VL 1341/2023
Anlage 5

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Geotechnik • Grundbau • Bodenmechanik • Umwelttechnik

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH • Hans-Böckler-Str. 21 • 40764 Langenfeld

- Baugrunduntersuchungen
- Geotechnische Untersuchungen
- Baugrund- und Bodengutachten
- Hydrogeologie
- Grundbaustatik
- Fachbauleitung Tiefbau
- Deklarationsanalytik
- Altlastenuntersuchung / Altlastenbewertung
- Erdbaulabor

Stadt Siegen
Arbeitsgruppe 4/5 - 2 Stadtplanung
Lindenplatz 7

57078 Siegen

Auftrag/Projekt-Nr.	Datei	unser Zeichen	Datum
A5417	FGM_A5417BG11052021	BjM/ew	11.05.2021

Bauvorhaben: **Siegen, Breslauer Straße, Bebauungsplan Nr. 328**
Gemarkung: Siegen, Flur: 14, Flurstücke: 968, 724, 1009, 1010, 1042, 1057, 1063 etc.

orientierendes Baugrundgutachten

Inhalt:

1. Allgemeines
2. Baugrund
3. Allgemeine Angaben für die Planung des Bauvorhabens (Hochbau)
4. Angaben für die Planung und Ausführung (Hochbau)
5. Planerische Angaben für Straßen- und Kanalbau

Verzeichnis der Anlagen:

5417/01	Lageplan, Maßstab 1:500 mit Eintragung der Bohransatzpunkte
5417/02	Ergebnisse der Baugrunderkundung, Maßstab 1:100
5417/03	Systemskizzen mit Gründungsempfehlung für (nicht) unterkellerte Bauvorhaben und Straßen- und Kanalbau, Maßstab 1:100
5417/04	Beurteilung Bergbau Dr. Spang GmbH vom 20.04.2021
5417/05	Laborbericht Eurofins (Schwarzdecke)

1. Allgemeines

1.1 Beauftragung und Aufgabenstellung

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Stadt Siegen den Auftrag zur Ausarbeitung eines Baugrundgutachtens für obiges Bauvorhaben mit Vorschlägen für eine technisch einwandfreie und wirtschaftliche Gründung mit mehreren Gründungsvarianten für eine zukünftige Wohnbebauung sowie einer Beurteilung zum Bergbau (Dr. Spang GmbH, Witten).

1.2 Baugelände

Das zu erschließende Neubaugebiet "Breslauer Straße" (B-Plan 328) liegt in Siegen an der Breslauer Straße und Schweriner Straße, Gemarkung Siegen, Flur 14, Flurstücke: 968, 724, 1009, 1010, 1042, 1057, 1063 etc.

Das Gelände ist auf dem Lageplan auf Anlage 5417/01 dargestellt.

Ehemals war das Gelände war mit zwei Hochhauskomplexen bebaut, die bereits im Jahre 1999 rückgebaut wurden. Das Gelände liegt aktuell brach und ist z.T. mit Baumbestand und Strauchwerk bewachsen. Im östlichen Bereich des Erschließungsgebietes befindet sich ein Sport- / Bolzplatz.

Das Gelände ist seiner Gesamtheit als eben zu bezeichnen. Die geodätischen Höhen liegen i.M. bei der Kote NHN +367,1 m.

Das Baugelände liegt <u>außerhalb</u> einer festgesetzten oder eines z.Z. geplanten Trinkwasserschutzgebietes.

Das Baufeld (Kilometerquadrat 4694) liegt gem. dem "Gefährdungspotential des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen", herausgegeben vom Geologischen Dienst NRW, <u>innerhalb</u> von Risikogebieten mit möglichen verlassenen Tagesöffnungen und oberflächennahem Bergbau.

Diesbezüglich wird auf die Anlage 04 verwiesen.

1.3 Bearbeitungsunterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgen Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan mit Eintragung der Bohrpunkte, Bebauungsplan Nr. 328, „Breslauer Straße", Maßstab 1:1.000, Stadt Siegen, Stand unbekannt
- Luftbild zum Bebauungsplan Nr. 328, „Breslauer Straße", Maßstab 1:1.000, Stadt Siegen, Stand unbekannt
- Konzept Bebauungsplan Nr. 328, "Breslauer Straße", Stadt Siegen, Maßstab 1.000, Stand 22.11.2019

1.4 Beschreibung des Bauvorhabens

Geplant ist der Bau einer Anliegerstraße mit Anbindung zur Schweriner Straße sowie die Errichtung von mehreren freistehenden Einfamilien-, Doppel-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern. Teilweise sind neben Wohngebäuden nicht unterkellerte Garagen geplant.

Die höhenmäßige Lage(n) der fertigen Erdgeschossfußböden (OKFFEG) ist nach gegenwärtigen Planungstand nicht bekannt; diese wird voraussichtlich 0,20 m – 0,30 m oberhalb des zukünftigen Straßenniveaus der geplanten Straße liegen; das zukünftige Straßenniveau wird voraussichtlich 0,50 m - 0,70 m über dem jetzigen Gelände liegen.

Für unterkellerte Gebäude wird eine Geschosshöhe (gemessen vom fertigen Erdgeschossfußboden und Kellergeschossfußboden) von etwa 2,80 m angenommen.

Die konstruktive Gründungsebene wird einschl. Dämmung etc. bei 0,40 m unter OK fertigem Erdgeschoss- bzw. Kellergeschossfußboden angenommen.

Sofern sich gravierende Änderungen der Höhenlage (OKFFEG / OKFFKG) ergeben bitten wir um Benachrichtigung.

Über die Belastung aus der geplanten Gebäudesubstanz auf den Baugrund liegen z.Z. noch keine Angaben vor.

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Um im geplanten Baubereich den Boden näher zu erkunden, wurden an dem im Lageplan (Anlage 5417/01) eingetragenen Stellen insgesamt 11 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 11) sowie 8 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 8) abgeteuft.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverrohrt, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verringerung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 50 mm, der Enddurchmesser im Regelfalle 35 mm.

→ Bei einer Rammsondierung wird ein Stab mit einer verdickten Spitze bei gleichbleibender Rammenergie in den Untergrund getrieben. Gleichzeitig werden die erzielten Schlagzahlen für je 10 cm Eindringung (N_{10}) gezählt. Diese Schlagzahlen geben bei nichtbindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Lagerungsdichte, bei bindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Zustandsform (Konsistenz) der jeweiligen Bodenschicht und damit eine Aussagemöglichkeit über die Festigkeit (Zusammendrückbarkeit) des Baugrundes.

Die technischen Daten der hier eingesetzten Rammsonde gehen aus folgender Tabelle hervor: Rammsonde nach DIN 4094 – Teil 3 und DIN EN ISO 2246-2

Sonde	Spitzen-durchmesser	Spitzenquer-schnitt	Masse des Fallbären	Fallhöhe
	[cm]	[cm²]	[kg]	[cm]
DPH	4,37	15	50	50

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind zusammen mit dem Lageplan auf der Anlage 5417/02 aufgetragen. Die Auftragung erfolgte in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen) bzw. als Rammdiagramme nach DIN 4094 –Teil 3 (Baugrund – Felduntersuchungen – Teil 3 Rammsondierungen).

2.2 Beschreibung des Baugrundes

Die detaillierten Schichtenfolgen, wie sie in den Rammkernbohrungen festgestellt wurden, sind in der Anlage 5417/02 grafisch dargestellt.

Danach ergibt sich der Schichtenaufbau i.M. wie folgt:

Oberboden / Mutterboden:

Ein voll ausgebildeter humoser Oberboden wurde auf dem Baufeld nicht vorgefunden. Oberhalb der im Untergrund anstehenden Auffüllungen hat sich über die Zeit eine geringmächtige humose und durchwurzelte Schicht (d < 0,1 m) gebildet.

Auffüllungen Baufeld (RKB 1 – RKB 8):

Im Bereich der ehemaligen unterkellerten Bebauung wurde bis mind. 4,85 m unter aktueller GOK eine Auffüllung in Form von z.T. mittelsandigen Kiesen und Steinen erkundet. Speziell in den ehemals verfüllten Kellerbereichen (RKB 1, RKB 2, RKB 4 und RKB 5) mussten die Bohrungen mangels fehlenden Bohrfortschritts gebrochen werden; es ist damit zu rechnen, dass z.T. größere zusammenhängende Auffüllungskörper sich noch im Untergrund befinden. In diesen Bereich wurden vorwiegend Beton- und Ziegelbruch, wenig Metallreste und vereinzelt Plastikreste festgestellt. Die Färbung dieser Auffüllungen ist als braun bis grau zu bezeichnen. Die Mächtigkeiten der Auffüllungen kann variieren.

Die o.g. Auffüllungen (Verfüllung) weisen mitteldichte bis dichte Lagerungen auf. Örtlich kann eine lockere Lagerung nicht ausgeschlossen werden.

Auf dem restlichen Baufeld wurden in einer Stärke bis zu 1,40 m Auffüllung in Form von kiesigen Schluffen erkundet. Als anthropogene Fremdbestandteile wurde Felsbruch, wenig Ziegel- und Betonbruch erkundet. Die Mächtigkeiten der Auffüllungen können stark variieren. Die Färbung dieser Auffüllungen ist als braun bis braungrau zu bezeichnen.

Die Auffüllungen (Baufeld) weise eine steife Konsistenz auf.

Auffüllungen Sportplatz (RKB 9 und RKB 10):

In dem Aufschlusspunkt RKB 9 wurde bis mind. 0,15 m unterhalb aktueller GOK eine Ascheschicht erkundet. Die Färbung ist als rotbraun bis grau zu bezeichnen. Die Stärke des Sportplatzbelags (Asche) kann auf der Fläche lokal leicht variieren. Unterhalb dieser Schicht wurde bis 0,25 m eine Auffüllung in Form von Kiesen und Steinen festgestellt. Als Fremdbestandteile wurden hier überwiegend Beton- und Felsbruch festgestellt.

Im Randbereich des Sportplatzes (RKB 10) wurde bis 1,0 m unter GOK eine Auffüllung in Form eines stark kiesigen Schluffs festgestellt, der mit Fels- und Betonbruchanteilen sowie wenig Schlacke vermischt ist.

Die o.g. Auffüllungen (Sportplatz) weisen steife Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerungen auf.

Auffüllungen Straße (RKB 11):

Im Bereich der vorhandenen Straße (RKB 11) wurde eine Schwarzdecke mit einer Dicke von 0,08 m festgestellt. Darunter folgt bis 0,60 m unter GOK als Unterbau ein Schotter in Form eines steinigen Kieses. Unterhalb des Schotters folgt eine geringmächtige Schicht aus Schlacke.

Der Schotter unterhalb der Schwarzdecke weist eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf.

gewachsener Boden:

Unterhalb der Auffüllungen im Baufeld (RKB 3, RKB 6 bis RKB 8 und RKB 11) folgt ein kiesiger Schluff (Hanglehm bzw. verlehmter Hangschutt) mit teils feinsandigen Anteilen. Innerhalb dieser Bodenschicht können die Anteile an Schluff und Kies stark variieren. Diese überwiegend bindige Bodenschicht wird im Bereich der RKB 3 und RKB 6 ab 3,60 m unter GOK sowie im Bereich der RKB 8 ab 4,60 m unter aktueller GOK von dem stark verwitterten Schluff- und Sandstein unterlagert. Es ist davon auszugehen, dass der verwitterte Fels in größerer Tiefe in einen kompakten Fels übergeht.

Der unterlagernde gewachsene Boden weist überwiegend eine steife Konsistenz bzw. bei weniger bindigen Anteilen eine mitteldichte Lagerung auf. Der stark verwitterte Schluff- / Sandstein ist überwiegend dicht gelagert.

2.3 Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

Den auf dem Gelände angetroffenen Bodenarten können aufgrund der Bestimmung der Bodenproben bei den Rammkernbohrungen und den Rammsondierungen die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden.

Die Angabe der Bodenklasse nach DIN 18 300 erfolgt auf Grundlage der Ausgabe September 2012 (”alte” Bodenklassen).

<u>Auffüllungen: Kies</u>, z.T. stark schluffig bis schluffig, z.T. mittelsandig
aufgrund der teils starken Inhomogentäten sind Bandbreiten angegeben

Bodenklasse nach DIN 18 300[3)]	**4 – 5** (mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten)		
Frostempfindlichkeit [1)]	**F 2 - F 3** (mäßig bis sehr frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit [2)]	**V 2 – V 3** (mäßig bis schwer verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	**19**	[kN/m³]
Wichte unter Auftrieb	$\gamma`_{k`}$	**10**	[kN/m³]
Ersatzreibungswinkel	$\varphi`_k$	**27,5 – 32,5**	[°]
Kohäsion, dann	$c`_k$	**0,0 – 2,5**	[kN/m²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	**8.000 – 20.000**	[kN/m²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)
2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)
3) sofern keine zusammenhängenden Reste einer Altbebauung oder großvolumige Abbruchmaterialien darin vorhanden sind

Hanglehm bzw. verlehmter Hangschutt; Schluff, z.T. kiesig, z.T. feinsandig
aufgrund der teils starken Inhomogenitäten sind Bandbreiten angegeben

Bodenklasse nach DIN 18 300	**4 - 5** (mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten)		
Frostempfindlichkeit 1)	**F 2 - F 3** (mäßig bis sehr frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit 2)	**V 2 – V 3** (mäßig bis schwer verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	**19**	[kN/m³]
Wichte unter Auftrieb	$\gamma`_{k`}$	**10**	[kN/m³]
Reibungswinkel	$\varphi`_k$	**27,5 – 30,0**	[°]
Kohäsion	$c`_k$	**0,0 – 2,5**	[kN/m²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	**25.000 – 40.000**	[kN/m²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)
2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)

stark verwitterter Schluff- / Sandstein; Kies, schluffig, steinig

Bodenklasse nach DIN 18 300	**5** (schwer lösbare Bodenarten) in größerer Tiefe **6** (leicht lösbarer Fels)		
Frostempfindlichkeit 1)	**F 2** (mäßig frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit 2)	**V 2** (mäßig verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	**20**	[kN/m³]
Wichte unter Auftrieb	$\gamma`_{k`}$	**11**	[kN/m³]
Reibungswinkel	$\varphi`_k$	**32,5**	[°]
Kohäsion	$c`_k$	**2,5**	[kN/m²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	**70.000**	[kN/m²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)
2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)

2.4 Hydrogeologie

Bei der Baugrunderkundung am 27.01.2021 und 03.03.2021 wurde bis 5,00 m unter GOK kein eingespiegelter Grundwasserhorizont festgestellt. Ein möglicher Grundwasserhorizont wird topographisch bedingt erst in größerer Tiefe erwartet.

Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass nach starken Regenfällen bedingt durch die topografische Lage es zu einem Oberflächenwasserandrang sowie Schicht- und Stauwasser kommen kann.

Daher wird für die Baumaßnahme empfohlen eine offene Wasserhaltung durch Baustellenpumpen vorzuhalten.

3. Angaben für die Planung des Bauvorhabens (Hochbau)

Aufgrund der teils starken Inhomogenitäten bzgl. der festgestellten Lagerungsdichte innerhalb der einzelnen Bodenschichten wird von einer Gründung über Einzel- / Streifenfundamente abgeraten; es wird eine Flächengründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte empfohlen.

Generell gilt es für den relevanten Baubereich den (schwach) humosen oberflächennahen Boden abzuziehen.

Die u.g. Gründungsvorschläge gelten, wenn durch den vorhandenen Bergbau keine Risiken mehr zu erwarten sind. Die dazugehörige Beurteilung ist in der Anlage 04 zu finden.

3.1 Vorschläge für die Gründung

keine Unterkellerung:

Die nicht unterkellerten Bausubstanzen (Annahme OKFFEG ca. 0,8 – 1,0 m oberhalb der mittleren lokalen GOK bzw. 0,2 – 0,3 m oberhalb zukünftigen Straßenniveau) können über eine elastische Bodenplatte und einer darunter folgenden Tragschicht (lagenweise verdichtet; d ~ 0,2 - 0,3 m) mit einem allseitigen Überstand von 1,0 m (auf Höhenlage der Bodenplatte) ausgehend von den Rändern der Bodenplatte gegründet werden.

Die Stärke der Tragschicht sollte mind. 1,00 m betragen. Davon sind die oberen 0,15 m als kapillarbrechende Schicht auszubilden sowie eine umlaufende Frostschürze aus Beton ist vorzusehen. Der tatsächliche Bodenauftrag richtet sich nach dem tatsächlichen

Geländeverlauf. Speziell im Bereich der tiefreichenden Auffüllungen (ehemalige Bebauung) ist das Aushubsplanum intensiv nachzuverdichten.

Lockere bzw. weiche und organische Bodenschichten sind entsprechend auszukoffern und gegen ein verdichtbares Material auszutauschen.

mit Unterkellerung:

Die unterkellerten Bausubstanzen (Annahme OKFFEG ca. 0,8 – 1,0 m oberhalb sowie OKFFKG ca. 1,8 m – 2,0 m unterhalb der mittleren lokalen GOK) können über eine elastische Bodenplatte und einer darunter folgenden Bodenaustausch (d ~ 0,50 m) gegründet werden. Die Bodenaustausch ist lagenweise nachzuverdichten. Das Aushubsplanum ist speziell im Bereich der tieferreichenden Auffüllungen intensiv nachzuverdichten.

Die Aushubsebenen für unterkellerte Gebäude liegen innerhalb der bereits rückgebauten Gebäude in den Auffüllungen und außerhalb dann überwiegend in dem Hanglehm bzw. in dem verlehmten Hangschutt.

3.2 Angaben zur Bemessung der Gründungselemente, Setzungen und Setzungsdifferenzen

Nachfolgend werden Bettungsmoduli für nicht unterkellerte und unterkellerte Gebäude angegeben. Die angegeben resultierenden aufnehmbaren Sohldrücke sollten im Randbereich die angegeben Werte nicht maßgeblich übersteigen.

	ohne Keller	**mit Keller**
Bettungsmodul $k_{s,k}$	10.000 kN/m³	12.000 kN/m³
aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul.}$ (charakteristischer Wert)	180 kN/m²	220 kN/m²

Die angeben Werte gelten nur bei einer ordnungsgemäßen Verdichtung (lagenweise d ~ 0,2 – 0,3 m) des Bodenersatzes sowie einem geeigneten verdichtbaren Bodenmaterial.

Sofern eine konkrete Planung / Lasten aus den Gebäuden vorliegt, ist das Gründungskonzept ggfs. anzupassen.

Für die Berechnung der Streifenfundamente der Garage kann bei frostfreier Tiefe, d.h. bei mindestens 0,80 m unter zukünftigem Geländeniveau ein aufnehmbarer Sohldruck von $\sigma_{zul.}$ = 190 kN/m² angesetzt werden. Damit besteht eine ausreichende Grundbruchsicherheit. Die Gründungsebene liegt dann überwiegend in der gut verdichteten Geländeauffüllung.

Im Bereich der unterkellerten Wohnbebauung wird es erforderlich, punktuelle Stützpunkte unterhalb der Bodenplatte bzw. unterhalb der Fundamente bis in die Gründungsebene des Wohngebäudes (Keller) vorzusehen. Damit wird ausgeschlossen, dass die unterkellerten Wohngebäude durch die hier nicht unterkellerte Garage direkt belastet werden.

Die Garage sollte grundsätzlich durch Fuge von dem Wohngebäude getrennt werden. Fundamentbreiten < 0,50 m sollten nicht ausgeführt werden.

Die Setzungen werden im unteren Zentimeterbereich liegen und sind für die Gebäude unschädlich.

Die angegebenen zulässigen Bodenpressungen (charakteristische Werte) sind nach DIN 1054:2010-12 bei Bedarf durch Erhöhung um den Faktor 1,4 in Bemessungswerte des Sohlwiderstands umzurechnen.

Das hier relevante Baugelände (Gemarkung Siegen) liegt gem. DIN 4149, Ausgabe 2005, Bauten in deutschen Erdbebengebieten außerhalb einer Erdbebenzone.

4. Angaben für die Planung und Bauausführung (Hochbau)

Bei der Planung und Durchführung des Bauvorhabens sind aus erd- und grundbautechnischer sowie aus bodenmechanischer Sicht die nachfolgenden Angaben sorgfältig und gewissenhaft zu beachten

Die Tiefbauarbeiten sollten möglichst nur bei trockener Witterung durchgeführt werden, da ansonsten bei Nässezutritt und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung des Auffüllmaterials eine ordnungsgemäße Verdichtung nur schwer zu erreichen ist.

4.1 Baugrubensohle, Aufstandsflächen

Es muss dafür Sorge getragen werden, dass der Baugrund unterhalb der Aufstandsebene des Aushubplanums in seinen Eigenschaften nicht nachteilig verändert wird. Stark bindige Aushubsebenen sollten nicht mit einem Gerät befahren werden.

Die Tiefbauarbeiten sind rückschreitend vorzunehmen. Großvolumige zusammenhängende Auffüllungen (z.B. Fundamente, Mauerwerk, Bodenplatten etc.) sind auf dem Erdplanum zu entfernen. Sichtbare Hohlräume in den Auffüllungen sind zu verfüllen.

Auf dem Aushubplanum ist für nicht unterkellerte Gebäude eine mind. 1,00 m dicke Tragschicht (z.B. Schotter 0/45, lehmarmes Sand-Kies-Gemisch, o.ä.) verdichtet und lagenweise (d ~ 0,2 – 0,3 m) einzubringen. Bei nicht unterkellerten Gebäuden sind die oberen 0,15 m des Bodenauftrages als kapillarbrechende Schicht unterhalb der Bodenplatte vorzusehen.

Für unterkellerte Gebäude ist ein Ersatzboden in einer Stärke von mind. 0,50 m unterhalb der Bodenplatte lagenweise verdichtet einzubringen.

Die erste Lage ist jeweils mit einem schweren Verdichtungsgerät zu verdichten.

Die Situation ist in der Anlage 5417/03 mit Prinzipskizzen für nicht unterkellerte und unterkellerte Gebäude verdeutlicht.

Der Ersatzboden hat aus einem verdichtungsfähigen und nicht frostempfindlichen Bodenmaterial, z.B. ein Mineralsteinschotter der Körnung 0/45, alternativ auf einem Kies-Sand-Gemisch zu bestehen.

Die Verdichtung ist nachzuweisen. Sofern der Nachweis mittels statischer Lastplatte erfolgt, wird ein Wiederbelastungsmodul von $E_{V2} \geq 60$ MN/m² bei einem Verhältnis $E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}6$ erforderlich. Bei Verwendung der dynamischen Druckplatte wird ein $E_{V\ dyn} \geq 35$ MN/m² erforderlich.

Sofern Recyclingmaterialien hierzu verwendet werden sollten, muss darauf hingewiesen werden, dass der Einbau dieser Materialien wasserrechtlich genehmigungspflichtig ist, und meistens nicht den Anforderungen eines F1-Materials entspricht.

4.2 Auflagerung der Bodenplatten

Die Bodenplatten können ohne weitere Maßnahme auf das zuvor beschriebene Planum unter Zwischenschaltung einer Sauberkeitsschicht o.ä. hergestellt werden.

Wenn der Bodenauftrag aus einem frostbeständigen F1-Material, z.B. ein lehmarmes Kies-Sand-Gemisch bzw. ein Schottergemisch hergestellt wird, kann auf die Anordnung einer Frostschürze aus Beton und eine gesonderte kapillarbrechende Schicht verzichtet werden.

4.3 Baugrubenböschungen und Arbeitsräume

Maßgebend für die Ausbildung der Baugrubenböschungen und der Arbeitsräume sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Ausgabe 10/2002).

Bei den hier vorhandenen Böden (Auffüllungen / ehem. Bebauung – RKB 1, RKB 2, RKB 4 und RKB 5) kann während der Bauzeit von einem Böschungswinkel von $\beta = 45°$ ausgegangen werden.

Im Bereich der stark bindigen Böden / bindigen Auffüllungen kann die Böschung unter einem Böschungswinkel von $\beta = 60°$ angelegt werden

Treten jedoch oberhalb der Böschungskrone Bauwerks-, Verkehrs- (Baustellenverkehr) und/oder Stapellasten auf, so ist die Standsicherheit nach DIN 4084 (Baugrund - Geländebruchberechnungen, 01/2009) nachzuweisen.

Für die Ausbildung der Baugrubenböschungen, des Verbaus und der Arbeitsräume sind die Ausführungen der DIN 4124 - *Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreite, Oktober 2002* maßgeblich. Beispielsweise sind Gräben bis 1,25 m Tiefe senkrecht herstellbar. Treten oberhalb der Böschungskrone Bauwerks-, Verkehrs- (Baustellenverkehr) und/oder Stapellasten auf, so ist die Standsicherheit nach DIN 4084 - *Baugrund – Geländebruchberechnungen, Januar 2009* nachzuweisen.

Bei Ausführung einer Böschung ist diese mittels einer Plastikfolie abzudecken. Diese ist so zu befestigen, dass sie auch bei Starkwind an Ort und Stelle verbleibt.

Je nach Lage und Positionierung der unterkellerten Wohngebäude kann es örtlich notwendig werden eine Sicherung mittels eines vertikalen Verbaus auszuführen, sofern die Nachbargrundstücke nicht in Anspruch genommen werden können. Dies ist vor Baubeginn sorgfältig zu prüfen.

Als vertikale Baugrubensicherung sollte dann zweckmäßigerweise eine Trägerbohlwand (Berliner Verbau) ausgeführt werden.

Von einer gerammten Baugrubensicherung sollte abgesehen werden, da es bei diesem Verfahren unter Umständen zu Erschütterungen im Bereich von bestehenden Nachbarbebauungen kommen kann, so dass eine Schädigung dieser Bausubstanzen nicht auszuschließen ist. Für die Planung, konstruktive Bearbeitung und Standsicherheitsnachweise gelten folgende Bestimmungen:

- DIN 1054 – Baugrund–Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau (01/2005)
- DIN 4124 - Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten (10/2002)
- EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, neuste Ausgabe

Für die Berechnung der Standsicherheit gelten die in Abschnitt 2.3 angegebenen Bodenkennwerte gemäß DIN 1054 (01/2005).

4.4 Sicherung der erdberührenden Bauteile gegen Nässe

ohne Keller:

Die Bodenplatte liegt auf dem vorbeschriebenen Bodenaustausch, bestehend aus versickerungsfähigen Materialien (abgesehen von RCL-Materialien) auf und der sog. Bemessungswasserstand liegt > 0,50 m unterhalb der Abdichtungsebene.

Gemäß DIN 18 533 – 1, Abdichtung von erdberührenden Bauteilen – Teil 1. Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze (07/2017 – maßgebliche DIN), sind die erdberührenden Bauteile gem. W1.1–E, Bodenfeuchte bei Bodenplatten abzudichten.

mit Keller:

Gemäß DIN 18 533 – 1, Abdichtung von erdberührenden Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze (07/2017 – z.Z. maßgebliche DIN), ist die Abdichtung gem. W2.1 – E, mäßige Einwirkung von drückendem Wasser durchzuführen, sofern die erdberührenden Bauteile weniger als 3,0 m in das Erdreich einbinden (sonst W.2.2 bei einer Erdeinbindung größer 3,0 m).

Die Sicherung der erdberührenden Bauteile und hier insbesondere die Kellerbodenplatte kann mit den in der DIN angegebenen Verfahren, alternativ mittels einer sog. "Weißen Wanne" (gemäß DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Dezember 2017, hier Beanspruchungsklasse 1, i.d.R. Nutzungsklasse A) durchgeführt werden.

Die Abdichtung ist nach vorgenannter DIN bis OK Gelände zu führen.

Des Weiteren ist bei unterkellerten und nicht unterkellerten Gebäuden dafür Sorge zu tragen, dass das anfallende Oberflächenwasser schadlos abgeleitet wird.

4.5 Verfüllen der Arbeitsräume

Die Arbeitsräume können mit dem Aushubmaterial in Form der teils bindigen Auffüllungen sowie überwiegend kiesigen Schluffen nicht wieder verfüllt werden, da diese alleine durch Ihren Wassergehalt nicht mehr verdichtbar sind.

Sofern schwach bis mäßig bindige Mischböden (schwach verlehmter bis mäßig verlehmten Hangschutt) bei den Aushubarbeiten separiert werden können, können diese unter bestimmten Voraussetzungen für die Verfüllung verwendet werden. Der höchstens mäßig verlehmte Hangschutt ist im erdfeuchten oder trockenen Zustand auszuheben, trocken zu lagern und bei trockener Witterung wieder einzubauen.

Alternativ können die Arbeitsräume mit einem lehmarmen Kies-Sand-Gemisch o.ä. lagenweise und jeweils verdichtet eingebaut werden.

Um Absackungen an der späteren Geländeoberfläche weitgehend auszuschließen, ist das Verfüllmaterial lagenweise (d ~ 0,3 m) einzubauen und jeweils leicht zu verdichten.

Die Arbeitsräume sind vor Verfüllung von jeglichem Bauschutt, Mörtel und Betonresten sorgfältig zu säubern.

Sofern die Außenwände der hier geplanten Bausubstanzen mit einer Isolierbeschichtung versehen werden, ist diese beim Verfüllen der Arbeitsräume zu schützen.

5. Planerische Angaben für Straßenbau

Bei einer Neugestaltung des kompletten Straßenaufbaues (gepl. Gesamtaufbau von mind. 0,60 m) liegt bei Beibehaltung der voraussichtlich geplanten Höhenlage (Höhenlage ca. 0,50 m – 0,70 m über aktueller GOK) die Straßenoberkante etwa 0,60 m oberhalb der aktuellen Geländekante.

Das konstruktive Planum (ca. - 0,60 m unterhalb gepl. Straßenniveau) liegt in Höhenlage der aktuellen Geländeoberkante in den teils setzungsempfindlichen Auffüllungen und schwach humosen Bodenhorizonten.

Gemäß den gültigen Normen und Richtlinien ist auf dem konstruktiven Planum ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² nachzuweisen. Das vorhandene Verformungsmodul kann ohne weitere Maßnahmen nicht erreicht werden.

außerhalb ehem. bebauter Bereich
Zur Verbesserung dieser Situation kann dann prinzipiell das Erdplanum ca. 0,4 m tiefer ausgeschachtet werden (Erdplanum ~ -0,40 m unter GOK). Weiche oder/und lockere und humose Bereiche sind vollständig auszukoffern und gegen ein verdichtbares Bodenmaterial (z.B. lehmarmes Sand-Kies-Gemisch oder vergleichbares) bei lagenweiser Verdichtung (d ~ 0,2 – 0,3 m) zu ersetzen. Die erste Lage des Bodenaustausches ist mit einem schweren Verdichtungsgerät zu verdichten.

innerhalb ehem. bebauter Bereich
Zuvor ist das Erdplanum (Erdplanum ~ -0,40 m unter GOK) in den aufgefüllten Bereichen bei trockener Witterung nachzuverdichten. Auf dem Aushubsplanum ist dann anfangs eine ca. 0,2 m dicker Ersatzboden / Tragschicht (z.B. Schotter 0/45) auf das Erdplanum einzubringen. Diese erste Schicht ist dann mit einem schweren Verdichtungsgerät bei trockener Witterung intensiv nachzuverdichten.

Auf dieser ersten verdichteten Lage ist dann in dem ehem. bebauten Bereich ein Geogitter, z.B. Tensar TriAx TX 170-G, oder gleichwertiges aufzulegen. Darauf ist dann der weitere Ersatzboden lagenweise (d ~ 0,2 – 0,3 m) und jeweils verdichtet bis zum konstruktiven Planum aufzubringen.

Es ist dann davon auszugehen, dass das vorgenannte Verformungsmodul unter Zwischenschaltung des zuvor beschriebenen Bodenaustausches (d ~ mind. 0,4 m mit lagenweiser Verdichtung d ~ 0,2 m) sowie der anschließender intensiven Verdichtung des konstruktiven Planums der geplanten Straße (~ Höhenlage aktueller GOK) bei trockener Wetterlage zu erreichen ist.

Sofern Recyclingmaterialien für den reinen Bodenaustausch (d ~ 0,4 m) verwendet werden sollten, muss darauf hingewiesen werden, dass der Einbau dieser Materialien wasserrechtlich genehmigungspflichtig ist, und meistens nicht den Anforderungen eines F1-Materials entspricht.

Anschließend kann der Aufbau gemäß RStO (frostfreier Aufbau d ~ 0,60 m) erfolgen.

In der Systemskizze (Anlage 03) ist der o.g. Aufbau dargestellt.

Auf Grundlage der festgestellten Bodensituation und den vorliegenden Informationen (z.B. Lage) sind für den Straßenbau folgende Randparameter für die Planung zu berücksichtigen:

→ Erdplanum entspricht mind. Frostempfindlichkeitsklasse F2
→ konstruktives Planum entsprechend eingebrachtem Ersatzboden
→ Frosteinwirkungszone I (benachbart zu FWZ II)
→ ungünstige Wasserverhältnisse (Stau- und Schichtwasser)
→ zukünftige seitliche und teils beidseitige Wohnbebauung
→ topographische Lage - Hangkuppe

Für den Ausbau der Straße sind die Vorgaben der RStO maßgebend.

6. Deklarationsanalysen

Im Rahmen der Baugrunderkundung am 03.03.2021 wurden an den jeweiligen Aufschlusspunkten eine Vielzahl an Bodenproben entnommen.

Im Bereich der vorhandenen Straße (RKB 11) wurde eine Schwarzdeckeneinzelproben für die nachfolgende chemische Untersuchung zur Verfügung gestellt:

Aufschlusspunkt	Entnahmetiefe	Probenbezeichnung
RKB 11	0,00 – 0,08 m	KB 11

Die Bodenmischproben wurden der Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling zwecks der chemisch-analytischen Untersuchung übergeben. Dabei wurde die Schwarzdecke auf den Parameter PAK nach US-EPA (FS) untersucht.

Nach dem Untersuchungsbericht AR-20-AN-014796-01 vom 03.05.2021 kann die Schwarzdeckeneinzelproben wie folgt deklariert werden:

SD-Probe	**PAK** (FS) nach US EPA	**Phenolindex** (EL)	**Verwertungsklasse** nach RuVA StB 01 (2005) und TL AG-StB 09
KB 11	**4.090** [mg/kg]	**nicht untersucht**	**B / C – asphaltstämmig**

Die hier stark teerhaltigen Schwarzdecke (KB 11) ist ab einem PAK-Gehalt von > 1.000 mg/kg als **gefährlicher Abfall** gemäß "Arbeitsliste zur Einstufung von Abfällen in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle in NRW, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Stand Dezember 2017" einzustufen.

Die Entsorgung der stark teerhaltigen Schwarzdecke (PAK-Gehalt > 1.000 mg/kg) kann dann unter der Abfallschlüsselnummer AVV 17 03 01* - *kohlenteerhaltige Bitumengemische mit gefährlichen Stoffen* entsorgt werden.

Dipl.-Ing. Björn Müller

Dipl.-Ing. Fred Müller

Anlage: 01

Lageplan: (Maßstab ~1:500)

Quellengrundlage: Konzept Bebauungsplan Nr. 328, „Breslauer Straße“, Stadt Siegen, Maßstab 1:1000, Stand 22.11.2019; **modifiziert** (Eintragung ~ Lage Aufschlusspunkte / Baufeld) von F.G.M. Ingenieurbüro Müller

N

Maßstab 1:500

0 m 10 m 20 m

Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld (Rhld.)
Telefon: 02173 – 99 3 11 70
Fax: 02173 – 99 3 11 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

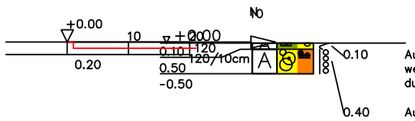
Bauvorhaben:
Siegen, Erschließung Breslauer Straße, B-Plan Nr. 328

Blattinhalt: Lageplan	
Bearb.: ew	Datum: 11.05.2021
Auftrag Nr.: **A5417**	Anlage Nr.: **01**

Anlage: 02

Ergebnisse Baugrunderkundung

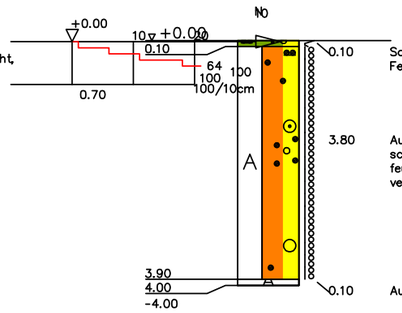
DPH 1 / RKB 1
NHN +367,21 [m]



Auffüllung (Schluff, kiesig), schwach feucht, weich, Grasnarbe, Organik, Betonbruch, dunkelbraun

Auffüllung (Kies, stark mittelsandig sehr schwach schluffig), schwach feucht bis trocken, dicht, Betonbruch

DPH 2 / RKB 2
NHN +367,15 [m]

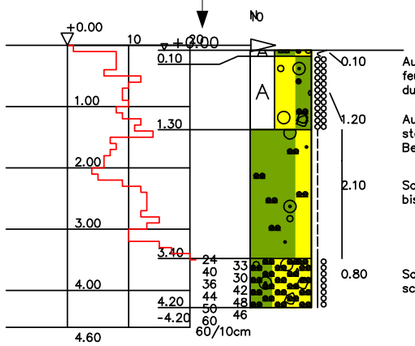


Schluff, kiesig, feinsandig, feucht, weich, Felsbruch, Organik, dunkelbraun

Auffüllung (Mittelsand, stark kiesig, sehr schwach schluffig), trocken bis schwach feucht, dicht, Beton- und Ziegelbruch, vereinzelt Metall, Plastik, braun + grau

Auffüllung, Beton

DPH 3 / RKB 3
NHN +367,16 [m]



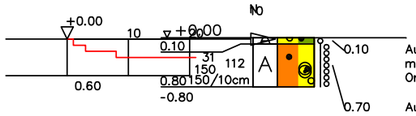
Auffüllung (Schluff, kiesig, mittelsandig), feucht, weich, Grasnarbe, Felsbruch, dunkelbraun

Auffüllung (Kies, schluffig, mittelsandig steinig), schwach feucht, mitteldicht, Betonbruch, braungrau

Schluff, kiesig, schwach feinsandig, trocken bis schwach feucht, steif bis halbfest

Schluffstein, stark verwittert, Kies, steinig, schluffig, trocken, dicht

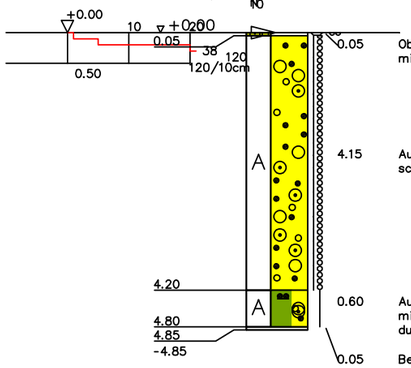
DPH 4 / RKB 4
NHN +366,95 [m]



Auffüllung (Kies, schluffig, schwach mittelsandig), feucht, locker, Betonbruch, Organik, Grasnarbe, braun

Auffüllung (Mittelsand, stark kiesig), schwach feucht bis trocken, dicht, Ziegel- und Betonbruch, braungrau

DPH 5 / RKB 5
NHN +366,99 [m]



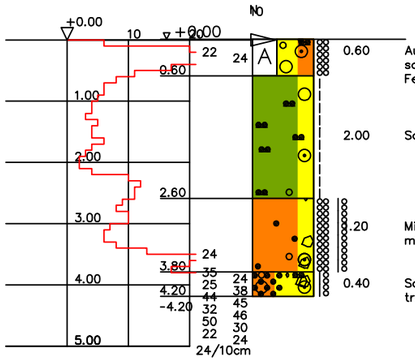
Oberboden (Auffüllung, Schluff), naß, mitteldicht, stark durchwurzelt, braun

Auffüllung (Kies, Mittelsand), trocken bis schwach feucht, dicht, Wechsellagerung

Auffüllung (Schluff, kiesig, schwach mittelsandig), schwach feucht, halbfest, dunkelgrau

Beton?

DPH 6 / RKB 6
NHN +367,08 [m]



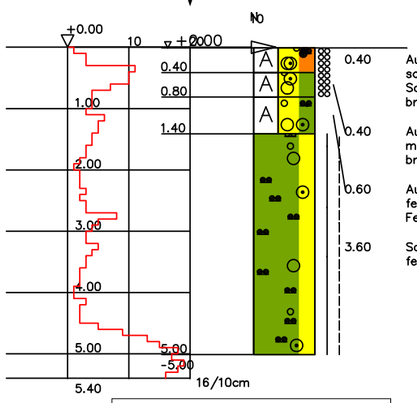
Auffüllung (Kies, stark mittelsandig schluffig), schwach feucht, mitteldicht, Felsbruch, Betonbruch, Organik, braungrau

Schluff, kiesig, schwach feucht, steif, braun

Mittelsand, stark kiesig, steinig, trocken, mitteldicht bis dicht, hellbraun

Sandstein, Kies, steinig, schwach schluffig, trocken, dicht, braun

DPH 7 / RKB 7
NHN +366,85 [m]



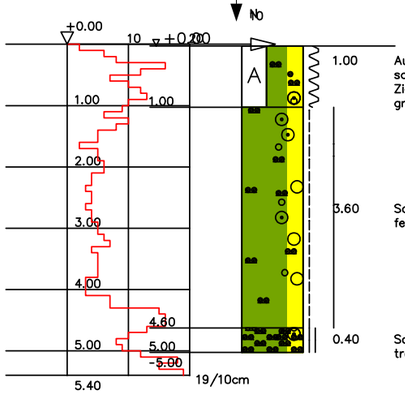
Auffüllung (Kies, mittel- bis grobsandig, schwach schluffig), feucht, mitteldicht, Schotter, Felsbruch, Organik, dunkelgrau - braun

Auffüllung (Kies, schluffig), schwach feucht, mitteldicht, Felsbruch, umg. Boden, braungrau

Auffüllung (Kies, schluffig, schwach feinsandig), schwach feucht bis trocken, Felsbruch

Schluff, schwach kiesig bis kiesig, schwach feucht, halbfest bis steif, braun

DPH 8 / RKB 8
NHN +367,06 [m]



Auffüllung (Schluff, kiesig, mittelsandig), schwach feucht, weich, Beton- und Ziegelbruch, sehr wenig Asche, braun + grau

Schluff, kiesig bis stark kiesig, schwach feucht, steif bis halbfest, braun

Schluffstein, Schluff, kiesig, feinsandig, trocken, fest, braun

RKB 09
NHN +367,36 [m]

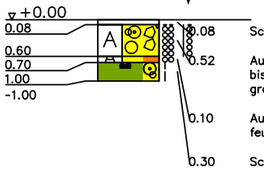
Auffüllung (Mittelsand, kiesig, schwach schluffig), schwach feucht, locker bis mitteldicht, Sportplatzasche, grau - rotbraun

Auffüllung (Steine, kiesig, mittelsandig), trocken, dicht bis sehr dicht, Betonbruch, Felsbruch, grau

RKB 10
NHN +367,32 [m]

Auffüllung (Schluff, stark kiesig, fein- bis mittelsandig), schwach feucht bis trocken, mitteldicht bis dicht, braungrau

RKB 11
NHN +367,07 [m]



Schwarzdecke

Auffüllung (Kies, steinig), schwach feucht bis feucht, mitteldicht bis dicht, Schotter, grau

Auffüllung (Kies, mittelsandig), schwach feucht, mitteldicht, Schlacke?

Schluff, kiesig, schwach feucht, steif, braun

Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld (Rhld.)
Telefon: 02173 – 99 3 11 70
Fax: 02173 – 99 3 11 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt: Ergebnisse Baugrunderkundung

Bearb.:	Datum:
ew	11.05.2021
Auftrag Nr.:	**Anlage Nr.:**
A5417	**01**

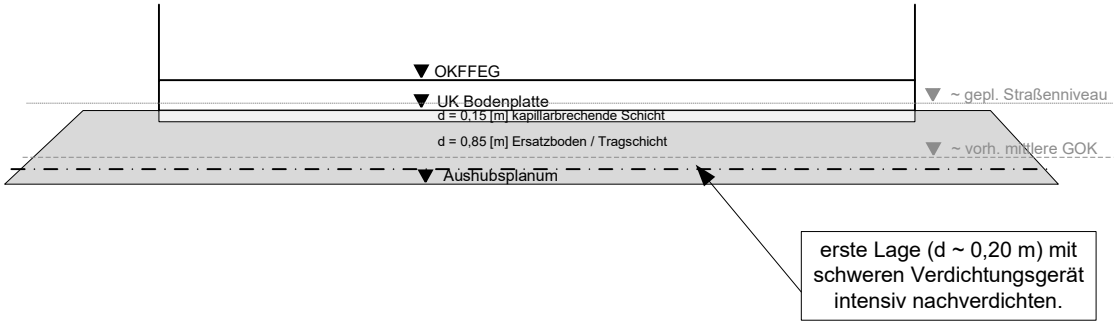
Bauvorhaben: Siegen, Erschließung Breslauer Straße, B-Plan Nr. 328

Anlage: 03

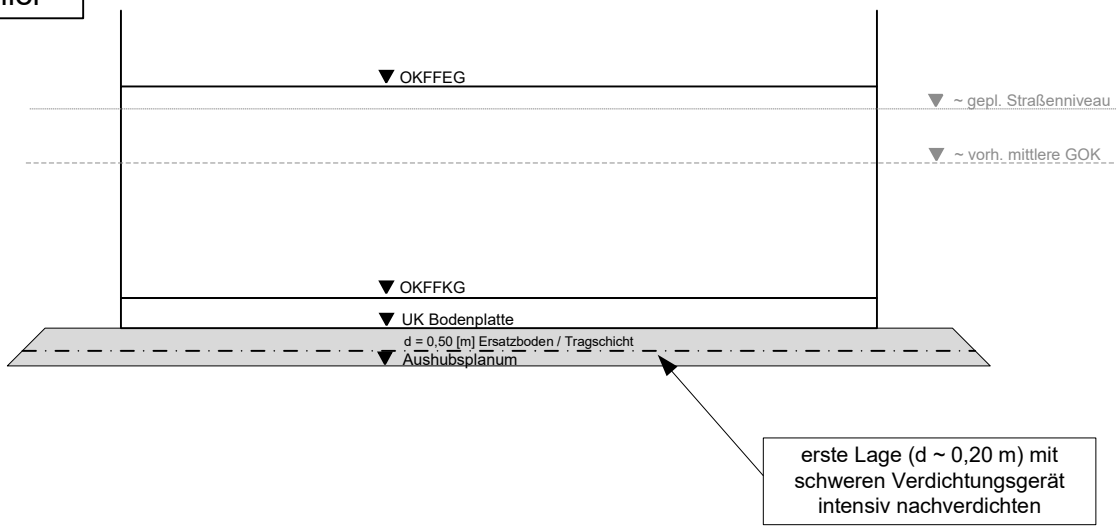
Systemskizze (Maßstab 1:100)

Die Gründungsvorschläge gelten, wenn durch den vorhandenen Bergbau keine Risiken zu erwarten sind.

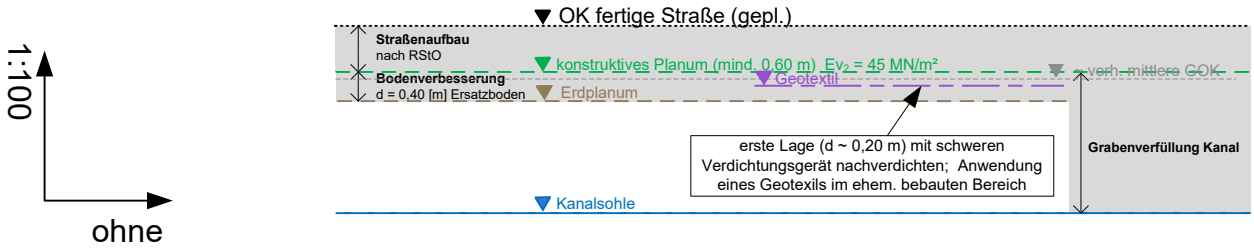
ohne Keller



mit Keller



Straßen und Kanalbau



Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld (Rhld.)
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt: Systemskizzen		
Bearb.: ew	Datum: 11.05.2021	
Bauvorhaben: Siegen, Erschließung Breslauer Straße, B-Plan Nr. 328	Auftrag Nr.: **A5417**	Anlage Nr.: **03**

Anlage: 04

DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

FGM
Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Herr Björn Müller
Hans-Böckler-Straße 21
40764 Velbert

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7740	P7740B210420.docx	Hi/Kuj	Witten	20.04.2021

BEBAUUNGSPLAN NR. 328

Breslauer Straße, Siegen

- Beurteilung der bergbaulichen Situation -

Auftrag vom 16.03.2021

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, https://www.dr-spang.de
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 27, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN

INHALT **SEITE**

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Nach dem Schreiben der Bezirksregierung Arnsberg vom 29.01.2021 wird im Bereich der Bebauungsplan-Fläche Nr. 328 in Siegen ein Fundstollen sowie ein Schurfschacht in einem auf Erz verliehenem Bergwerksfeld vermutet. Die Angaben decken sich mit den Informationen des Geologischen Dienstes NRW [U 2], wonach im betroffenen Bereich entsprechende Gefahrenpotentiale durch Bergbau vorliegen. Eine gutachterliche Bewertung der bergbaulichen Verhältnisse einschließlich einer Empfehlung ggf. erforderlicher Anpassungs- und Sicherungsmaßnahmen wurde empfohlen.

1.2 Auftrag

Zur Klärung der aus bergbaulichen Einwirkungen resultierenden möglichen Gefährdung der Tagesoberfläche sollte eine Grubenbildeinsichtnahme zur Ermittlung der tatsächlichen (dokumentierten) Verhältnisse durchgeführt werden.

Mit E-Mail vom 16.03.2021 wurde der Dr. Spang GmbH auf Basis des Angebotes A 42.15672 der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Für die Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

[U 1] **Geologische Karte von NRW 1 : 25.000, Blatt 5114, Siegen.** Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 2001.

[U 2] **Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen;** Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld, Bezirksregierung Arnsberg, http://www.gdu.nrw.de, 08/2018.

[U 3] **Bebauungsplan Nr. 328 „Breslauer Straße“**, Bebauungsplan und Bergbau, ohne weitere Angaben; erhalten mit E-Mail vom 19.02.2021.

[U 4] **Bebauungsplan 328**, Luftbilder 1991, 1999, 2018; ohne weitere Angaben; erhalten mit E-Mail vom 19.02.2021.

[U 5] **Auskunft über bergbauliche Verhältnisse,** Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW; Schreiben vom 29.01.2021; erhalten mit E-Mail vom 19.02.2021.

[U 6] **Grubenbilder der Bezirksregierung Arnsberg,** Dezernat 63, Dortmund. Erhalten mit E-Mail vom 24.03.2021 (vgl. Anlage 3).

[U 7] **SATÖB-Auszug**, Bezirksregierung Arnsberg, Dezernat 63, Dortmund, erhalten mit E-Mail vom 24.03.2021.

[U 8] **https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2**/, Bezirksregierung Köln. Letzter Abruf am 16.04.2021.

[U 9] **HOLLMANN, F. & NÜRENBERG, R.:** Der tagesnahe Bergbau als technisches Problem bei der Durchführung von Baumaßnahmen im Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebiet. Mittelungen der Berggewerkschaftskasse, Bochum, Dezember 1972.

[U 10] **Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“.** Arbeitskreis 4.6 „Altbergbau“ der Fachsektion Ingenieurgeologie in der DGGT, Essen/Herne 2004.

[U 11] **CLOSTERMANN ET AL.:** Gutachterliche Stellungnahme zu den Themen „Einwirkungsrelevanz des Altbergbaus, Bemessung von Einwirkungs- und Gefährdungsbereichen und Einfluss von Grubenwasserstandsänderungen“. Dortmund, 23.06.2020.

1.4 Untersuchungen

Mit E-Mail vom 17.03.2021 wurde eine Einsichtnahme in das amtliche Grubenbild bei der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in Nordrhein-Westfalen beantragt. Dem Antrag wurde stattgegeben; Auszüge aus den Grubenbildern wurden mit E-Mail vom 24.03.2021 an

uns übersendet. Das Protokoll der Einsichtnahme ist als Anlage 3 beigefügt. Zu den Ergebnissen führen wir wie folgt aus.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie und Vegetation

Das Baufeld befindet sich am westlichen Rand der Stadt Siegen im Bereich der Hochebene des Fischbacher Berges (Anlage 1). Es handelt sich eine mehr oder weniger unbefestigte Fläche mit einzelnen Parkplatz- und Grünflächen. Am westlichen, südlichen und östlichen Bereich grenzen Wohnbebauungen an. Nördlich des Baufeldes befindet sich eine Waldfläche.

Die absoluten Geländehöhen liegen im zentralen Bereich bei etwa + 366 m NHN. Am nördlichen Rand des Baufeldes befindet sich ein Geländesprung von etwa 5 m Höhe. An der Grenze zur nördlichen Waldfläche liegen die Geländehöhen bei etwa + 361 m NHN. Möglicherweise wurde das Gelände im Bereich der Hochebene in der Vergangenheit um etwa 5 m aufgeschüttet. Hierzu liegen jedoch keine genaueren Angaben vor. In nördliche bis nordöstliche Richtung nehmen die absoluten Höhen entsprechend der natürlichen Morphologie weiter ab.

Nach [U 4] waren auf dem Gelände in der Vergangenheit mehrere Wohnhäuser vorhanden, die zurückgebaut wurden. Der Rückbau der Häuser ist in dem Luftbild des Jahres 1999 aus [U 4] dokumentiert. Somit können Fundamentreste oder Bauschutt des früheren Gebäudebestands im oberflächennahen Baugrund nicht ausgeschlossen werden.

2.2 Geologischer Überblick und Lagerstättensituation

In der geologischen Karte [U 1] sind für das Projektgebiet keine Angaben über eine quartäre Lockergesteinsmächtigkeit dokumentiert. Aufgrund der ehemaligen Bebauung und der möglicherweise durchgeführten Anschüttung ist im Untersuchungsgebiet zusätzlich mit anthropogenen Anschüttungen zu rechnen. Die Mächtigkeit der quartären Lockermassen inklusive möglicher anthropogener

Auffüllungen wird auf etwa 5 m geschätzt; größere Abweichungen können aber nicht ausgeschlossen werden.

Im Liegenden folgen devonische Festgesteine der oberen Siegener Schichten (**Unterdevon**, dsA1). Die Gesteine setzten sich aus geschieferten Tonsteinen mit dünn- bis mittelbankigen Sandsteinen zusammen; untergeordnet sind Schluffsteine vorhanden. Die Gesteinsschichten liegen auf der Nordwestflanke des Wellersberg-Sattels und fallen mit etwa 48° bis 80° in westliche bis nordwestliche Richtung ein. Auf Höhe des westlichen Baufeldrandes ist ein Schichteinfallen von etwa 40° in südliche Richtung dokumentiert; möglicherweise sind die Gesteinsschichten durch tektonische Scherbeanspruchungen versetzt.

Aufgrund der tektonischen Beanspruchung sind die devonischen Gesteine teilweise von Störungen durchzogen. Etwa 80 m südlich des Baufeldes ist in [U 1] der Ausstrich der Fischbacher-Berg-Störung verzeichnet. Die als Abschiebung gekennzeichnete Störung fällt in südliche Richtung ein; Angaben über die Mächtigkeit der Störung oder deren Versatz liegen nicht vor.

Durch aufsteigende hydrothermale Wässer sind im Siegerbergland an geologischen Störungen Erzgänge entstanden, die bergmännisch abgebaut wurden. Nach Aussage der Bezirksregierung Arnsberg [U 5] wurde im Bereich des Projektgebiets ein **Erzgang** angetroffen, der mit etwa 60 gon (etwa 54°) in südliche Richtung einfällt. Angaben über die Mächtigkeit des Erzgangs liegen nicht vor.

3. BERGBAULICHE SITUATION

3.1 Allgemeines

Erst nach Einführung des preußischen Berggesetzes im Jahre 1865 wurden die Bergwerksbetreiber dazu verpflichtet, ihre Abbautätigkeiten zu kartieren und der Oberen Bergbehörde vorzulegen. Aus der Zeit des frühen Bergbaus, des so genannten „Uraltbergbaus“ vor 1865 und des unrechtmäßigen Abbaus in jüngerer Zeit (z.B. „wilder Bergbau“ in den Notzeiten nach den Weltkriegen), liegen nur lückenhafte Unterlagen vor; in der Regel fehlen entsprechende Dokumente.

Aus bergschadenstechnischer Sicht werden nach [U 9] die unterhalb der Tagesoberfläche durchgeführten Abbautätigkeiten nach Tiefenbereichen unterschieden. Während die Abbautätigkeiten innerhalb des **tagesnahen Tiefenbereichs** (i.d.R. bis etwa 30 m unter Felsoberkante) praktisch **zeitlich unbegrenzt ein Gefährdungspotential** bergen, welches über Setzungsbeträge im mm- bis dm-Bereich bis hin zum Einbruch der Tagesoberfläche reicht, sind Einwirkungen aus Abbauhorizonten im **oberflächennahen Tiefenbereich** (i.d.R. bis etwa 100 m unter Felsoberkante) zwar ebenfalls zeitlich kaum begrenzt, jedoch aufgrund des meist nur geringen Setzungspotentials baupraktisch i.d.R. nicht relevant.

Der unterhalb der letztgenannten Tiefen beginnende Bereich des **Tiefenbergbaus** ist in seinem Gefährdungspotential zeitlich limitiert. Nach ausreichender, seit dem Abbau vergangener Zeit (i.d.R. 3 bis 5 Jahre) ist nach allgemeiner Lehrmeinung Bodenruhe eingetreten.

Die Grubenbilder wurden bis ins 20. Jahrhundert handschriftlich angelegt und geführt. Zur Orientierung hinsichtlich der Tagesoberfläche wurden teilweise markante Straßenzüge und Gebäude übertragen. Die Einpassung der Dokumente in die heutige Topographie stellt sich aufgrund der geänderten Geländenutzung oftmals schwierig dar. Jedoch können Straßenverläufe sowie einzelne alte Gebäude manchmal als Passpunkte verwendet werden. Trotzdem muss, auch aufgrund von Verzerrungen der Plangrundlage oder fehlenden Orientierungspunkten, mit Lagenungenauigkeiten gerechnet werden, die in der Regel zwischen etwa 10 und 30 m liegen können. **Diese Lageungenauigkeit ist in den nachfolgenden Ausführungen nicht berücksichtigt**.

3.2 Offizielle Abbautätigkeiten

Die betreffende Fläche liegt nach [U 5] über dem auf Eisen, Blei, Kupfer und Zink verliehenem Bergwerksfeld „Ausdauer“ des ehemaligen Bergwerks „Tannenbaum modo Ausdauer“. Die letzte Eigentümerin der ehemaligen Bergbauberechtigung ist nicht mehr erreichbar, ein Rechtsnachfolger ist nicht bekannt.

Aus den eingesehenen Grubenbildern [U 6] und dem SATÖB-Auszug [U 7] ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Der **Fundstollen** befindet sich am östlichen Rand des Baufeldes und verläuft nahezu in Nord-Süd-Richtung. Von dem insgesamt etwa 143 m langen Stollen reichen etwa 30 m unterhalb des Projektgebietes. Der Stollen endet demnach dort. Das Mundloch des Stollens liegt etwa 113 m nordöstlich im angrenzenden Waldgebiet. Die Breite des Stollens beträgt nach den Grubenbildern etwa 1,7 m. Die Stollensohle wird bei etwa + 333 m NHN vermutet. Angaben über die Höhe des liegen nicht vor; sie wird auf etwa 2 m geschätzt und liegt somit bei etwa + 335 m NHN.

- Am Ende des Stollens wurde ein **Erzgang** angetroffen. An dem Erzgang ist ein Einfallen in südöstliche Richtung mit 55° angegeben. Die Streichrichtung des Erzgangs wurde in den Grubenbildern nahezu in E-W-Richtung projiziert. Die projizierte Streichrichtung weicht damit von der schriftlich vermerkten Streichrichtung „hora 17“ ab, aus der eine Streichrichtung in SW-NE-Richtung abgeleitet werden kann. Angaben über die Mächtigkeit des Erzgangs liegen nicht vor.

- Im Bereich des aufgeschlossenen Erzgangs am Ende des Stollens wurde ein **Querschlag** aufgefahren. An dem Querschlag sind mehrere Strecken in nordwestliche, südliche und östliche Richtung angedeutet. Ein **Abbau** des Erzgangs ist nicht dokumentiert; auch eine Verbindung zum Schurfschacht (s.u.) ist nicht vorhanden.

- Ungefähr 14 m nordöstlich des Stollenendes befindet sich der **Fundpunkt** eines Erzgangs. Der Erzgang weist ein Fallwinkel von etwa 55° in südöstliche Richtung auf. Sehr wahrscheinlich handelt es sich um den gleichen Erzgang, der am Ende des Stollens angetroffen wurde.

- Auf dem Fundpunkt ist ein **Schurfschacht** vorhanden. Der Schacht wurde wahrscheinlich tonnlägig im Erzgang aufgefahren; dementsprechend weist der Schacht einen Fallwinkel von etwa 54° (60 gon) auf. Unter der Annahme, dass mit dem Fundpunkt der im Stollen angetroffene Erzgang angetroffen wurde, könnte die Gesamtteufe des Schachtes etwa 20 m betragen; Angaben hierüber liegen nicht vor. Eine Verbindung zum Stollen oder dem Querschlag ist den Grubenbildern nicht zu entnehmen. Angaben über die Schachtgeometrie, einen Ausbau oder den Zustand des Schachtes liegen nicht vor. Ebenfalls ist nicht bekannt, ob der Schacht verfüllt wurde oder in welchem Zustand die ggf. vorhanden Füllsäule ist.

- In der Mutungskarte Siegerland ist im nordwestlichen Bereich des Baufeldes ein weiterer **Fundpunkt** mit der Bezeichnung **Prinz Wilhelm** dokumentiert. Der mit dem Fundpunkt angetroffene Erzgang zeigt ein Streichen in südöstliche Richtung. Anhand der vorliegenden Unterlagen ist nicht erkennbar, ob es sich um den gleichen Erzgang handelt, in dem der Schurfschacht aufgefahren ist, oder ob es sich um einen zweiten Erzgang handelt. Angaben über den Fallwinkel oder die Mächtigkeit des Erzgangs liegen nicht vor.

- Im Lageriss aus der B-Akte „Grube Ausdauer“ aus dem Jahr 1866 sowie im Lageriss der B-Akte „Friederike“ aus dem gleichen Jahr ist im Bereich des Fundpunktes Wilhelm eine **gebäudeähnliche Signatur** zu erkennen. Ob es sich hierbei um ein Schachtgebäude handelt, kann anhand der vorliegenden Unterlagen nicht geklärt werden.

3.3 Uraltbergbau

In dem digitalen Geländemodell von NRW aus [U 8] sind nördlich des Baufeldes **pingen**- bzw. **muldenähnliche Strukturen** erkennbar.

Nördlich des Baufeldes befindet sich eine längliche Einsenkung, die lagetechnisch mit der vermuteten Lage des Stollenmundlochs übereinstimmt. Daher kann die Lage des Stollenmundlochs als relativ genau angesehen werden. In Richtung des Baufeldes ist eine etwa 1 m tiefe Einsenkung erkennbar, die relativ genau auf dem Stollen liegt. Möglicherweise handelt es sich um einen Verbruch. Anhand der Lage des Stollenmundlochs und des möglichen Hochbruchs können die Lage und Orientierung des Stollens relativ genau lokalisiert werden.

Im Bereich des Schurfschachtes ist eine weitere pingenähnliche Struktur erkennbar. In die nordöstliche Streichrichtung des Erzgangs sind weitere muldenähnliche Strukturen erkennbar. Ein Zusammenhang zwischen den Mulden und dem Erzgang kann nicht ausgeschlossen werden. In südwestliche Richtung sind keine Mulden erkennbar.

Südöstlich des Erzgangs, der mit dem Fundpunkt Prinz Wilhelm angetroffen wurde, sind im Bereich des vermuteten Ausstrichs mehrere mulden- oder pingenähnliche Strukturen erkennbar. Der Ursprung ist nicht bekannt; bergbauliche Ursachen können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

4. RISIKOANALYSE UND -BEWERTUNG

4.1 Methodischer Ansatz

Der **Risikobegriff** wird im wissenschaftlich-technischen Bereich üblicherweise als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensgröße definiert:

Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit x Schadensgröße

Ein risikofreier Zustand ist demnach nur möglich, wenn einer oder beide Faktoren des Produktes Null ist. In der Realität können weder die Eintrittswahrscheinlichkeit, noch die Schadensgröße exakt quantifiziert werden. Ein risikofreier Zustand kann aus diesem Grunde nicht erzielt werden. In [U 10] wird daher ein vertretbares „Grenzrisiko“ (R_G) definiert, welches einen „sicheren“ von einem „unsicheren“ Zustand abgrenzt.

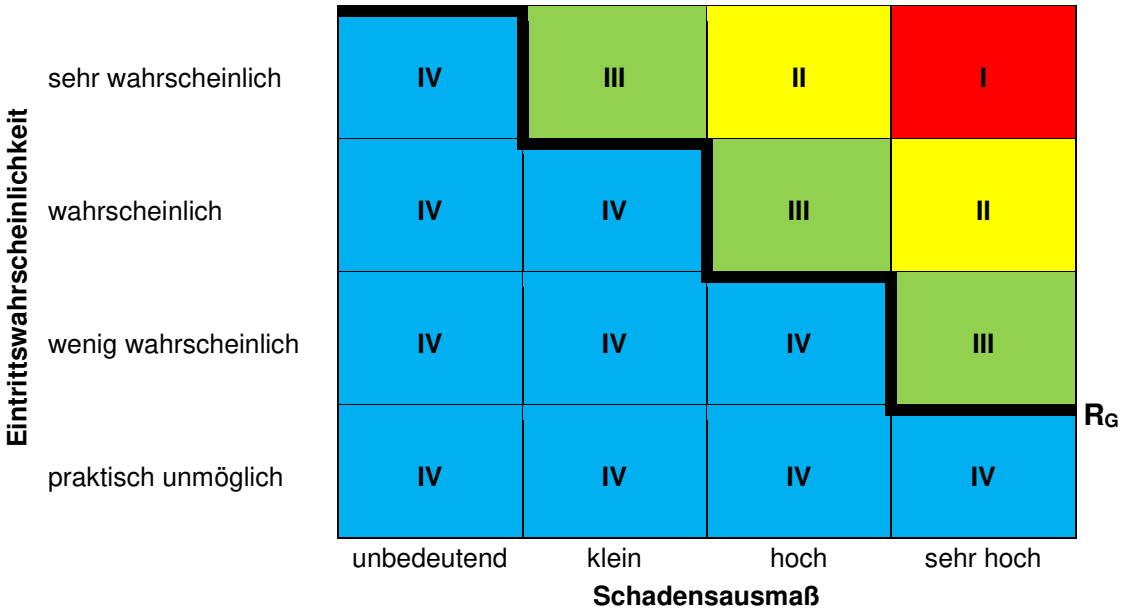


Abb. 4.1-1: Risikomatrix nach [U 10]

Da sich weder für die Eintrittswahrscheinlichkeit, noch für die Schadensgröße exakte, quantifizierbare Angaben treffen lassen, werden ersatzweise beschreibende, „halbquantitative“ Begriffe verwendet, die jeweils Steigerungen beinhalten. In Abhängigkeit von den Begriffen lässt sich eine Risikomatrix erstellen (Abb. 4.1-1). Das Risiko nimmt dabei von der Risikoklasse I hin zur Risikoklasse

IV ab. Das Grenzrisiko (R_G) wurde nach [U 10] an die Grenze zwischen die Risikoklassen III und IV gelegt.

Da das vertretbare Grenzrisiko aufgrund der projektspezifischen Randbedingungen (u.a. Rechtsvorschriften, politische Vorgaben, Akzeptanz der Bevölkerung, finanzielle Mittel) unterschiedlich ausfällt, ist eine allgemeingültige Definition von Risikoklassen nicht möglich. Für das vorliegende Projekt wird in Anlehnung an [U 10] die in Tabelle 4.1-2 aufgeführte Klassifizierung vorgeschlagen. **Die vorgenommene Einstufung ist durch den Auftraggeber im Hinblick auf sein spezifisches vertretbares Risiko bzw. Grenzrisiko zu überprüfen und ggf. im Dialog abzustimmen.**

Risiko-klasse	Geotechnisch-markscheiderisches Schadensbild	Nutzung der Tagesoberfläche	Einschätzung Dauerstandsicherheit	Empfohlene Maßnahmen
I	▪ Tagesbruch, Bohrloch-, Schacht- und Mundlochverbruch ▪ Größere Deformation an der Tagesoberfläche, z.B. Spaltenbildung, Senkung ▪ Offene, ungesicherte Tagesöffnung ▪ Akuter Wasserschaden (z.B. Standwasserbildung im Stollen, Wasseranstieg) ▪ Aktiver untertägiger Verbruchprozess	▪ Unmittelbare Überbauung, Bereiche mit erhöhter statischer und dynamischer Belastung ▪ Flächen mit intensiver land- und forstwirtschaftlicher sowie gärtnerischer Nutzung ▪ Verkehrswege ▪ Stark frequentierte öffentliche Bereiche	▪ Sehr geringe und geringe Dauerstandfestigkeit des Gebirges ▪ Akute Tagesbruchgefährdung ▪ Akute Gefährdung der öffentlichen Sicherheit	▪ Sofortsicherung umgehend erforderlich ▪ Dringender Handlungsbedarf für dauerhafte Sicherungsmaßnahmen oder Sanierungsarbeiten ▪ Nutzungseinschränkung oder Sperrung der Tagesoberfläche notwendig
II	▪ Tagesbruch, Bohrloch-, Schacht- und Mundlochverbruch ▪ Größere Deformation an der Tagesoberfläche, z.B. Spaltenbildung, Senkung ▪ Offene, erstgesicherte Tagesöffnung ▪ Wasserschaden (z.B. Standwasserbildung im Stollen, Wasseranstieg) ▪ Aktiver untertägiger Verbruchprozess ▪ Nicht dauerstandsicher verfüllte oder teilverfüllte Schächte ▪ Unsicher abgebühnte nicht oder teilverfüllte Schächte	▪ Bebauungsgebiete, jedoch keine direkte Bebauung bzw. in deren unmittelbarem Einflussbereich ▪ Land- und forstwirtschaftliche Flächen ▪ Gering frequentierte öffentliche Bereiche	▪ Sehr geringe und geringe Dauerstandfestigkeit des Gebirges ▪ Hohe Tagesbruchgefährdung (zulässige Grenzdeckgebirgsmächtigkeit wird deutlich überschritten) ▪ Hohe Gefährdung der öffentlichen Sicherheit	▪ Sofortsicherung umgehend erforderlich ▪ Handlungsbedarf für dauerhafte Sicherungsmaßnahmen oder Sanierungsarbeiten ▪ Nutzungseinschränkung oder Sperrung der Tagesoberfläche notwendig

Risiko-klasse	Geotechnisch-markscheiderisches Schadensbild	Nutzung der Tagesoberfläche	Einschätzung Dauerstandsicherheit	Empfohlene Maßnahmen
III	▪ Stabilisierte, ältere Pingen-, Verbruch- und Deformationszonen an der Tagesoberfläche ▪ Dauerhaft gesicherte Tagesöffnung ▪ Tages- und oberflächennahe Grubenbaue ▪ Keine oder nur geringfügige Gebirgsauflockerung an der Hohlraumkontur ▪ Geringfügig deformierter Ausbau oder Schachtdeformation, jedoch funktionsfähig	▪ Randlage von Bebauungen, jedoch außerhalb deren unmittelbarer Nutzung ▪ Land- und forstwirtschaftliche Flächen	▪ Mittel- und langfristig ist eine Schwächung der Dauerstandfestigkeit gegeben ▪ Tagesbrüche oder/und Deformationen sind nicht unmittelbar zu erwarten ▪ Grubenbaue (Grenzdeckgebirgsmächtigkeit wird unterschritten)	▪ Periodische Kontrollen werden empfohlen (monatlich bis jährlich) ▪ Mittel- und langfristig sind Untersuchungs- und Sanierungsarbeiten vorzusehen
IV	▪ Keine Verbrüche und Deformationen an der Tagesoberfläche ▪ Dauerhaft gesicherte Tagesöffnung ▪ Kontrollfähiger Wasserabfluss ▪ Keine First- und Stoßausbrüche (Absandungen möglich) ▪ Keine Schachtdeformation ▪ Ausbau ist ausreichend dimensioniert und dauerhaft funktionsfähig	▪ Keine Nutzungseinschränkungen für Tagesoberfläche und Hohlraum	▪ Dauerstandsicherheit des Hohlraums gegeben ▪ Erforderlicher Wert für die Grenzdeckgebirgsmächtigkeit wird eingehalten	▪ Periodische Kontrollen in größeren Intervallen werden in Einzelfällen empfohlen

Tabelle 4.1-2: Bewertungsbeispiel der Risikoklassen über bergmännisch hergestellten Hohlräumen, (verändert nach [U 10])

4.2 Bergschadenstechnische Bewertung

4.2.1 Schurfschacht

Angaben über die Schachtgeometrie, den Zustand des Schachtes oder den Zustand einer ggf. vorhandenen Verfüllsäule liegen nicht vor. Aufgrund des Alters des Schachtes ist davon auszugehen, dass das ggf. vorhandene Füllsäulenmaterial nicht lagestabil ist und es zu einem Tagesbruch kommen kann. Zusätzlich lassen die morphologischen Auffälligkeiten im Bereich der vermuteten Schachtlage (vgl. Kapitel 3.3) auf eine Deformation bzw. Einsenkung der Geländeoberfläche schließen. Dementsprechend ist im Bereich des Schurfschachtes von einem **Tagesbruchrisiko** auszugehen.

Aufgrund des Tagesbruchrisikos wurde der Gefährdungsbereich für die Geländeoberfläche nach [U 11] für **tonnlägige Schächte** ermittelt. Als Lockermassenüberlagerung wurde die Mächtigkeit der quartären Überlagerung mit 5 m angesetzt. Nach [U 11] erfolgt die Bestimmung des Gefährdungsbereichs für tonnlägige Schächte analog zu dem für seigere Schächte. Zusätzlich ist der Gefährdungsbereich um den horizontalen Betrag zu erweitern, bei dem unter Berücksichtigung des Flözeinfallens eine Festgesteinsüberlagerung von 17 m erreicht wird. Im gegebenen Fall (Fallwinkel etwa 54°) entspricht dies einem horizontalen Betrag von etwa 12,5 m.

Für die Bestimmung des Gefährdungsbereichs an der Geländeoberfläche ist daher die Ausdehnung in Fallrichtung sowie in Streichrichtung separat zu betrachten. Die entsprechenden Parameter für die Berechnung des Gefährdungsbereichs sind in Tabelle 4.2.1-1 aufgeführt; eine Prinzipskizze des ermittelten Gefährdungsbereichs ist in Abbildung 4.2.1-1 dargestellt. Die Berechnung erfolgte mit den folgenden Formeln:

In Fallrichtung:

$$GB_{BkL} = 2 \cdot S + 2 \cdot A + D + 12{,}5\ m = 17{,}5\ m$$

$$GB_T = GB_{BkL} + 2 \cdot 0{,}6 \cdot h_n = \sim 24\ m$$

In Streichrichtung:

$$GB_{BkL} = 2 \cdot S + 2 \cdot A + D = \sim 5\ m$$

$$GB_T = GB_{BkL} + 2 \cdot 0{,}6 \cdot h_n = \sim 11\ m$$

Lockermassenüberlagerung h_n [m]	Dimension Schacht D [m]	Schachtausbau A [m]	Sicherheits-zuschlag S [m]	Reibungswinkel Überdeckung φ [°]
5 1)	2 1)	0	1,5	<30 1)

1) Angaben geschätzt.

Tabelle 4.2.1-1: Zusammenstellung der verwendeten Kennwerte für den Gefährdungsbereich.

Anschließend wurde der Gefährdungsbereich unter Berücksichtigung der quartären Überlagerung um etwa 6 m (0,6 • h_n) in jede Richtung erweitert.

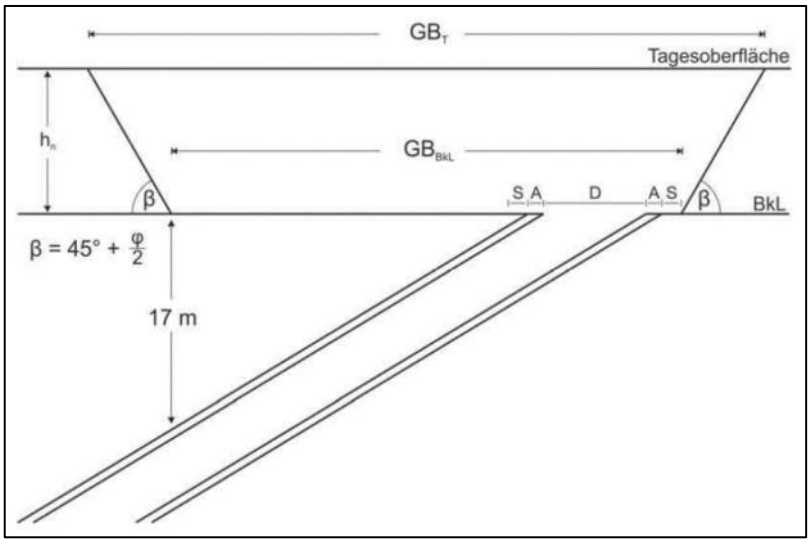


Abbildung 4.2.1-1: Prinzipskizze zur Ermittlung von GB_T nach [U 11].

4.2.2 Stollen

Nach [U 11] darf bei Stollen, deren Breite gleich oder kleiner deren Höhe ist, die Standsicherheit unterstellt werden, wenn die Festgesteinsüberdeckung mindestens der vierfachen Höhe des Stollens entspricht. In anderen Literaturquellen wird ein Faktor zwischen 3 und 5 angegeben.

Die Oberkante des Stollens wird unter Annahme einer Stollenhöhe von etwa 2 m bei etwa + 335 m NHN vermutet und liegt damit etwa 26 m unterhalb des nördlichen Baufeldrandes (etwa + 361 m NHN). Aus der Differenz der Angaben zur Mächtigkeit der quartären Überlagerung sowie der Anthropogenen Auffüllung ergibt sich eine Festgesteinsüberdeckung von etwa 21 m (26 m Überdeckung abzüglich 5 m Lockergesteinsüberlagerung). Die Überdeckung ist ausreichend groß gegen ein Tagesbruchrisiko aus dem Stollen. Unberücksichtigt ist dabei die tatsächliche Quartärüberdeckung, die für eine abschließende Bewertung bestimmt werden muss. Dementsprechend handelt es sich nur um eine vorläufige Abschätzung, die durch die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung überprüft und ggf. angepasst werden muss.

4.2.3 Abbau

Aufgrund der morphologischen Auffälligkeiten an der Tagesoberfläche und der am Ende des Stollens anschließenden Strecken kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Erzgänge im Bereich der Fundpunkte auf dem Bebauungsplan abgebaut worden sind. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass im Untersuchungsgebiet eine unklare Lagerstättensituation hinsichtlich der Anzahl der Erzgänge besteht (vgl. Kapitel 3.2). Für die bergschadenstechnische Bewertung wird davon ausgegangen, dass es sich um zwei verschiedene Erzgänge handelt.

Eine allgemeine Einschätzung des Tagesbruchrisikos aus Aktivitäten des Erzbergbaus ist aufgrund der Lagerstättensituation (Erzgänge mit lokaler Anreicherung des Erzes) schwierig zu quantifizieren. Eine Möglichkeit zur Abschätzung des Tagesbruchrisikos wird durch die wissenschaftliche Arbeit von Clostermann et al. [U 11] vorgeschlagen. Im Rahmen der Arbeit wurden die Auswirkungen auf die Tagesoberfläche im geologischen Zusammenhang mit geomechanischen Eigenschaften der Gesteinseinheiten untersucht und mit numerischen Modellierungen überprüft. Neben Steinkohle-Lagerstätten wurde auch eine Abschätzung für Auswirkungen auf die Tagesoberfläche für Erzbergbau vorgestellt. Dabei bezieht sich die Standsicherheit auch auf Abbaubereiche und ist nicht auf Stollen oder Strecken beschränkt.

Nach [U 11] ist die erforderliche Festgesteinsüberlagerung von der Lagerstättensituation und von dem Reibungswinkel abhängig. Für das Projektgebiet wird aufgrund der geologischen Verhältnisse (Tonsteine) ein Reibungswinkel von $\varphi < 30°$ angesetzt. Demnach beträgt die erforderliche lotrechte Festgesteinsüberlagerung für das Projektgebiet 20 m, um Tagesbruchrisiken auszuschließen.

Mit Bezug auf die vorhandenen geologischen und bergbaulichen Verhältnisse beträgt die vorhandene Festgesteinsüberlagerung oberhalb des Stollens etwa 21 m. Da die Festgesteinsüberlagerung oberhalb des Stollens durch den aufsteigenden Erzgang abnimmt, können durch möglichen Erzabbau **Auswirkungen auf die Tagesoberfläche nicht ausgeschlossen werden**.

Der Gefährdungsbereich für Erzganglagerstätten wird nach [U 11] in Abhängigkeit von der Felsüberlagerung oberhalb des abgebauten Erzgangs ermittelt. Da keine Angaben über die Lage der Abbaubereiche vorliegen, wurde der Beginn der Gefährdungsbereiche für beide Erzgänge an den Ausstrichunterkanten der jeweiligen Erzgänge angesetzt. Um die Breite der Gefährdungsbereiche zu ermitteln wurde eine Festgesteinsüberlagerung von 20 m abgesetzt (s.o.). Die daraus resultierende

Breite von etwa 22 m wurde in Fallrichtung von den Ausstrichoberkanten der Erzgänge auf die Felsoberfläche dargestellt. Für beide Erzgänge wurde eine Mächtigkeit von etwa 1 m angesetzt. Anschließend wurden die Gefährdungsbereiche unter Berücksichtigung der quartären Überlagerung um etwa 3 m (0,6 • h_n) erweitert.

4.3 Abschließende Bewertung

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4.2 ist das Gelände hinsichtlich der Risikoklassen aus Tabelle 4.1-2 wie folgt einzustufen:

- Die Eintrittswahrscheinlichkeit für Tagesbrüche aus Erzabbau wird im Bereich der Einflussbereiche der Erzgänge als „wahrscheinlich“, das mögliche Schadensausmaß als „sehr hoch“ eingestuft (**Risikoklasse II**; s. Tabelle 4.1-2).

- Der Stollen wird entsprechend Tabelle 4.1-2 der **Risikoklasse IV** zugewiesen (Eintrittswahrscheinlichkeit „wenig wahrscheinlich“, Schadensausmaß „hoch“). Die Einstufung beruht auf den geschätzten Annahmen zur Mächtigkeit der Lockermassenmächtigkeit und ist durch Erkundungsergebnisse ggf. anzupassen.

- Mit Bezug auf Tabelle 4.1-2 wird das Schadensausmaß des Schurfschachtes als „sehr hoch“ und die Eintrittswahrscheinlichkeit als „sehr wahrscheinlich“ eingeschätzt; der Gefährdungsbereich für den Schurfschacht entspricht damit der **Risikoklasse I**.

Die in Anlage 2 dargestellten Risikobereiche entsprechen den Gefährdungsbereichen aus den Kapiteln 4.2.1 (Schurfschacht) und 4.2.3 (möglicher Abbau der Erzgänge) bzw. der Lage des Fundstollens. Zusätzlich wurden die vermuteten Ausstrichbereiche der beiden Erzgänge (Erzgang 1 und Erzgang 2) inklusive der möglichen Streichrichtungen (SW-NE, W-E) auf die Felsoberfläche projiziert dargestellt.

5. EMPFEHLUNGEN

Mit Bezug auf die vorstehenden Ausführungen können Auswirkungen auf die Tagesoberfläche durch ehemaligen Erzbergbau nicht ausgeschlossen werden. Die tatsächlichen bergbaulichen Verhältnisse im Bereich des Baufeldes lassen sich nur durch Bohrungen feststellen. Es wird daher empfohlen, zur Absicherung der oben beschriebenen Risiken Vollkronenbohrungen im Baufeld abzuteufen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Abschätzung möglicher Auswirkungen ehemaliger bergbaulicher Tätigkeiten auf die Tagesoberfläche Im Bereich des Bebauungsplans 328 in Siegen wurde eine Grubenbildeinsichtnahme bei der Bezirksregierung Arnsberg in Dortmund durchgeführt. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass unterhalb des Baufeldes tagesnaher Bergbau umgegangen ist. Weiterhin liegen Hinweise vor, dass im Bereich der Erzgänge Abbau stattgefunden haben könnte.

Vor dem Hintergrund können Auswirkungen auf die Tagesoberfläche nicht ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, die tatsächlichen Verhältnisse durch Bohrungen festzustellen.

Die Annahmen bezüglich des vertretbaren Grenzrisikos sind durch den Auftraggeber zu überprüfen.

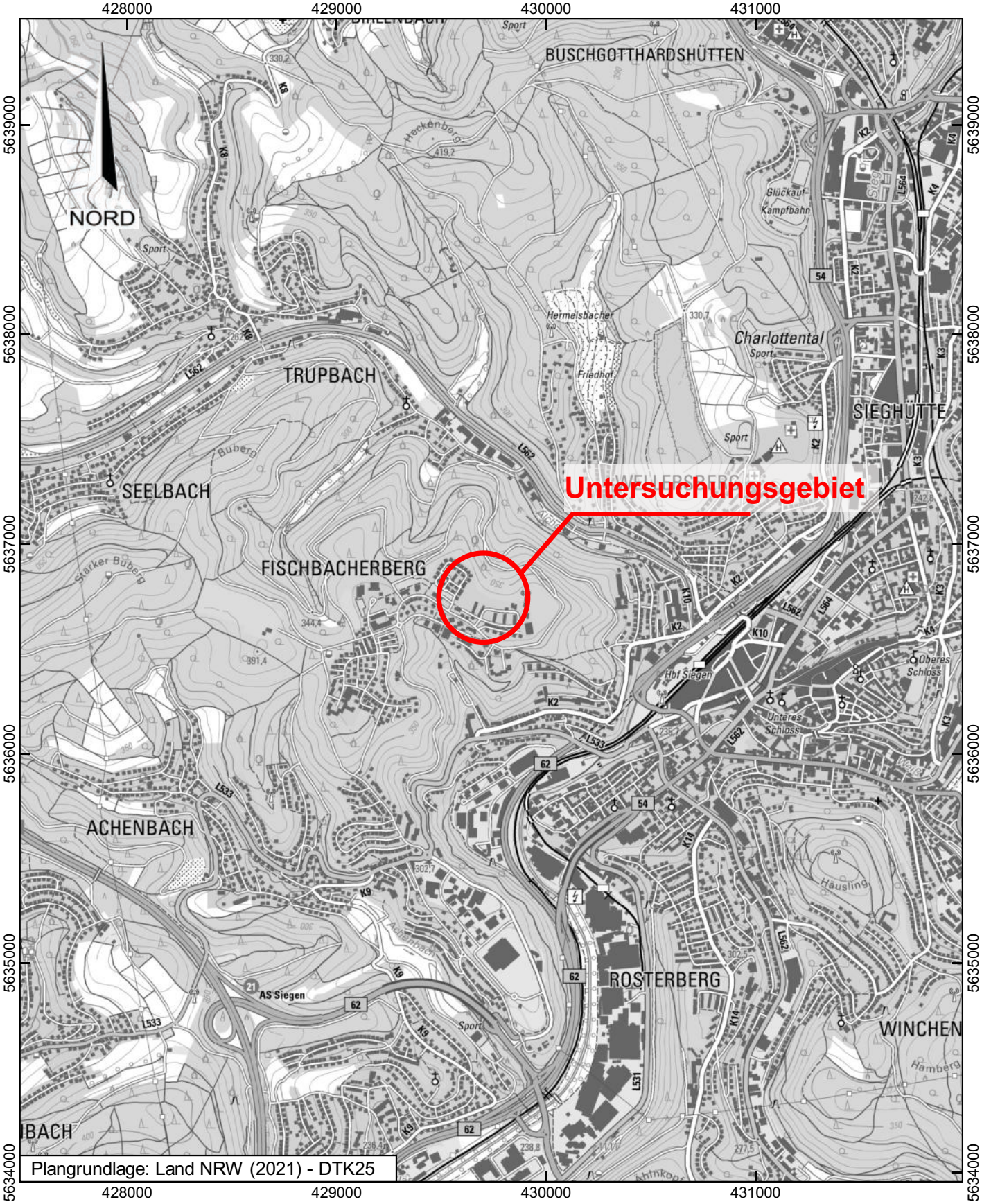
Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

ppa. i.A.

Dipl.-Geol. Bernd Hippler
(Leiter KC Altbergbau)

Daniel A. Kujath, M.Sc.
(Projektgeologe)

Verteiler:
- FGM Ingenieurgesellschaft Müller mbH, Herr Müller, 2 x davon 1 x per Mail an <info@fgm-ing.de>
- Stadt Siegen, Herr Schneider, 1 x per Mail an <pa.schneider@siegen.de>
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x



DR. SPANG

Übersichtslageplan

Anlage: 1.1	
Projekt-Nr.: 42.7740	
Plan-Nr: 1	
Datum: 19.04.2021	
Maßstab: 1 : 25.000	
Gezeichnet: Kuj	
Geprüft: Hi	

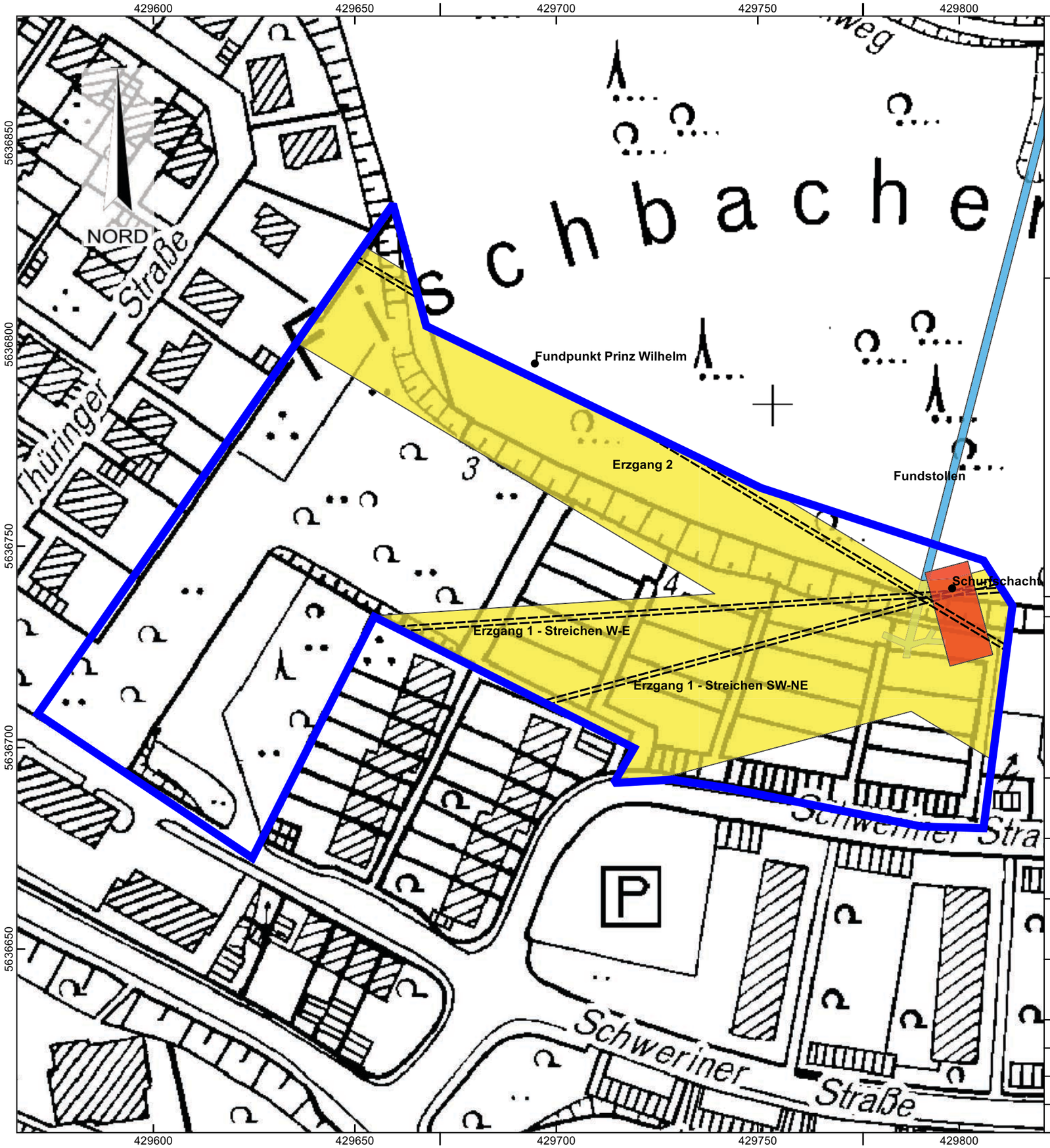
AUFTRAGGEBER:

FGM Ingenieurgesellschaft Müller mbH

PROJEKT:

Altbergbau
Bebauungsplan 328, Siegen

G:\Projekte\P7700-7799\P7740 Altbergbau BPlan328Siegen\GIS\P7740.qgz



Legende

- Ausbisslinien der Erzgänge an der Felsoberkante
- Risikobereich des Fundstollens
- Risikobereich des Schurfschacht an GOK
- Risikobereich aus möglichem Erzabbau an GOK
- Baufeld
- Fundpunkt und Schurfschacht

Risikoklassen

Eintrittswahrscheinlichkeit	unbedeutend	klein	hoch	sehr hoch
sehr wahrscheinlich	IV	III	II	I
wahrscheinlich	IV	IV	III	II
wenig wahrscheinlich	IV	IV	IV	III
praktisch unmöglich	IV	IV	IV	IV

R_G

Schadensausmaß

Plangrundlage: Land NRW (2021), DGK5

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Rosi-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten
Telefon: 02302 / 9 14 02 - 0 · Fax: +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 20
Email: altbergbau@dr-spang.de · Web: http://www.dr-spang.de

FGM Ingenieurgesellschaft Müller mbH

Bebauungsplan 328, Siegen

Lageplan bergbauliche Situation

Beurteilung der bergbaulichen Situation

Gezeichnet: Kuj	Entworfen: Kuj
Geprüft: Hi	Datum: 19.04.2021
Plan-Nr: 42.7740/2	Projekt-Nr.: 42.7740
Maßstab: 1 : 1000	Anlage: 2.1

G:\Projekte\P7700-7799\P7740 Altbergbau BPlan328Siegen\GIS\P7740.qgz

Aktenzeichen	63.75.41 – 2021 –97

+

Niederschrift zur Grubenbildeinsichtnahme

Niederschrift über die Einsichtnahme in die amtlichen Grubenbilder, Berechtsamsrisse und Karten im Bereich des nachfolgend genannten Grundstücks

Einsichtnahme	Datum:	24.03.2021
	Uhrzeit:	
Grundstück	Stadt:	Siegen
	Straße, Nr:	B-Plan 328 „Breslauer Straße“
Eigentümer	Name:	Stadt Siegen

Anwesende	Name
Für den Antragsteller/Grundeigentümer	Herr Hippler (Dr. Spang GmbH)
Für den Bergwerkseigentümer	
Für die Bezirksregierung Arnsberg	Herr Großmaas

Vertretungsbefugnis der Anwesenden wurde festgestellt	x ja ☐ nein, nicht erforderlich
Überreichte Vollmachten sind beigefügt	x ja ☐ nein, nicht erforderlich
Anlage „Ergänzung zur Niederschrift betreffend Anfertigung von Kopien, Digitalfotografien, etc.“ wurde vorgelegt und unterzeichnet	x ja ☐ nein, nicht erforderlich

Aktenzeichen	63.75.41 – 2021 –97

Bedingt durch die „Corona-Infektionsgefahr" können z. Z. keine Grubenbildeinsichtnahmen im Dienstgebäude Goebenstraße 25 in Dortmund durchgeführt werden, da externe Besucher das Gebäude nur betreten dürfen, wenn es nicht anders möglich ist.

Als Alternative bieten wir Ihnen daher übergangsweise an, die elektronisch zur Verfügung stehenden Grubenbilder als PDF-Datei zuzusenden.

Dabei ist zu beachten, dass hierbei durch den Vertreter der Bergbehörde:

1) eine Auswahl der zur Verfügung gestellten Grubenbilder vorgenommen wird.
2) es können nur Grubenbilder versandt werden, die in elektronischer Form bereits vorliegen.
3) Schachtakten, Berechtsamsakten usw. können nicht versandt werden (Auszüge daraus, sind natürlich auch weiterhin möglich).

Aus unserer Sicht ist es auf Grund der besonderen Umstände die einzige Möglichkeit eines Ersatzes für die momentane Zeit. Wir bieten Ihnen an, die Grubenbildeinsichtnahme zu gegebener Zeit im o.g. Dienstgebäude nachzuholen.

Wir bitten um Ihr Verständnis.

Unterschrift (für die BR Arnsberg)

Unterschrift (für den Antragsteller)

Folgende Unterlagen wurden für die Grubenbildeinsichtnahme zur Ansicht gebracht:

Lageriss aus B-Akte: „Friederike" Nummer 9158, „Grube Ausdauer" Nummer 10539, „Tannenbaum modo Ausdauer" Nummer 10539

Mutungskarte Siegen

Aktenzeichen	63.75.41 – 2021 –97

Ergänzung zur Niederschrift (betreffend Anfertigung von Kopien, Digitalfotografien, etc.)

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß § 14 Datenschutzgesetz (DSG) NRW – soweit es sich um eine Weitergabe von Informationen innerhalb des öffentlichen Bereiches handelt – beziehungsweise gemäß § 16 Abs. 2 DSG NRW – soweit es um eine Übermittlung von Informationen an Personen oder Stellen außerhalb des öffentlichen Bereiches geht – die übermittelten Informationen nur zu dem Zweck verwendet werden dürfen, zu dem sie beantragt und zugänglich gemacht wurden. Eine Verwendung zu anderen Zwecken sowie die Weitergabe dieser Informationen – auch in Form einer Veröffentlichung – stellt grundsätzlich eine Ordnungswidrigkeit im Sinne des § 34 DSG NRW / § 43 Bundesdatenschutzgesetz dar.

Als Kopie, Digitalphotografie, etc. wurden übergeben:

Dem Antragsteller (Vertreter) werden Dateien der digitalen Grubenbilder übergeben.

Hinweise zum Datenschutz finden Sie hier:
https://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/e/einsichtnahme_grubenbilder/datenschutzmerkblatt.pdf

Dortmund, 24.03.2021

(Ort, Datum)

Unterschrift (Antragsteller)

Für die Bezirksregierung

Anlage: 05

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld (Rheinland)

Dieser Prüfbericht ersetzt den Prüfbericht Nr. AR-21-AN-014796-01 vom 21.04.2021 aufgrund von Änderung der Messergebnisse.

Titel:	**Prüfbericht zu Auftrag 02116846**
Prüfberichtsnummer:	**AR-21-AN-014796-02**
Auftragsbezeichnung:	**A5417 - Siegen, Breslauer Str. Erschl. B-Plan 328**
Anzahl Proben:	**1**
Probenart:	**Straßenbelag**
Probenahmedatum:	**03.03.2021**
Probenehmer:	**Auftraggeber**
Probeneingangsdatum:	**13.04.2021**
Prüfzeitraum:	**13.04.2021 - 03.05.2021**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Jessica Bossems
Prüfleiterin
Tel. +49 2236 897 202

Digital signiert, 03.05.2021
Jessica Bossems
Prüfleitung

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

				Probenbezeichnung		**KB 11**
				Probenahmedatum/ -zeit		**03.03.2021**
				Probennummer		**021067076**
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**	
PAK aus der Originalsubstanz						
Naphthalin	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	< 5,0 [1)]
Acenaphthylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	< 5,0 [2)]
Acenaphthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	87
Fluoren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	67
Phenanthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	690
Anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	130
Fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	860
Pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	570
Benzo[a]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	400
Chrysen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	380
Benzo[b]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	390
Benzo[k]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	120
Benzo[a]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	190
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	100
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	24
Benzo[ghi]perylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	78
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg OS	4090

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

[1)] Die angewandte Bestimmungsgrenze weicht von der Standardbestimmungsgrenze (Spalte BG) ab aufgrund von Matrixstörungen. Die Bestimmungsgrenze musste aufgrund von Matrixeffekten erhöht werden.

[2)] Die angewandte Bestimmungsgrenze weicht von der Standardbestimmungsgrenze (Spalte BG) ab aufgrund von Matrixstörungen.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.