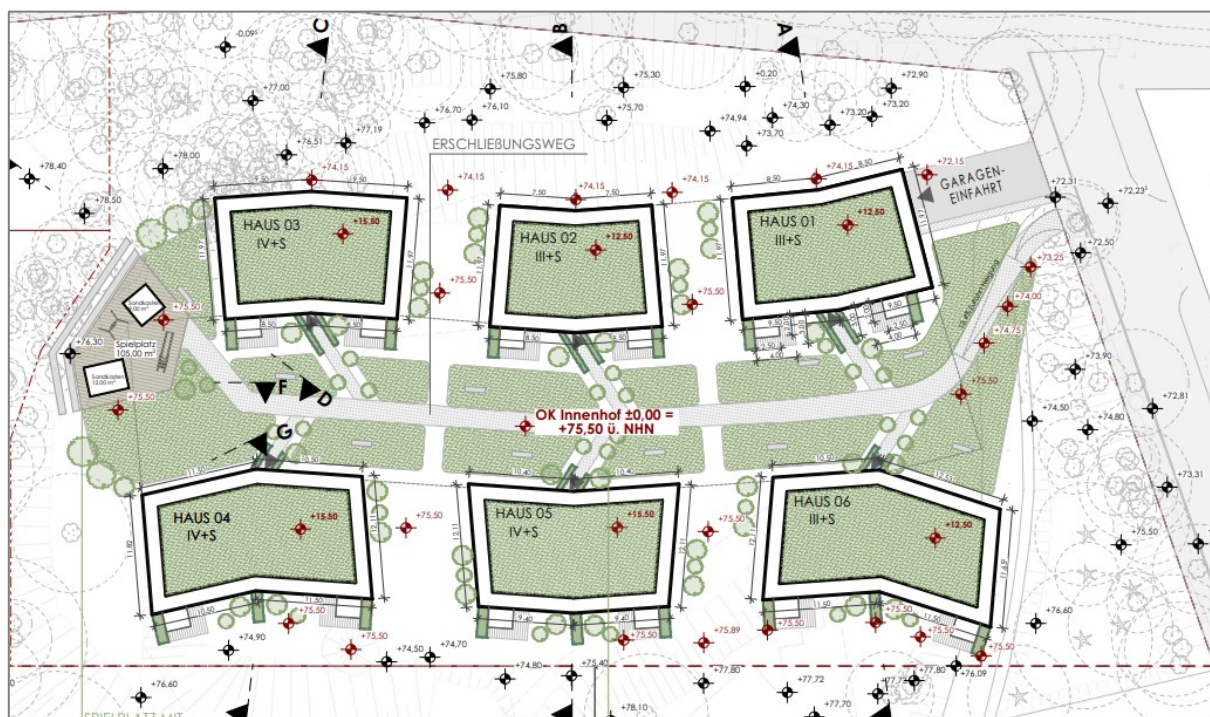


Regenentwässerungskonzept für den Bebauungsplan Nr. 65/20 „Wohnen am Weinberg“ in Strausberg



Auszug Lageplan_V2 | Möller Mainzer Architekten GmbH

Erstellt für

Wohnen am Weinberg GmbH
Würzburger Straße 2
97234 Reichenberg

Berlin | 08. Februar 2022

IMPRESSUM

Titel..... **Regenentwässerungskonzept**
für den Bebauungsplan Nr. 65/20 „Wohnen am
Weinberg“ in Strausberg

Auftraggeber..... **Wohnen am Weinberg GmbH**
Würzburger Straße 2
97234 Reichenberg

Bearbeitung..... **HOFFMANN-LEICHTER**
Ingenieurgesellschaft mbH
Freiheit 6
13597 Berlin

www.hoffmann-leichter.de

Projektteam..... Benjamin Schneider (Projektmanager)
Sophie Geyer (Projektbearbeiterin)

Ort | Datum..... Berlin | 08. Februar 2022

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	II
1 Grundlagen.....	1
1.1 Angaben zum Grundstück.....	2
1.2 Geologischer Untergrund.....	3
2 Wasserrechtliche Erfordernisse.....	5
3 Konzeption der Niederschlagsentwässerung.....	9
3.1 Regenentwässerung - Varianten.....	9
3.1.1 Flächenversickerung.....	9
3.1.2 Muldenversickerung.....	9
3.1.3 Versickerung über Sickerschächte.....	10
3.1.4 Rigolenversickerung.....	10
3.1.5 Versickerung über Mulden-Rigolen-Elemente.....	10
3.1.6 Regenwassernutzung.....	11
3.1.7 Regenwasserrückhaltung.....	11
3.2 Regenentwässerung - Vorzugsvariante.....	12
3.2.1 Grundlagen.....	12
3.3 Regenentwässerung - Bemessung der Vorzugsvariante.....	13
3.3.1 Bestimmung der Einzugsgebiete und -flächen A_E	13
3.3.2 Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_U	13
3.3.3 Ermittlung der Regenwetterdaten.....	14
3.3.4 Dimensionierung der Versickerungsanlagen.....	14
3.3.5 Verortung der Versickerungsanlagen.....	15
3.4 Regenwasserbehandlung - Varianten.....	16
3.4.1 Dezentrale Regenwasserbehandlung.....	16
3.4.2 Zentrale Regenwasserbehandlung.....	16
3.5 Regenwasserbehandlung.....	17
3.6 Wasserrechtliche Erlaubnis.....	17
3.7 Überflutungsbetrachtung.....	17
4 Zusammenfassung	19
5 Anlagenverzeichnis.....	20

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Auszug Bebauungsplan Nr. 65/20 „Wohnen am Weinberg“ (Stadt Strausberg, 04.08.2021).....	2
Abbildung 2	Auszug Zusammenstellung Bohrprofile und Rammkerndiagramme (GRUND + BODEN consulting, Mai 2021).....	4
Abbildung 3	Grundwasserstand im Plangebiet (rot) (LfU, 14.12.2021).	6
Abbildung 4	Ergebnisse der Untersuchungen der Feststoffgehalte nach LAGA TR Boden (GRUND + BODEN consulting).....	7

1 Grundlagen

Die Wohnen an Weinberg GmbH plant in Strausberg die Entwicklung von sechs Wohngebäuden. Auf der Kelmstraße 9 sollen ca. 30 bis 50 Wohneinheiten errichtet werden.

Das Vorhabengebiet ist derzeit unbebaut und umfasst den Neubau und die Einbindung sechs viergeschossigen Wohngebäudes inkl. Staffelgeschoss sowie Untergeschoss mit Abstell-, Hausanschluss- und Technikräumen sowie einer Tiefgarage.

Zur Umsetzung des Projekts ist die Aufstellung eines Bebauungsplans erforderlich. Für diesen ist Voraussetzung, dass die Entwässerung des Grundstücks gewährleistet werden kann. Hierfür soll ein Entwässerungskonzept erstellt werden, dessen Inhalte unter Berücksichtigung der vorliegenden Höhengensituation und Bodenverhältnisse die entwässerungstechnischen Grundlagen für die geplante Aufstellung eines Bebauungsplans bilden.

Laut Wasserhaushaltsgesetz ist eine dezentrale Bewirtschaftung des anfallenden Regenwassers (Versickerung und Verdunstung vor Ort) der Ableitung in eine Vorflut vorzuziehen. Ist eine vollständige Bewirtschaftung des Niederschlagswassers im Plangebiet nicht möglich, kann ein Teil des Wassers gedrosselt in den öffentlichen Regenwasserkanal/Vorfluter eingeleitet werden. Ggf. müssen darüber hinaus weitere Wassermengen auf dem Grundstück zurückgehalten werden.

Für die Erstellung des vorliegenden Entwässerungskonzepts wurden die folgenden, unserem Büro zur Verfügung gestellten Unterlagen verwendet:

- ▶ Bericht zur geotechnischen Vorerkundung vom Mai 2021 (GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR)
- ▶ Amtlicher Lageplan vom 28.09.2020 (Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur Matthias Kalb)
- ▶ Lageplan_V2 vom 13.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
- ▶ Bebauungsplan Nr. 65/20 „Wohnen am Weinberg“ vom 04.08.2021 (Stadt Strausberg)
- ▶ Dachaufsicht vom 13.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
- ▶ Grundriss 1. UG vom 13.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
- ▶ Übersicht – Feuerwehrflächen V2 Sitzbänke vom 09.12.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
- ▶ Geländeschnitte und Ansichten M1:1000 vom 02.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)

Die Ergebnisse des Entwässerungskonzepts sind nur für die verwendeten Plangrundlagen gültig. Sofern sich Flächen oder andere Plangrundlagen ändern, verlieren die Ergebnisse ihre Gültigkeit.

1.1 Angaben zum Grundstück

Das Plangebiet befindet sich ca. 40 km östlich von Berlin in der Stadt Strausberg im Landkreis Märkisch-Oderland. Das ca. 10.000 m² Grundstück umfasst das unbebaute Areal südlich der Kelmstraße, östlich der Berliner Straße, zwischen der vorhandenen Bebauung entlang der Schillerstraße und der Friedrich-Ebert-Straße (Abbildung 1). Im Osten grenzt unmittelbar das Nachbargrundstück mit einem im Bau befindlichen Hotel/Apartmenthaus.

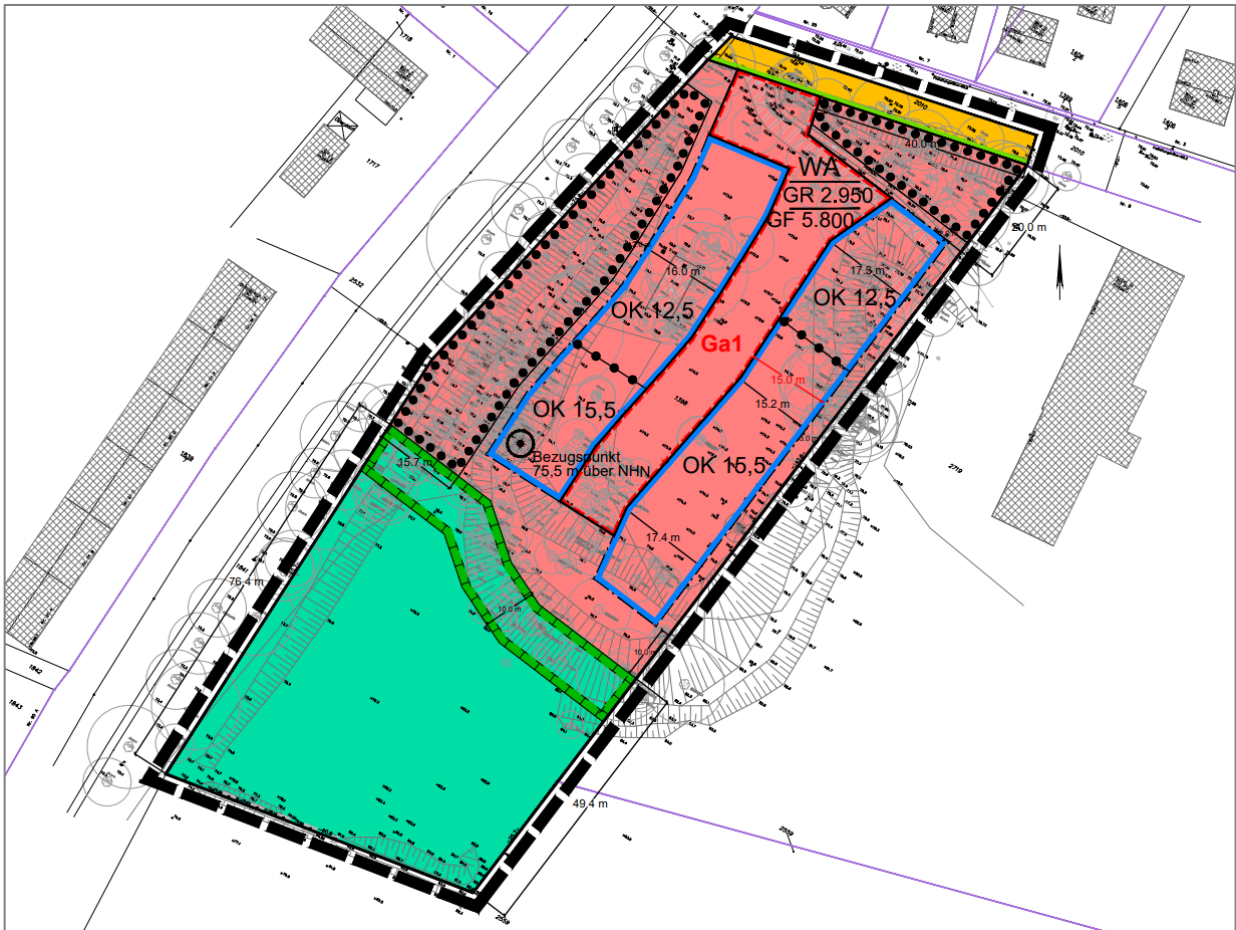


Abbildung 1 Auszug Bebauungsplan Nr. 65/20 „Wohnen am Weinberg“ (Stadt Strausberg, 04.08.2021).

Das Zentrum des Plangebiets, künftiger Bereich der Bebauung, liegt in einer Senke. Die mittlere Geländehöhe beträgt dort ca. 74 bis 75 m NHN. Nach Süden und Osten hin steigt das Gelände teilweise stark bis auf Geländehöhen von 84 m ü. NHN im Süden und 78 m ü. NHN im Osten an. Die steilen Böschungen stellen eine Herausforderung für die Entwässerungskonzeption dar. Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138¹ ist zu prüfen, ob durch die Durchnässung infolge der Versickerung die Gefahr von Hangrutschungen für Unterlieger besteht. Versickerungsmulden sollten zudem höhenlinienparallel angeordnet werden.

¹ DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

1.2 Geologischer Untergrund

Der Entwässerungskonzeption liegt das in Anlage 1 beigefügte Baugrundgutachten vom Mai 2021 zugrunde. Die für die Niederschlagsentwässerung relevanten Erkenntnisse aus dem Gutachten werden nachfolgend zusammengefasst. Es wird darauf hingewiesen, dass die im Folgenden dargestellten Erkundungsergebnisse aus punktuellen bzw. stichprobenartigen Aufschlüssen des Untergrundes gewonnen wurden, wodurch nicht alle Inhomogenitäten des Baugrundes abgebildet werden können.

Großräumig betrachtet befindet sich das Plangebiet innerhalb der „Barnimhochfläche/Strausberger Sander“, einer hydrogeologischen Einheit, die durch das Auftreten komplexer Geschiebemergellaagerungen gekennzeichnet ist. Im vorliegenden Baugrundgutachten gibt es keine Hinweise auf das Vorkommen von Geschiebemergel. Daher wird angenommen, dass kein Schichtenwasser oder oberflächennahes Grundwasser infolge langer Nässeperioden auftritt. Kleinräumiger betrachtet ist die Geologie im Plangebiet geprägt durch das Vorkommen von schmelzwasserbedingten Ablagerungen (Sander) in einer Wechselfolge von fein-, mittel- und grobkörnigen Sanden².

Laut dem vorliegenden Bericht zur geotechnischen Vorerkundung wurde im Plangebiet an vier Erkundungsstandorten (H3-1 bis H6-1) Oberboden aus humosen bis stark humosen Sanden bis in einer Tiefe von 2,1 m u. GOK erkundet. Im Norden und Osten des Baugebiets (H2-1 H1-1, H6-1, H5-1) wurden unterhalb der Oberbodenschicht bis in Tiefen von 1,1 bis 2,5 m u. GOK sandige Auffüllungen kartiert. Diese enthalten teilweise geringe Anteile feinkörniger Ziegelreste, oder wie im Bereich von Haus 5 (H5-1) Ziegelbruch. Im Bereich von 2,2 m bis 25 m u. GOK wurden in der Auffüllungsschicht Beimengungen aus Glasscherben und Ziegelbruch erkundet.

Bis in einer Tiefe von 8 m u. GOK (Bohrendteufe) stehen bei drei von sechs Bohrungen (H2-1, H4-1, H5-1, H6-1) Fein- bis Mittelsande an, mit ca. 10 bis 20 cm mächtigen Schlufflagen. Unterhalb 4 m Tiefe u. GOK enthielten die Sande ebenfalls Grobsand und Feinkies.

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden keine Versickerungsversuche durchgeführt. Zur Beurteilung des Sickervermögens des anstehenden Bodens wurde die Kornverteilung (DIN EN ISO 17892-4) ausgewählter Bodenproben mittels Siebung ermittelt. Es wurden dabei vier Proben untersucht.

Für die eng gestuften Fein- und Mittelsande wurde ein k_f -Wert von $1,7 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $9,2 \cdot 10^{-5}$ ermittelt. Die Sand-Schluff-Gemische sind mit $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $4,2 \cdot 10^{-6}$ m/s weniger durchlässig. Die oben genannten Werte müssen gemäß Tabelle B.1 des Arbeitsblattes DWA-A1 138 mit dem Korrekturfaktor von 0,2 –für aus der Kornverteilung abgeleitete Durchlässigkeitsbeiwerte– abgemindert werden. Für die Bemessung von Versickerungsanlagen im Plangebiet wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $1,84 \cdot 10^{-5}$ angenommen.

² Geologische Übersichtskarte 1:25.000, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Cottbus.

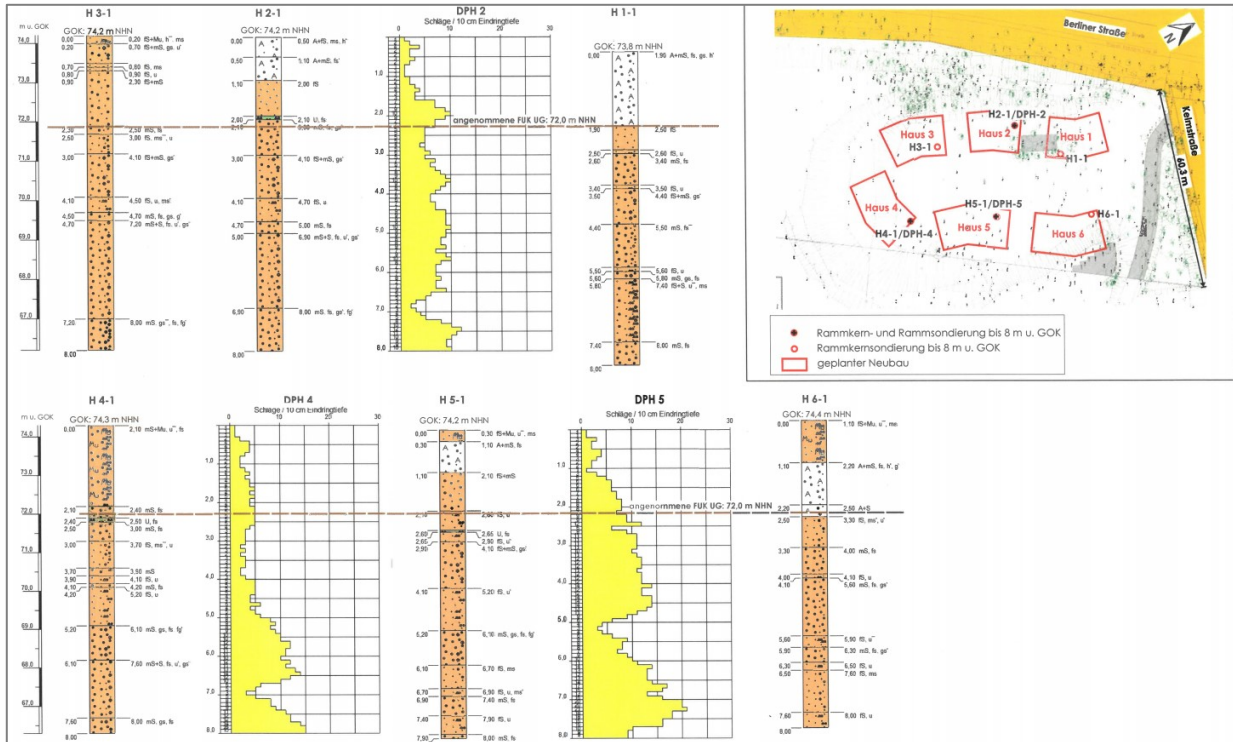


Abbildung 2 Auszug Zusammenstellung Bohrprofile und Rammkernndiagramme (GRUND + BODEN consulting, Mai 2021).

2 Wasserrechtliche Erfordernisse

Regenwasser, welches aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließt, ist Abwasser (§ 54 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 WHG³) und muss so beseitigt werden, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird (§ 55 Abs. 1 Satz 1 WHG). Für die Regenwasserbewirtschaftung ist in Abhängigkeit der Belastung des Regenwassers die Versickerung des Niederschlagswassers anzustreben (§ 54 (4) BbgWG⁴).

Grundsätzlich bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis, wenn anfallendes Niederschlagswasser in eine Vorflut (Oberflächengewässer, Kanalisation) oder in das Grundwasser eingeleitet werden sollen. Sofern die in der Versickerungsfreistellungsverordnung⁵ genannten Voraussetzungen für die Erlaubnisfreiheit für das schadloze Versickern von Regenwasser in das Grundwasser erfüllt sind, ist die Einholung einer wasserrechtlichen Erlaubnis entbehrlich. Im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens eine Einholung einer wasserbehördlichen Erlaubnis in jedem Fall erforderlich.

Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in eine Vorflut darf nur erteilt werden, wenn die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so geringgehalten werden, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist (§ 65 BbgWG). Um das Erfordernis der vorzugsweisen dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu erfüllen, wird in einem ersten Schritt die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes geprüft. Entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich zwischen $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Daher kann davon ausgegangen werden, dass in diesem Bereich hinsichtlich der Sickerfähigkeit des Bodens eine vollständige Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers möglich ist.

Laut vorliegendem Baugrundgutachten (Anlage 1) existieren im Plangebiet sickerfähige Fein- und Mittelsande. Die teilweise auftretenden Schlufflagen haben dagegen eine geringe Durchlässigkeit. In diesen Bereichen ist die Wahl der Versickerungsanlagen auf Mulden-Rigolen-Elemente oder Rigolen beschränkt, da die Versickerungszeit für Regenwasser in Mulden zu lang wäre.

Es wird empfohlen, in der weiterführenden Planung den Durchlässigkeitsbeiwert an den Standorten der geplanten Versickerungsanlagen aufgrund der heterogenen Bodeneigenschaften sowie der gewählten Methode zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (Sieblineienauswertung) über zusätzliche Sickerversuche mithilfe einer geeigneten Feldmethode gemäß Anhang B.3 des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu verifizieren.

Gemäß Landesamt für Umwelt- Land Brandenburg (LfU) befindet sich das Plangebiet außerhalb einer Wasserschutzzone.

³ WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31.07.2009, zuletzt geändert am 04.12.2018

⁴ BbgWG (2012): Brandenburger Wassergesetz vom 02.03.2021, zuletzt geändert am 04.12.2017

⁵ BbgVersFreiV (2019): Verordnung über die erlaubnisfreie Einleitung von Niederschlagswasser in das Grundwasser durch schadloze Versickerung (Versickerungsfreistellungsverordnung – BbgVersFreiV) vom 25.04.2019

Ein ausreichender Grundwasserflurabstand ist eine zwingende Voraussetzung für die Versickerung von Regenwasser. Der Abstand der Sohle einer Versickerungsanlage (z. B. Muldensohle) und der Grundwasseroberfläche muss mindestens einen Meter betragen, wobei als Höhe der Grundwasseroberfläche innerhalb von Wasserschutzgebieten der zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) und außerhalb von Wasserschutzgebieten der zu erwartende mittlere höchste Grundwasserstand (zeMHGW) anzusetzen ist.

Die zeMHGW der beiden nahe gelegenen Grundwassermessstellen Rehfelde (3449 1542) und Strausberg (3449 5032) betragen laut Hydrologischer Fachauskunft zu den Grundwasserverhältnissen (LfU, 23.12.2021) 59,71 m ü. NHN und 65,63 m ü. NHN. Bei einer durchschnittlichen, geplanten Geländehöhe von ca. 75 m ü. NHN, entspricht das einem Grundwasserflurabstand von 9,37 m bis 15,29 m.

Gemäß der Grundwassergleichenkarte des Landesamts für Umwelt (LfU) (Abbildung 1) steht im Plangebiet das Grundwasser durchschnittlich in einer Höhe von 60 bis 61 m ü. NHN. Bei einer geplanten Geländehöhe von ca. 75 m ü. NHN ergibt sich ein Grundwasserflurabstand im Plangebiet von 13 bis 23 m.

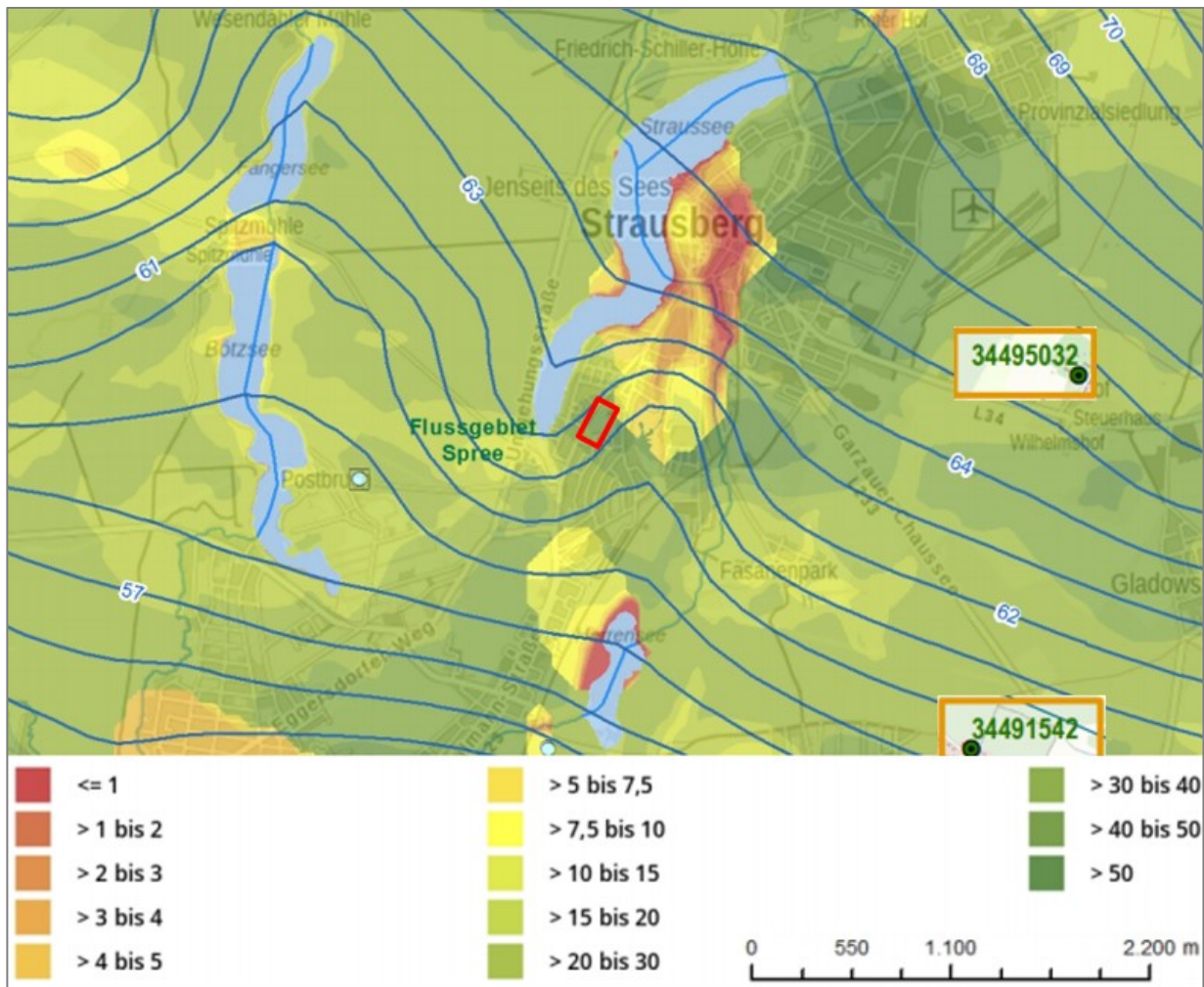


Abbildung 3 Grundwasserstand im Plangebiet (rot) (LfU, 14.12.2021).

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurde dieser Grundwasserflurabstand unterschritten. Gemäß dem Bericht zur geotechnischen Vorerkundung wurde Grundwasser unterhalb von 8 m u. GOK angeschnitten.

Weiterhin schreibt das Merkblatt DWA-M 153⁶ vor, dass der Boden, durch den versickert werden soll, nicht vorbelastet sein darf. Die Herstellung von Versickerungsanlagen im Bereich von Altlastenflächen ist demnach grundsätzlich untersagt.

Gemäß Auskunft der unteren Abfallwirtschafts- und unteren Bodenschutzbehörde des Landkreises Märkisch-Oderland befinden sich im Plangebiet keine Altlastenstandorte oder altlastverdächtige Flächen.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurden Mischproben aus dem Bereich der Auffüllung hergestellt und gemäß TR Boden der LAGA M20⁷ bewertet (Abbildung 4). Aufgrund von Kontaminationen mit PAK, B(a)P, Cyanid und Sulfat wurden die Mischproben mit dem LAGA Zuordnungswert > Z 2 bewertet. Böden mit diesem Zuordnungswert sind als Sonderabfall zu entsorgen und eignen sich nicht als Untergrund für Versickerungsanlagen. Der Einsatz von Versickerungsanlagen ist aufgrund der vorhandenen Altlasten im Untergrund bei vorherigen Bodenaustausch möglich. Der Boden im Bereich von Versickerungsanlagen muss der LAGA Kategorie Z 0 entsprechen, um eine Gefährdung des Grundwassers durch Auswaschung von Schadstoffen zu verhindern. Im Zweifelsfalle ist damit ein Bodenaustausch im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen erforderlich.

BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg / Bewertung nach TR LAGA Boden, Feststoffgehalte																	
	PAK	B(a)P	KW-Index C10-C40	KW-Index C10-C22	PCB	Cyanid e ges.	TOC	EOX	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Thallium	Zink
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	Masse-%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Z-Werte, LAGA TR Boden																	
Z0, Sand	3	0,3	100	---	0,05	---	0,5	1	10	40	0,4	30	20	15	0,1	0,4	60
Z 1	3	0,9	300	---	0,15	3	1,5	3	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450
Z 2	30	3	1.000	---	0,5	10	5	10	150	700	10	600	400	500	5	7	1.500
> Z 2	> 30	> 3	> 1.000	---	> 0,5	> 10	> 5	> 10	> 150	> 700	> 10	> 600	> 400	> 500	> 5	> 7	> 1500
Probe																	
MP H1+H2 Auffüllung	110	6,9	< 100	< 50	k.S.	< 1,0	1,1	< 1,0	3,5	133	0,28	9	27	6,6	< 0,1	< 0,3	1,34
MP H5+H6 Auffüllung	9,1	0,64	< 100	< 50	k.S.	6,6	1,4	< 1,0	4,6	98	0,49	12	71	7,1	< 0,1	< 0,3	406

Abbildung 4 Ergebnisse der Untersuchungen der Feststoffgehalte nach LAGA TR Boden (GRUND + BODEN consulting).

Des Weiteren ist die Schadstoffbelastung des zu versickernden Niederschlagswassers zu berücksichtigen. Abflüsse von Dachflächen in Wohngebieten, Terrassenflächen, Rad- und Gehwegen oder wenig befahrenen Flächen gelten in der Regel als gering belastet und können ohne vorherige Reinigung direkt versickert werden. Für stärker belastete Regenwetterabflüsse ist eine entsprechende Behandlungsmaßnahme vor Versickerung in den Untergrund vorzusehen.

⁶ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA | Hrg.): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (DWA-M 153) | Hennef | 2007.

⁷ LAGA (2003): Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln- Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20.

Mithilfe des Bewertungsverfahrens gemäß Merkblatt DWA-M 153 lässt sich feststellen, ob eine Regenwasserbehandlung erforderlich ist und ggf. welche Behandlungsmaßnahme ausreichend ist. Demnach ist eine Behandlung des anfallenden Niederschlagswassers auf den Einzugsflächen des betrachteten Grundstücks generell nicht notwendig, solange die Verkehrsstärke DTV < 300 Kfz/Tag ist.

3 Konzeption der Niederschlagsentwässerung

Im Folgenden werden verschiedene Varianten der Regenentwässerung und Regenwasserbehandlung beschrieben und die Vorzugsvariante für das betrachtete Planungsgebiet ausgewählt. Die Vorzugsvariante wird anschließend nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bemessen, wobei das methodische Vorgehen beschrieben wird.

3.1 Regenentwässerung – Varianten

Grundsätzlich existieren hinsichtlich des Umgangs mit Regenwasser drei Optionen. Zum einen kann das anfallende Niederschlagswasser auf dem Grundstück über entsprechende Anlagen versickert werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, das Wasser ggf. mit vorhergehender Zwischenspeicherung z. B. über ein Kanalsystem in eine Vorflut abzuleiten. Zunehmende Bedeutung hat weiterhin die Rückführung von Regenwasser in den natürlichen Wasserkreislauf über Verdunstung. Durch die Anlage von Gründächern kann der Abfluss von Dachflächen beispielsweise von ca. 90 bis 100 % auf ca. 10 bis 40 % reduziert werden. Ein Großteil des anfallenden Wassers wird bei einem Gründach lokal zwischengespeichert und verdunstet. Durch die reduzierten Regenwetterabflussmengen lassen sich der Umfang und somit die Kosten der im Bereich der Außenanlagen zu planenden Entwässerungsanlagen verringern.

Für das anfallende Niederschlagswasser, welches nicht verdunstet, bestehen die zwei zuvor genannten Möglichkeiten der Entwässerung. Wie in Kapitel 3 beschrieben, ist laut WHG und BbgWG eine dezentrale Versickerung von Regenwetterabflüssen der Ableitung in eine Vorflut vorzuziehen. Die Versickerung von Regenwasser durch eine belebte Oberbodenschicht stellt sowohl aus finanzieller Sicht als auch hinsichtlich der Reinigungsleistung die optimale Variante dar.

Im Teilen des Grundstücks liegen laut Baugrundgutachten günstige Bodenverhältnisse vor (siehe Kapitel 1.2). Zudem sind die weiteren Voraussetzungen für eine Regenwasserversickerung wie etwa ein ausreichender Grundwasserabstand erfüllt (siehe Kapitel 2).

3.1.1 Flächenversickerung

Die Flächenversickerung stellt die einfachste und preiswerteste Variante der Regenwasserversickerung dar. Hierbei werden die auf den befestigten Flächen anfallenden Regenwasserabflüsse mittels entsprechender Oberflächenprofilierung auf benachbarte Grünflächen geleitet, wo sie flächenhaft und ohne nennenswerten Aufstau versickern können. Ein nicht unwesentlicher Teil des Regenwassers kann zudem verdunsten. Diese Form der Versickerung wird bei ausreichend großen sickerfähigen Freiflächen gewählt.

3.1.2 Muldenversickerung

Bei der Muldenversickerung wird anfallendes Niederschlagswasser in die Muldenbereiche abgeleitet und temporär zwischengespeichert. In der Regel sollte die Einstauhöhe des Wassers 30 cm nicht

überschreiten und eine Entleerung innerhalb von 24 Stunden gewährleistet werden. Bei ausreichendem Grünflächenanteil stellt die Muldenversickerung neben der Flächenversickerung sowohl hinsichtlich der Herstellungs- als auch bezüglich der Unterhaltungskosten eine preisgünstige Lösung dar.

3.1.3 Versickerung über Sickerschächte

Bei der Versickerung des Regenwassers in sogenannten Sickerschächten wird das auf der Oberfläche anfallende Wasser meist über entsprechende Hofabläufe dem Sickerschacht unterirdisch zugeführt, wo es über die offene Schachtsohle und oftmals auch über geschlitzte Wände in den Untergrund versickern kann. Einen Vorteil stellt die Platzersparnis an der Oberfläche dar. Nachteilig ist jedoch die relativ große Einbautiefe. Zudem ist bei Abflüssen, die gemäß Merkblatt DWA-M 153 einer Reinigung bedürfen, eine entsprechende Behandlungsanlage vor den Sickerschacht zu schalten, da bei dieser Versickerungsvariante die Reinigungswirkung einer belebten Oberbodenschicht ausbleibt. Die Herstellungskosten eines Sickerschachts liegen in etwa im Bereich der Kosten eines herkömmlichen Revisionsschachts zwischen 1.000 € und 3.000 €. Darüber hinaus entstehen aber Kosten für das zusätzlich erforderliche Leitungssystem.

3.1.4 Rigolenversickerung

Bei der reinen Rigolenversickerung (ohne Kombination mit Oberflächenversickerung) erfolgt die Zuführung des anfallenden Regenwassers zur Rigole ebenfalls unterirdisch über ein Kanalsystem. In der Rigole wird das Wasser zwischengespeichert und versickert langsam über die Rigolensohle und -wände in das Erdreich. Bei Wahl dieser Variante ist entweder eine Reinigungsanlage vorzuschalten oder nur Wasser, welches keiner vorherigen Behandlung bedarf, einzuleiten. Es gibt verschiedene Rigolensysteme. Zu den gängigsten Systemen zählen zum einen Rigolenkörper aus Kies und zum anderen solche aus Kunststofffüllkörpern, sogenannte Kasten- bzw. Blockrigolen. Letzgenanntes System weist mit ca. 90 % ein deutlich höheres Porenvolumen auf und kann daher bezogen auf den m³ auch mehr Wasser zwischenspeichern als ein Kiesrigolensystem mit einem Porenvolumen von ca. 30 %. Dafür sind Kastenrigolensysteme grob geschätzt in etwa dreimal so teuer wie Kiesrigolensysteme und benötigen zudem aufgrund des großen Hohlraumgehalts eine mächtigere Überdeckung. Sollen Kastenrigolen unter befahrenen Flächen hergestellt werden, so ist eine Mindestüberdeckung von 80 cm erforderlich. Kiesrigolen benötigen hingegen lediglich eine Überdeckung von mindestens 30 cm.

3.1.5 Versickerung über Mulden-Rigolen-Elemente

Diese Variante der Regenwasserversickerung kombiniert die Varianten der Mulden- und Rigolenversickerung und kommt zur Anwendung, wenn eine reine Muldenversickerung aufgrund nicht ausreichender Platzverhältnisse oder einer nicht ausreichenden Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens nicht möglich ist. Das Niederschlagswasser wird zunächst in der Mulde zwischengespeichert und versickert von dort in die darunter liegenden Rigolenelemente. Dort kann sich das

Wasser ebenfalls temporär einstauen und verzögert in den Untergrund versickern. Bei einer Vernetzung mehrerer Mulden-Rigolen-Elemente wird von einem Mulden-Rigolen-System gesprochen. Eine Vernetzung solcher Elemente ist beispielsweise in Gebieten sinnvoll, in denen ausreichend sickerfähige Böden nur an manchen Stellen vorzufinden sind. Sobald das Mulden-Rigolen-Element in Bereichen mit schlechteren Sickerseigenschaften des Bodens vollständig ausgelastet ist, kann das anfallende Regenwasser über einen Notüberlauf in die Bereiche mit ausreichend sickerfähigem Boden abgeleitet werden.

3.1.6 Regenwassernutzung

Das anfallende Wasser von Dachflächen kann weiterhin im Kreislauf vor Ort genutzt werden. Hierzu wird nicht schädlich verunreinigtes Wasser von Dachflächen in Zisternen gesammelt.

Die Nutzung des Regenwassers kann dabei unterschiedlich erfolgen. Das Regenwasser kann dann z.B. für die Toilettenspülung oder Gartenbewässerung genutzt werden. Aber auch im gewerblichen Bereich, kann das Wasser als Brauchwasser genutzt werden. Durch die Regenwassernutzung kann der Trinkwasserverbrauch nachhaltig verringert werden. Weiterhin kann die Bewässerung von Grünanlagen durch Regenwassernutzung umgesetzt werden, ohne dass hierfür kostbares Trinkwasser verwendet werden muss.

Ein Nachteil einer Regenwassernutzung liegt darin, dass auch hier zumeist komplizierte und im Vergleich zur Versickerung teure technische Systeme gebaut werden müssen. Weiterhin hat diese Variante den Nachteil, dass der Abfluss aus der Regenwasserrückhaltung abhängig von der Nutzung ist.

So ist ein Notüberlauf, anders als bei einer Regenwasserrückhaltung mit Einleitung, wo er aufgrund des Ablaufs an sich existiert, technisch nicht vorhanden und Wasser wird nur bei Bedarf entnommen.

Für den Fall, dass ein Regenwasserrückhaltebehälter bereits vollgelaufen ist, ist technisch ein Notüberlauf z. B. in Grünanlagen zu gewährleisten. Moderne Regenwasserrückhaltesysteme können aber heute mit intelligenter Technik ausgestattet werden. Hierdurch kann entsprechend aufbauend auf Wettervorhersagen der Abfluss reguliert und somit Überstauereignisse verhindert werden.

3.1.7 Regenwasserrückhaltung

Falls die vorhandenen Voraussetzungen für eine Regenwasserversickerung vor Ort nicht gegeben sind, so sind eine Regenwasserrückhaltung mit Einleitung in eine Vorflut oder Versickerung vor Ort gängige Optionen. Bei dieser Variante wird anfallendes Wasser dezentral oder zentral in Regenwasserrückhaltebehältern gesammelt. Entsprechend der Möglichkeit das anfallende Wasser in eine vorhandene Vorflut einzuleiten, erfolgt eine gedrosselte Einleitung in diese. Falls keine Einleitung möglich ist, muss geprüft werden, ob Wasser aus der Rückhaltung abgepumpt und in eine lokale Versickerungsanlage verbracht werden kann.

Aufgrund des Erfordernisses, insbesondere bei Starkregenereignissen, eine Reduktion von Spitzenabflüssen zu erreichen, ist eine Überbelastung von Kanälen, Gräben etc. zu vermeiden. Mithilfe einer gedrosselten Einleitung kann das Regenwasser verzögert abgeleitet werden. Entsprechend des spezifischen Drosselabflusses muss die Regenwasserrückhaltung so dimensioniert werden, dass ein ausreichend großer Speicherraum zur Verfügung steht. Bei einer Regenwasserrückhaltung ist im Vergleich zu Versickerungsanlagen mit höheren Kosten zu kalkulieren, da hier ein unterirdisches Kanalsystem hergestellt werden muss.

3.2 Regenentwässerung – Vorzugsvariante

3.2.1 Grundlagen

Im Ergebnis ergibt sich aufbauend auf den städtebaulichen Entwurf sowie den gegebenen Grundlagen ein Entwässerungskonzept, welches die vollständige Regenwasserversickerung vorsieht. Ziel ist es, durch die gezielte Minimierung des Spitzenabflusses die Größe von Versickerungsanlagen so klein wie möglich werden zu lassen.

Die Regenwasserbewirtschaftung im Plangebiet sieht für die Gebäude sowie die Tiefgaragendecke eine Kaskadenentwässerung vor. Bei diesem Konzept wird das auf den Gründächern und den Staffelgeschossen anfallende Regenwasser in eine ca. 60 cm mächtige Retentionsebene auf der Tiefgaragendecke geleitet. Von dort wird das gesammelte Regenwasser der Dachflächen verzögert in unterirdische Rigolen geführt, die eine langsame Versickerung des Regenwassers in den Untergrund ermöglichen.

Eine Besonderheit stellt die Lage des Grundstücks mit den umgebenen, teilweise steilen Hängen dar. Bei einem Regenereignis ist in diesem Bereich mit einem Abfluss von Regenwasser in Richtung der Gebäude sowie der Hoffläche zu rechnen. Um das auf den steilen Hängen anfallende Regenwasser am Hangfußpunkt aufzufangen, sind Mulden-Rigolen-Elemente vorgesehen, in welchen das Regenwasser gesammelt und versickert wird. Wenn der Abstand zwischen Mulden-Rigolen-Element und Baugrube nicht eingehalten werden kann (mind. 1,5 x Baugrubentiefe), sind die Gebäude mit wasserdruckhaltender Abdichtung auszuführen.

Weiterhin gilt es die Ein- und Ausfahrt zum Gebiet bzw. die Tiefgaragenein- und ausfahrt als ein separates Einzugsgebiet zu betrachten. Dies begründet sich aus den Geländehöhen. Im Bereich der Ein- und Ausfahrt wird eine unterirdische Rigole vorgesehen, in welche das Wasser mittels Rinnen/Hofabläufen eingeleitet werden kann. Aufgrund der Besonderheit einer starken Geländeneigung hin in Richtung der öffentlichen Straßen sowie in Richtung Tiefgarage wird eine Dimensionierung der dortigen Anlagen für das 30-jährige Regenereignis empfohlen (zur Verbesserung des Überflutungsschutzes).

3.3 Regenentwässerung – Bemessung der Vorzugsvariante

3.3.1 Bestimmung der Einzugsgebiete und -flächen A_E

In einem ersten Schritt werden die Einzugsgebiete und -flächen des betrachteten Grundstücks definiert. Hierbei ist sowohl die Topografie als auch die geplante Bebauung und Nutzung der Flächen relevant. Im Ergebnis wurden drei Einzugsgebiete (EZG) gebildet. Diese sind im Lageplan (siehe Anlage 2) dargestellt. Die unterschiedlichen Einzugsflächen A_E (Gründach, Grünfläche, Gehweg/Hoffläche, etc.) sind im genannten Lageplan farbig dargestellt.

3.3.2 Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_U

Im nächsten Schritt sind für die ermittelten Einzugsflächen A_E die abflusswirksamen Flächengrößen zu bestimmen. Mithilfe des Abflussbeiwertes, der je nach Flächenart variiert, wird der tatsächliche Regenwetterabfluss von den jeweiligen Flächen bestimmt. Der Abfluss von einer Grünfläche ist beispielsweise sehr gering, da ein Großteil des anfallenden Wassers bereits versickert. Der Abfluss von einer komplett versiegelten Fläche ist hingegen sehr groß.

Die Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_U erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 und liegt als Anlage 3 bei. Für die Ermittlung der abflusswirksamen Flächen wurden die folgenden Annahmen getroffen:

Für die asphaltierte Tiefgarageneinfahrt wurde ein Abflussbeiwert von 90 % angesetzt. Für die restlichen befestigten Flächen (Gehwege/Hofflächen) wurde als Oberflächenbefestigung ein undurchlässiger Pflasterbelag mit einem Abflussbeiwert von 75 % angenommen. Der Weg wird von einem ca. 50 cm breiten Streifen mit einem wasserdurchlässigen Belag eingefasst. Für die diese Flächen wurde ein Abflussbeiwert von 15 % angenommen. Ziel der Verwendung solcher wasserdurchlässigen Materialien ist es, eine Verringerung des Spitzenabflusses zu erreichen, um so wenig Wasser wie möglich bewirtschaften zu müssen. Für die Grünflächen (Rasen, Mischstauden- und Gräserpflanzung) wurde ein Abflussbeiwert von 10 % angesetzt. Da der Abfluss in Hanglagen beschleunigt wird, wurde für die steilen Grünflächen im Böschungsbereich ein höherer Abflussbeiwert von 30 % angenommen. Die Spielfläche ist mit einem Abflussbeiwert von 50 % teildurchlässig. Für die intensiv begrünten Dachflächen mit dem durchwurzelbaren Aufbau von ca. 15 cm wurden 15 % der Fläche als abflusswirksam angesetzt. Dieser Wert wurde geringer als üblich (50 %) angenommen, da das anfallende Niederschlagswasser in einer Retentionsebene auf der Tiefgarage zwischengespeichert und verzögert abgeleitet wird. Ca. 40 % der Gründachfläche wird für die Installation von Technik freigehalten (\cong 60 % Gründach). Für diese meist mit Kies untersetzten Flächen, wurde ein Abflussbeiwert von 90 % angesetzt, ebenso wie für die Flachdächer der Staffelgeschosse. Weiterhin werden die Gründächer von einer ca. 0,5 m breiten Attika begrenzt, für die ein Abflussbeiwert von 100 % angenommen wurde, da das anfallende Niederschlagswasser auf der abgeschrägten, glatten Oberfläche vollständig abfließt.

3.3.3 Ermittlung der Regenwetterdaten

Grundlage für die Bemessung der Entwässerungsanlagen sind die entsprechenden maßgebenden Regenwetterdaten. Diese wurden vom Deutschen Wetterdienst bezogen. Die entsprechenden Niederschlagsspenden können der Anlage 4 entnommen werden. Als Bemessungshäufigkeit bzw. Versagenshäufigkeit von Versickerungsanlagen ist das 5-jährige Regenereignis heranzuziehen. Dies entspricht der mittleren Zeitspanne, in der ein Regenereignis den entsprechenden Wert erreicht oder überschreitet. Für das Einzugsgebiet 1 wurde das 30-jährige Regenereignis zur Bemessung herangezogen, um eine zusätzliche Sicherheit für den Bereich der Tiefgarageneinfahrt zu gewährleisten.

3.3.4 Dimensionierung der Versickerungsanlagen

Die geplanten Versickerungsanlagen sind gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 zu dimensionieren. Dabei ist für jedes Einzugsgebiet die jeweilige Versickerungsanlage zu dimensionieren. Es sind insgesamt drei Einzugsgebiete zu berücksichtigen in denen eine Versickerung von Niederschlagswasser möglich ist.

Bei der Berechnung wurde gemäß Arbeitsblatt DWA-A 117⁸ ein Zuschlagsfaktor von 1,2 berücksichtigt, um einer möglichen Unterbemessung im Vergleich mit einer Berechnung per Langzeitsimulation vorzubeugen.

Nachfolgend werden die Abmessungen der geplanten Versickerungsanlagen je nach Einzugsgebiet beschrieben. Die entsprechende Lage der Einzugsgebiete kann dem in Anlage 2 beigefügten Lageplan entnommen werden. Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Einzugsgebiet 1:

Die Versickerung in diesem Einzugsgebiet erfolgt über eine unterirdische Rigole westlich der Tiefgarageneinfahrt. Das vom Hang abfließende Regenwasser wird über Punktabläufe bzw. Entwässerungsrinnen vor der Einfahrt gesammelt und über Grundleitungen zur Rigole geführt. Diese hat ein Speichervolumen von 19,7 m³. Die Rigole ist als Kastenrigole auszuführen. Die Rigole ist für das 30-jährige Regenereignis dimensioniert. Es wird darauf hingewiesen, dass mögliche Leitungen, Rinnen und Abläufe ebenso für dieses Regenereignis auszulegen sind.

Einzugsgebiet 2:

Die Regenwasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet sieht für die Gebäude sowie die Tiefgaragendecke eine Kaskadenentwässerung vor. Bei diesem Konzept wird das auf den Gründächern und Staffelgeschossen anfallende Regenwasser in eine ca. 60 cm mächtige Retentionsebene auf der Tiefgaragendecke geleitet. Das vom Dach anfallende Regenwasser auf der nicht der Tiefgarage zugewandten Gebäudeseite wird über Fallrohre und Grundleitungen direkt in die Rigole geführt. Die Fallrohre

⁸ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA | Hrsrg.): Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA-A 117) | Hennef | 2014.

auf der Innenhofseite werden direkt an die Retentionsebene auf der Tiefgaragendecke angeschlossen. Die Retention auf der Tiefgarage soll an drei Stellen über Überläufe/Drosselabläufe verfügen. Von dort aus wird das Regenwasser über Grundleitungen anteilig an drei Rigolen geleitet. Für Haus 3 und Haus 6 wird empfohlen, das Wasser einzelner Fallrohre in offene Rinnen zu überführen, die zur Retentionsebene auf der Tiefgarage geführt werden. Insgesamt ist ein Rigolenvolumen von ca. 61,3 m³ herzustellen. Die Rigolen sind als Kastenrigolen auszuführen.

Die Größe der Retentionsebene auf der Tiefgarage ist zunächst mit ca. 75 % der Gesamtfläche angenommen wurden. Die genaue Größe der möglichen Retentionsebene ist im weiteren Planungsverlauf im Zuge der Objektplanung in Zusammenarbeit mit der Außenanlagenplanung und einem Hersteller von Retentionsdächern zu erarbeiten. Durch diese Hersteller kann in der Regel eine detaillierte Simulation des möglichen Abflusses erfolgen. Des Weiteren kann in diesem Schritt geprüft werden, ob die Größe der Rigolen zur Erhöhung des Überflutungsschutzes auf ein stärkeres Regenereignis angepasst werden können.

Einzugsgebiet 3:

Die Versickerung in diesem Einzugsgebiet erfolgt über Mulden-Rigolen-Elemente. Demnach ist an der Oberfläche insgesamt ein Muldenvolumen von 9,1 m³ zu schaffen. Das Gesamtvolumen wird auf drei Mulden-Rigolen-Elemente aufgeteilt. Unterhalb der Mulden sind Kiesrigolen vorgesehen, welche ein Speichervolumen von 5,7 m³ aufweisen. Die Abmessungen der Mulden-Rigolen-Elemente sind aus der Berechnung in Anlage 3 zu entnehmen. Entsprechend der Geländehöhenplanung ist von Seiten des Außenanlagenplaners die Größe bzw. Lage der Mulden-Rigolen festzulegen. Es kann weiterhin geprüft werden, ob z. B. beim Einsatz von Winkelstützwänden eine Herstellung der Anlagen im Zuge dessen auf einer höheren Ebene erfolgen kann.

3.3.5 Verortung der Versickerungsanlagen

Nachdem die Versickerungsanlagen dimensioniert wurden, sind diese im nächsten Schritt im Lageplan zu verorten. Die Lage der Mulden hängt in hohem Maße von der Deckenhöhenplanung der Außenanlagen ab. Im Rahmen der Entwässerungskonzeption werden die Mulden zunächst beispielhaft auf dem Grundstück verortet. In der weiterführenden Objektplanung ist die Lage und Aufteilung der erforderlichen Muldenfläche ggf. anzupassen. Bei der Konzeption wurde sich an den geplanten Höhen orientiert.

Bei der endgültigen Verortung der Anlagen sind die folgenden Randbedingungen zu beachten:

Zum einen sind Versickerungsanlagen so anzulegen, dass eine dauerhaft wiederkehrende Beeinträchtigung der Nachbargrundstücke, z. B. durch eine zu klein ausgelegte und beim Bemessungsregen überlaufende Mulde in der Nähe der Grundstücksgrenze, ausgeschlossen ist. Weiterhin sollten Versickerungsanlagen mindestens im 1,5-fachen Abstand von der Baugruben- bzw. Fundamenttiefe des Gebäudes angelegt werden. Sofern die Gebäudeaußenwände wasserdruckhaltend abgedichtet sind, ist der Abstand einer Versickerungsanlage zur Gebäudewand unkritisch. Darüber hinaus sind

die geplanten Regenwasseranlagen in der weiterführenden Objektplanung mit den bestehenden und geplanten Medien auf dem Grundstück hinsichtlich etwaiger Kollisionen zu koordinieren.

Die zum jetzigen Zeitpunkt beispielhaft dargestellte Lage der geplanten Versickerungsanlagen kann dem Lageplan (Anlage 2) entnommen werden. Da die für Versickerung zur Verfügung stehende Fläche durch die Hanglage und die Retentionsebene auf der Tiefgarage stark eingeschränkt ist, sind vorzugsweise unterirdische Rigolen zwischen den Gebäuden vorgesehen.

3.4 Regenwasserbehandlung – Varianten

Regenwasser kann grundsätzlich sowohl zentral mithilfe von Regenklär- bzw. Absetzbecken oder Retentionsbodenfiltern als auch dezentral gereinigt werden.

3.4.1 Dezentrale Regenwasserbehandlung

Eine dezentrale Behandlung des Regenwassers ermöglicht eine separate Reinigung der verschmutzten Teilströme. Sie kann über bestimmte Versickerungsmechanismen, wie z. B. über belebte Bodenzonen oder Pflastersteine mit Filterfunktion erfolgen. Die Versickerung über eine belebte Oberbodenpassage erfordert jedoch ausreichend hierfür zur Verfügung stehende Fläche, z. B. für die Schaffung von Versickerungsmulden. Die Reinigungsleistung hängt unter anderem von der Infiltrationsgeschwindigkeit ab. Diese darf einerseits nicht zu hoch sein, um eine ausreichende Zurückhaltung von Grob- und Feinstoffen zu gewährleisten. Andererseits darf die Infiltrationsgeschwindigkeit nicht zu niedrig sein, da ein zu langes Einstauen des Regenwassers die Gefahr der Verschlickung und Verdichtung der Oberfläche deutlich erhöht. Der optimale Infiltrationsbereich liegt zwischen 1×10^{-4} und 1×10^{-5} m/s. Die Versickerung über eine belebte Bodenschicht stellt die preisgünstigste Variante dar.

Sofern eine Versickerung über die belebte Bodenschicht aufgrund nicht ausreichender Grünflächen ausscheidet, besteht die Möglichkeit, spezielle Reinigungsprozesse in Straßen- bzw. Hofabläufe zu integrieren. Das Regenwasser durchläuft hierbei eine oder mehrere Filteranlagen im Straßenablauf.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, Reinigungsprozesse mithilfe technischer Anlagen in das Kanalnetz zu integrieren. Zum einen kann die Regenwasserreinigung in speziellen Rohrleitungen erfolgen. Diese werden entgegen der Fließrichtung geneigt, sodass ein Dauerstaubereich entsteht, in dem Sedimentationsvorgänge stattfinden können. Zum anderen ist eine Reinigung des anfallenden Regenwassers über einen Sedimentationsschacht möglich. Hierbei wird das Wasser dem Schacht so zugeführt, dass im Schacht eine Kreisel-Strömung entsteht. Mithilfe zusätzlicher Technologie werden neben sich absetzenden Grobstoffen auch Feinstoffe gefiltert. Sowohl bei dem Sedimentationsrohr als auch bei dem Sedimentationsschacht existieren technische Vorrichtungen, welche auch bei eventuellen Havariefällen Leichtflüssigkeiten, wie z. B. Öl zurückhalten.

3.4.2 Zentrale Regenwasserbehandlung

Eine zentrale Reinigung des vermischten Regenwassers verschiedener Flächentypen und -belastungen am Ende eines Einzugsgebietes umfasst den Einsatz von Absetz- bzw. Regenklärbecken sowie

Retentionsbodenfiltern. Letztere Variante wird in Form von offenen Bodenfilterbecken umgesetzt, deren bepflanzte Sohle als Filterkörper ausgebildet ist. Unter dem Filterkörper befindet sich eine Drainage, die das Wasser an einen Vorfluter abführt. Eine weitere Möglichkeit der zentralen Behandlung von Niederschlagswasser ist die Reinigung in einem Absetz- bzw. Regenklärbecken. Hierbei fließen die von der Einzugsfläche gebündelten Regenwassermengen über das Kanalnetz in das Absetzbecken, wo es zu Sedimentationsvorgängen kommt. Damit die Ablagerung der Teilchen optimal stattfinden kann, müssen Absetzbecken bestimmte Maße aufweisen. So müssen sie über eine ausreichend lange Sedimentationsstrecke sowie Absetztiefe verfügen. Um eine Aufwirbelung bereits abgesetzter Teilchen zu verhindern, wird das zuströmende Wasser z. B. durch den Einsatz von Prallwänden beruhigt. Eine Tauchwand ermöglicht zudem das Zurückhalten von Schwimmstoffen, wie z. B. von Ölen.

3.5 Regenwasserbehandlung

Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, ist eine Behandlung des im Plangebiet anfallenden Regenwassers gemäß DWA-M 153 nicht erforderlich (Anlage 3).

3.6 Wasserrechtliche Erlaubnis

Es ist weiterhin zu prüfen, ob es einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Versickerung des Niederschlagswassers im Plangebiet bedarf. Hierzu sind die Anforderungen aus der Verordnung über die erlaubnisfreie Einleitung von Niederschlagswasser in das Grundwasser durch schadlose Versickerung (Versickerungsfreistellungsverordnung – BbgVersFreiV) zu berücksichtigen.

Aufgrund der in § 3 – Ausschluss bestimmter Herkunftsflächen – genannten Einschränkungen für Herkunftsflächen, welche von der Erlaubnisfreiheit ausgeschlossen werden, ist insbesondere der von Bedeutung: „Von der Erlaubnisfreistellung bleibt das Versickern von gesammelt abfließendem Niederschlagswasser folgender Herkunftsflächen ausgenommen: Absatz 5 – abflusswirksam versiegelte Flächen größer als 800 Quadratmeter sowie Gebäude mit einer Grundfläche größer als 400 Quadratmeter“.

3.7 Überflutungsbetrachtung

Im Rahmen der Überflutungsbetrachtung ist das Volumen des bei Starkregenereignissen anfallenden Niederschlagswassers, welches schadlos auf dem eigenen Grundstück zurückgehalten werden muss, zu bestimmen. Die Anordnung und Aufteilung des erforderlichen zurückzuhaltenden Regenwasservolumens im Überflutungsfall müssen entsprechend der örtlichen Verhältnisse erfolgen.

Gemäß Auskunft der Unteren Wasserbehörde (E-Mail vom 26.01.2022) ist im Rahmen der Genehmigungsplanung für das Bauvorhaben ein Überflutungsnachweis zu führen. Aufgrund der topografischen Lage des Baugebiets in einer Senke, ist die Durchführung des Überflutungsnachweises zudem von besonderer Relevanz. Sensible Objekte, wie Hauseingänge, Lichtschächte, Tiefgarageneinfahrten o. Ä. sind besonders gefährdet durch eine Überflutung im Starkregenfall. Weiterhin sei vermerkt, dass die Terrassen hinter den Häusern aufgrund der Nähe zu den steilen Böschungen ebenfalls anfällig für Überflutung sind. Ggf. müssen die Terrassen erhöht ausgeführt werden, um eine Gefährdung auszuschließen.

4 Zusammenfassung

Zusammenfassend wird deutlich, dass die Regenwasserbewirtschaftung im Plangebiet dezentral, durch den Einsatz von Rigolen, Mulden-Rigolen-Elementen und einer Retentionsebene erfolgen kann. Teils ist der Baugrund gering wasserdurchlässig, was zu einer nicht-tolerierbaren Entleerungszeit (> 24 h) von Versickerungsmulden führen würde. Dementsprechend kommen Rigolen oder Mulden-Rigolen-Elemente zum Einsatz. Die Tiefgaragenüberdeckung wird mit einer Retentionsebene ausgestattet, welche eine zusätzliche Zwischenspeicherung des auf den Gründächern anfallenden Niederschlagswassers gewährleisten.

Aufgrund dessen empfehlen wir eine Kombination aus verschiedenen Bausteinen:

1. Verringerung der Versiegelung auf ein Mindestmaß
2. Erhöhung der Verdunstung durch den Einsatz von Gründächern
3. Einbau einer Retentionsebene auf der Tiefgarage zur Zwischenspeicherung des anfallenden Niederschlagswassers von Dachflächen (Kaskadenentwässerung)
4. Einbau von Rigolen und Mulden-Rigolen-Elementen in Bereichen, in welchen der Boden versickerungsfähig ist
5. Durchführung eines Überflutungsnachweises zur Wahrung der Überflutungssicherheit im Starkregenfall

Im Ergebnis steht ein Entwässerungskonzept, welches optimal in die Gestaltung der Freianlagen integriert werden kann und keine nachteiligen Einflüsse auf den lokalen Wasserhaushalt hat. Durch die Möglichkeit der Verdunstung auf den Gründächern und der überdeckten Tiefgarage verringert sich das anfallende Regenwasser. Das übrige Regenwasser kann vor Ort vollständig versickert werden und muss nicht abgeführt werden.

Anlagen

5 Anlagenverzeichnis

- Anlage 1** Bericht zur geotechnischen Vorerkundung vom Mai 2021 (GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR)
- Anlage 2** Lageplan Entwässerungskonzept vom 01.02.2022
- Anlage 3** Berechnung der Versickerungsanlagen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 und Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153
- Anlage 4** Niederschlagsspenden (itwh GmbH 2020: KOSTRA-DWD 2010R 3.2.3)

**BV Kelmstraße 9
in 15344 Strausberg**

**Bericht zur geotechnischen
Vorerkundung**

Mai 2021

für

Wohnen am Weinberg GmbH
Würzburger Straße 2, 97234 Reichenberg

von

GRUND + BODEN consulting
Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR
Tanusstraße 32, 12161 Berlin
FON: 030-88 67 55 99
E-Mail: buero@grund-boden.com

Mai 2021

Inhalt

1. Zusammenfassung	4
2. Veranlassung	5
3. Daten zum Grundstück	5
3.1 Beschreibung des Grundstückes	5
3.2 Beschreibung der geplanten Bebauung	6
3.3 Geologie und Hydrogeologie	6
4. Vorgehensweise	7
4.1 Aufschlussbohrungen	7
4.2 Rammsondierungen	8
4.3 Untersuchungen von Bodenproben	8
4.3.1 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen	8
4.3.2 Untersuchung von Bodenproben auf Schadstoff- gehalte	9
5. Baugrundsituation	9
5.1 Schichtenfolge / Schadstoffgehalte	9
5.2 Lagerungsdichten	11
5.3 Grundwasser	11
5.4 Bodenklassifikation	11
5.4.1 Bodengruppen nach DIN 18196	11
5.4.2 Homogenbereiche nach DIN 18300	12
5.4.3 Frostempfindlichkeitsklassen	12
5.5 Bodenkenngroßen	12
6. Gründung	14
6.1 Gründungsempfehlungen und Hinweise	14
6.2 Zulässige Belastung des Untergrundes	16
6.3 Abdichtungsmaßnahmen	17
6.4 Baugrube	18
6.4.1 Wasserhaltung	18
6.4.2 Baugrubenverbau	18
6.4.3 Aushub	19
7. Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlägen	19
8. Sonstige Hinweise	20

Anhang

ABBILDUNGEN

Anlage 1: Lage des Baugrundstückes

Anlage 2: Übersichtsfotos zum Baugrundstück

Anlage 3: Geplante Bebauung

Anlage 4: Geologische und Hydrogeologische Karte

Anlage 5: Bohrprofile aus der Bohrdatenbank

Anlage 6: Lage der Rammkern- / Rammsondierungen

Anlage 7: Fotodokumentation zu den Rammkernsondierungen H 1-1 bis H 3-1

Anlage 8: Fotodokumentation zu den Rammkernsondierungen H 4-1 bis H 6-1

Anlage 9: Zusammenstellung der Bohrprofile und Rammdiagramme

Anlage 10: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA TR Boden

Anlage 11: Lage der empfohlenen ergänzenden Rammkern- und Rammsondierungen

BOHRPROFILE

RAMMDIAGRAMME

PRÜFBERICHTE

Anlage 1: Prüfbericht Nr. 21-0267, PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH

Anlage 2: Prüfberichte Nr. 2021P14583/1 und 2021P14584/1 ,
GBA Gesellschaft für Bioanalytik GmbH

1. Zusammenfassung

Die Wohnen am Weinberg GmbH beauftragte über das Planungsbüro Möller Mainzer Architekten GmbH das Büro GRUND+BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR mit der Durchführung einer geotechnischen Vorerkundung für das Bauvorhaben Kelmstraße 9 in 15344 Strausberg. Im Rahmen des Bauvorhabens ist die Errichtung von 6 mehrgeschossigen Wohngebäuden auf einer gemeinsamen Tiefgarage geplant. Ziel der geotechnischen Vorerkundungen war es, erste Erkenntnisse zum Baugrundaufbau und zu den Grundwasserverhältnissen zu erhalten.

Zur Erkundung des Baugrundaufbaus wurden sechs Rammkernsondierungen (H 1-1 bis H 6-1) und drei Rammsondierungen (DPH 2, 4 und 5) bis 8,0 m u. GOK durchgeführt. Anhand der Aufschlussbohrungen kann der Aufbau des Baugrundes bis 8 m u. GOK vereinfacht wie folgt angegeben werden:

- bis max. 2,1 m u. GOK: **Oberboden**, Sande, humos bis stark humos (H 3-1 bis H 6-1)
- bis max. 2,5 m u. GOK: **Auffüllungen**, Sande, z.T. bauschutthaltig
- bis max. 4,0 m u. GOK: **Sande**, locker gelagert
- bis 8,0 m u. GOK: **Sande**, mitteldicht gelagert

Das Grundwasser wurde bis 8,0 m u. GOK nicht angeschnitten.

Unter Berücksichtigung der abzutragenden Lasten und der zulässigen Belastbarkeit des Untergrundes kann die Gründung der geplanten Neubauten als Plattengründung oder als Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in den unterhalb der Auffüllungen anstehenden Sanden erfolgen.

Die Bodenkenngößen sowie weitere Angaben zur Gründung und zulässigen Belastung des Untergrundes sowie Empfehlungen zu Abdichtungsmaßnahmen sind in den jeweiligen Kapiteln des Gutachtens enthalten.

Für eine abschließende Bewertung reichen die vorliegenden Erkenntnisse nicht aus. Für die konkrete Bauplanung werden ergänzende Untersuchungen empfohlen.

2. Veranlassung

Am 06.04.2021 beauftragte die Wohnen am Weinberg GmbH über das Planungsbüro Möller Mainzer Architekten GmbH das Büro GRUND+BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR mit der Durchführung einer geotechnischen Vorerkundung für das Bauvorhaben Kelmstraße 9 in 15344 Strausberg.

Im Rahmen des Bauvorhabens ist die Errichtung von sechs mehrgeschossigen Wohngebäuden auf einer gemeinsamen Tiefgarage geplant. Ziel der geotechnischen Vorerkundungen war es, erste Erkenntnisse zum Baugrundaufbau und zu den Grundwasserverhältnissen zu erhalten.

3. Daten zum Grundstück

3.1 Beschreibung des Grundstückes

Das rund 10.300 m² umfassende Grundstück Kelmstraße 9, 15344 Strausberg wird nördlich durch die Kelmstraße begrenzt. Westlich verläuft die Berliner Straße mit einer Straßenbahn-Trasse. Im Osten grenzt das Grundstück Kelmstraße 6 mit einem Hotelbau an. Im Süden befindet sich eine bewaldete, höher gelegene Fläche. Zur Lage des Baugrundstückes, s. ABBILDUNGEN, Anlage 1.

Das Grundstück gehört zu einer als „Weinberge“ bezeichneten Grünfläche und ist aktuell unbebaut und ungenutzt. Im zentralen Grundstücksbereich befindet sich eine betonierte und abgedeckte Grube unbekannter Nutzung, die z. T. mit Abfall verfüllt ist. Im weiteren Grundstücksbereich ist die Bodenoberfläche unversiegelt.

Die Baufläche ist randlich stark mit Bäumen und im zentralen Bereich mit Buschwerk bewachsen. Die Geländeoberfläche liegt im zentralen Bereich der Baufläche zwischen 74 m NHN bis 75 m NHN und steigt im Osten, Süden und Westen über Böschungen bis auf max. 84 m NHN an, s. ABBILDUNGEN, Anlage 2.

3.2 Beschreibung der geplanten Bebauung

Die Wohnen am Weinberg GmbH plant auf dem Grundstück den Neubau von sechs Wohnhäusern (Haus 1 bis 6) mit Grundflächen zwischen ca. 200 m² bis 250 m².

Die Neubauten sollen mit drei- bis vier Obergeschossen und einem Staffelgeschoss auf einer gemeinsamen Tiefgarage errichtet werden. Die Oberkante des Fußbodens im Erdgeschoss wird in der Entwurfsplanung bei 75,5 m NHN angegeben, s. ABBILDUNGEN, Anlage 3.

Für die angesetzte Höhe der Unterkante des Untergeschosses lagen Angaben vor. Bei der Bewertung wurde eine Höhe von 72,0 m NHN angenommen.

3.3 Geologie und Hydrogeologie

Gemäß der geologischen Karte von Brandenburg befindet sich das Grundstück im Bereich von Schmelzwassersanden der Barnim-Hochfläche, s. ABBILDUNGEN, Anlage 4, oben.

In der Landesbohrdatenbank lagen Bohrprofile aus der Umgebung des Baugrundstückes vor, die jeweils bis ca. 10 m u. GOK überwiegend sandige Schichten ausweisen. In ABBILDUNGEN, Anlage 5 sind exemplarisch zwei dieser Bohrprofile dargestellt.

Das Grundwasser wird in der Hydrogeologischen Karte in einer Tiefe ab 59 m NHN angegeben. Bezogen auf eine Geländehöhe von 74 m NHN ergibt sich somit ein im zentralen Bereich der Baufläche ein Flurabstand des Grundwassers von 15 m. Das Baugrundstück liegt im Einflussbereich der östlich gelegenen Brunnengalerie des Wasserverbandes Strausberg - Erkner, s. ABBILDUNGEN, Anlage 4, unten.

4. Vorgehensweise

Im Rahmen einer geotechnischen Vorerkundung sollten mit geringem Umfang aussagekräftige erste Erkenntnisse zum Baugrundaufbau gewonnen werden. In Abhängigkeit von den Ergebnissen und der konkreteren Bauplanung sollten für den zweiten Bearbeitungsschritt, der geotechnischen Haupterkundung, ggf. ergänzende Erkundungen und Untersuchungen konzipiert werden.

4.1 Aufschlussbohrungen

Zur Erkundung des Baugrundaufbaus wurden am 20.04.2021 sechs Rammkernsondierungen (H 1-1 bis H 6-1) bis 8 m u. GOK in den Grundflächen der geplanten Häuser 1 bis 6 abgeteuft. Zur Lage der Bohrungen, s. ABBILDUNGEN, Anlagen 6 bis 8.

Die Festlegung der Bohrpositionen im Gelände erfolgte anhand der durch einen Vermesser mit Pflöcken markierten Hauseckpunkten.

Die Bohrarbeiten führte die Fa. GDAS, Geodienstleistungen Andreas Strencioch, im Rammkernverfahren mit einem Bohrdurchmesser von mindestens 50 mm durch. Die Festlegung der Bohransatzpunkte, die Aufnahme der Schichtenverzeichnisse und die Entnahme der Bodenproben erfolgten durch Frau Dipl. Geologin Renate Sommerburg von GRUND+BODEN consulting.

Die Geräte wurden nach jeder Probenahme sorgfältig gereinigt, um eventuelle Kontaminationen nicht zu verschleppen. Die Beprobung des Bohrgutes erfolgte schichtenweise in dicht schließende Glasgefäße. Die Proben aus den Aufschlussbohrungen werden als Rückstellproben für sechs Monate aufbewahrt.

Alle Rammkernsondierungen wurden bis zur geplanten Bohrtiefe durchgeführt. Bohrhindernisse lagen nicht vor. Organoleptische Auffälligkeiten, die auf mögliche Schadstoffeinträge hinweisen könnten, wurden bei den Bohrungen nicht festgestellt.

Die aufgenommene Schichtenfolge ist dargestellt in BOHRPROFILE und ABBILDUNGEN, Anlage 9.

4.2 Rammsondierungen

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte wurden am 21.04.2021 drei Rammsondierungen (DPH 2, DPH 4 und DPH 6) jeweils im einem Abstand von 1 m zu den Positionen der Rammkernsondierungen H 2-1, H 4-1 bzw. H 5-1 durchgeführt. Zur Lage der Rammsondierungen s. ABBILDUNGEN, Anlage 6.

Die Ausführung erfolgte durch die Fa. GDAS mit der schweren Rammsonde (DPH) nach EN ISO 22476-2:2005 (D). Die Rammsondierungen konnten bis zur vorgesehenen Endteufe von 8,0 m u. GOK durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammdiagramme den Bohrprofilen gegenübergestellt in RAMMDIAGRAMME und in ABBILDUNGEN, Anlage 9.

4.3 Untersuchungen von Bodenproben

4.3.1 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen

An vier repräsentativ ausgewählten Proben erfolgten im Labor Bestimmungen der Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4.

Folgende Proben wurden ausgewählt:

Sondierung	Entnahmetiefe in m u. GOK
H 3-1	0,9 – 2,3 m
H 3-1	2,5 – 3,0 m
H 3-1	3,0 – 4,1 m
H 3-1	4,7 – 6,0 m

Die Bestimmungen wurden im Labor der PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen lagen am 03.05.2021 mit dem Prüfbericht Nr. 21-0267 vor, s. PRÜFBERICHTE, Anlage 1.

4.3.2 Untersuchung von Bodenproben auf Schadstoffgehalte

Zur ersten Vorplanung der Verwertung / Entsorgung des bei den Baumaßnahmen anfallenden Bodenaushubs wurden die Proben aus den im Bereich der Häuser 1 und 2 bzw. 5 und 6 erkundeten Auffüllungen zu zwei Mischproben („MP H1+H2 Auffüllung“ bzw. „MP H5+H6 Auffüllung“) zusammengefasst. Die Untersuchung der Mischproben erfolgte auf die Parameter nach der LAGA TR Boden.

Die Einzelproben, aus denen die Mischproben hergestellt wurden, sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Mischprobe	Entnahmetiefe in m u. GOK
MP H1+H2 Auffüllung	H 1-1 / 0,0 – 1,9 m
	H 2-1 / 0,0 – 1,1 m
MP H5+H6 Auffüllung	H 5-1 / 0,3 – 1,1 m
	H 6-1 / 1,1 – 2,5 m

Die Untersuchungen der Mischproben erfolgten im DAkkS-akkreditierten Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik GmbH. Die Untersuchungsergebnisse lagen am 20.05.2021 mit den Prüfberichten Nr. 2021P14583/1 und 2021P14584/1 vor, s. PRÜFBERICHTE, Anlage 2.

5. Baugrundsituation

5.1 Schichtenfolge / Schadstoffgehalte

Die Aufschlussbohrungen ergaben folgenden Aufbau des Baugrundes, s. ABBILDUNGEN, Anlage 9:

Oberboden bis max. 2,1 m u. GOK bzw. max. 72,2 m NHN

Bei H 3-1 bis H 6-1 wurde Oberboden als oberste Schicht erkundet. Der Oberboden bestand aus humosen bis stark humosen Sanden und reichte bei H 4-1 bis 2,1 m u. GOK.

Auffüllungen bis max. 2,5 m u. GOK bzw. max. 71,9 m NHN

Auffüllungen wurden bei H 1-1, H 2-1, H 5-1 und H 6-1 festgestellt. Die Unterkanten der Auffüllungen wurden zwischen 1,1 m bis 2,5 m u. GOK bzw. max. 71,9 m NHN (H 6-1) erkundet.

Bei H 1-1 und H 2-1 enthielten die sandigen Auffüllungen geringe Anteile an feinkörnigen Ziegelresten (< 5%). Die Untersuchungen nach LAGA TR Boden ergaben für die Mischprobe MP H1+H2 Auffüllung eine Einstufung > Z 2, die aus dem erhöhten PAK-Gehalt von 110 mg/kg TS bzw. B(a)P-Gehalt von 6,9 mg/kg TS resultiert, s. ABBILDUNGEN, Anlage 10.

Bei H 5-1 war Ziegelbruch (ca. 10 %) in den sandigen Auffüllungen enthalten. Bei H 6-1 wurde bis 2,2 m u. GOK eine sandige Auffüllung ohne Fremdbestandteile erbohrt. Von 2,2 m bis 2,5 m u. GOK bestand die Auffüllung überwiegend aus Glasscherben und Ziegelbruch. Die Untersuchungen nach LAGA TR Boden ergaben für die Mischprobe MP H5+H6 Auffüllung eine Einstufung > Z 2, die aus dem im Eluat gemessenen Sulfat-Gehalt von 411 mg/l resultiert, s. ABBILDUNGEN, Anlage 10.

Hierbei handelt es sich nicht um abfallrechtliche Einstufungen, sondern nur um eine orientierende Ersteinschätzung.

Fein- bis Mittelsande bis Bohrendteufe (8 m u. GOK bzw. ca. 66 m NHN):
Unterhalb der Oberbodenschicht bzw. unterhalb der Auffüllungen wurden bis zur Endteufe der Bohrungen Fein- bis Mittelsande erkundet, die in Wechselfolgen Schluff oder auch Grobsand enthielten. Die Sande enthielten in unterschiedlichen Tiefen einzelne, ca. 10 bis 20 cm mächtige Lagen aus schluffigen Feinsanden bis feinsandigen Schluffen. Ab Tiefen von ca. 4,0 m u. GOK (ca. 70,0 m NHN) waren untergeordnet auch Grobsand oder Feinkies in den Sanden enthalten.

Aus den Sanden wurden vier Proben zur Bestimmung der Korngrößenverteilungen ausgewählt. Davon ergaben zwei Proben (H 3-1 / 0,9 – 2,3 m und H 3-1 / 3,0 – 4,1 m) enggestufte Sande (SE) mit Durchlässigkeitsbeiwerten (k_f -Werten) von $1,7 \cdot 10^{-4}$ und $9,2 \cdot 10^{-5}$ m/s. Die anderen beiden Proben (H 3-1 / 2,5 – 3,0 m und H 3-1 / 4,7 – 6,0 m) ergaben Sand-Schluff-Gemische (SU, SU*) mit k_f -Werten von $4,2 \cdot 10^{-6}$ und $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s.

5.2 Lagerungsdichten

Bei der Rammsondierung DPH 2 wurde für die bis 1,6 m u. GOK bzw. 72,6 m NHN erkundeten Auffüllungen und Sande eine nur lockere Lagerung ermittelt.

Die Rammsondierung DPH 4 ergab bis 4,0 m u. GOK bzw. 70,3 m NHN für den Oberboden bzw. für die darunter anstehenden Sande eine nur lockere Lagerung.

Die Rammsondierung DPH 5 ergab für die bis 1,1 m u. GOK bzw. 73,1 m NHN anstehenden Auffüllungen eine nur lockere Lagerung.

Die an allen drei Positionen nachfolgenden Sande waren durchgängig mitteldicht gelagert.

5.3 Grundwasser

Erwartungsgemäß wurde bis zur Bohrendteufe von 8,0 m u. GOK kein Grund- oder Schichtenwasser angeschnitten.

5.4 Bodenklassifikation

Die Bodenklassifikation erfolgte anhand der Geländebefunde und anhand der durchgeführten Korngrößenbestimmungen.

5.4.1 Bodengruppen nach DIN 18196

Die Unterteilung in Bodengruppen für Sande erfolgte gemäß der bodenmechanischen Ansprache in Abhängigkeit von der Ungleichförmigkeitszahl U und bei gemischtkörnigen Böden in Abhängigkeit vom Massenanteil der Kornfraktion $< 0,063$ mm.

Der Oberboden ist als gemischtkörniger Boden mit Beimengungen humoser Art (OH) einzuordnen. Die z. T. bauschutthaltigen Auffüllungen sind als Auffüllungen (A) zu bezeichnen. Die nachfolgenden Sande als enggestufte Sande (SE) und untergeordnet auch als Sand-Schluff-Gemische (SU, SU*) einzuordnen.

5.4.2 Homogenbereich nach DIN 18300

Nach der o.g. DIN sind vier Homogenbereiche auszuweisen:

- Homogenbereich 1 bildet der Oberboden.
- Homogenbereich 2 bilden die Auffüllungen.
- Homogenbereich 3 bilden die Im Bereich der Häuser 2 und 4 unterhalb der Oberbodenschicht bzw. unterhalb der Auffüllungen folgenden nur locker gelagerten Sande.
- Homogenbereich 4 bilden die Fein- bis Mittelsande mit mitteldichter Lagerung

5.4.3 Frostempfindlichkeitsklassen

Die sandige Auffüllung und die nachfolgenden enggestuften Sande sind als nicht frostempfindlich (Klasse F1) einzustufen. Der Oberboden und die Sand-Schluff-Gemische (SU) sind als frostempfindlich (F2) zu bewerten.

5.5 Bodenkenngrößen

Die im Folgenden aufgeführten Bodenkennwerte wurden unter Einbeziehung der Ergebnisse der Geländeuntersuchungen sowie aufgrund von Erfahrungswerten vergleichbarer Böden des Berliner Raumes ermittelt. Die Wichte γ bezieht sich auf erdfeuchte Böden.

Oberboden, Sand, z. T. stark humos	
H 3-1 bis H 6-1, bis 0,2...2,1 m u. GOK	
Bodengruppe (DIN 18196)	OH
Homogenbereich 1 nach DIN 18300	
Frostempfindlichkeit	F2
Wichte $\text{cal } \gamma$	17,0 kN/m ³
Reibungswinkel $\text{cal } \varphi'$	30,0°

Auffüllung, Sand, z. T. bauschutthaltig
locker gelagert
H 1-1, H 2-1, H 5-1, H 6-1; bis 1,1...2,5 m u. GOK

Bodengruppe (DIN 18196)	A
Homogenbereich 1 nach DIN 18300	
Frostempfindlichkeit	F1
Wichte γ	17,0 kN/m ³
Reibungswinkel φ'	30,0°
Steifemodul E_s	12,5 MN/m ²

Fein- bis Mittelsande, locker gelagert
DPH 2 bis 1,6 m u. GOK bzw. 72,6 m NHN
DPH 4 bis 4,0 m u. GOK bzw. 70,3 m NHN

Bodengruppe (DIN 18196)	SE, SU
Homogenbereich 2 nach DIN 18300	
Frostempfindlichkeit	F1, F2
Wichte γ	17,0 kN/m ³
Reibungswinkel φ'	30,0°
Steifemodul E_s	15 MN/m ²

Fein- bis Mittelsande, mitteldicht gelagert
ab 1,1...4,0 m bis Bohrendteufe (max. 8,0 m u. GOK)

Bodengruppe (DIN 18196)	SE, SU, SU*
Homogenbereich 2 nach DIN 18300	
Frostempfindlichkeit	F1, F2
Wichte γ	18,0 kN/m ³
Reibungswinkel φ'	32,5°
Steifemodul E_s	30 MN/m ²

Die jeweiligen Schichtgrenzen können entnommen werden aus
 ABBILDUNGEN, Anlagen 9 bzw. BOHRPROFILE.

6. Gründung

6.1 Gründungsempfehlungen und Hinweise

Unter Berücksichtigung der abzutragenden Lasten und der zulässigen Belastbarkeit des Untergrundes kann die Gründung des geplanten Neubaus als Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten oder als Plattengründung auf den Sanden erfolgen, die unterhalb der Auffüllungen erkundet wurden.

Haus 1

In der Grundfläche des Hauses 1 befindet sich eine betonierete Grube. Die Rammkernsondierungen H 1-1 wurde am Rand dieser Grube abgeteuft und ergab eine Auffüllung bis 1,9 m u. GOK bzw. 71,9 m NHN. Bei einem angenommenen Gründungsniveau von 72,0 m NHN wird die Auffüllung bei der Herstellung der Baugrube vollständig ausgehoben. Die nachfolgend anstehenden Sande waren bis zur Bohrendteufe mitteldicht gelagert und sind gut geeignet zur Aufnahme der abzutragenden Bauwerkslasten.

Sollte die rückzubauende Grube bis unter das Gründungsniveau reichen, ist die Verfüllung unter lagenweiser Verdichtung vorzunehmen.

Zur Kontrolle der Ergebnisse und Prüfung, ob sich die Auffüllung in gleicher Mächtigkeit über die gesamte Grundfläche des Hauses 1 fortsetzt, empfehlen wir eine weitere Rammkernsondierung bis 3 m u. GOK in der nördlichen Ecke des geplanten Hauses abzuteufen, s. ABBILDUNGEN, Anlage 11.

Haus 2, Haus 5 und Tiefgarage

Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse können die Gründungen im Bereich des Hauses 2, des Hauses 5 und der Tiefgarage auf den unterhalb der Auffüllungen anstehenden Sanden erfolgen. Die hier im angenommenen Gründungsniveau anstehenden Sande waren bis zur Bohrendteufe mitteldicht gelagert und sind gut geeignet zur Aufnahme der abzutragenden Bauwerkslasten.

Wir empfehlen, zur Verdichtung der Kenntnisse über die Auffüllungsmächtigkeiten zwei Rammkernsondierungen in den Hausgrundflächen und mittig im Bereich der Tiefgarage bis 3 m u. GOK

abzuteufen. Zur Prüfung der Lagerungsdichten empfehlen wir zwei Rammsondierungen mittig im Bereich der Tiefgarage bis 6 m u. GOK durchzuführen.

Haus 3

Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse kann die Gründung im Bereich des Hauses 3 auf den im angenommenen Gründungsniveau anstehenden Sanden erfolgen. Die Sande waren bis zur Bohrendteufe mitteldicht gelagert und sind gut geeignet zur Aufnahme der abzutragenden Bauwerkslasten.

Das Haus 3 greift in den im südlichen Grundstücksbereich vorhandenen Hang ein. Da dieser Bereich mit den bisherigen Erkundungen nicht erfasst wurde, empfehlen wir an der südwestlichen Hausecke eine weitere Rammkern- und Rammsondierung bis 8 m u. GOK abzuteufen.

Haus 4

Die unterhalb der Auffüllungen anstehenden Sande waren im Bereich des geplanten Hauses 4 bis 70,3 m NHN, d.h. bis 1,7 m unter angenommener Gründungsebene nur locker gelagert. In diesem Bereich könnten daher Nachverdichtungen erforderlich werden. Diese könnten ggf. von der Baugrubensohle aus oder durch weiteren Aushub und lagenweisen Wiedereinbau unter Verdichtung erfolgen.

Zur Eingrenzung des Bereiches mit nur locker gelagerten Sanden empfehlen wir an den drei verbleibenden Hausecken je eine Rammsondierungen bis ca. 8 m u. GOK bzw. zum Erreichen von mitteldicht gelagerten Sanden abzuteufen. Das Haus 4 greift in den im südlichen Grundstücksbereich vorhandenen Hang ein. Da dieser Bereich mit den bisherigen Erkundungen nicht erfasst wurde, empfehlen wir an der südlichen Hausecke eine weitere Rammkernsondierung bis 8 m u. GOK abzuteufen.

Haus 6

Das Haus 6 greift in den im östlichen Grundstücksbereich vorhandenen Hang ein. Die Rammkernsondierungen H 6-1 wurde im am unteren Rand des Hanges abgeteuft und ergab eine Auffüllung bis 2,5 m u. GOK bzw. 71,9 m NHN. Bei einem angenommenen Gründungsniveau von 72,0 m NHN wird die Auffüllung bei der Herstellung der Baugrube vollständig ausgehoben. Die nachfolgend anstehenden Sande waren bis zur Bohrendteufe mitteldicht gelagert und sind gut geeignet zur

Aufnahme der abzutragenden Bauwerkslasten.

Sollten die Auffüllungen bis unter das Gründungsniveau reichen, sind diese vollständig auszuhebenden und es ist eine Verfüllung unter lagenweiser Verdichtung vorzunehmen. Zur Kontrolle der Auffüllungsmächtigkeiten empfehlen wir, eine weitere Rammkernsondierung an der südlichen Hausecke bis 3 m u. GOK abzuteufen.

Da das Haus 6 in den Hang eingreift und dieser Bereich mit den bisherigen Erkundungen nicht erfasst wurde, empfehlen wir an der Hangoberkante bzw. der nordöstlichen Hausecke eine weitere Rammkern- und Rammsondierung bis 8 m u. GOK abzuteufen.

Zur Lage der empfohlenen weiteren Rammkern- und Rammsondierungen s. ABBILDUNGEN, Anlage 11.

6.2 Zulässige Belastung des Untergrundes

Ausgehend von einer frostfreien Gründung in den nachverdichteten Sanden bzw. in den mitteldicht gelagerten Sanden können prinzipiell die in der DIN 1054 Tab A 6.2 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden angesetzt werden. Die Voraussetzung hierfür – mindestens mitteldichte Lagerung ($D > 0,3$) – ist dann gegeben.

Tab. A 6.2:

Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen (Tabelle A 6.2, DIN 1054:2010-12)

Streifenfundamente	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²]					
	b bzw. b' [m]					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Kleinste Einbindetiefe d [m]						
0,5	280	420	460	390	350	310
1,0	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	550	480	410	360
2,0	560	700	590	500	430	390
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,3 \text{ m} \geq d \geq 0,5 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten b bzw. $b' \geq 0,3 \text{ m}$	210					

Sollte eine Plattengründung zur Ausführung kommen, sind für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem Bettungsmodulverfahren Grenzwerte für die Bettungsziffer zwischen 10 MN/m^3 und 15 MN/m^3 anzusetzen, die in den Randbereichen um das 2-fache erhöht werden können.

6.3 Abdichtungsmaßnahmen

Die vorzunehmende Abdichtung der erdberührten Bauwerksteile ist u. a. abhängig von der Einbindetiefe des Gebäudes in den Untergrund bzw. in das Grundwasser und von der Durchlässigkeit des anstehenden Bodens.

Grundwasser wurde bis zur Bohrendteufe von 8,0 m u. GOK nicht angeschnitten.

Für die auf dem Grundstück unterhalb der Auffüllungen anstehenden Fein- bis Mittelsande wurden k_f -Werte von $9,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ bis $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ermittelt. Sich aufstauendes Sickerwasser ist daher nicht auszuschließen.

Daher empfehlen wir bei der angenommenen Einbindetiefe des Gebäudes ≥ 3 m die Abdichtung der erdberührten Gebäudeteile entsprechend der Wasserwirkungsklasse W2.2-E, Situation 1: „Hohe Einwirkung von drückendem Wasser ≥ 3 m Eintauchtiefe“ nach DIN 18533-1 zu Grunde zu legen.

6.4 Baugrube

6.4.1 Wasserhaltung

Grundwasser wurde bis zur Bohrendteufe von 8 m u. GOK nicht angeschnitten. Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung sind nicht erforderlich.

6.4.2 Baugrubenverbau

Sofern eine Sicherung der z. T. an die herzustellende Baugrube angrenzenden bis 3,0 m hohen Böschungen erfolgt und ausreichend Fläche vorhanden ist, können die Baugrubenwände geböschet ausgebildet werden.

Hinsichtlich der Abböschung der Baugrube ist zu beachten, dass nach DIN 4124 nicht verbaute Baugruben und Gräben bis höchstens 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden dürfen, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1 : 10 bei den hier im oberen Bodenbereich anstehenden nicht bindigen Böden geneigt ist.

Nicht verbaute Baugruben und Gräben von mehr als 1,25 m Tiefe müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden, wobei der Böschungswinkel 45° bei nicht bindigen Böden nicht überschreiten darf.

Sollte kein ausreichender Platz zum Herstellen der Böschungen vorhanden sein, kann die Sicherung der Baugrube mit einem Träger-Bohl-Verbau erfolgen.

6.4.3 Aushub

Für die Erdarbeiten zur Herstellung der Baugrube sind die in 5.4.2 angegebenen Homogenbereiche nach DIN 18300 maßgeblich.

Nach dem Aushub sind das Auffüllungsmaterial und die nachfolgenden Sande für die Entsorgung / Verwertung getrennt zu halten. Entsprechend der durchgeführten orientierenden Untersuchungen auf die Parameter nach LAGA TR Boden kann für die Planung davon ausgegangen werden, dass die bauschutthaltigen Auffüllungen zumindest z. T. auch als > Z 2 einzustufen sind, s. PRÜFBERICHTE, Anlage 2 und ABBILDUNGEN, Anlage 10.

Aus den nachfolgenden Sanden wurden bisher keine Untersuchungen vorgenommen.

Für die Vorplanung kann davon ausgegangen werden, dass das Auffüllungsmaterial nicht für den Wiedereinbau auf dem Grundstück geeignet ist. Die gewachsenen Sande können für den Wiedereinbau auf dem Grundstück voraussichtlich verwendet werden.

Für die abschließende abfallrechtliche Einstufung sind Haufwerksbeprobungen und -untersuchungen vorzunehmen oder alternativ und nach vorheriger Abstimmung mit der Abfallbehörde ggf. eine Rasterfeldbeprobung durchzuführen.

7. Versickerungsmöglichkeiten für Niederschläge

Zur Feststellung der Durchlässigkeitsbeiwerte der gewachsenen Sande wurden Bestimmungen der Korngrößenverteilungen durchgeführt, die mit k_f -Werten zwischen $1,7 \cdot 10^{-4}$ m/s und $9,2 \cdot 10^{-5}$ m/s eine gute Durchlässigkeit für die enggestuften Fein- bis Mittelsande ergaben. Die Fein- bis Mittelsande stehen auf dem Grundstück in Wechsellagerungen mit Sand-Schluff-Gemischen an, für die mit k_f -Werten von $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s und $4,2 \cdot 10^{-6}$ m/s geringere Durchlässigkeiten ermittelt wurden, s. PRÜFBERICHTE, Anlage 1.

Die auf dem Grundstück unterhalb der Auffüllungen anstehenden Sande sind somit nur bedingt geeignet für die Aufnahme und Versickerung von Niederschlagswasser. Nach Festlegung der für die

Versickerung vorgesehenen Flächen, empfehlen wir eine erneute kleinräumige Prüfung vorzunehmen.

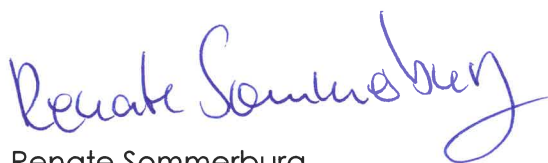
8. Sonstige Hinweise und Empfehlungen

Die durchgeführten Aufschlüsse geben lediglich eine punktuelle Auskunft über die Baugrundsichtung. Auch ist die Untersuchungsichte für eine abschließende Bewertung noch unzureichend.

Für die konkrete Bauplanung empfehlen wir, die im Kapitel 6.1 aufgeführten weiteren geotechnischen Erkundungen, insbesondere im Bereich der Häuser 3, 4 und 6 durchzuführen.

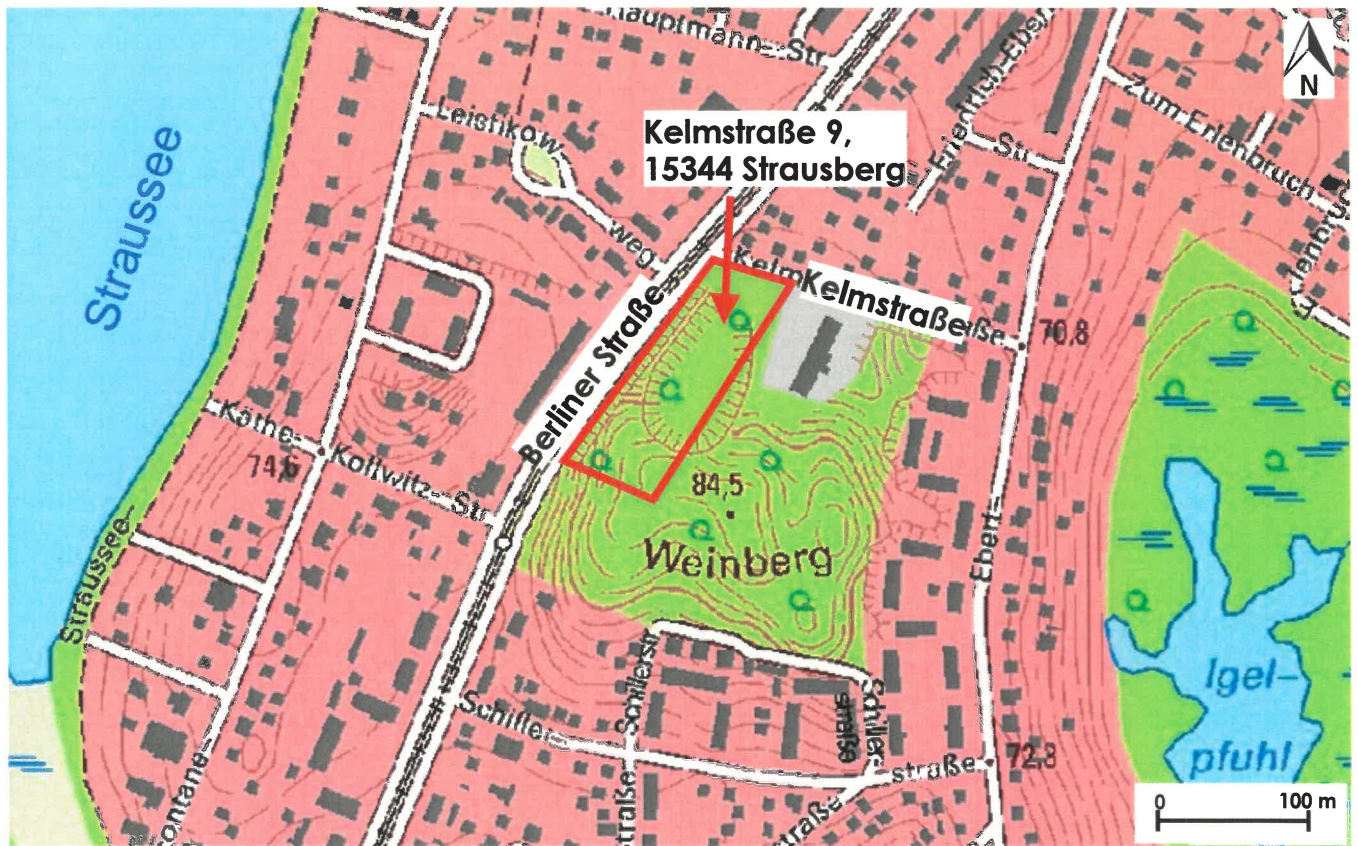
Im zentralen Grundstücksbereich befand sich eine Betongrube, über die keine weiteren Unterlagen zur ehemaligen Nutzung vorlagen. Vor dem Rückbau empfehlen wir, die Betonabdeckung der Grube zu öffnen, die Grubentiefe zu ermitteln und ggf. den Grubeninhalt zu überprüfen bzw. zu beproben.

Berlin, den 21.05.2021

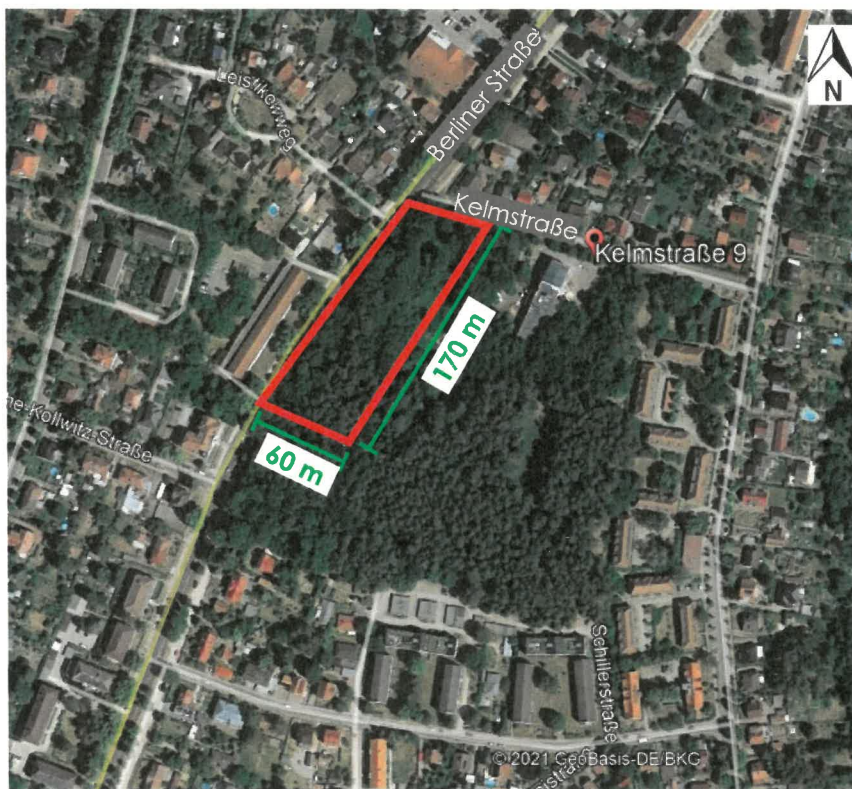


Renate Sommerburg
Diplom-Geologin

Abbildungen



Quelle: LBG, Topografische Karte



Quelle: Google Earth Pro

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 1
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Lage des Baugrundstückes	Mai 2021

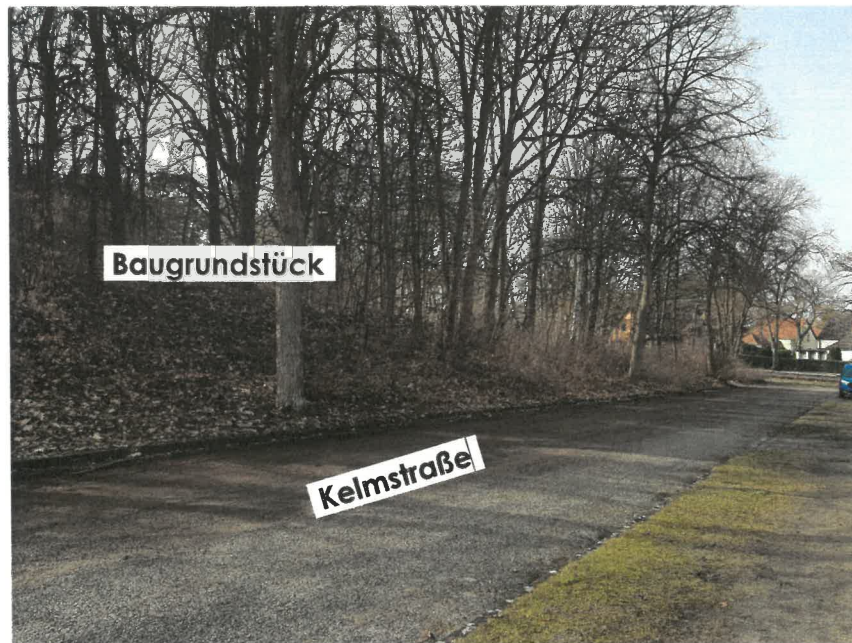


Foto 1: Blick in Richtung Westen entlang der Kelmstraße



Foto 2: Blick in Richtung Nordosten entlang der Berliner Straße

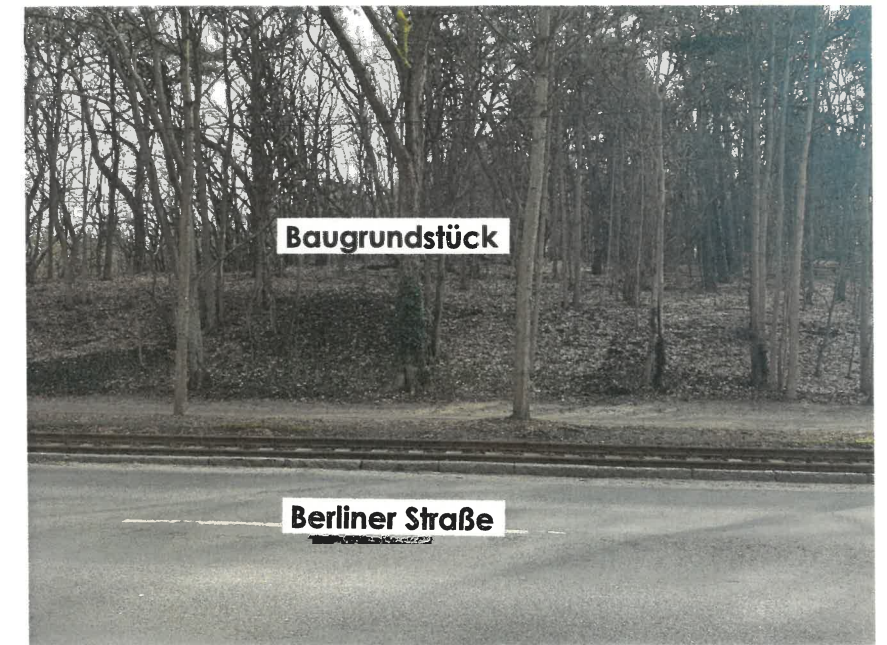


Foto 3: Blick in Richtung Osten von der Berliner Straße auf das Baugrundstück



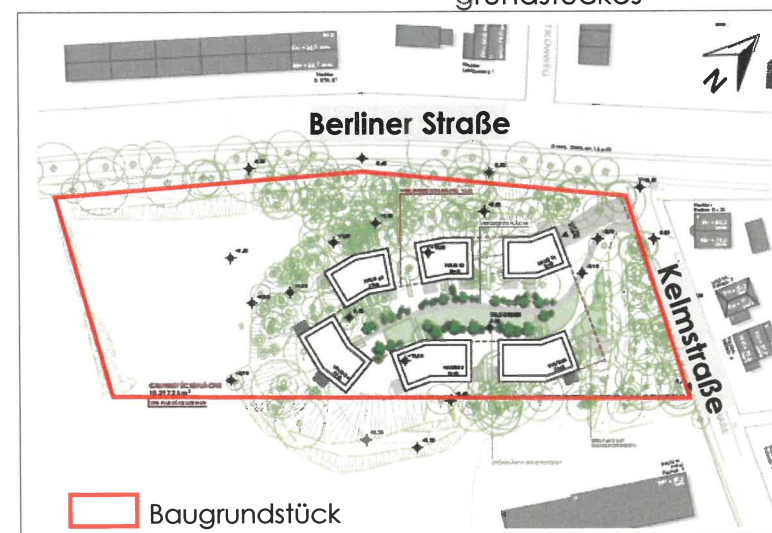
Foto 4: Blick vom Hang an der Berliner Straße in Richtung Norden



Foto 5: Blick vom Hang an der Berliner Straße in Richtung Osten auf den zentralen Bereich des Baugrundstückes



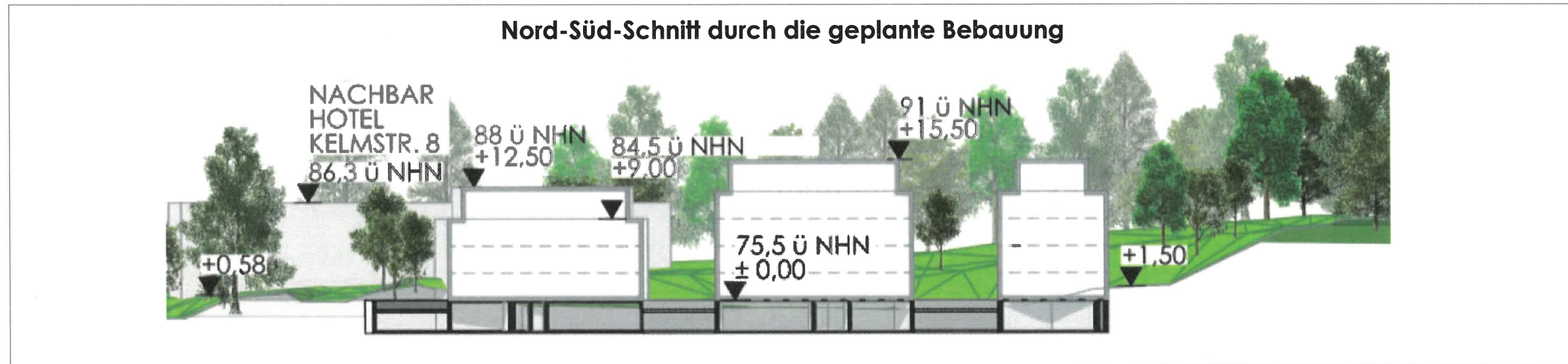
Foto 6: Blick vom Hang an der Berliner Straße in Richtung Südosten auf den zentralen Bereich des Baugrundstückes



GRUND + BODEN consulting Petra LauBat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 2
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Übersichtsfotos zum Baugrundstück	Mai 2021



Quelle: Entwurfsplanung Möller Mainzer Architekten GmbH, 13.08.2020

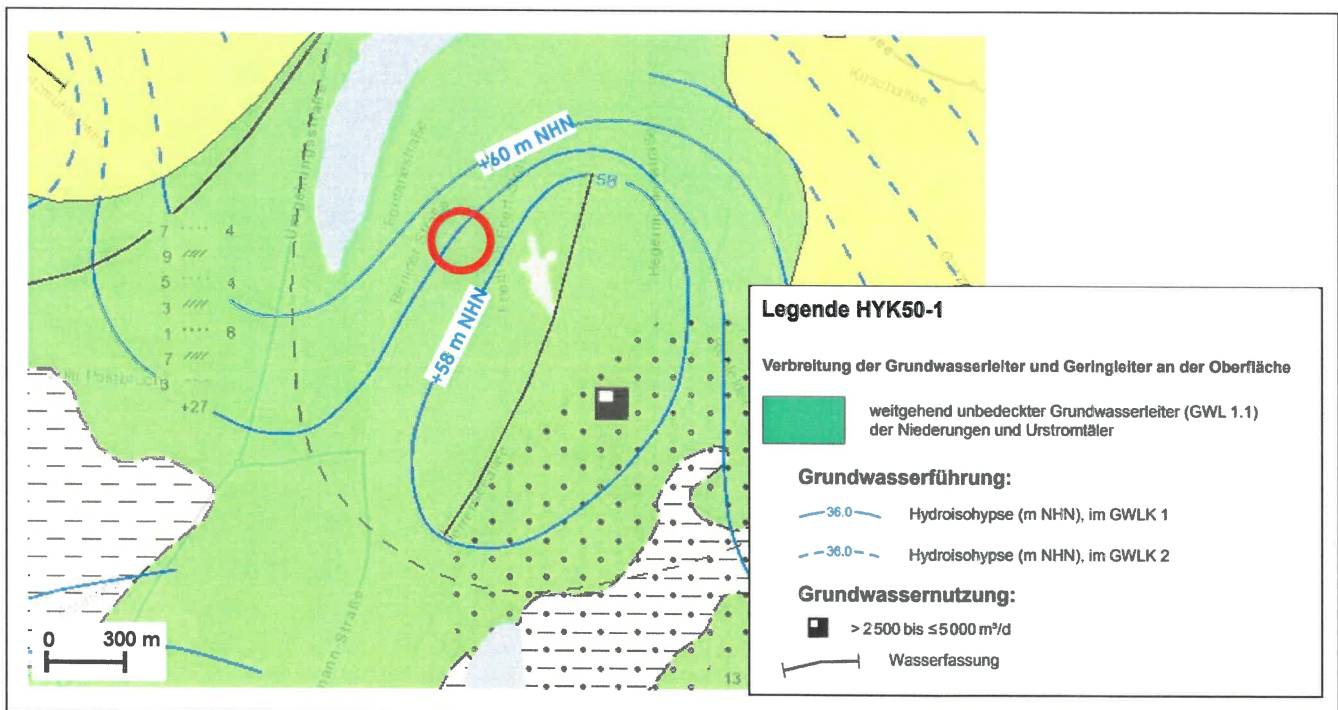


Quelle: Entwurfsplanung Möller Mainzer Architekten GmbH, 13.08.2020

GRUND + BODEN consulting Petra LauBat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 3
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Geplante Bebauung	
		Mai 2021

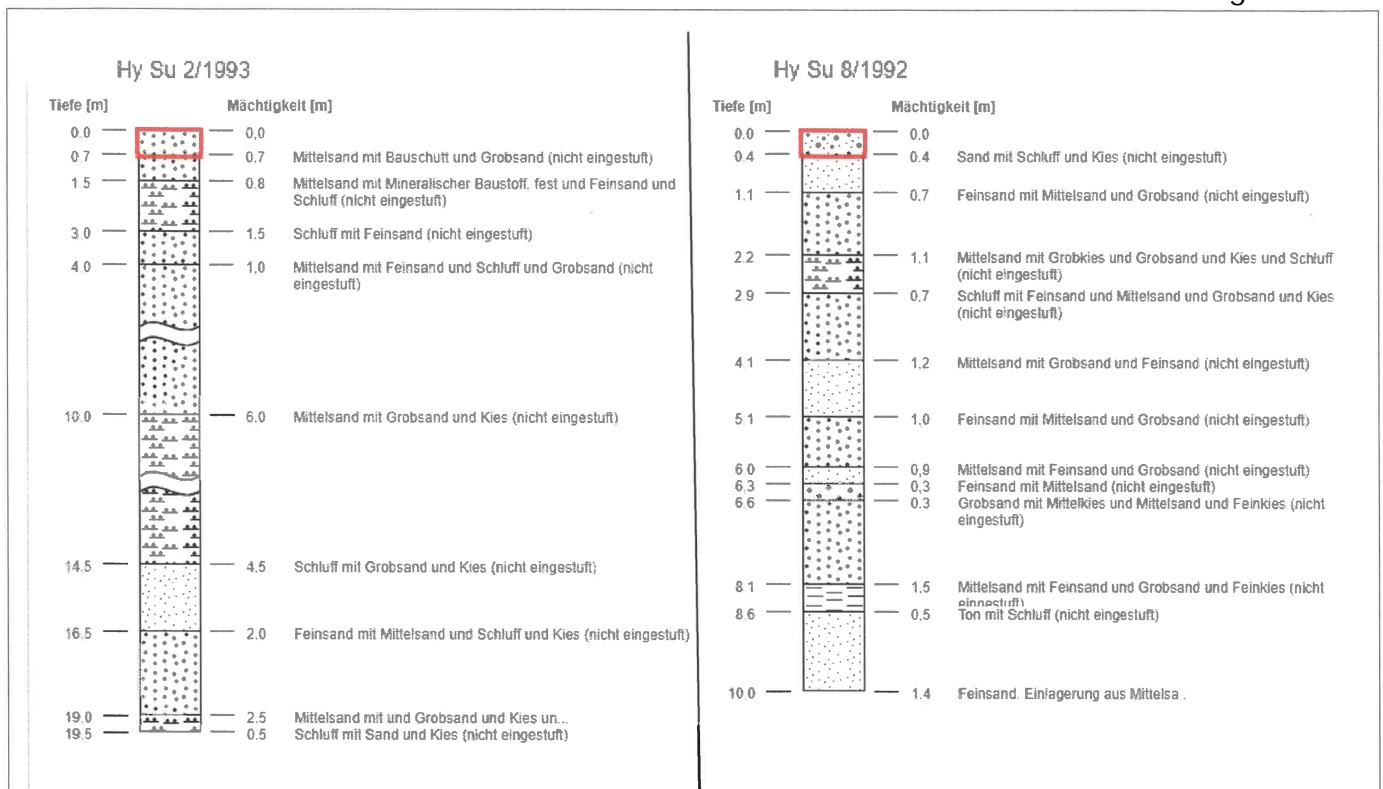


Quelle: LBGR Brandenburg, Geologische Übersichtskarte



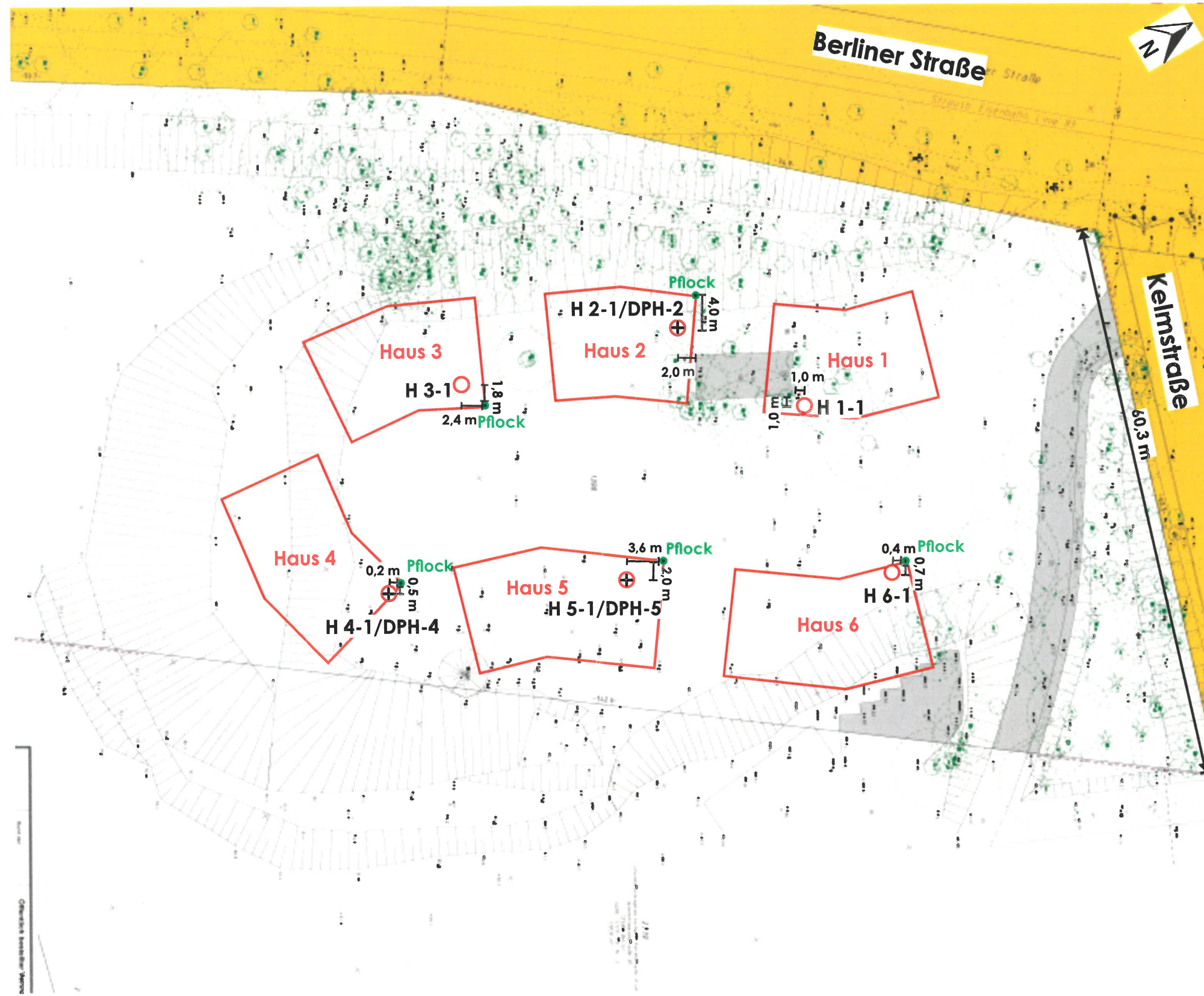
Quelle: LBGR Brandenburg, Hydrogeologische Karte (HYK50-1)

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 4
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Geologische und Hydrogeologische Karte	Mai 2021



Quelle: LBGR, Bohrdatenbank

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 5
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Bohrprofile aus der Bohrdatenbank	
		Mai 2021



- geplante Neubauten
- Rammkernsondierung (RKS) bis 8 m u. GOK
- ⊕ Rammkern- / Rammsondierung (DPL) bis 8 m u. GOK
- durch den Vermesser gesetzter Markierungspflock an der Gebäudeecke

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 6
	Objekt: Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Lage der Rammkern- und Rammsondierungen	Mai 2021

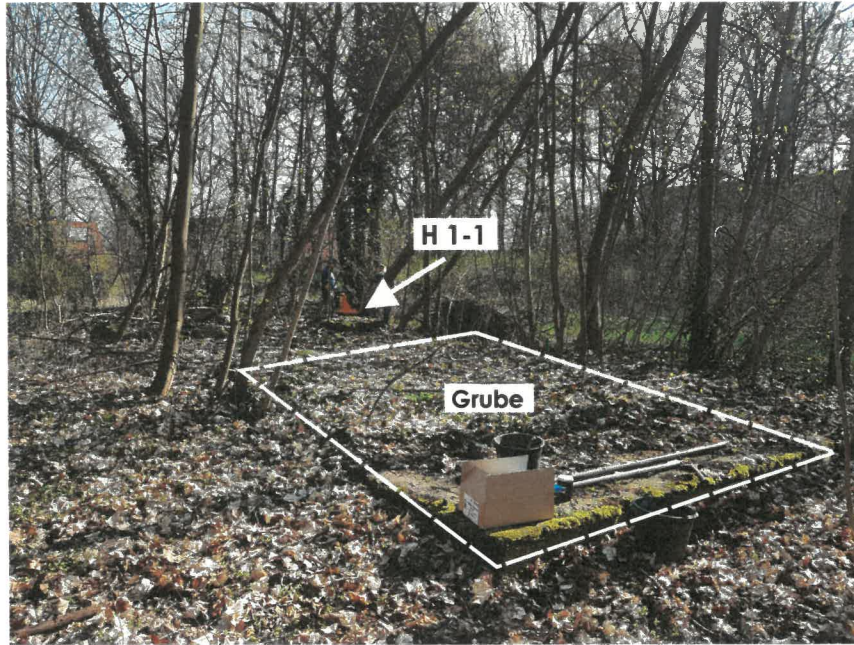


Foto 1: Position H 1-1 nahe der südöstlichen Ecke der Grube

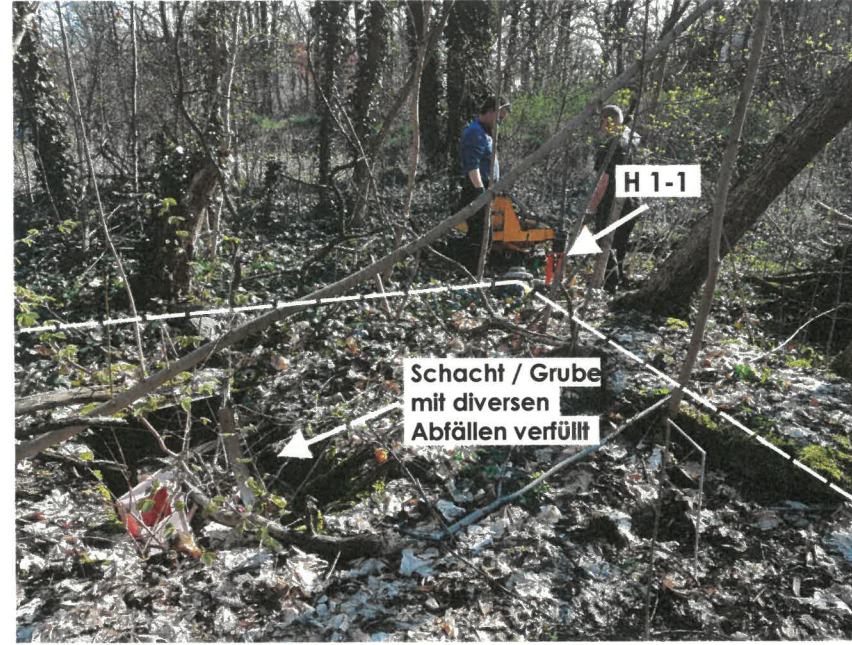


Foto 2: Nahaufnahme Position H 1-1

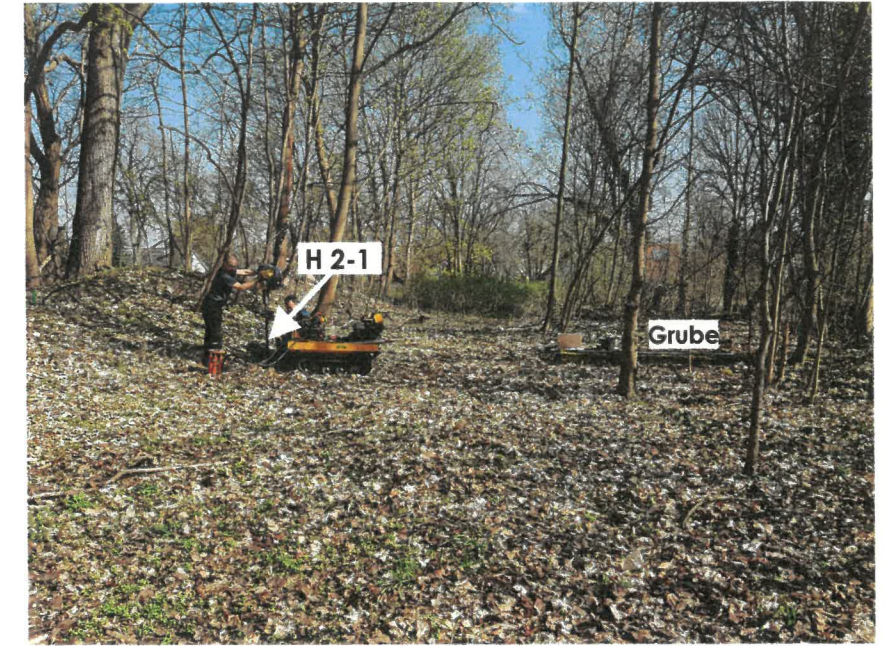


Foto 3: Blick in Richtung Osten auf die Position H 2-1 an der nordöstlichen Ecke des geplanten Hauses 2

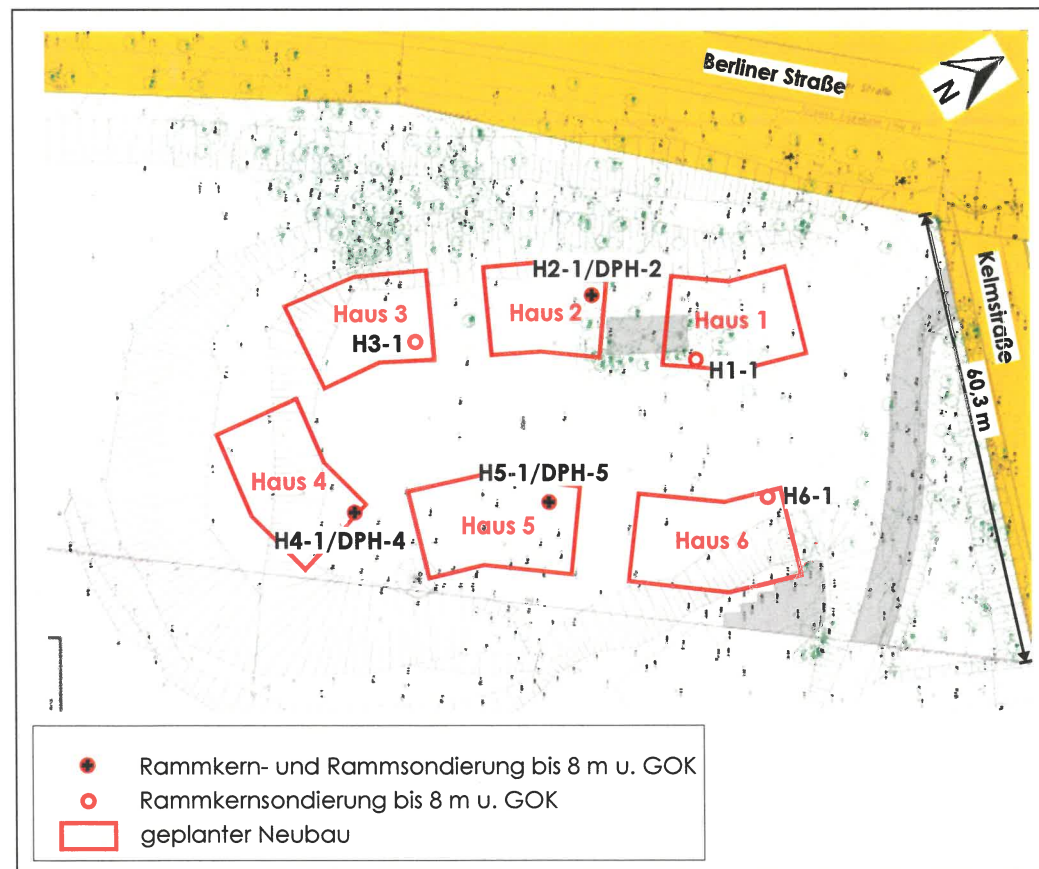


Foto 4: Blick in Richtung Nordwesten auf den Hang und die Position H 2-1



Foto 5: Blick nach Westen auf die Position H 3-1 an der südöstlichen Ecke des geplanten Hauses 3

GRUND + BODEN consulting Petra LauBat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 7
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Fotodokumentation zu den Rammkernsondierungen H 1-1 bis H 3-1	Mai 2021



Foto 1: Blick nach Westen in Richtung Hang auf die Position H 4-1 an der südöstlichen Ecke des geplanten Hauses 4

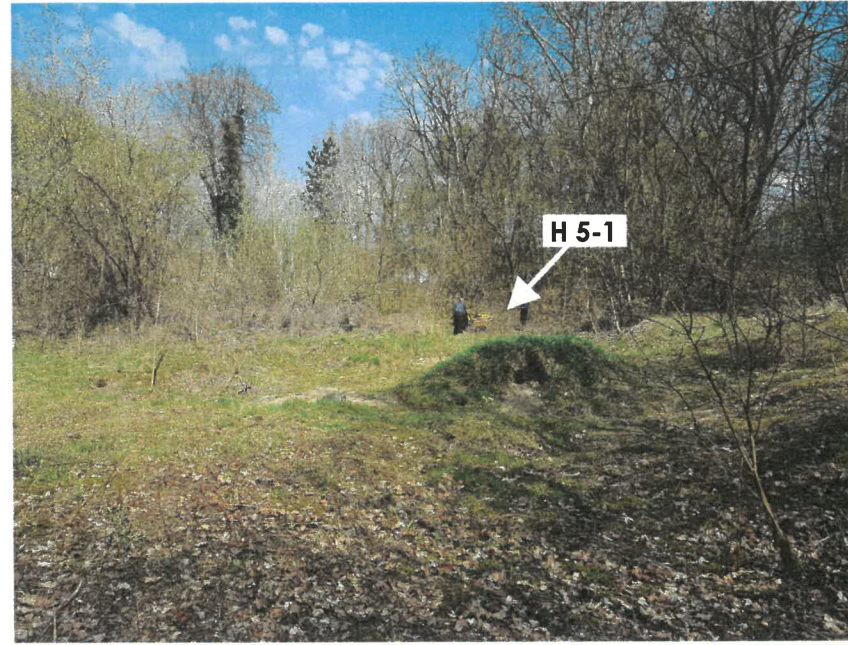


Foto 2: Blick nach Osten auf die Position H 5-1 an der nordöstlichen Ecke des geplanten Hauses 5



Foto 3: Blick nach Süden in Richtung Hang im südwestlichen Teil des Baufeldes

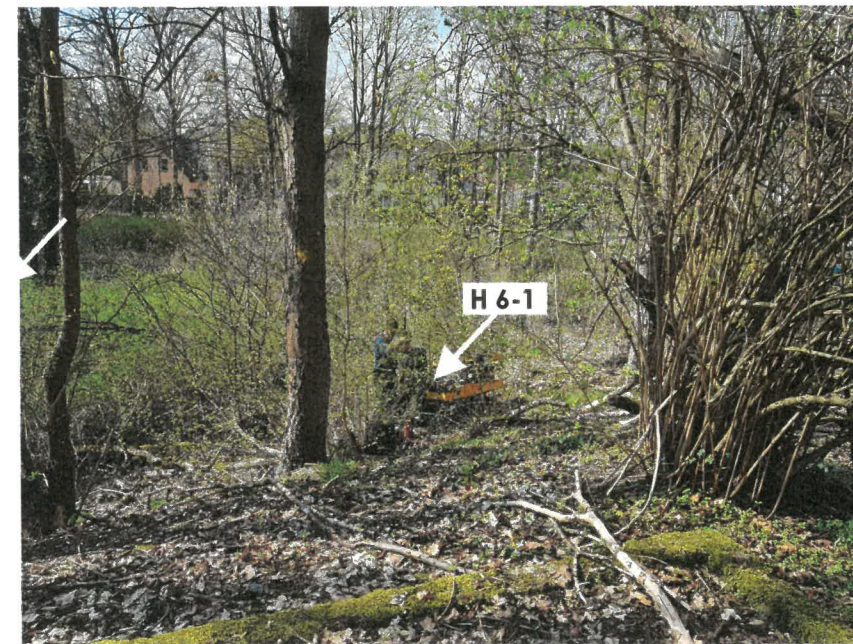
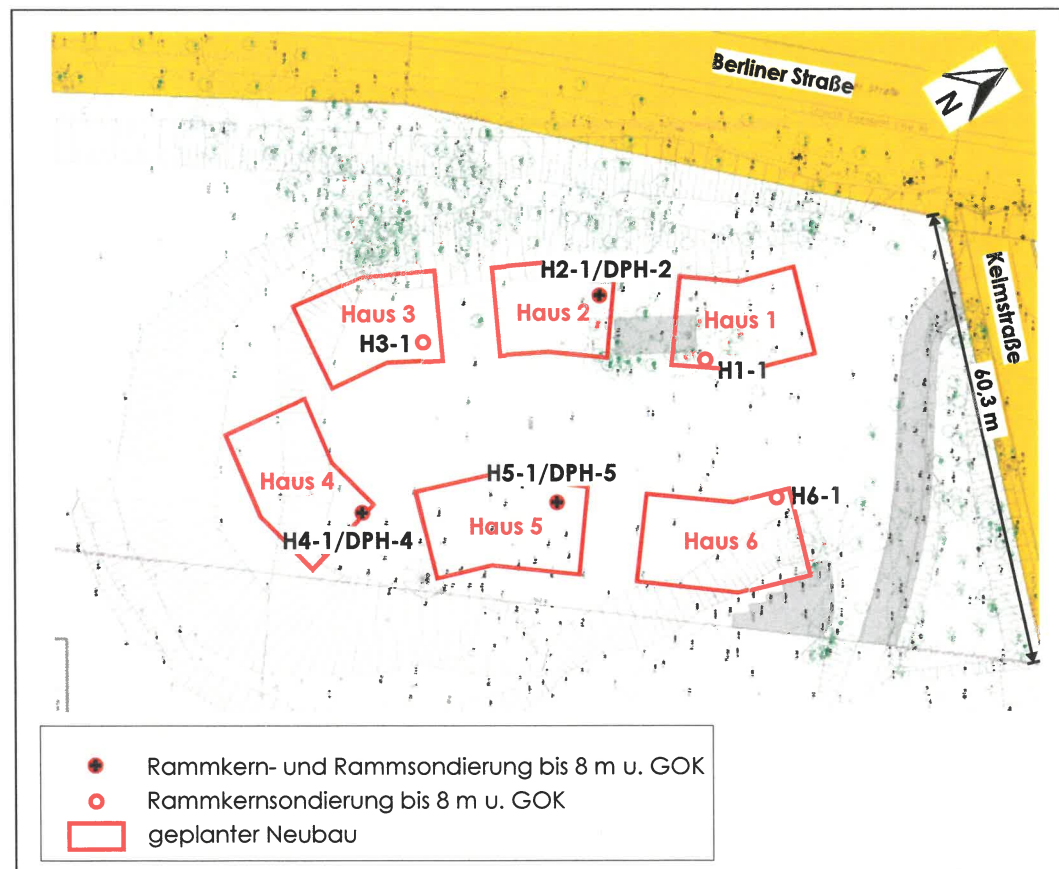
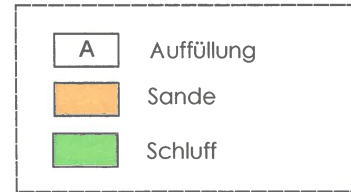
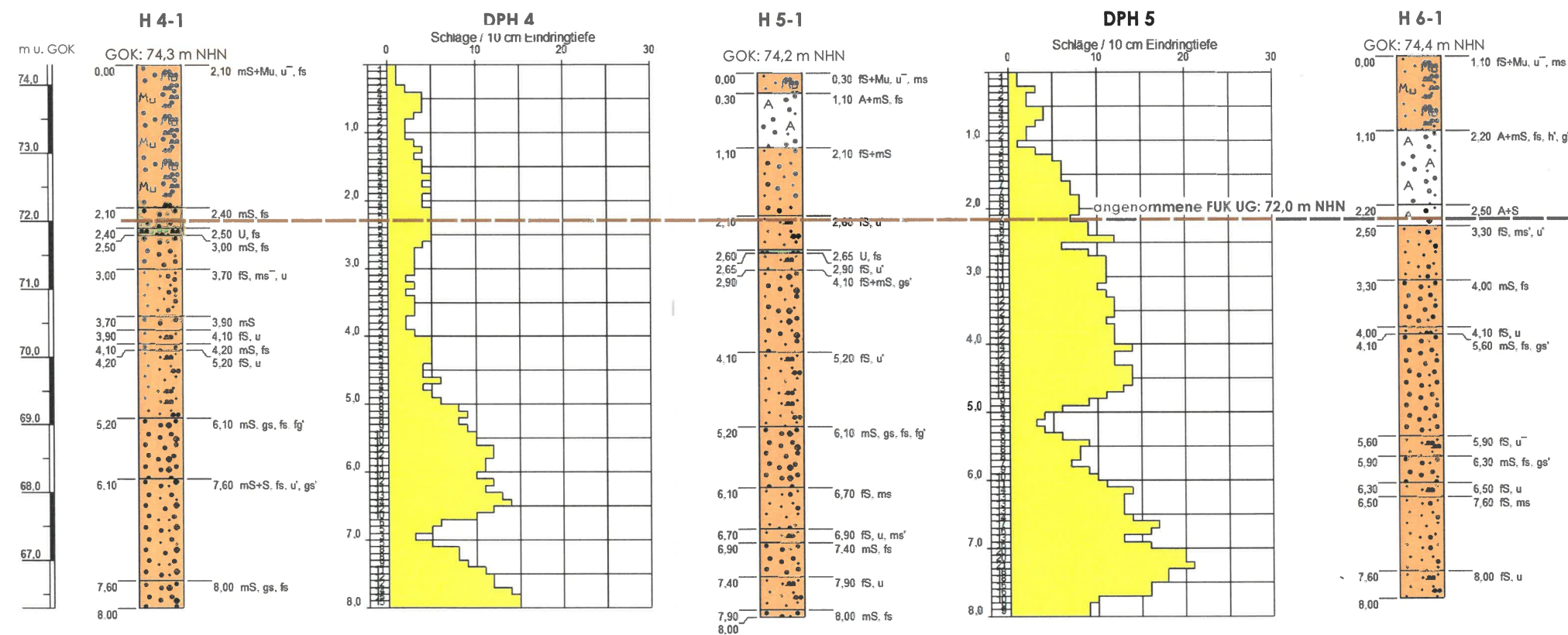
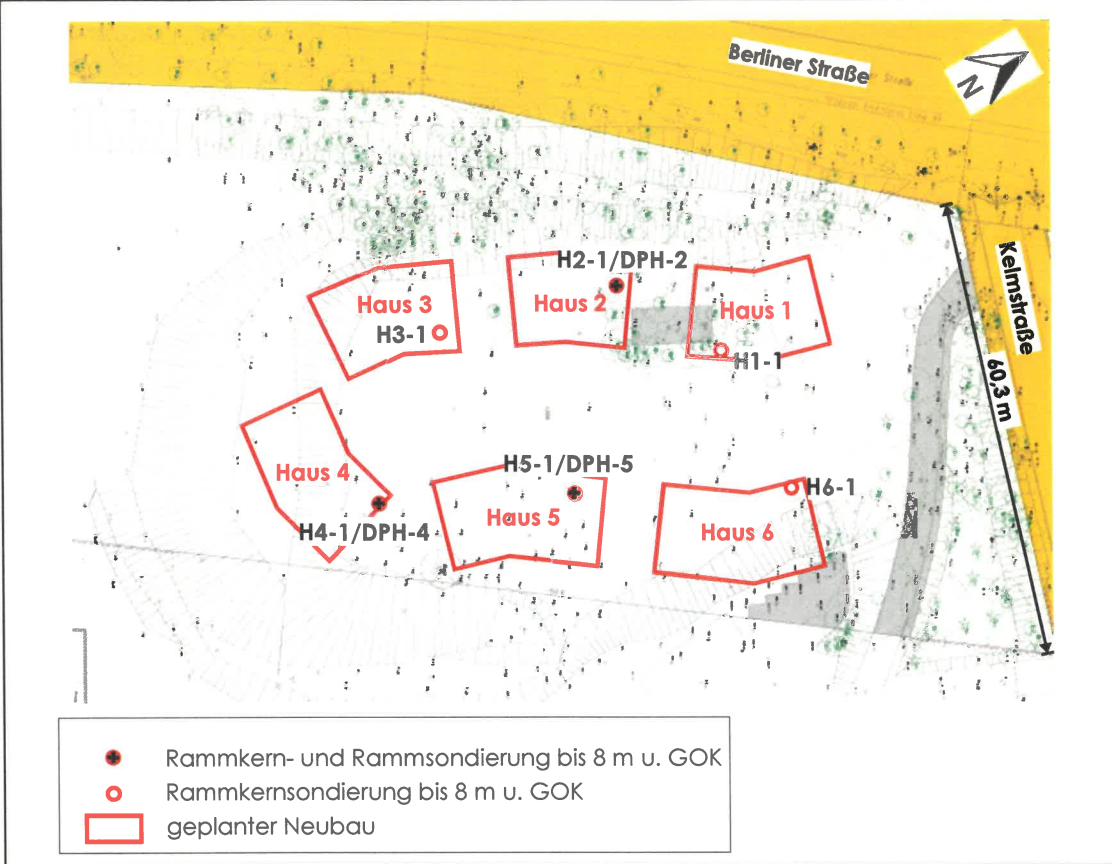
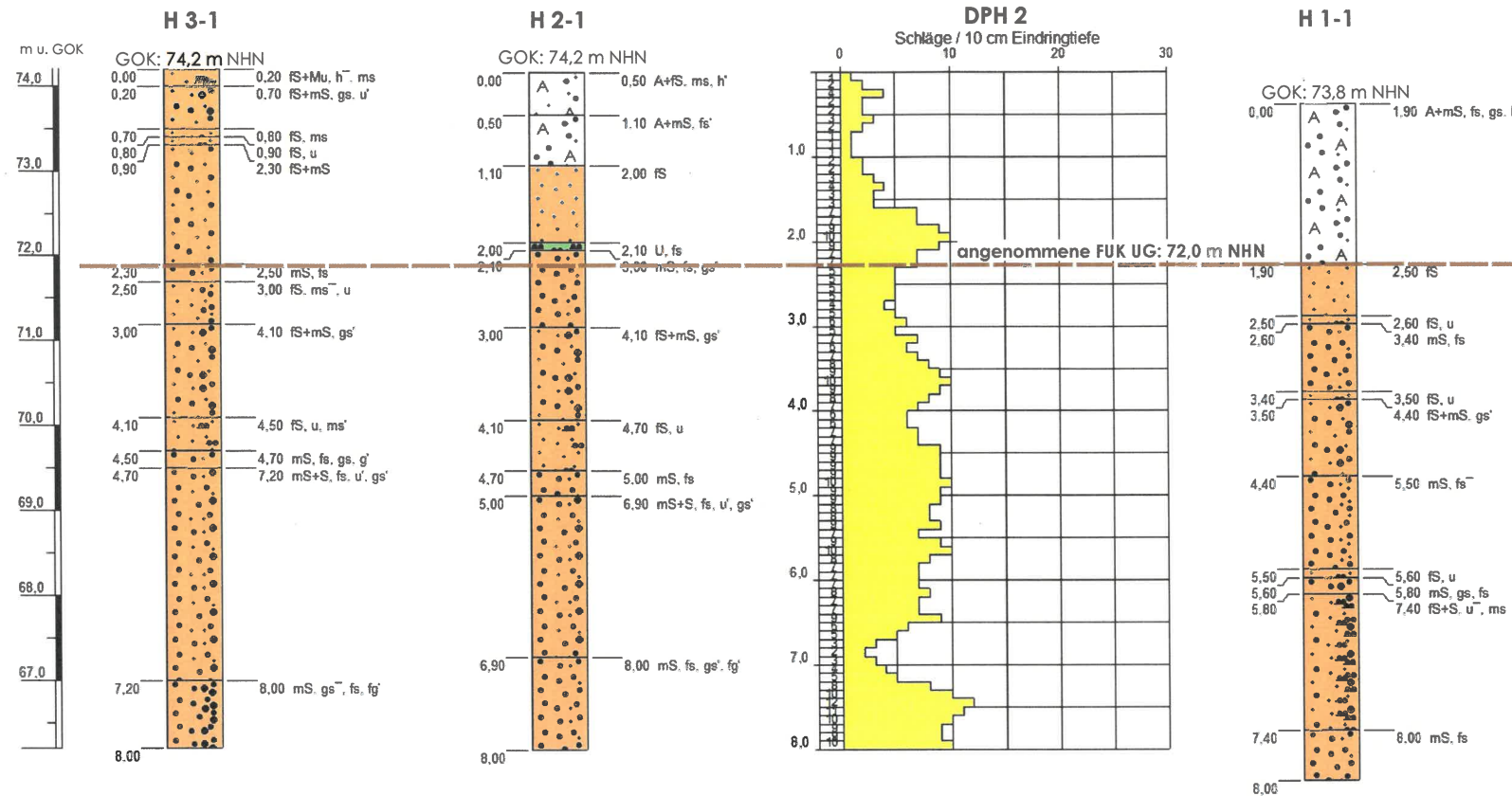


Foto 5: Blick vom Hang in Richtung Nordosten auf die Position H 6-1 an der nordöstlichen Ecke des geplanten Hauses 6

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 8
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Fotodokumentation zu den Rammkernsondierungen H 4-1 bis H 6-1	Mai 2021

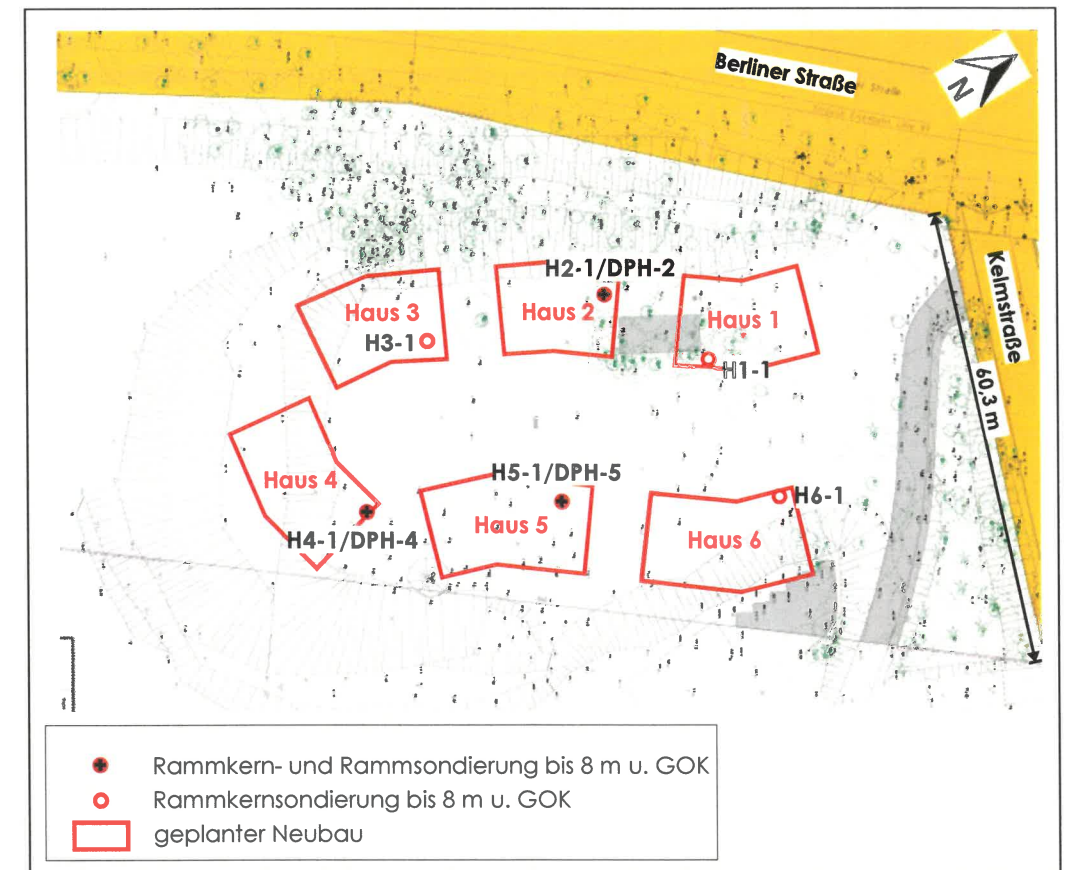


GRUND + BODEN consulting Petra LauBat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 9
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Zusammenstellung der Bohr- profile und Rammprofile	Mai 2021

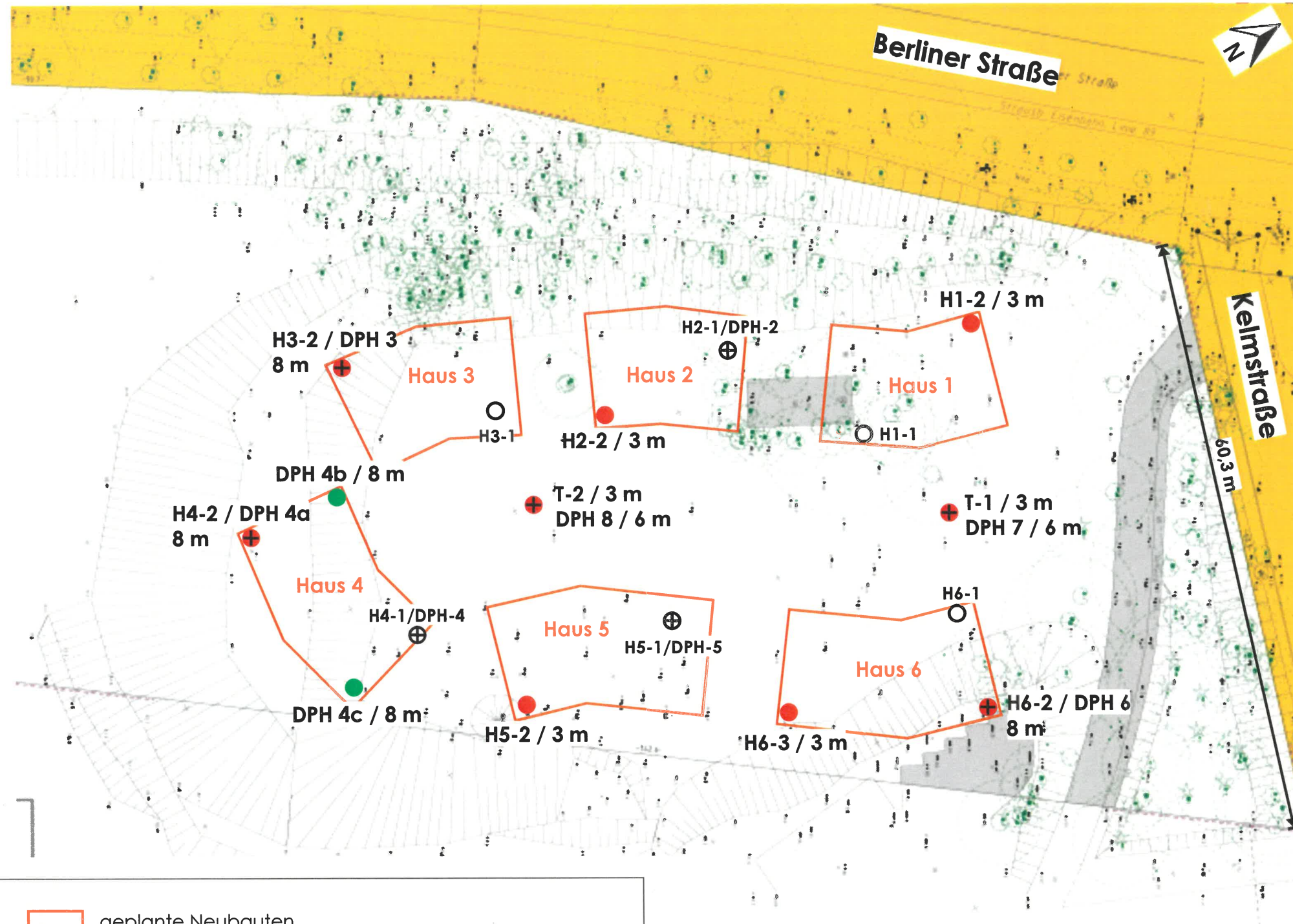
BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg / Bewertung nach TR LAGA Boden, Feststoffgehalte																	
	PAK	B(a)P	KW-Index C10-C40	KW-Index C10-C22	PCB	Cyanid e ges.	TOC	EOX	Arsen	Blei	Cad-mium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck-silber	Thal-lium	Zink
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	Masse-%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Z-Werte, LAGA TR Boden																	
Z0, Sand	3	0,3	100	---	0,05	---	0,5	1	10	40	0,4	30	20	15	0,1	0,4	60
Z 1	3	0,9	300	---	0,15	3	1,5	3	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450
Z 2	30	3	1.000	---	0,5	10	5	10	150	700	10	600	400	500	5	7	1.500
> Z 2	> 30	> 3	> 1.000	---	> 0,5	> 10	> 5	> 10	> 150	> 700	> 10	> 600	> 400	> 500	> 5	> 7	> 1500
Probe																	
MP H1+H2 Auffüllung	110	6,9	< 100	< 50	k.S.	< 1,0	1,1	< 1,0	3,5	133	0,28	9	27	6,6	< 0,1	< 0,3	1,34
MP H5+H6 Auffüllung	9,1	0,64	< 100	< 50	k.S.	6,6	1,4	< 1,0	4,6	98	0,49	12	71	7,1	< 0,1	< 0,3	406

k.S. = keine Summenbildung möglich, da Einzelwerte unterhalb der Nachweisgrenze

BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg / Bewertung nach LAGA TR Boden, Eluatgehalte														
	pH	elekt. Leitf.	Chlorid	Sulfat	Cyanide ges.	Phenol-index	Arsen	Blei	Cad-mium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck-silber	Zink
		µS/cm	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Z-Wert (LAGA - TR Boden)														
Z 0	6,5 - 9,5	250	30	20	5	20	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5	150
Z 1.1	6,5 - 9,5	250	30	20	5	20	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5	150
Z 1.2	6 - 12	1.500	50	50	10	40	20	80	3	25	60	20	1	200
Z 2	5,5 - 12	2.000	100	200	20	100	60	200	6	60	100	70	2	600
> Z 2	< 5,5 / > 12	> 2.000	> 100	> 200	> 20	> 100	> 60	> 200	> 6	> 60	> 100	> 70	> 2	> 600
Probe														
MP H1+H2 Auffüllung	8,6	218	< 0,6	71	< 5,0	< 5,0	1,1	< 1,0	< 0,3	< 1,0	2,4	< 1,0	< 0,20	< 10
MP H5+H6 Auffüllung	8,1	783	< 0,6	411	< 5,0	< 5,0	1,1	< 1,0	< 0,3	< 1,0	2,2	< 1,0	< 0,20	14



GRUND + BODEN consulting Petra LauBat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 10
	Objekt: BV Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA TR Boden	Mai 2021



geplante Neubauten

bereits durchgeführte Erkundungen:

- Rammkernsondierung (RKS) bis 8 m u. GOK
- ⊕ Rammkern- / Rammsondierung (DPH) bis 8 m u. GOK

empfohlene ergänzende Erkundungen:

- Rammkernsondierung (RKS) bis 3 m u. GOK
- Rammsondierung (DPH) bis 6 m / 8 m u. GOK
- ⊕ Rammkern- / Rammsondierung (DPL) bis 8 m u. GOK

GRUND + BODEN consulting Petra Laußat & Renate Sommerburg GbR	Auftraggeber: Wohnen am Weinberg GmbH	Anlage 11
	Objekt: Kelmstraße 9, 15344 Strausberg	Abbildungen
	Titel: Lage der empfohlenen, ergänzenden Rammkern- und Rammsondierungen	Mai 2021

Legende

- Einzugsgebiet Entwässerungskonzept
- - - Begrenzung Tiefgarage (mit Retentionsebene)
- Rasen (flaches Gelände) | $\psi=0.1$
- Rasen (steiles Gelände) | $\psi=0.3$
- Grünfläche/Bepflanzung | $\psi=0.1$
- Gehweg/befestigte Fläche Hof | $\psi=0.75$
- Asphalt | $\psi=0.9$
- Gründach | $\psi=0.15$ (abgemindert von 0,5 aufgrund Retentionsebene | Anteil der Dachbegrünung = 60 %)
- Attika | $\psi=1.0$
- Flachdach | $\psi=0.9$
- Terrassen | $\psi=0.3$
- Spielplatz/Sandkasten | $\psi=0.5$
- Rigolenkörper
- Entwässerungsmulde
- Vorschlag Grundleitung
- Vorschlag offene Rinne mit Anschluss an Retentionsebene auf Tiefgarage
- Fallrohr
- Fallrohr mit Direktanschluss an Retentionsebene auf Tiefgarage
- ▲ Anschlussstelle Grundleitung/offene Rinne zu Retentionsebene auf Tiefgarage
- ▲ Überlauf Retentionsebene auf Tiefgarage zu Rigole
- Entwässerungsrichtung
- Entwässerungsrinne/Punkttaulauf

Plangrundlagen:

1. Lageplan_V2 vom 13.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
2. Dachaufsicht vom 13.07.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)
3. Übersicht - Feuerwehrlächen V2 Sitzbänke vom 09.12.2021 (Möller Mainzer Architekten GmbH)

Hinweise:

Lage und Größe der Versickerungsanlagen kann im Zuge der Objektplanung angepasst werden. Im Zuge der weiteren Planung ist eine detaillierte Objektplanung der Versickerungsanlagen erforderlich.

Dieses Konzept ist nur für die verwendeten Plangrundlagen gültig. Die dargestellten Fallrohre und Grundleitungen etc. dienen nur zur Erläuterung des Konzeptes und müssen im weiteren ebenso geplant werden.

Nr.:	Änderung / Ergänzung	Datum	Name / Stelle

Entwurfsbearbeitung:			
	Datum	Zeichen	
 HOFFMANN LEICHTER Ingenieurgesellschaft <small>Freiheit 6 13597 Berlin Tel. 030-887 27 67-0 Fax 030-887 27 67-99 Web: www.hoffmann-leichter.de E-Mail: info@hoffmann-leichter.de</small>	bearbeitet	01.02.2022	soge
	gezeichnet	01.02.2022	soge
	geprüft	01.02.2022	besc

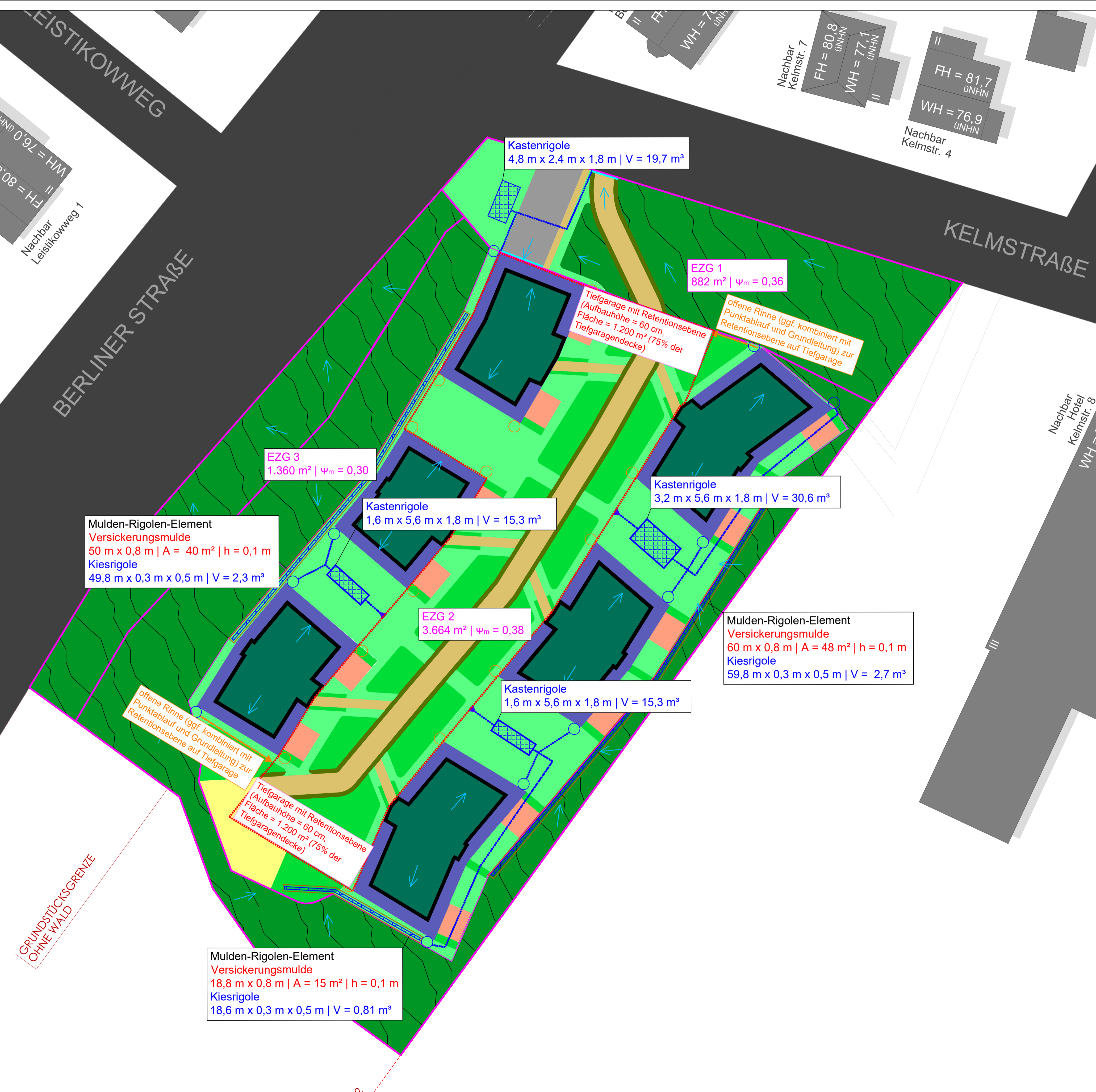
Vermessung:
 Amtlicher Lageplan vom 28.09.2020 (Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur Matthias Kalb)

Auftraggeber:
 Wohnen am Weinberg GmbH
 Würzburger Straße 2
 97234 Reichenberg

Projekt:
 Regenentwässerungskonzept für den Bebauungsplan Nr. 65/20 "Wohnen am Weinberg" in Strausberg

Darstellung: Lageplan Entwässerungskonzept	Höhensystem: NHN
	Koordinatensystem: ETRS89

Maßstab: 1:250	Blattgröße: 826 mm x 554 mm	Plannummer: LP_EW_Weinberg
----------------	-----------------------------	----------------------------



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement (Attika): 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt (TG-Einfahrt): 0,9	74	0,90	67
	Pflaster mit dichten Fugen, Wege/Hofflächen: 0,75	78	0,75	58
	Terrassen: 0,9			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	Spielplatz/Sandkasten: 0,5			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15	18	0,15	3
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	112	0,10	11
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3	600	0,30	180

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	882
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	319
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,36

Bemerkungen:

EZG 1

**Bewertungsverfahren
nach Merkblatt DWA-M 153**

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F _i / Luft L _i		Abfluss- belastung B _i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		B _i = f _i * (L _i + F _i)
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfäche gem. Tabelle A.3	A _{u,i} [m²] o. [ha]	f _i	Typ	Punkte	
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2					
wenig befahrene Verkehrsflächen DTV < = 300 Kfz / 24 h z.B. Wohnstraßen	67	0,21	F3	12	2,73
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	191	0,599	F1	5	3,594
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	61	0,191	F3	12	2,483
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	Σ = 319	Σ = 1			B = 8,81

Die Abflussbelastung B = 8,807 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

3597-Weinberg-Straus

Auftraggeber:

Wohnen Am Weinberg GmbH
Würzburger Straße 2
97234 Reichenberg

Rigolenversickerung:

EZG 1 (T = 30 a)
Kastenrigole

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_R) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	882
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,36
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	318
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,8E-05
Breite Kunststoffelement	b_K	mm	800
Höhe Kunststoffelement	h_K	mm	600
Länge Kunststoffelement	L_K	mm	800
Speicherkoeffizient Kunststoffelement	s_R	-	0,95
Anzahl Kunststoffelemente, nebeneinander	a_{b_K}	-	3
Anzahl Kunststoffelemente, übereinander	a_{h_K}	-	3
Breite der Rigole	b_R	m	2,4
Höhe der Rigole	h_R	m	1,8
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m ³	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	720
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	15,9
erforderliche, rechnerische Rigolenlänge	L	m	4,6
erforderliche Länge Rigole Kunststoff	$L_{K,ges}$	m	4,8
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	4,80
Anzahl Kunststoffelemente in Längsrichtung	a_{L_K}	-	6
erforderliche Anzahl Kunststoffelemente	a_K	-	54
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m ³	19,7
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m ²	15,8

Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

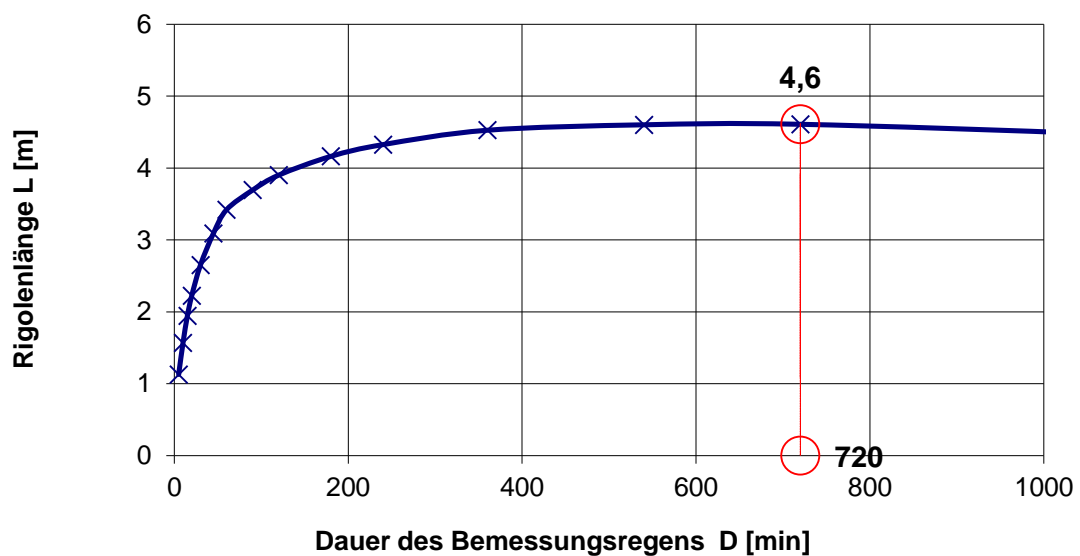
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	406,7
10	283,3
15	234,4
20	201,7
30	161,1
45	126,3
60	105,6
90	77,2
120	62,1
180	45,5
240	36,5
360	26,9
540	19,7
720	15,9
1080	11,7
1440	9,4
2880	5,4
4320	3,9

Berechnung:

L [m]
1,13
1,57
1,94
2,22
2,65
3,09
3,42
3,69
3,90
4,16
4,33
4,53
4,60
4,61
4,47
4,27
3,42
2,84

Rigolenversickerung



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement (Attika): 0,9 - 1,0	149	1,00	149
	Dachpappe: 0,9	470	0,90	423
	Kies: 0,9	308	0,90	277
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	462	0,15	69
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt (TG-Einfahrt): 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen, Wege/Hofflächen: 0,75	254	0,75	191
	Terrassen: 0,3	144	0,30	43
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	Spielplatz/Sandkasten: 0,5	105	0,50	53
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15	81	0,15	12
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	1.690	0,10	169
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	3.664
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.386
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,38

Bemerkungen:

EZG 2

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2					
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	169	0,122	F1	5	0,732
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Hofflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	299	0,216	F3	12	2,808
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gründächer	918	0,662	F1	5	3,972
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 1386$	$\Sigma = 1$			B = 7,51

Die Abflussbelastung B = 7,512 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

3597-Weinberg-Straus

Auftraggeber:

Wohnen Am Weinberg GmbH
Würzburger Straße 2
97234 Reichenberg

Rigolenversickerung:

EZG 2
Kastenrigolen

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_R) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	3.664
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,38
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	1.392
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,8E-05
Breite Kunststoffelement	b_K	mm	800
Höhe Kunststoffelement	h_K	mm	600
Länge Kunststoffelement	L_K	mm	800
Speicherkoeffizient Kunststoffelement	s_R	-	0,95
Anzahl Kunststoffelemente, nebeneinander	a_{b_K}	-	7
Anzahl Kunststoffelemente, übereinander	a_{h_K}	-	3
Breite der Rigole	b_R	m	5,6
Höhe der Rigole	h_R	m	1,8
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m ³	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	720
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	11,2
erforderliche, rechnerische Rigolenlänge	L	m	6,4
erforderliche Länge Rigole Kunststoff	$L_{K,ges}$	m	6,4
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	6,40
Anzahl Kunststoffelemente in Längsrichtung	a_{L_K}	-	8
erforderliche Anzahl Kunststoffelemente	a_K	-	168
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m ³	61,3
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m ²	41,6

Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

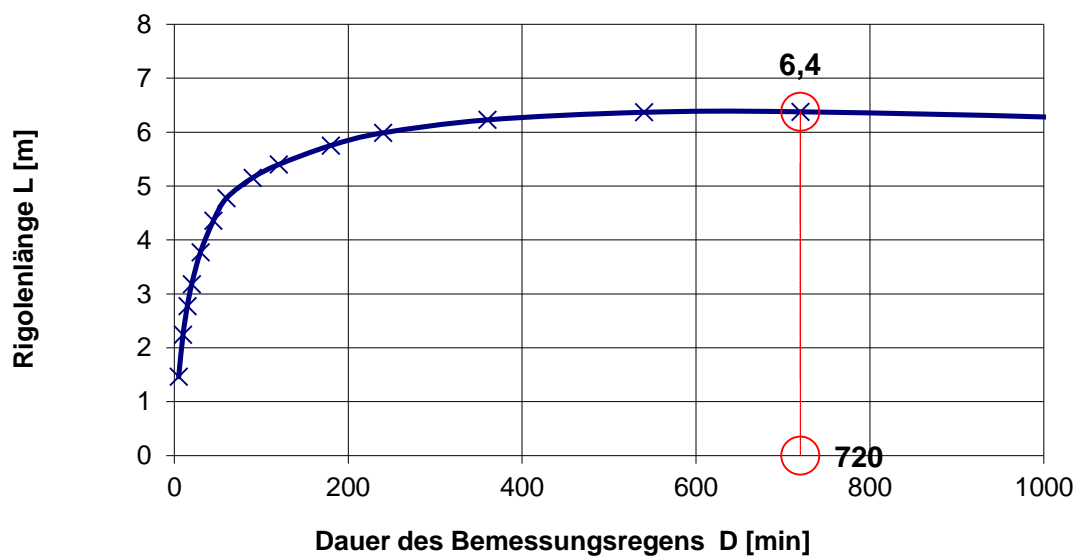
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	280,0
10	215,0
15	177,8
20	153,3
30	121,7
45	94,4
60	78,1
90	56,9
120	45,3
180	33,0
240	26,4
360	19,2
540	14,0
720	11,2
1080	8,2
1440	6,5
2880	3,8
4320	2,8

Berechnung:

L [m]
1,46
2,24
2,77
3,18
3,77
4,36
4,78
5,15
5,40
5,75
5,99
6,23
6,37
6,38
6,24
5,95
4,99
4,30

Rigolenversickerung



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement (Attika): 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt (TG-Einfahrt): 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen, Wege/Hofflächen: 0,			
	Terrassen:0,9			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	Spielplatz/Sandkasten: 0,5			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3	1.360	0,30	408

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.360
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	408
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,30

Bemerkungen:

EZG 3

Dimensionierung eines Mulden-Rigolen-Elementes Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

3597_Weinberg-Straus

Auftraggeber:

Wohnen am Weinberg GmbH
Kelmstraße 9
15344 Strausberg

Mulden-Rigolen-Element:

EZG 3
umlaufende Kiesrigole

Eingabedaten Mulde:

$$V_M = [(A_u + L_M * b_M) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_{S,M} * k_f / 2] * D * 60 * f_{Z,M} = L_M * (b_M + b_{M,Sohle}) * z_M / 2$$

$$\Rightarrow z_M = [(A_u + L_M * b_M) * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_{S,M} * k_f / 2] * D * 60 * f_{Z,M} / [L_M * (b_M + b_{M,Sohle})] * 2$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	1.360
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,30
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	408
gewählte Muldenbreite, oben	b_M	m	0,8
gewählte Muldenbreite, Sohle	$b_{M,Sohle}$	m	0,6
gewählte Muldenlänge	L_M	m	130
gewählte Versickerungsfläche der Mulde	$A_{S,M}$	m^2	91
Durchlässigkeitsbeiwert des Muldenbettes	$k_{f,M}$	m/s	5,0E-05
Regenhäufigkeit Mulde	n_M	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor Mulde	$f_{Z,M}$	-	1,20

Eingabedaten Rigole:

$$L_R = [(A_u + A_{S,M} + A_{u,R}) * 10^{-7} * r_{D(n)} - Q_{Dr} - V_M / (D * 60 * f_{Z,R})] / [(b_R * h_R * s_{RR}) / (D * 60 * f_{Z,R}) + (b_R + h_R / 2) * k_f / 2]$$

undurchlässige Fläche direkt an Rigole	$A_{u,R}$	m^2	
gewählte Breite der Rigole	b_R	m	0,3
gewählte Höhe der Rigole	h_R	m	0,5
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,3
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,30
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,8E-05
Regenhäufigkeit Rigole	n_R	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor Rigole	$f_{Z,R}$	-	1,20

Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062

Dimensionierung eines Mulden-Rigolen-Elementes Alternative Bemessung in Anlehnung an DWA-A 138

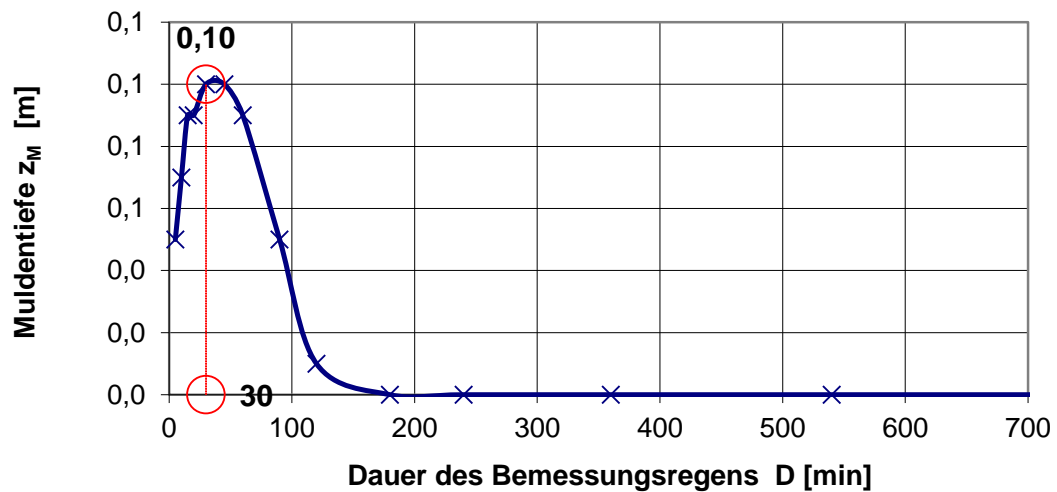
Ergebnisse Muldenbemessung:

erforderliche Muldentiefe	z_M	m	0,10
erforderliches Muldenvolumen	V_M	m ³	9,1
gewählte Muldentiefe	$z_{M,gew}$	m	0,1
gewählte Muldenvolumen	$V_{M,gew}$	m ³	9,1
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	1,1

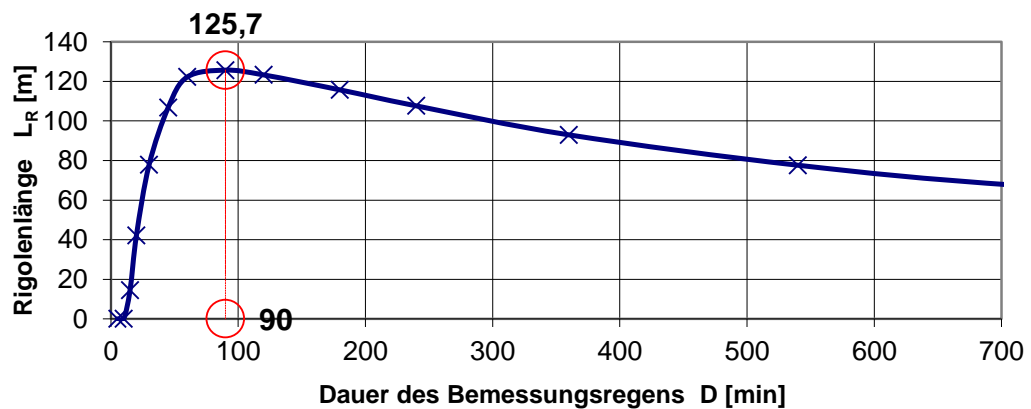
Ergebnisse Rigolenbemessung:

erforderliche Länge der Rigole	L_R	m	125,7
erforderliches Rigolen-Speichervolumen	V_R	m ³	5,7
gewählte Rigolenlänge	$L_{R,gew}$	m	126
gewähltes Rigolen-Speichervolumen	$V_{R,gew}$	m ³	5,7
Rigolenaushub	$V_{R,Aushub}$	m ³	18,9

Mulde



Rigole



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0963-1062



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 66, Zeile 34
 Ortsname : 15344 Strausberg
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode: Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	5,0	6,5	7,3	8,4	9,9	11,4	12,2	13,3	14,8
10 min	8,1	10,2	11,4	12,9	15,0	17,0	18,2	19,8	21,8
15 min	10,2	12,7	14,2	16,0	18,5	21,1	22,5	24,4	26,9
20 min	11,7	14,6	16,3	18,4	21,3	24,2	25,9	28,0	30,9
30 min	13,8	17,3	19,3	21,9	25,5	29,0	31,0	33,6	37,1
45 min	15,6	19,9	22,4	25,5	29,8	34,1	36,6	39,8	44,0
60 min	16,7	21,6	24,5	28,1	33,1	38,0	40,9	44,5	49,4
90 min	17,8	23,4	26,6	30,7	36,2	41,7	45,0	49,1	54,6
2 h	18,7	24,7	28,2	32,6	38,7	44,7	48,2	52,6	58,6
3 h	20,0	26,7	30,7	35,6	42,4	49,1	53,1	58,1	64,8
4 h	20,9	28,3	32,5	38,0	45,3	52,6	56,9	62,3	69,7
6 h	22,3	30,6	35,4	41,5	49,7	58,0	62,8	68,9	77,1
9 h	23,9	33,1	38,6	45,4	54,6	63,9	69,3	76,1	85,4
12 h	25,0	35,1	41,0	48,4	58,4	68,5	74,4	81,8	91,9
18 h	26,7	38,0	44,6	53,0	64,3	75,6	82,2	90,5	101,8
24 h	28,0	40,3	47,5	56,5	68,8	81,1	88,3	97,3	109,6
48 h	34,3	47,8	55,6	65,6	79,1	92,5	100,4	110,4	123,8
72 h	38,6	52,8	61,1	71,5	85,7	99,9	108,2	118,6	132,8

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	10,20	16,70	28,00	38,60
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,90	49,40	109,60	132,80

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $rN(D;T)$ bzw. $hN(D;T)$ in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach
KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 66, Zeile 34
 Ortsname : 15344 Strausberg
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Berechnungsmethode: Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	166,7	216,7	243,3	280,0	330,0	380,0	406,7	443,3	493,3
10 min	135,0	170,0	190,0	215,0	250,0	283,3	303,3	330,0	363,3
15 min	113,3	141,1	157,8	177,8	205,6	234,4	250,0	271,1	298,9
20 min	97,5	121,7	135,8	153,3	177,5	201,7	215,8	233,3	257,5
30 min	76,7	96,1	107,2	121,7	141,7	161,1	172,2	186,7	206,1
45 min	57,8	73,7	83,0	94,4	110,4	126,3	135,6	147,4	163,0
60 min	46,4	60,0	68,1	78,1	91,9	105,6	113,6	123,6	137,2
90 min	33,0	43,3	49,3	56,9	67,0	77,2	83,3	90,9	101,1
2 h	26,0	34,3	39,2	45,3	53,8	62,1	66,9	73,1	81,4
3 h	18,5	24,7	28,4	33,0	39,3	45,5	49,2	53,8	60,0
4 h	14,5	19,7	22,6	26,4	31,5	36,5	39,5	43,3	48,4
6 h	10,3	14,2	16,4	19,2	23,0	26,9	29,1	31,9	35,7
9 h	7,4	10,2	11,9	14,0	16,9	19,7	21,4	23,5	26,4
12 h	5,8	8,1	9,5	11,2	13,5	15,9	17,2	18,9	21,3
18 h	4,1	5,9	6,9	8,2	9,9	11,7	12,7	14,0	15,7
24 h	3,2	4,7	5,5	6,5	8,0	9,4	10,2	11,3	12,7
48 h	2,0	2,8	3,2	3,8	4,6	5,4	5,8	6,4	7,2
72 h	1,5	2,0	2,4	2,8	3,3	3,9	4,2	4,6	5,1

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	10,20	16,70	28,00	38,60
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,90	49,40	109,60	132,80

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $rN(D;T)$ bzw. $hN(D;T)$ in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.