HALBACH + LANGE

INGENIEURBÜRO FÜR
GRUNDBAU, BODENMECHANIK UND
UMWELTTECHNIK GMBH i.L.

Felsmechanik · Hydrogeologie
Deponietechnik · Altlastbewertung
Erdstatik · Planung · Ausschreibung
Erdbaulaboratorium

19. August 2025
ha/cs 24039g01.doc
Projekt-Nr. 24.039

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. S. Halbach

Neubau Grundschule Södingstraße
- Baugrunduntersuchung -

_____

Auftraggeber:
HEG
Hagener Erschließungs-
und Entwicklungsgesellschaft mbH
Eilper Straße 132-136

58091 Hagen

Agetexstraße 6
45549 Sprockhövel-Haßlinghausen
Telefon (0 23 39) 91 94 - 0
Telefax (0 23 39) 91 94 99
e-mail: 99@halbach-lange.de
Amtsgericht Essen HRB 15302

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1	**VORBEMERKUNG**	**3**
2	**BAUMAßNAHME**	**3**
3	**UNTERSUCHUNGSPROGRAMM**	**4**
4	**UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**	**4**
5	**CHEMISCHE ANALYSEN**	**6**
6	**BODENMECHANISCHE KENNWERTE**	**8**
7	**HOMOGENBEREICHE**	**10**
8	**GRÜNDUNG**	**11**

1 VORBEMERKUNG

Die Hagener Erschließungs- und Entwicklungsgesellschaft HEG plant den Neubau einer Grundschule mit integrierter Sporthalle an der Södingstraße. Die Entwurfsbearbeitung erfolgt durch die Architekten Schmahl & Gerigk, Hagen.

Um bei der Planung und Ausschreibung die Baugrundverhältnisse berücksichtigen zu können, ist das Ingenieurbüro Halbach + Lange mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines geotechnischen Berichtes beauftragt worden.

Die durchzuführenden Baugrundaufschlüsse wurden in einer Ortsbegehung am 06.11.2024 abgestimmt. Die Aufschlussarbeiten sind dann Ende November 2024 durchgeführt worden. In Abstimmung auf die Schichtenfolge wurden chemische Analysen veranlasst. Hierfür ist das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, eingeschaltet worden.

2 BAUMAßNAHME

Nach den vorliegenden Entwurfsunterlagen ist ein etwa L-förmiger Grundriss mit einer größten Breite von b ~ 32,5 m und kleinsten Breite von b ~ 20 m geplant. Die Bautiefe rechtwinklig zur Södingstraße beträgt ca. 30 m. Auf der Nordwestseite wird ein Verbindungstrakt zu dem bestehenden Haus Nr. 20 errichtet. Dieses Gebäude soll als Verwaltungstrakt mit einbezogen werden.

In der Hauptbaufläche wird die integrierte Sporthalle mit Abmessungen von ca. 16,25 m x 30,0 m angeordnet. Der Hallenfußboden sowie die angrenzenden Untergeschosse liegen auf der Ebene - 3,23 m und damit noch unter den Gründungsebenen des Gebäudes Nr. 20. Endgültige Festlegungen zu den NN-Höhen liegen zurzeit noch nicht vor.

In der Baufläche bestand eine Altbebauung. Diese Gebäude sind bereits abgebrochen worden.

Nach einer Rückfrage beim Umweltamt der Stadt Hagen wird die Baufläche nicht im Altlastenkataster geführt.

3 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Zur Erkundung der oberflächennahen Schichtenfolge sind im Bereich der vorgesehenen Baufläche acht Rammkernsondierungen bis zur Verwitterungszone des Grundgebirges abgeteuft worden. Hier konnten Sondiertiefen von 2,0 m bis 5,5 m erreicht werden. Im Bereich der Freiflächen wurden sieben weitere Punkte angesetzt. Hier ist die Sondiertiefe z. T. auf 2,0 m bzw. 3,0 m begrenzt worden. Parallel zu allen Rammkernsondierungen wurden zur Beurteilung der Festigkeit und Lagerungsart sowie zur Abgrenzung des Felshorizontes noch Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN 4094 ausgeführt.

Die Lage sämtlicher Baugrundaufschlüsse geht aus dem Lageplan in der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse sind in Form von Schichtprofilen und Rammdiagrammen in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt.

Für die chemischen Analysen wurden drei Mischproben zusammengestellt, die nach der LAGA Richtlinie 2004, TR Boden, sowie der ErsatzbaustoffV untersucht worden sind. Für die Auffüllungen wurden zusätzlich die Deponieklassen bestimmt. Die vorhandene Asphaltdecke am Aufschlusspunkt 15 ist auf den PAK-Gehalt nach US-EPA untersucht worden. Auf Einzelheiten zu den chemischen Analysen wird unter Punkt 5 näher eingegangen.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Nach der geologische Karte von NRW, Blatt 4610 Hagen, liegt die Baufläche im Bereich des flözleeren Oberkarbons. Beschrieben sind Schiefertone mit Grauwackebänken und Quarzitzonen.

Nach den Eintragungen könnten speziell im Südosten mächtigere Grauwackefolgen (Sandstein) anstehen. Das Generalstreichen verläuft von Südwest nach Nordost. Einfallwinkel sind der Karte nicht zu entnehmen.

Die durchgeführten Rammkernsondierungen zeigen zunächst Auffüllungen in einer Mächtigkeit von ca. 0,5 m bis 2,0 m an. Dabei handelt es sich verbreitet um Aschen, Schlacken und Bauschutt. Zum Teil stehen konzentriertere Schotter- bzw. Schlackelagen an. Lokal wurde ein Gemenge von Oberboden mit Schlacke- bzw. Bauschuttresten festgestellt.

Unterhalb der Auffüllungen folgen zunächst bindige Überlagerungsböden. Hierbei handelt es sich um tonige, sandige Schluffe. Lokal liegen kiesige Beimengungen (Sandsteinstücke) vor. Verbreitet wurden schluffige, z. T. sandige Tone angesprochen. Hierbei handelt es sich evtl. um völlig entfestigte und ggf. umgelagerte Tonsteine.

Auf der Südostseite (Baugrundschnitt A-A) liegt die Untergrenze der Überlagerungsböden bei 1,7 m bis max. 3,7 m. Darunter folgt an den Sondierpunkten 1 und 2 ein verwitterter Sandstein. Es konnten Endteufen von 2,0 m bzw. 4,0 m erreicht werden. Die parallel ausgeführte Rammsondierungen MR 1 musste in einem ähnlichen Tiefenhorizont abgebrochen werden. Mit der Sondierung MR 2 war nur eine etwas kürzere Teufe zu erreichen. Der Sondierpunkt 3 zeigt an der östlichen Ecke des geplanten Gebäudes unterhalb der Lockergesteine einen stark verwitterten Tonstein an. Hier konnte eine Teufe von 2,9 m erreicht werden. Auch mit der mittelschweren Rammsonde war bei Schlagzahlen $N_{10} > 100$ keine größere Tiefe zu erreichen.

Im mittleren und nordwestlichen Bereich der Baufläche (Baugrundschnitt B-B und C-C) reichen die Überlagerungsböden bis in einen Tiefenhorizont von ca. 3,5 m bis 5,0 m. Die Tone am Punkt 5 können u. U. als völlig entfestigte Tonsteinpartie eingeordnet werden, während an den Punkten 6 und 7 Tonschichten auch zwischengelagert sind. Im wesentlichen folgen an den Punkten 4 bis 8 zunächst verwitterte Tonsteine. Am Punkt 7 ist über dem Tonstein ein stückigeres, verlehmtes Sandsteinmaterial angesprochen worden. Die mit der Rammkernsonde erreichten End-

teufen liegen an den Punkten 4 bis 8 in einem Tiefenbereich von 4,0 m bis 5,5 m. In ähnlichen Teufen mussten die Rammsondierungen abgebrochen werden. In den gewachsenen Überlagerungsböden zeigen die Rammsondierungen zunächst relativ geringe Schlagzahlen (N_{10} < 5). In einem mittleren Bereich liegen die Schlagzahlen dann in einer Größenordnung von N_{10} ~ 10 bis 20.

In der Freifläche wurden die bindigen Überlagerungsböden an den Punkten 9, 12 und 14 nicht durchstoßen, während an den anderen Punkten ebenfalls die Verwitterungszone des Gebirges erreicht wurde. Hier zeigen sich an den Aufschlussstellen 10 und 11 Sandsteine, am Punkt 15 Tonsteine.

Anzeichen auf einen zusammenhängenden Grundwasserstand wurden z. Zeitpunkt der Sondierungen nicht festgestellt. Lediglich am Punkt 5 wurde von 1,8 m bis 2,8 m eine Vernässung angesprochen. Insgesamt muss bei den sehr geringen Durchlässigkeiten der bindigen Überlagerungsböden mit einer Stauwasserbildung in den bestehenden Auffüllungen bzw. später verfüllten Baugrubenräumen gerechnet werden.

5 CHEMISCHE ANALYSEN

Für die Durchführung der Analysen wurden drei Mischproben nach dem folgenden Schema zusammengestellt.

Tabelle 1: Mischplan

	Auffüllungen Gebäudebereich		
MP 1	RKS 1	0,00 - 0,20 m	P 1
	RKS 2	0,00 - 0,50 m	P 1 + P 2
	RKS 3	0,60 - 0,80 m	P 2
	RKS 4	0,00 - 1,10 m	P 1 + P 2
	RKS 5	0,00 - 0,80 m	P 1 + P 2
	RKS 6	0,00 - 1,00 m	P 1
	RKS 7	0,00 -1,50 m	P 1 - P 3
	RKS 8	0,00 - 0,30 m	P 1

	Auffüllungen Freifläche		
MP 2	RKS 9	0,40 - 2,00 m	P 2 + P 3
	RKS 10	0,00 - 1,70 m	P 1 - P 3
	RKS 11	0,00 - 1,70 m	P 1 - P 3
	RKS 12	0,00 - 0,80 m	P 1 + P 2
	RKS 13	0,00 - 0,80 m	P 1 + P 2
	RKS 15	0,07 - 1,00 m	P 2 + P 3

	Gewachsene Böden		
MP 3	RKS 2	0,50 - 3,70 m	P 3 - P 6
	RKS 5	0,80 - 3,80 m	P 3 - P 5
	RKS 6	1,40 - 4,40 m	P 3 - P 5
	RKS 8	1,00 - 3,80 m	P 3 - P 6

Diese Mischproben sind nach der LAGA Richtlinie 2004, TR Boden, sowie der ErsatzbaustoffV untersucht worden. Für die Mischproben MP 1 und MP 2 wurden zusätzlich die Deponieklassen bestimmt. Dabei wurde im Hinblick auf den TOC-Befund auch der Brennwert und die Gasbildungsrate ermittelt, um entsprechende Sonderregelungen der DepV in Anspruch nehmen zu können.

Die Befunde der Analysen sind den Anlagen 3.ff, 4.ff und 5.ff zu entnehmen. Aus der Anlage 6 geht die PAK-Bestimmung für den Asphalt an der Aufschlussstelle 15 hervor. In den Anlagen 7.ff sind Probenahme- und -vorbereitungsprotokolle sowie Zusammenstellungen der Untersuchungsmethoden beigefügt.

Nach den Ergebnissen ergeben sich die nachfolgend zusammengestellten Klassifizierungen.

Tabelle 2: Verwertungs- / Material- und Deponieklassen

Probe	Verwertungsklasse LAGA (2004)	Materialklasse EBV	Deponieklasse
MP 1	> Z 2 (TOC)	> BM - F3 (TOC)	DK 0[1)]
MP 2	> Z 2 (TOC)	> BM - F3 (TOC)	DK 0[1)]
MP 3	Z 0 (Ton)	BM - 0 (Ton)	-

[1)] Unter Berücksichtigung Brennwert / GB_{21}

Die Deponieklasse DK 0 für die Mischprobe MP 1 und MP 2 bezieht sich auf die Analyseparameter. Hier ist allerdings auch die generelle Materialzusammensetzung zu beachten. Unseres Erachtens ist es wegen der hohen Asche- und Schlackeanteilen zu empfehlen, von einer Entsorgung auf einer Deponie der Klasse DK I auszugehen.

Die am Aufschlusspunkt 15 angetroffene Asphaltdecke wurde auf den PAK-Gehalt untersucht (s. Anlage 6). Bei dem Befund von 0,4 mg/kg ist von bitumenstämmigen Bindemitteln auszugehen.

6 BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Für die aufgeschlossenen gewachsenen Materialien können die mittleren bodenmechanischen Kennwerte nach den regionalen Erfahrungen wie folgt angegeben werden:

Tabelle 3: Mittlere bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	E_{Sk} [MN/m²]
Schluff, tonig, feinsandig	20	11	25-27,5	5-15	8-20
Ton, schluffig, z. T. feinsandig	20	11	20-25	20-40	6-8
Verlehmtes, stückiges Ton- und Sandsteinmaterial	20	11	27,5-30	5-15	30-80
Tonstein, Sandstein, verwittert bis stark verwittert (bis zu den Sondierendteufen)	21-22	12-13	25-35	10-50	30->100
Tonstein hart (unterhalb der Sondierendteufen)	22-23	13-14	25[1)] –30[1)]	50->100[1)]	>200
Sandstein hart (unterhalb der Sondierendteufen	24-25	14-15	30[1)] –45[1)]	>100[1)]	>500

1) Die angegebenen Kennwerte gelten für die Gesteinsfestigkeit. Bei bestimmten Fragestellungen muss auch die Beschaffenheit der Schicht- und Kluftflächen beachtet werden.

In der Tabelle bedeuten:

γ_k = Wichte des feuchten Bodens/Fels

γ'_k = Wichte des Bodens/Fels unter Auftrieb

φ'_k = Reibungswinkel des dränierten Bodens/Fels

c'_k = Kohäsion des dränierten Bodens/Fels

E_{Sk} = Steifemodul

Für die aufgefüllten Materialien ist von einer größeren Streuung der Kennwerte auszugehen. Für erdstatische Berechnungen (z.B. Erddruckermittlung) wird empfohlen, vereinfachend von folgenden mittleren Kennwerten auszugehen.

Tabelle 4: Erdstatische Kennwerte für die aufgefüllten Materialien

Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m³
Ersatzreibungswinkel	φ'	= 30 °

7 HOMOGENBEREICHE

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind Homogenbereiche nach DIN 18 300 zu bilden. Bei eventuellen Bohrarbeiten müssen die Homogenbereiche nach DIN 18 301 vorgesehen werden.

Für beide Normen sind in der nachfolgenden Tabelle die Kenngrößen nach Erfahrungswerten angegeben. Die Tabelle 5a) ist für die festgestellten Auffüllungen sowie die gewachsenen Überlagerungsböden heranzuziehen. Weiterhin können u.E. die stärker verwitterten Gebirgszonen bis zu den Endteufen der Rammkernsondierungen einbezogen werden. Unterhalb dieser Endteufen sind Homogenbereiche für den Fels vorzusehen. Diese Kenngrößen sind in der Tabelle 5b) zusammengestellt.

Tabelle 5: Homogenbereiche nach DIN 18 300 und DIN 18 301

a) Lockergesteine / stark verwitterter Fels

Eigenschaften	***Homogenbereich B***		
Schichteinheit	***1***	***2***	***3***
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Schluff tonig, sandig, Ton, schluffig, steiniger Lehm,	Ton- und Sandsteine, stark verwittert
Korngrößenverteilung in %			
Tonmassenanteil %	< 30	< 80	< 5 - 30
Schluffmassenanteil %	< 100	< 100	< 10 - 40
Sandmassenanteil %	< 80	< 50	< 10 - 50
Kiesmassenanteil %	< 80	< 80	< 50 - 100
Massenanteil			
- Steine > 63 mm - 200 mm	< 80	< 10 - 80	< 100
- Blöcke > 200 mm - 630 mm		< 30	< 30
- große Blöcke > 630 mm		-	-
Dichte t/m³	2,0 - 2,2	2,0 - 2,1	2,0 - 2,2
Undränierte Scherfestigkeit (kN/m²)	-	20 - 100	-
Wassergehalt (%)	5 - 15	5 - 35	5 - 15
Plastizitätszahl I_p %	-	5 - 25	-
Konsistenzzahl I_c %	-	0,4 - 1,0	-
Lagerungsdichte I_D %	80 - 100	-	30 - 100
Organischer Anteil %	< 5	< 10	< 5
Kohäsion kN/m²	-	5 - 25	5 - 10
Abrasivität LAK g/t	<100 - 500	< 50 - 250	100 - 500
Bodengruppe DIN 18196	GW, SW, GU, SU	UL,UM,TM,TA,SU*,GU*	GW, SW, GU, SU GU*, SU*
Umweltrelevante Einstufung	nicht gefährlich AVV 17 05 04	nicht gefährlich AVV 17 05 04	nicht gefährlich AVV 17 05 04

b) Fels

Eigenschaften	*Homogenbereich X*
Ortsübliche Bezeichnung	Ton- und Sandstein
Benennung	Klastische Sedimente / geschichtet - geschiefert feinkörnig - mittelkörnig
Verwitterung / Veränderungen	angewittert / frisch
Veränderlichkeit	veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit MPa	< 20 - 150
Trennflächenrichtung	Streichen : SW / NO Einfallen : NW / SO 0° - 90°
Trennflächenabstand mm	20 - 300
Gesteinskörperform	prismatisch - tafelflächig
Dichte kN/m³	23 - 27
Abrasivität CAI	0,5 - 2,5
Umweltrelevante Einstufung	nicht gefährlich AVV 17 05 04

Nach der geologischen Situation können lokal auch Sandsteinbänke mit einer Bankdicke > 300 mm und einer einaxialen Druckfestigkeit von bis zu 200 MPa anstehen. Die Abrasivität kann hier auf CAI ~ 3 - 4 zunehmen. Es wird empfohlen, hierfür eine Zulageposition vorzusehen.

8 GRÜNDUNG

Für die geplanten Baukörper sind die Gebäudehöhen noch nicht endgültig festgelegt. Es ist damit zu rechnen, dass bei der Einbindetiefe für das Untergeschoss auf der Ostseite bereits harte Gebirgspartien in der Gründungsebene anstehen. Damit liegen für die Lastableitung sehr günstige Voraussetzungen vor. Es ist von einer nahezu setzungsfreien Gründung auszugehen, abgesehen von leichten Anliegesetzungen. Für die Fundamentbemessung könnten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$= 1.000 kN/m² angesetzt werden.

Zur Mitte bzw. nach Westen taucht der Gebirgshorizont ab, so dass in den Gründungsebenen noch bindige Überlagerungsböden anstehen. Diese sind prinzipiell auch für eine Flachgründung geeignet. Der Bemessungswert des Sohlwider-

standes müsste hier auf $\sigma_{R,d}$ = 250 kN/m² bis 300 kN/m² reduziert werden. Auch bei dieser Pressung ist allerdings mit deutlichen Untergrundsetzungen zu rechnen. Dabei spielt wahrscheinlich eine Rolle, dass durch die große freitragende Breite der Sporthalle eine entsprechende Lastkonzentration auftritt. Bei einer charakteristischen Bodenpressung von σ_S = 200 kN/m² müsste mit Setzungen in einer Größenordnung von 1 cm bis 2 cm gerechnet werden. Hierzu ist nach Vorliegen von Fundament- und Lastenplänen eine genauere Setzungsberechnung erforderlich.

Es ist zu empfehlen, dies mit den Entwurfs- und Tragwerksplanern zu erörtern. Prinzipiell könnte das Setzungsmaß durch den Einbau einer Polsterschicht (kornabgestufte, gebrochene Mineralgemische mit entsprechendem Überstand) abgemindert werden. Alternativ ist u. E. eine punktförmige Tieferführung der Fundamente bis zum Gebirge denkbar. Dies könnte in Form von Schachtfundamenten bzw. Bohrfundamenten erfolgen. Denkbar ist auch eine klassische Bohrpfahlgründung.

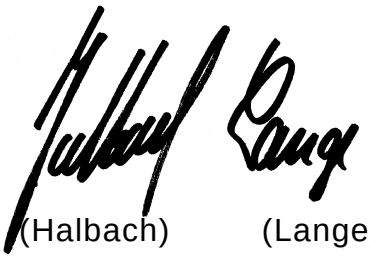
Für die Auflagerung der Bodenplatten ist zu beachten, dass hier feinkörnige, sehr wasser- und bewegungsempfindliche Überlagerungsböden anstehen. Es sollte der Einbau einer Tragschicht in einer mittleren Dicke von d = 0,4 m vorgesehen werden. Hierfür sind kornabgestufte, gebrochene Mineralgemische (Körnung 0/45) vorzusehen. Die Verdichtung muss mit leichteren Verdichtungsgeräten erfolgen. Es sollte ein Verdichtungsgrad von $d_{Pr} \geq 98$ % erreicht werden.

Der Baugrubenaushub muss rückschreitend mit einem Tieflöffelbagger (Grabenschaufel mit glatter Schneide) erfolgen. Ein direktes Befahren der Aushubsohle mit Baugeräten ist nach den Erfahrungen nicht möglich.

Für die Baugrubenherstellung müssen für das bestehende Gebäude Haus Nr. 20 Sicherungsmaßnahmen vorgesehen werden. Die nach DIN 4123 erforderlichen Aushubgrenzen können wahrscheinlich nicht eingehalten werden. Hier sollten entsprechende Unterfangungen eingeplant werden.

Für die einbindenden Gebäudeteile sind Maßnahmen zur Trockenhaltung erforderlich, da hier mit einer Stauwasserbildung zu rechnen ist. Es wird empfohlen, nach DIN 18533-1 eine Abdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E vorzusehen.

Halbach + Lange Ingenieurbüro



(Halbach) (Lange)

27 Anlagen

Verteiler HEG 1 x digital (pdf)