengungen in weich-steifer Konsistenz der Bodengruppe TL als **Homogenbereich C-2**

4.1 Mehrfamilienhaus A

Im Bereich des geplanten Hauses A wurden die Bohrungen Bk1 - Bk3 abgeteuft. Zusätzlich wurden die Bohrungen Bk2 und Bk8 (Schadstoffuntersuchungen, HYDROSOND. 05.02.2016) herangezogen.

Die Lagerungsdichte der Auffüllungen wurde hier durch die Rammsondierungen DPH1 - DPH 3 geprüft.

4.1.1 Schicht 1: Oberbodenschicht

Die Oberbodenschicht wurde im Bereich des Baufensters nicht angetroffen.

4.1.2 Schicht 2: Auffüllungen

Im Bereich des Baufensters liegt die UK der Auffüllungen relativ einheitlich bei rd. 1,4/1,5 m u. GOK, bzw. bei rd. 131,3 mNN. In der Bohrung Bk8 (2016) sinkt die UK der Auffüllungen auf rd. 2,0 m u. GOK, bzw. auf rd. 130,9 mNN.

Auffüllungen des Homogenbereichs B-1 wurden ab OK Gelände angetroffen; die UK der Schicht variiert zwischen rd. 0,3 m und rd. 0,8 m. Anhand der Schlagzahlen der Rammsondierungen sind die grobkiesigen Auffüllungen durchgehend mitteldicht bis dicht gelagert; die Schlagzahlen liegen zwischen 8 und 20 Schläge je 10 cm Eindringungstiefe.

Die UK der fein- bis mittelkiesigen Auffüllungen des Homogenbereichs B-2 liegt in den Bohrungen zwischen rd. 1,0 m und rd. 1,5 m u. GOK, bzw. zwischen rd. 131,6 mNN und rd. 131,4 mNN. Die Auffüllungen sind überwiegend locker gelagert, die Schlagzahlen liegen i.M. bei nur 2 Schlägen je 10 cm Eindringungstiefe.

Die Mächtigkeit beträgt nach den Bohrungen rd. 1,2 m (Bk2-2016), rd. 0,5 m (Bk2-2023) und rd. 1,2 m (Bk8-2016).

In den Bohrungen Bk1 (2023) und Bk2 (2023) wurden diese Auffüllungen nicht angetroffen.

Die schluffigen Auffüllungen des Homogenbereichs B-3 wurden in allen Bohrungen außer Bk2 (2016) festgestellt. Die UK der Auffüllungen schwankt in den Bohrungen Bk1 (2023) – Bk3 (2023) zwischen rd. 1,4/1,5 m u. GOK und liegt bei rd. 2,0 m u. GOK in der Bohrung Bk8 (2016). Bezogen auf liegt die UK der schluffigen Auffüllungen zwischen rd. 131,3 mNN und rd. 130,9 mNN.

Die Mächtigkeit der Auffüllungen des Homogenbereichs B-3 variiert in den Bohrungen zwischen: 0,4 m in der Bk3 (2023) – 0,6 m in der Bk2 (2023) – 0,5 m in der Bk8 (2016). Bezogen auf die Tragfähigkeit wurden die schluffigen Auffüllungen durchgehend in einer steif- bis halbfesten Konsistenz angetroffen.

4.1.3 Schicht 3: Schluffe

Die sandigen, tonigen, z.T. stark tonige Schluffe mit organischen Beimengungen des Homogenbereichs C der Schicht 3 wurden unmittelbar ab UK der Schicht 2 erbohrt. Sowohl die vertikale wie auch die laterale Verbreitung der o.g. Ablagerungen ist relativ konstant. Die Tiefenlage der UK der Schicht liegt bei rd. 4,0/4,2 m u. GOK, bezog auf NN bei 128,7/128,8 mNN.

Die Schluffe steifer Konsistenz (Homogenbereich C-1) wurden im oberen Tiefenbereich angetroffen; ihre UK schwankt zwischen 2,4 m u. GOK und 2,8 m u. GOK, bezogen auf NN zwischen 130,1 mNN und 130,6 mNN.

In Bohrung Bk3 (2023) wurde die UK des Homogenbereichs C-1 bis Endtiefe von 3,0 m u. GOK nicht angetroffen.

Die Mächtigkeit der steifen Schluffe variiert in den Bohrungen zwischen: 1,5 m (Bk2-2016) – 1,3 m (Bk1-2023) – 1,1 m (Bk2-2023) - >1,6 m (Bk3-2023) – 0,8 m (Bk8-2016).

Die Schluffe des Homogenbereichs C-2 - die durchgehend eine weich-steife Konsistenz aufweisen – wurden in den Bohrungen Bk2 und Bk8 (2016) in einer einheitlichen Mächtigkeit von rd. 1,5 m festgestellt.

In den Bohrungen Bk2 (2016), Bk1 (2023) und Bk3 (2023) wurde aufgrund ihrer geringen Bohrtiefe von 3,0 m u. GOK die UK des Homogenbereichs C-2 nicht erreicht.

4.1.4 Schicht 4: Kiese

Die sandigen, schwach grobkiesigen Fein- bis Mittelkiese der Schicht 4 (Homogenbereich D) unterlagern die bindigen Ablagerungen der Schicht 3 und halten allgemein bis zur Endtiefe von ca. 5,0 m u. GOK durch; in der Rammsondierung DPH 1 (2016) bis $\geq 6,0$ m u. GOK.

Die rotbraunen sandigen, schwach grobkiesigen und wasserführenden Fein- und Mittelkiese der Schicht 4 sind nach den Schlagzahlen der Rammsondierung durchgehend dicht gelagert ($n_{10} = 20$ Schläge j 10 cm Eindringungstiefe).

Die Kiese sind der Bodengruppe GW und dem **Homogenbereich D** zuzuordnen.

4.2 Mehrfamilienhaus B

Im Bereich des geplanten Hauses B wurden die Bohrungen Bk4 (2023) - Bk6 (2023) durchgeführt; die unmittelbar in der Nähe durchgeführte Bohrung Bk15 (2016) (Baugrunduntersuchungen Hubertusstraße, HYDROSOND v. 05.02.2016) reichte allerdings nur bis rd. 1,0 m u. GOK.

4.2.1 Schicht 1: Oberbodenschicht

Die humosen Schluffe des Oberbodens wurden im Bereich des Baufensters in einer Mächtigkeit von rd. 0,1 m angetroffen.

Die tonigen, sandigen, schwach kiesigen Schluffe mit organischen Beimengungen der Schicht 1 wurden von uns der **Bodengruppe OU** und dem **Homogenbereich A** zugeordnet.

4.2.2 Schicht 2: Auffüllungen

Im Bereich des Baufensters liegt die UK der Auffüllungen relativ einheitlich bei rd. 2,4/2,5 m u. GOK, bzw. i.M. bei rd. 130,3 mNN.

Auffüllungen des Homogenbereichs B-1 wurden im Baufenster des Hauses B nicht festgestellt.

Ab UK der Oberbodenschicht wurden schluffige Auffüllungen des Homogenbereichs B-3 in allen Bohrungen angetroffen. Bezogen auf die Tragfähigkeit sind sie durchgehend von steif- bis halbfester Konsistenz.

Die fein- bis mittelkiesigen Auffüllungen des Homogenbereichs B-2 wurden hier nur als Linsen innerhalb der aufgefüllten Schluffe festgestellt: in Bohrung Bk5 (2023) zwischen rd. 0,5 m und rd. 0,9 m u. GOK, in der Bohrung Bk6 (2023) zwischen rd. 1,5 m und rd. 2,1 m u. GOK. Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen sind die Auffüllungen mitteldicht gelagert.

4.2.3 Schicht 3: Schluffe

Die sandigen, tonigen, z.T. stark tonige Schluffe mit organischen Beimengungen des Homogenbereichs C der Schicht 3 wurden unmittelbar ab UK der Schicht 2 erbohrt.

Die Tiefenlage der UK der Schicht liegt hier bei rd. 3,0 m u. GOK, bezogen auf NN zwischen 130,0 mNN und 129,6 mNN.

In Bohrung Bk5 (2023) wurde die UK der Schicht 3 bis Endtiefe von 3,0 m u. GOK nicht erbohrt.

Die Schluffe steifer Konsistenz (Homogenbereich C-1) wurden in oberen Tiefenbereich und nur in den Bohrungen Bk4 (2023) und Bk6 (2023) angetroffen, deren UK variiert zwischen 3,0 m u. GOK und 2,9 m u. GOK, bezogen auf NN zwischen 130,0 mNN und 129,6 mNN.

Die Mächtigkeit der steifen Schluffe variiert in den Bohrungen zwischen: rd. 0,6 m in der Bk4 (2023) und rd.2,0 m in der Bk6 (2023).

Die Schluffe des Homogenbereichs C-2 wurden nur in der Bohrung Bk5 (2023) zwischen 2,5 m und 3,0 m u. GOK angetroffen. Aufgrund der Erkundungstiefe von 3,0 m u. GOK wurde die UK des Homogenbereichs C-2 hier nicht erbohrt.

4.2.4 Schicht 4: Kiese

Die sandigen, schwach grobkiesigen Fein- bis Mittelkiese der Schicht 4 (Homogenbereich D) unterlagern die bindigen Ablagerungen der Schicht 3 und halten allgemein bis zur Endtiefe von ca. 5,0 m u. GOK durch. Anhand des Bohrfortschrittes und nach den Schlagzahlen der Rammsondierung DPH1 (2016) sind die Kiese durchgehend dicht gelagert.

Innerhalb der Kiesschicht in der Bk4 eingelagerte, schluffige Feinsande in einer Mächtigkeit von rd. 0,6 m sind nach den Schlagzahlen der Rammsondierung mitteldicht gelagert.

Die Kiese und die eingelagerten Sande wurden von uns einheitlich der Bodengruppe GW und dem **Homogenbereich D** zugeordnet.

5. Grundwasser und Hochwasserrisiko

5.1 Grundwasser

Die Grundwasserverhältnisse wurden ausführlich im Bericht Baugrunduntersuchungen, HYDROSOND 2016) beschrieben; der (entspannte) Grundwasserspiegel konnte damals i.M. bei rd. 130,0 mNN gemessen werden.

Grundwasser wurde in den Bohrungen 2023 an der UK der bindigen Ablagerungen der Schicht 3 angetroffen; ein exakter Grundwasserspiegel konnte wegen geringer Standfestigkeit der Bohrlöcher nicht gemessen werden.

In den ca. 60/70 m östlichen liegenden 2“-Grundwassermesstellen konnte der Grundwasserspiegel am 31.10. 2023 bei 129,85 mNN gemessen werden.



Bild 2: Grundwassermessstellen

Damit sind die angetroffenen Grundwasserverhältnisse für die Gründung der Häuser (Gründungsebene = 133,0 mNN) nicht relevant.

Angaben zu Grundwasserständen, z.B. aus hydrogeologischen Karten oder beobachteten Grundwassermessstellen, sind nicht verfügbar. Daher können keine repräsentativen Angaben über den möglichen höchsten Grundwasserstand, bzw. Bemessungsgrundwasserstand, getroffen werden.

Daher wäre es gemäß DIN 18533-1 - bei unklaren Grundwasserverhältnissen - die Höhe des geplanten Geländes im fertigen Zustand als Bemessungswasserstand anzusetzen, d.h. bei rd. 133,0 mNN.

5.2 Hochwasserrisiko

Nach der Hochwassergefahrenkarte der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) ist das Baufenster bei derzeitiger Geländehöhe bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ₁₀₀) nicht betroffen.

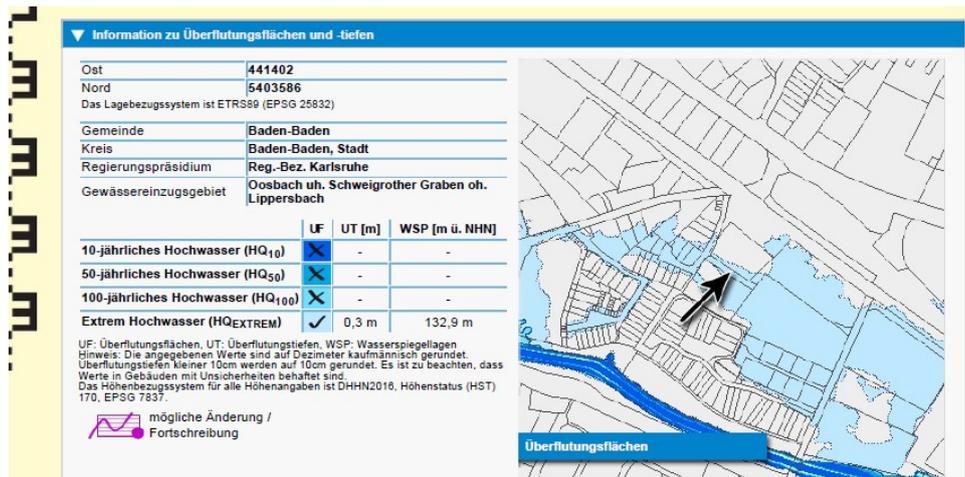


Abb. 3: Hochwassersituation

Bei einem extremen Hochwasser (HQ_{EXTREM}) wird das Grundstück überflutet; die Wasserspiegellage würde dann bei 132,9 mNN liegen; die Überflutungstiefe würde dann rd. 0,3 m betragen.

Als Bemessungshochwasserstand (HHW) wird i.d.R. die Wasserspiegelhöhe des 100-jährlichen Hochwassers (HQ₁₀₀) angesetzt. Daher kann hier kein Bemessungshochwasserstand (HHW) angegeben werden.

6. Bodenmechanische Kennwerte

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen und nach unseren Erfahrungen an vergleichbaren Böden können u.E. bei erdstatischen Berechnungen für die einzelnen Schichten die nachstehend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte als Rechenwerte angesetzt werden (Tabellenwerte aus Grundbautaschenbuch Bd. 1, S. 64/65 bzw. nach der DIN 1055).

Tab. 1: Bodenklassifizierung nach DIN 18196; DIN 18300; ZTVE

Schicht	Bodengruppe (DIN 18 196)	Bodenklasse (DIN 18 300)	Frostklasse (ZTVE)
Schicht 1- Homogenbereich A	OU	1	F3
Schicht 2- Homogenbereich B-1	GU	3	F2
Schicht 2- Homogenbereich B-2	GU	3	F2
Schicht 2- Homogenbereich B-3	GÜ	4	F3
Schicht 3- Homogenbereich C	TL	4	F3
Schicht 4- Homogenbereich D	GW	3	F1

Tab. 2: Bodenphysikalische Kennwerte nach DIN 1055

Homogenbereich	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' [kN/m ³]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Reibungswinkel φ' [°]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Homogenbereich A		-	-	-	-
Homogenbereich B-1	20,0	12,0	-	32,5	50,0
Homogenbereich B-2	18,0	10,0	-	30,0	25,0
Homogenbereich B-3	20,0	12,0	2	27,5	14,0
Homogenbereich C-1	20,5	10,5	4	27,5	10,0
Homogenbereich C-2	20,0	10,0	2	27,5	8,0
Homogenbereich D	21,0	14,0	-	35,0	90,0

7. Bodendurchlässigkeit

Für die Versickerung von Niederschlägen eignen sich i.d.R. Böden mit Durchlässigkeiten zwischen 5×10^{-3} m/s und 5×10^{-5} m/s. Der Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand sollte mindestens 1,0 m betragen.

Im Untersuchungsgebiet wird der Untergrund bis rd. 3,0/4,0 m u. GOK von Auffüllungen und bindigen Schichten geprägt, die als schwach durchlässig, $k_f < 10^{-6}$ bis -7 m/s, einzustufen sind. Damit sind die Versickerungsmöglichkeiten über die oberflächennahen bindigen Deckschichten als ungünstig einzustufen.

8. Erdbeben

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

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**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse B** zuzuordnen.

Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 350 m/s und 800 m/s. Die Spitzenbodenbeschleunigung $a_{g,R}$ kann für das Baufenster mit $0,694 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden.

9. Schadstoffuntersuchungen

Die Schadstoffsituation im Bereich des Baufensters wurde ausführlich im Bericht HYDROSOND vom 05.02.2016 erläutert.

10. Folgerungen für die Gründung

Nach Rücksprache mit dem Tragwerksplaner ist die geplante Gründungsart der Häuser (Bodenplatte, Streifenfundamente) noch offen; abzutragende Bauwerklasten liegen auch nicht vor.

Aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse ist à priori von einem Abtrag der Lasten über Streifenfundamente, die flach in die Auffüllungen bzw. Schluffe erfolgen würde, jedoch abzuraten. Für diese Art der Gründung wurde daher als Variante die Abtragung der Linienlasten aus den Streifenfundamenten über Magerbetonpfeiler (Brunnen) in die Kiese geprüft (Variante 1).

Bei Abtragung der Lasten der Häuser über eine tragende und elastisch gebettete Bodenplatte (Variante 2) sind wir von einer Stärke der Bodenplatte von 0,40 m ($h = 0,35 \text{ m} + 0,05 \text{ m}$ Sauberkeitsschicht) ausgegangen.

Für die Vorplanung der Gründung sind wir von der OK des FF-Bodens der Häuser von rd. 133,50 mNN ausgegangen; die UK der Bodenplatte würde dann bei rd. 133,0 mNN zu liegen kommen.

Im Bereich von Stützen (falls erforderlich) kann die Bodenplatte eventuell verstärkt (Vouten) werden.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte sind wir von einer einheitlichen Flächenlast von 100 kN/m^2 ausgegangen.

10.1 Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

- Die Schicht 1 (Homogenbereich A) ist wegen fehlender Tragfähigkeit für eine Gründung nicht geeignet und muss ohnehin bei den Baumaßnahmen ausgehoben und abtransportiert werden.
- Die Auffüllungen der Schicht 2 (Homogenbereich B) können u.E. als bedingt tragfähig eingestuft werden und damit eventuell unter der Bodenplatte im Untergrund verbleiben.

Bei Abtragung der Lasten über Streifenfundamente wären diese unter der Sohle der Fundamente jedoch vollständig auszuheben und ggf. zu ersetzen.

- Bei Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte können die Schluffe der Schicht 3 (Homogenbereich C) ggf. unter der Bodenplatte verbleiben.
Die angetroffenen Schluffe sind von steifer und steif-weicher Konsistenz und sind daher als nur bedingt tragfähig einzustufen.
Allerdings wäre die Abtragung der Lasten über Streifenfundamente nur mit einer geringen Bodenpressung möglich und wäre mit dem Risiko von Setzungen und Setzungsunterschieden verbunden.
- Die Kiese der Schicht 4 sind als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen und können für die Abtragung von Lasten empfohlen werden. Allerdings wäre - je nach Tiefenlage der OK der Kiese - eine direkte Abtragung der Lasten in die Kiese mit zusätzlichen Maßnahmen (z.B. Bodenaustausch mit Magerbeton) verbunden.
- Bei der geplanten Gründungstiefe der Bodenplatte von ca. 133,0 mNN sind die Grundwasserverhältnisse für die Gründung nicht relevant.
Bei Abtragung der Lasten über Streifenfundamente muss die Beeinflussung des Grundwassers auf die Grundbruchsicherheit jedoch berücksichtigt werden.

10.2 Gründung

Für die Gründung der Häuser werden von uns 2 Gründungsvarianten erläutert:

- Variante 1- Abtragung der Lasten über die Streifenfundamente
Anmerkung: Bei dieser Art der Gründung wurde von uns die Abtragung der Lasten über Magerbetonpfeiler (Brunnen) in die Kiese der Schicht 4 in Betracht gezogen
- Variante 2- Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte

Unter Berücksichtigung der Geländehöhe i.M. von rd. 132,7 mNN und bei der geplanten Gründungsebene der Bodenplatten der Häuser von rd. 133,0 mNN (OK FFB = 133,50 mNN):

- Wäre im Bereich des Hauses A eine Geländeaufschüttung von rd. 0,3 m erforderlich.
Vor der Aufschüttung sollte die Schüttungsebene nachverdichtet werden;
- Im Bereich des Hauses B würde – nach Abschiebung des Oberbodens – die Schüttung rd. 0,4 m betragen. Da in diesem Bereich bindige Auffüllungen angetroffen wurden, sollte vor der Aufschüttung die Schüttungsebene durch eine Geotextil (200-250 g/m²) geschützt (stabilisiert) werden. Von einer Nachverdichtung der bindigen Auffüllungen ist allerdings abzuraten.

10.2.1 MFH A

Variante 1: Abtragung der Lasten über Streifenfundamente

Bei einer UK der Bodenplatte von 133,0 mNN und unter Annahme der Fundamenthöhe von $h = 0,8$ m würde die Sohle der Fundamente bei ca. 132,2 mNN liegen.

Bei dieser Gründungsebene würden die Bauwerklasten über die Auffüllungen in die bindigen Ablagerungen der Schicht 3 abgetragen. Bei dieser Art der Gründung würden die Absolutsetzungen zwischen $s = 2,0$ cm und $s = 6,0$ cm liegen; somit können dadurch entstehende Setzungsdifferenzen die Bausubstanz schädigen.

Daher wird diese Gründungsvariante mit Abtragung der Lasten über die Auffüllungen und Schluffe der Schicht 3 nicht empfohlen und weiter nicht verfolgt.

Auch die Abtragung der Lasten direkt in die Schluffe der Schicht 3 – über einen Bodenaustausch - wäre mit Setzungen und Setzungsdifferenzen verbunden, da:

- nach der Abschiebung der Auffüllungen die Mächtigkeit der unter der Sohle der Fundamente verbleibenden Schluffen zwischen ca. 1,5 m und 2,5 m variiert,
- die Mächtigkeit von Schluffen unterschiedlicher Konsistenz, bzw. Tragfähigkeit zwischen 0,5 m und 1,5 m schwankt, was zusätzlich zu unterschiedlichen Setzungen führen würde.

Daher wurde die Abtragung der Linienlasten aus den Streifenfundamenten punktuell über Magerbetonpfeiler (Brunnen) in Betracht gezogen, die unter einer Schutzverrohrung (Betonringe, Stahlrohre) bis zur OK der Kiesschicht, d.h. bis rd. 4,0 m u. GOK niedergebracht werden.

Bei einer Abtragung der Lasten die Kiese der **Schicht 4** (Homogenbereich D) über Brunnen mit einem Durchmesser von z.B. $\varnothing = 1,5$ m, $d = 3,0$ m (Einbindungstiefe $d = \varnothing \times 2$) kann folgende zul. Bodenpressung $[\sigma_0]$, bzw. Bemessungswert des Sohlwiderstandes $[\sigma_{R,d}]$ zugrunde gelegt werden:

- $\sigma_0 = 1.257,1 \text{ kN/m}^2$; $\sigma_{R,d} = 1.759,9 \text{ kN/m}^2$

Anmerkung: Die Anzahl der Brunnen und deren Positionierung muss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden; die Streifenfundamente können in diesem Fall als elastisch gebetteten Balken bemessen werden. Bei den Berechnungen wurde die Beeinflussung des Grundwassers auf die Grundbruchsicherheit berücksichtigt.

Variante 2: Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte

Bei dieser Art der Gründung würden die Wände auf eine Fundamentplatte aufgestellt, die als elastisch gebettete Platte ausgebildet werden muss.

Für das geplante Haus A wurde von uns die Abtragung der Lasten über die vorhandenen Auffüllungen der Schicht 2 (Homogenbereich B) in Betracht gezogen.

Unter Berücksichtigung einer Bodenplattenstärke von 0,4 m würde die UK-Bodenplatte bei rd. 133,0 mNN zu liegen kommen.

Demnach würden die Lasten aus der Bodenplatte für das Haus A über ein ca. 0,3 m dickes und ordnungsgemäß verdichtetes Aufschüttungspolster (Höhenausgleich) und eine ca. 0,8 m starke und nachverdichtete/verbesserte Schicht der Auffüllungen (Homogenbereich B-1) in den tieferen Untergrund abgetragen werden.

Anmerkung: Bei der aufzubringenden Aufschüttung und bei der verbesserten Schicht gehen wir von einer Verdichtung auf 100%-Proctordichte aus.

Für die Vorbemessung der Platte nach dem Bettungsmodulverfahren (Annahme Flächenlast = 100 kN/m²) ergaben die Berechnungen folgende rechnerischen Setzungen und entsprechenden Bettungsmoduli:

- **s = 2,1 cm** (Rand der Bodenplatte) und **s = 2,9 cm** (Mitte der Bodenplatte)
- **k_s = 5,3 MN/m³** (Rand der Bodenplatte) und **k_s = 3,8 MN/m³** (Mitte der Bodenplatte)

10.2.2 MFH B

Variante 1: Abtragung der Lasten über Streifenfundamente

Auch für das Haus B wurde von uns – bei der Gründung auf Streifenfundamente – die Abtragung der Lasten in die Kiese der Schicht 4 in Betracht gezogen (wie oben beschrieben).

Es ist darauf hinzuweisen, dass im Bereich des Hauses B die OK der Kiesschicht 3 (Homogenbereich D) bereits bei rd. 3,0 m u. GOK (130,0 mNN) angetroffen wurde, d.h. die Magerbetonpfeiler (Brunnen) müssen ab UK der Fundamente nur bis rd. 3,0 m u. GOK geführt werden.

Bei einer Abtragung der Lasten die Kiese der **Schicht 4** (Homogenbereich D) über Brunnen mit einem Durchmesser von z.B. Ø = 1,5 m, d = 2,0 m kann folgende zul. Bodenpressung [σ₀], bzw. Bemessungswert des Sohlwiderstandes [σ_{R,d}] zugrunde gelegt werden:

- **σ₀ = 894,4 kN/m²; σ_{R,d} = 1.252,1 kN/m²**

Anmerkung: Die Anzahl der Brunnen und deren Positionierung muss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden; die Streifenfundamente können in diesem Fall als elastisch gebetteten Balken bemessen werden.

Variante 2: Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte

Bei dieser Art der Gründung würden die Wände auf eine Fundamentplatte aufgestellt, die als elastisch gebettete Platte ausgebildet werden muss.

Auch für das geplante Haus B wurde von uns die Abtragung der Lasten über die vorhandenen Auffüllungen der Schicht 2 (wie oben beschrieben) in Betracht gezogen.

Unter Berücksichtigung einer Bodenplattenstärke von 0,4 m würde die UK-Bodenplatte bei rd. 133,0 mNN zu liegen kommen.

Demnach würden die Lasten aus der Bodenplatte für das Haus B über ein ca. 0,4 m dickes und ordnungsgemäß verdichtetes Aufschüttungspolster (Höhenausgleich) und über Auffüllungen (Homogenbereich B) in den tieferen Untergrund abgetragen werden.

Anmerkung: Bei der aufzubringenden Aufschüttung und bei der verbesserten Schicht gehen wir von einer Verdichtung auf 100%-Proctordichte aus.

Für die Vorbemessung der Platte nach dem Bettungsmodulverfahren (Annahme Flächenlast = 100 kN/m²) ergaben die Berechnungen folgende rechnerischen Setzungen und entsprechenden Bettungsmoduli:

- **s = 1,6 cm** (Rand der Bodenplatte) und **s = 2,0 cm** (Mitte der Bodenplatte)
- **k_s = 6,9 MN/m³** (Rand der Bodenplatte) und **k_s = 5,5 MN/m³** (Mitte der Bodenplatte)

10.3 Gründungsempfehlungen

Generell ist die Gründung der Häuser auf Streifenfundamente (Variante 1) bei Abtragung der Lasten in die Kiese der Schicht 4 (Homogenbereich D) möglich. Die rechnerischen Setzungen werden unter Ansatz der errechneten Sohlpressungen unter 1,0 cm liegen.

Allerdings ist diese Gründungsvariante mit wesentlichem wirtschaftlichem Aufwand verbunden. In der Regel liegt der Abstand zwischen den Pfeilern (Brunnen) bei rd. 3,0/4,0 m, daher muss bei dieser Art der Gründung je nach Anzahl der Brunnen mit Mehraushub und Entsorgung von schadstoffbelastetem Material gerechnet werden.

Demzufolge ist die Gründung der Häuser auf Streifenfundamenten u.E. nicht anzuraten.

Bei Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte (Variante 2) liegen - bei einer einheitlichen Flächenlast von 100 kN/m² - die rechnerischen Setzungen im zulässigen Bereich.

Die Berechnungen ergaben für die Bemessung der Bodenplatten der Häuser relativ geringe Bettungsmoduli: k_s = 3,8/5,3 MN/m³ für das Haus A und k_s = 5,5/6,9 MN/m³ für das Haus B.

Die Setzungsberechnungen mit einem zusätzlichen Bodenaustausch, bzw. einer zusätzlichen Bodenverbesserung (Kalk- Zementmischung) ergaben keine wesentliche Verbesserung des Setzungsverhaltens der Bodenplatte unter der Auflast.

Für das **Haus A** würde dann ein einheitliches Bettungsmodul bei $k_s = 4,2 \text{ MN/m}^3$ liegen. Dafür müssten die relativ gut tragfähigen Auffüllungen des Homogenbereichs B-1 zuerst abgeschoben werden, dann die unterlagernden Auffüllungen (Homogenbereich B-2, B-3) durch eine Kalk-Zementmischung verfestigt werden und anschließend die bereits abgeschobenen kiesigen Auffüllungen des Homogenbereich B-1 im Bereich des Baufensters lagenweise wiederaufgeschüttet und verdichtet werden.

Für das **Haus B** wäre ein einheitliches Bettungsmodul von $k_s = 5,8 \text{ MN/m}^3$ anzusetzen. Allerdings müssten auch hier die Auffüllungen des Homogenbereichs B-2 in einer Mächtigkeit von rd. 0,5 m durch Kalk-Zementmischung verfestigt werden.

Da ein zusätzlicher Bodenaustausch / Bodenverbesserung nicht zielführend ist, ist die Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte (wie oben beschrieben) zu empfehlen.

11. Baugrube, Abdichtung

11.1 Baugrube

Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 6 genannt. Beim Aushub der Fundamentgruben (Variante 1) werden Bodenmaterial der Schichten 1, 2 und 3 anfallen.

Die Baugrubenböschungen (falls erforderlich) können innerhalb der Schicht 2 und Schicht 3 nach DIN 4124 in einer Neigung von 60° ausgeführt werden.

Im Tiefenbereich der Kiese ist die Böschung nicht steiler als 45° abzuböschern

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.

11.2 Abdichtung

Gemäß Planung liegt die Gründungsebene bei ca. 133,0 mNN (UK-Bodenplatte). Daher können – unter Berücksichtigung der angetroffenen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse - erdberührende Bauteile gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, Klasse W1.1-E, abgedichtet werden.

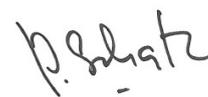
12. Allgemeines

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.



Doz. B. Krauthausen
- Diplom-Geologe -

P. Schatz
- Diplom-Ing. -



Bauherr: GSE Baden-Baden mbH
 Pariser Ring 37
 76532 Baden-Baden

Geologisches Büro HYDROSOND
 Winnipeg Ave. B112
 77836 Rheinmünster

- Rammkernbohrungen / Rammsondierungen-Baugrunduntersuchungen Hubertusstr. B-B, 26.01.2016- Hydrosond
- Rammkernbohrungen / Schadstoffuntersuchungen Bauhof „Hubertusstraße“ B-B, 05.02.2016- Hydrosond
- Rammkernbohrungen / Rammsondierungen- Baugrunduntersuchungen Wörthstraße B-B, 02.11.2023, Hydrosond

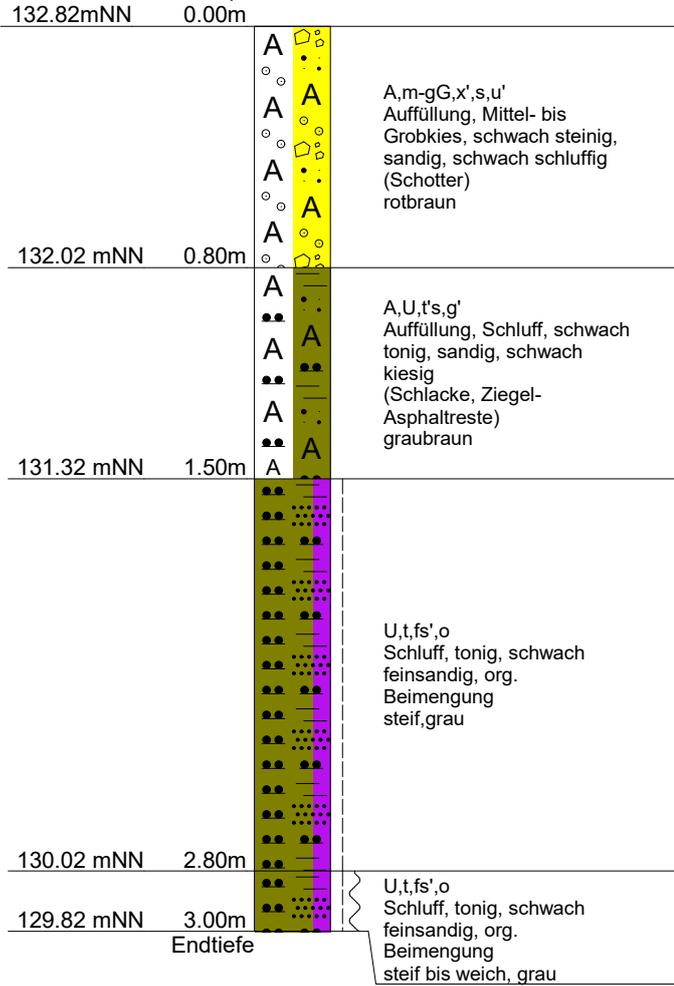
BV. Wohnbebauung Wörthstraße Baden-Baden

Anl.1- Lageplan

HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr. :
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk1

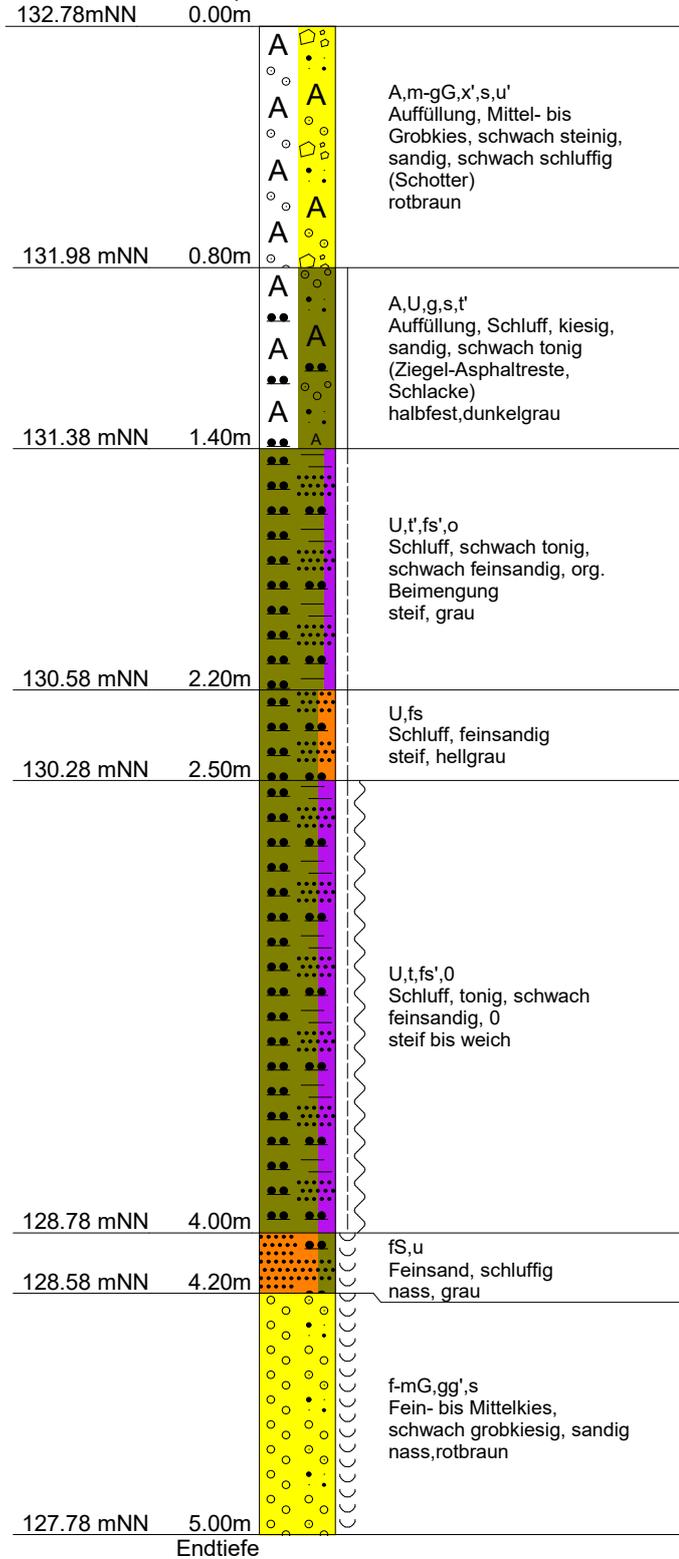
Ansatzpunkt: 132.82 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr. :
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk2

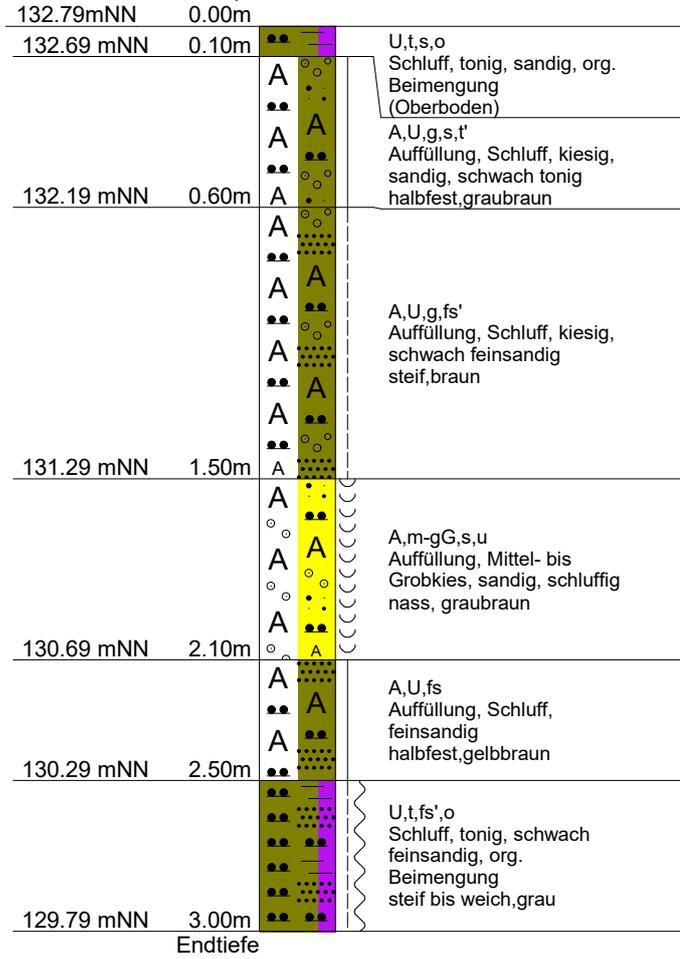
Ansatzpunkt: 132.78 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr. :
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk5

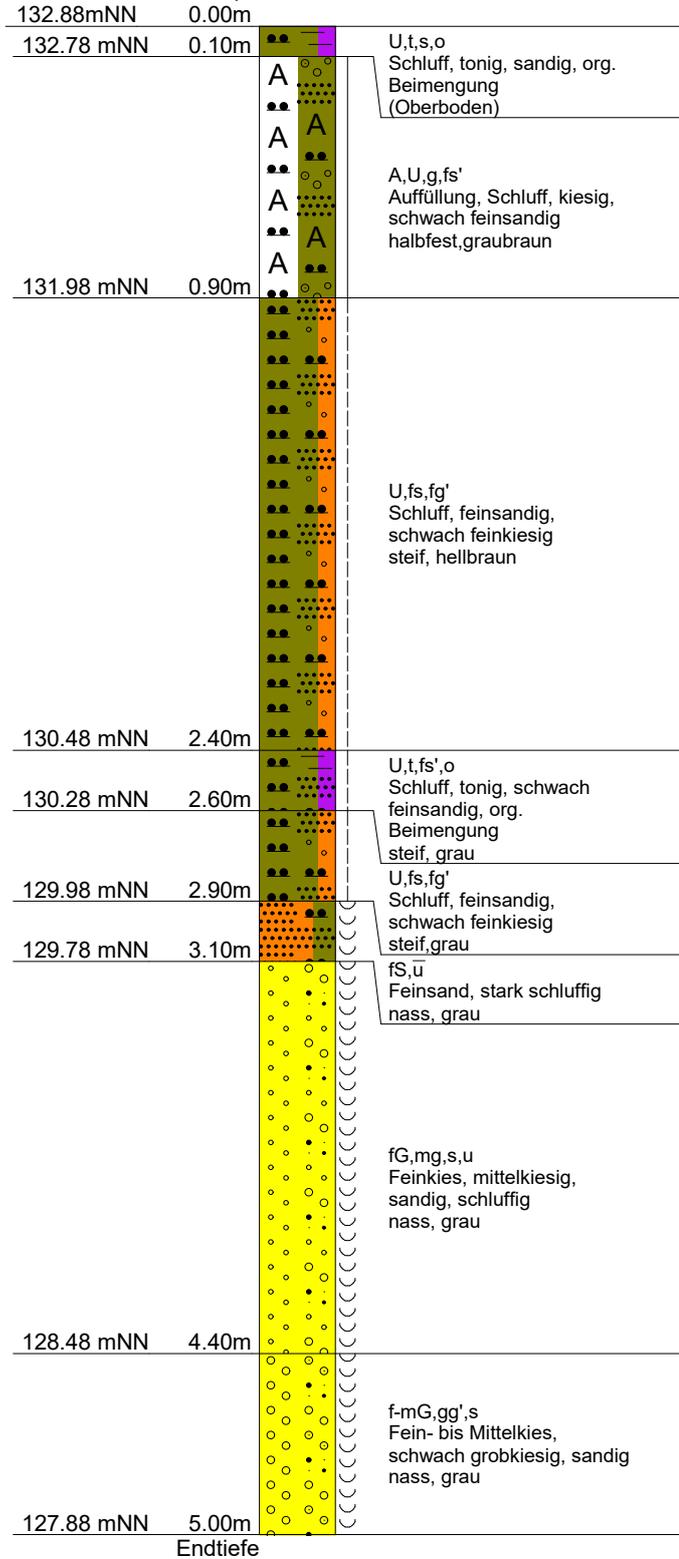
Ansatzpunkt: 132.79 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr. :
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 25

Bk6

Ansatzpunkt: 132.88 mNN

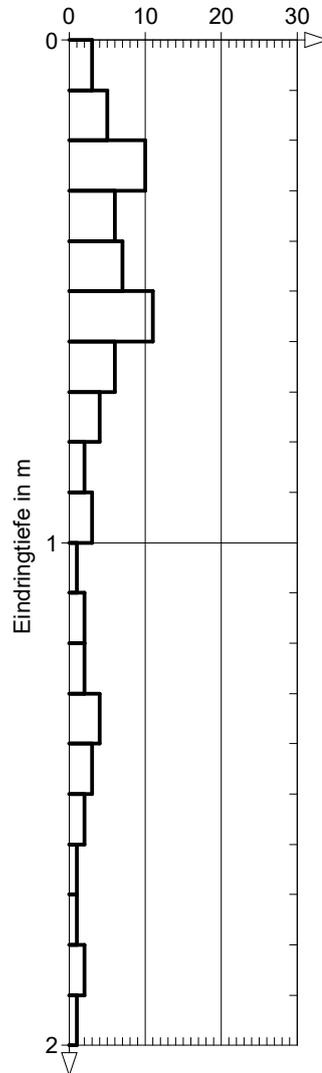


HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.:
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 15
	Datum :

DPH1/Bk1

Ansatzpunkt: 132.82 m

Anzahl Schläge N10

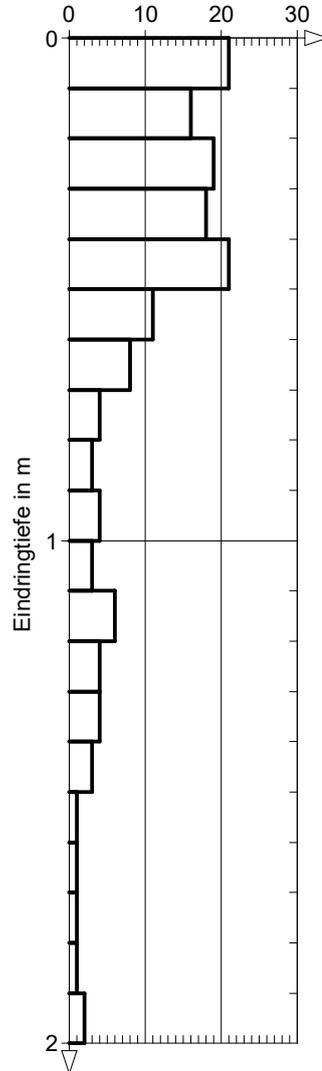


HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.:
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 15
	Datum :

DPH2/Bk2

Ansatzpunkt: 132.78 m

Anzahl Schläge N10

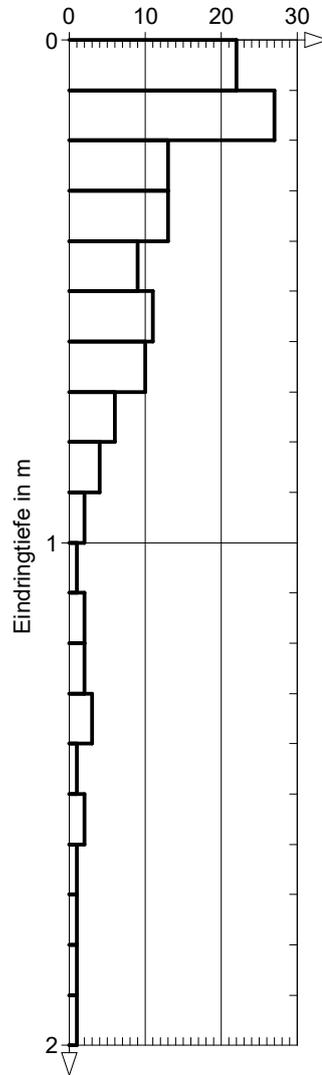


HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.:
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 15
	Datum :

DPH3/Bk3

Ansatzpunkt: 132.68 m

Anzahl Schläge N10

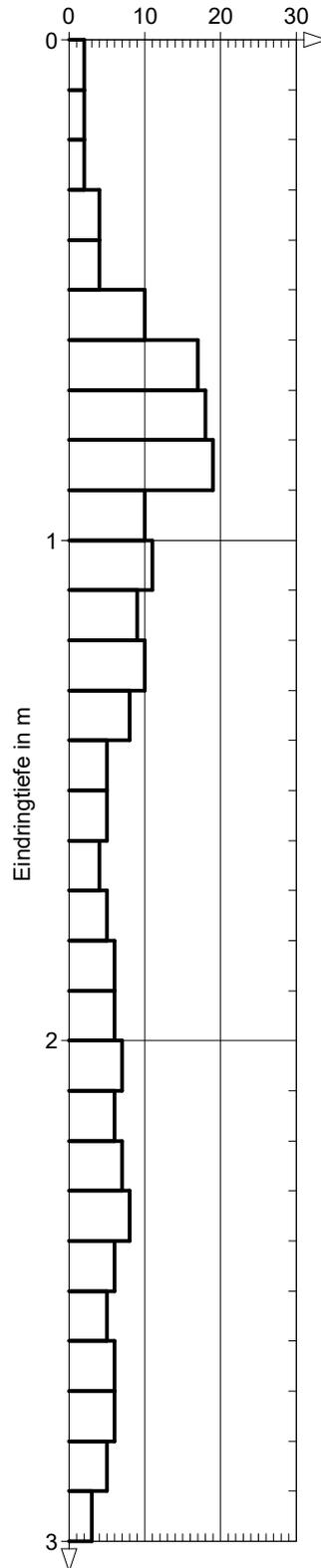


HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.:
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 15
	Datum :

DPH4/Bk4

Ansatzpunkt: 132.58 m

Anzahl Schläge N10



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : Wohnbebauung Baden-Baden
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.:
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 15
	Datum :

DPH5/Bk5

Ansatzpunkt: 132.79 m

Anzahl Schläge N10

