

INGENIEURGRUPPE PTM

Bericht Nr.: 13 - 5956

Objekt: Gewerbeflächenerweiterung
Rombrock-Nord in Iserlohn

Bauherr: Stadt Iserlohn
Rathaus II
Werner-Jacobi-Platz 12
58636 Iserlohn

Auftrag: Baugrunduntersuchungen und
Baugrundgutachten zur Erschließung
des o.g. Gewerbegebietes

erteilt: auf der Grundlage des Angebotes vom
25.09.2013

**Durchführung
der Feldunter-
suchungen:** am 26.11.2013

Arnsberg, den 23.01.2014
Unser Zeichen: Erdmann/I

- GEOTECHNIK
- BAUGRUND
- ERDBAULABORATORIUM
- BAUSTOFFPRÜFUNG
- HYDROGEOLOGIE
- ROHSTOFFGEOLOGIE
- DEPONIEWESEN
- ALTLASTEN
- LANDSCHAFTSPLANUNG
- UMWELTPLANUNG
- FACHPLANUNG
- FACHBAULEITUNG

PTM GEOTECHNIK
ARNSBERG GMBH

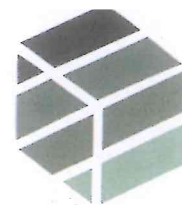
obereimer 36
59821 arnsberg
telefon: 02931/89030
fax: 02931/8903-22
e-mail: arnsberg@ptm.net
internet: www.ptm.net

geschäftsführung
sarah mörchen
burghard dietrich
hrb 9736 ag arnsberg
st.-nr.: fa arnsberg 303/5724/0628
ust.-id.-nr.: de279634618

sparkasse arnsberg-sundern
konto-nr.: 10 29 511
blz: 466 500 05

prüfstelle nach rap-sta
mitglied im bundesverband
unabhängiger prüfinstitute **DUV**
ingenieurkammer nrw nr. 102497

- ARNSBERG
- BAUTZEN
- DANZIG
- DORTMUND
- HAMBURG
- JENA
- RIGA
- STADE
- TOSTEDT

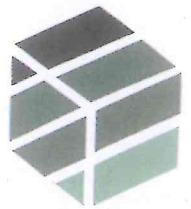


Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Auftrag	3
2. Situation	4
3. Durchgeführte Untersuchungen	5
3.1 Felduntersuchungen	5
3.2 Chemische Untersuchungen	6
4. Untersuchungsergebnisse	8
4.1 Schichtenfolge	8
4.2 Grundwasser	10
4.3 Charakteristische Bodenkennwerte	11
4.4 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	12
4.4.1 LAGA-Boden 2004, Bodenart "Schluff/Lehm)	12
4.4.2 LAGA-Boden 2004, Bodenart "Sand"	13
4.4.3 LAGA-Bauschutt	13
4.4.4 Bewertungen nach BBodSchV	14
4.4.5 Vorsorgewerte für Böden	15
5. Gutachterliche Bewertung	18
5.1 Geländeregulierung	18
5.2 Kanal- und Straßenbau	19
5.2.1 Tragfähigkeit der Rohrauflager	19
5.2.2 Grabensicherung und Wasserhaltung	20
5.2.3 Aushub und Wiederverwertbarkeit von Aushubböden	21
5.3 Straßenbau	23
5.3.1 Eignung des Erdplanums	23
5.3.2 Frostempfindlichkeitsklasse	24
6. Weitere Hinweise	25

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	2 Blatt	Lagepläne
Anlage 2	7 Blatt	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage 3	16 Blatt	Prüfberichte ALBO-TEC, Mühlheim a. d. Ruhr
Anlage 4	5 Blatt	Chemische Untersuchungsergebnisse

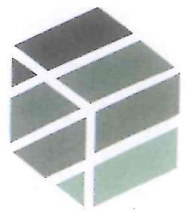


1. Vorgang und Auftrag

Die Stadt Iserlohn, Rathaus II, Werner-Jacobi-Platz 12 in 59863 Iserlohn sieht die Gewerbeflächenerweiterung im Rombrock-Nord in Iserlohn vor.

Die PTM-Geotechnik Arnsberg GmbH, Obereimer 36, 59821 Arnsberg, wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 25.09.2013 durch die Stadt Iserlohn mit der Durchführung der erforderlichen Felduntersuchungen zur Baugrunderkundung und der Erarbeitung eines Baugrundberichtes beauftragt.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der Felduntersuchungen, die Beschreibung der Untergrund- und Grundwassersituation, die Angabe der charakteristischen Bodenkennwerte, die gutachterliche Bewertung des Baugrundes im Hinblick auf den geplanten Straßen- und Kanalbau mit entsprechenden bautechnischen Hinweisen sowie chemische Untersuchungsergebnisse der Entnahmegruben.

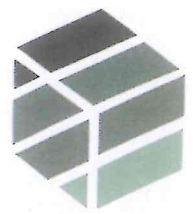


2. Situation

Die etwa 6,3 ha große, zur Erschließung vorgesehene Fläche "Gewerbeflächenerweiterung Rombrock-Nord" in Iserlohn befindet sich rd. 1,2 km nordwestlich des Stadtteils Sümmern nördlich von Iserlohn. Im unmittelbaren Bereich des geplanten Gewerbegebietes betragen die Geländehöhen zwischen 163 mNN bis 173 mNN. Im Süden wird das Gebiet durch das bestehende Gewerbegebiet Rombrock begrenzt. Westlich und nördlich sowie bereichsweise im Osten befinden sich überwiegend unbebaute Freiflächen. Im Lageplan der Anlage 1 wird im Maßstab 1:1.000 die geplante Erweiterung des Gewerbegebietes in der Übersicht dargestellt.

Die projektierte Fläche besitzt eine Ost-West-Ausdehnung von bis zu 360 m sowie eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 120 m bzw. 240 m. Bislang wurde das Gelände überwiegend landwirtschaftlich durch Wiesen, Weiden- und Ackerland genutzt.

Über die genaue zukünftige Nutzung der Flächen liegen derzeit noch keine detaillierten Pläne vor. Zur Erschließung des Gebietes ist eine Planstraße A die von Süden an der Straße „Hegestück“ angeschlossen wird zu erreichen. Es sind insgesamt 6 Baufelder geplant, wobei die Planstraße A im Bereich des Baufeldes 1 in einem Wendehammer endet. Die Anordnungen der Baufelder sowie der Planstraße gehen aus dem Lageplan der Anlage 1.2 hervor.



3. Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und zur Entnahme von Bodenproben wurden am 25. und 26.11.2013 auftragsgemäß insgesamt 18 Rammkernsondierungen (Kleinbohrungen) bis in eine maximale Tiefe von ca. 4,40 m unter Gelände abgeteuft. Das gewonnene Bohrgut wurde gemäß EN ISO 14688 angesprochen, die Ergebnisse gemäß DIN 4023 zu Bohrprofilen entwickelt und zeichnerisch im Anlagenteil 2 dargestellt. Stellenweise wurden die vorgegebenen Untersuchungstiefen aufgrund der undurchdringlichen Bohrwiderstände nicht durchgehend erreicht.

Zur Abschätzung der Lagerungsdichten bzw. der Konsistenzen der im Untergrund anstehenden Böden und zur Ermittlung von Schichtgrenzen wurden zusätzlich 6 schwere Rammsondierungen (EN ISO 22476-2, DPH) ausgeführt. Die Ergebnisse sind als Widerstandslinien (Anzahl Schläge/10 cm Eindringtiefe) im Anlagenteil 2 veranschaulicht.

Die Aufschlusspunkte wurden gemäß ihrer Lage und Höhe eingemessen. Bezugspunkt war dabei ein Höhenfestpunkt, der uns von der Stadt Iserlohn zu HP = 163,20 mNN angegeben wurden. Die Lagen der Bohrpunkte sowie des Höhenvermessungspunktes sind im Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen.

3.2 Chemische Untersuchungen

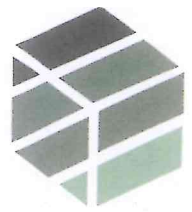
Die aus den Rammkernbohrungen gewonnenen Einzelproben (EP) von jeweils zwei Teilflächen wurden materialabhängig zu Mischproben (MP 1 – MP 6) zusammengeführt. Zudem wurden materialabhängig Mischproben aus den Rammkernbohrungen der Planstraße (RKB 19 und 20) hergestellt (Bezeichnungen: MP 7 und MP 8). In der Bohrung RKB 6 wurden anthropogene Auffüllungen im Teufenbereich 0,10-1,00 m erkundet; diese wurden zur MP 9 zusammengefasst.

Alle MP wurden chemischen Analysen nach LAGA-Boden (2004) unterzogen. Für die chemischen Untersuchungen wurden die MP der Fa. ALBO-TEC, Mülheim a. d. Ruhr, überlassen.

In nachfolgender Tabelle sind die für die MP-Herstellungen verwendeten EP, deren Entnahmeteufen, Materialansprache sowie die an einer jeden MP durchgeführten chemischen Untersuchung dargestellt.

Tabelle 1: Probencharakterisierung

MP	Teilfläche	EP	Teufe [m]	Material	Untersuchung/ Auswertung
MP 1	1 und 2	7.1-7.3	0,29-2,40	Kies und Felsbruch (< 10 %)	LAGA-Boden (2004)
		8.2-8.3	1,50-2,60		
		9.2-9.5	0,65-2,20		
		10.1-10.3	0,12-1,70		
		11.3	2,40-2,70		
		12.1-12.3	1,10-2,50		
MP 2		8.1	0,32-1,50	Schluff, Lehm	
		9.1	0,26-0,65		
		11.1-11.2	0,24-2,40		
		12.1	0,20-1,10		
MP 3	3 und 4	1.1-1.3	0,08-1,75	Schluff, Lehm	
		2.1-2.3	0,09-1,45		
		3.1-3.8	0,08-3,50		
		5.1	0,30-1,10		
		6.4-6.5	1,00-3,00		
MP 4		1.4	1,75-2,20	Kies und Felsbruch (< 10 %)	
		2.4-2.6	1,45-3,00		
		3.9-3.10	3,50-4,40		
		4.1-4.3	0,18-2,40		
		5.2-5.3	1,10-2,60		
MP 5	5 und 6	6.6	3,00-4,00	Schluff, Lehm	
		13.1-13.3	0,15-1,25		
		14.1-14.2	0,09-1,00		
		15.1-15.2	0,14-1,60		
		17.1-17.3	0,17-1,70		
		18.1-18.3	0,14-2,40		
MP 6		16.1-16.3	0,26-2,60	Kies und Felsbruch (< 10 %)	
		17.4-17.5	1,70-2,50		
		18.4	2,40-3,00		
MP 7	Plan- straße	19.1-19.5	0,30-3,00	Schluff, Lehm, Tonanteile	
		20.2-20.3	0,21-0,80	Schluff, Lehm	
MP 8		20.4-20.5	0,80-2,20	Kies und Felsbruch (< 10 %)	
MP 9	3	6.1-6.3	0,10-1,00	Auffüllung; Schluff, Lehm, Ziegel-/Felsbruch	LAGA-Bauschutt



4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtenfolge

Die in den Bohrungen angetroffenen Böden werden unter bodenmechanischen und ingenieurgeologischen Kriterien wie folgt differenziert:

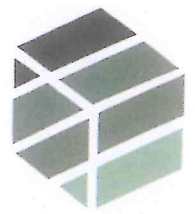
Schicht Ia:	Oberboden
Schicht Ib:	Auffüllung
Schicht II:	Lehme
Schicht III:	Felsbruch

Zu Schicht Ia: Oberboden

Mit Ausnahme der Untersuchungspunkte RK 19 und RK 20 besteht das oberste Schichtglied aus einer ca. 8 – 32 cm dicken Oberbodenaufgabe. Der Oberboden liegt als sandiger, humoser Schluff vor und ist nach DIN 18196 der Bodengruppe OU, nach DIN 18300 der Bodenklasse 1 zuzuordnen.

Zu Schicht Ib: Auffüllungen

Im Bereich des Untersuchungspunktes RK 6 wurde unterhalb der Oberbodenaufgabe aufgefüllte Lehme und Felsbrüche, die mit Ziegelbruch durchsetzt sind angetroffen. Das Kornspektrum der Auffüllmassen reicht von schluffigen, sandigen Kiesen bis hin zu kiesigen sandigen Schluffen, so dass die Böden den Bodengruppen UL und GU* zuzurechnen sind. Aufgrund ggf. erhöhter Steinanteile liegen die Bodenklassen 3 - 5 nach DIN 18300 vor. Die Konsistenz der feinkörnigen Bestandteile der Auffüllmassen ist weich- bis steifplastisch. Die Schichtdicke der aufgefüllten Mineralstoffe beträgt ca. 1,0 m.



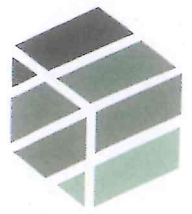
Im Bereich der bestehenden Zufahrt (RK 19/RK 20) wurde der asphaltgebundene Straßenoberbau mit Dicken von ca. 9 cm erbohrt. Unterhalb der Asphaltdecken folgen dann an den Untersuchungspunkten etwa eine 12 – 21 cm mächtige Tragschicht aus meist grobkörnigen Hartsteinbrüchen. Diese besitzen die Kornverteilung von sandigen Kiesen mit sehr geringen Schluffanteilen und sind dementsprechend der Bodengruppe GW nach DIN 18196 zuzurechnen. Es liegt die Bodenklasse 3 nach DIN 18300 vor. Die grobkörnigen Hartsteinbrüche besitzen eine Funktion der Tragschicht, so dass im Bereich des Untersuchungspunktes RK 19 und RK 20 ein 21 – 30 cm mächtiger Straßenaufbau vorliegt.

Zu Schicht II: Lehme

Mit Ausnahme der Untersuchungspunkte RK 4, RK 7, RK 10 und RK 16 wurden unterhalb der Oberböden/Auffüllmassen/Tragschichten natürliche Lehme erbohrt, die sich als Schluffe mit variierenden Gewichtsanteilen der Kornfraktionen Kies, Sand und Ton zeigen. Die weichplastischen bis steifplastischen Lehme und Tone sind der Bodengruppe UL/TL sowie der Bodenklasse 4 zuzurechnen. Bei den Bohrungen wurden variierende Dicken von rd. 1 m bis 3,50 m unter GOK ermittelt, bei der Bohrung RK 19 wurde die Schichtbasis der Lehme noch nicht erreicht.

Zu Schicht III: Felsbruch

Die Oberböden bzw. Lehme werden durch überwiegend gemischtkörnige Felsbrüche unterlagert, die das Kornspektrum von schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kiesen bis hin zu sehr schwach schluffigen, sandigen Feinkiesen reicht. Dementsprechend besitzen die Böden die Bodengruppen GE, GW, GU und GU* (Kies-Schluffgemische). Aufgrund erhöhter Steinanteile liegen die Bodenklassen 3 - 5 vor. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen deuten auf eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung der Mineralstoffe hin.

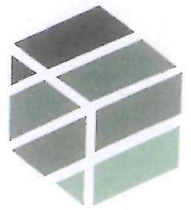


Die Schichtbasis der Lockergesteine wurde im Rahmen der Bohrungen noch nicht eindeutig erreicht. Die sprunghaft zunehmenden Schlagzahlen der Sondierungen bzw. der hohen Bohrwiderstände deutet darauf hin, dass die Felsbrüche allmählich in den verwitterten bis angewitterten Fels übergehen, der dann den Bodenklassen 6 und 7 zuzurechnen ist.

4.2 Grundwasser

Grundwasser wurde am Tage der Baugrunduntersuchungen innerhalb der Tiefen von etwa 1,1 m (RK 6) bis 3,30 m (RK 3) unter GOK angetroffen.

Weiterhin ist im gesamten Plangebiet aufgrund der Hanglage und nur gering wasserdurchlässigen Lehme jahreszeitlich bedingt das Auftreten von Staunässe bzw. Schichten- und Hangwasser zu rechnen.



4.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Die charakteristischen Bodenkennwerte werden aufgrund regionaler Erfahrungen und einschlägiger Tabellenwerke wie folgt abgeschätzt:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte

Schichtbezeichnung	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196/ Bodenklasse DIN 18300	Lagerungs- dichte / Konsistenz	Wichte γ_k [kN/m³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [Grad]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m²]
Schicht Ia: Oberboden	U, s, h	OU/1	-	-	-	-	-
Schicht Ib: Auffüllung	G, su – U, s,g	UL, GU*, 3 - 4	weich-steif	19 – 20	27,5 – 32,5	2 – 4	14 – 10
Straßenober- bau		G,s / 3	locker- mitteldicht	20	30 - 35	0	10 - 25
Schicht II: Lehm / Tone	U, s' – s, g'-g, T, s,u'	UL /TL / 4	weich weich-steif	18 - 19	25 – 27,5	2 - 6	4 - 8
Schicht III: Felsbruch	G, s, u – u' - fG, s,u''	GE/GW, GU, GU* / 3 – 5 (6)	mittel-dicht - dicht	20 - 21	30 - 35	0 - 2	10 – 30 GW > 30

4.4 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

4.4.1 LAGA-Boden 2004, Bodenart „Schluff/Lehm“

(MP 2, MP 3, MP 5, MP 7)

In Anlage 4.1 sind die detektierten Schadstoffgehalte der durch die MP 2, MP 3, MP 5 und MP 7 jeweils repräsentierten Materialien den Zuordnungswerten nach LAGA-Boden (2004), Bodenart „Schluff/Lehm“ gegenübergestellt.

Die resultierenden Einbauklassen sowie Ursachenparameter (Feststoff und Eluat) der durch die o. g. Mischproben repräsentierten Materialien sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 3: Resultierende Einbauklassen

MP	Ursachenparameter Feststoff	Ursachenparameter Eluat	Einbauklasse
MP 2	--	--	Z 0
MP 3	Kupfer und Nickel	--	Z 1.1
MP 5	--	--	Z 0
MP 7	Kupfer	--	Z 1.1

Die detektierten TOC-Gehalte der MP 2, MP 3 und MP 5 bleiben für die LAGA-Einstufung unberücksichtigt. Die TOC-Gehalte sind auf natürliche organische Materialien (Pflanzen-/Wurzelreste, Kleinstlebewesen, etc.) und nicht auf organische Schadstoffe zurückzuführen.

4.4.2 LAGA-Boden 2004, Bodenart „Sand“ (MP 1, MP 4, MP 6, MP 8)

In Anlage 4.2 sind die detektierten Schadstoffgehalte der durch die MP 1, MP 4, MP 6 und MP 8 jeweils repräsentierten Materialien den Zuordnungswerten nach LAGA-Boden (2004), Bodenart „Sand“ gegenübergestellt.

Die resultierenden Einbauklassen sowie Ursachenparameter (Feststoff und Eluat) der durch die o. g. Mischproben repräsentierten Materialien sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

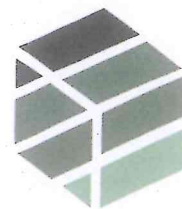
Tabelle 4: Resultierende Einbauklassen

MP	Ursachenparameter Feststoff	Ursachenparameter Eluat	Einbauklasse
MP 1	Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink	--	Z 1.1
MP 4	Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink	--	Z 1.1
MP 6	Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink	--	Z 1.1
MP 8	Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink und TOC	--	Z 1.1

Die detektierten TOC-Gehalte der MP 1, MP 4 und MP 6 bleiben für die LAGA-Einstufung unberücksichtigt. Die TOC-Gehalte sind auf natürliche organische Verbindungen (Pflanzen-/Wurzelreste, Kleinstlebewesen, etc.) und nicht auf organische Schadstoffe zurückzuführen.

4.4.3 LAGA-Bauschutt (MP 9)

In Anlage 4.3 sind die detektierten Schadstoffgehalte der durch die MP 9 repräsentierten Materialien den Zuordnungswerten gem. LAGA-Bauschutt gegenübergestellt.



Die durch die MP 9 repräsentierten Auffüllungen sind aufgrund des Quecksilbergehaltes im Feststoff der Einbauklasse Z 1.1 zuzuschlagen.

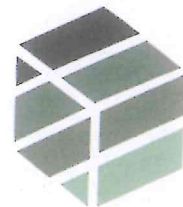
4.4.4 Bewertungen nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV

Wirkungspfad Boden→Mensch (direkter Kontakt)

Im Anhang 2, Tabelle 1.4 der BBodSchV sind Prüfwerte für verschiedene Nutzungsarten für den Wirkungspfad Boden→Mensch (direkter Kontakt) definiert. Die Mischproben MP 1 bis MP 6 und MP 9 der sechs Teilflächen werden in Bezug auf die detektierten Feststoffgehalte an Arsen, Blei, Cadmium, Cyanide, Chrom, Nickel, Quecksilber, Benzo-a-pyren und PCB mit den zugehörigen Prüfwerten der Nutzungsart Industrie- und Gewerbegrundstücke verglichen. Für den Vergleich werden die im Rahmen der Analysen nach LAGA-Boden (2004) analysierten Gehalte der o. g. Parameter herangezogen.

In Anlage 4.4 sind die detektierten Gehalte der o. g. Substanzen für die MP 1 bis MP 4 und in Anlage 4.5 für MP 5 und MP 6 sowie MP 9 den zugehörigen Prüfwerten für Industrie- und Gewerbegrundstücke gegenübergestellt.

Die o. g. Schadstoffgehalte der MP 1 bis MP 6 sowie MP 9 halten die zugehörigen Prüfwerte für Industrie- und Gewerbegrundstücke ein. Da keine Prüfwertüberschreitungen an den o. g. Mischproben vorliegen, ist definitionsgemäß für die sechs Teilflächen der Altlastenverdacht bzw. eine schädliche Bodenverunreinigung ausgeschlossen.



4.4.5 Vorsorgewerte für Böden

Im Anhang 2, Tabelle 4.1 der BBodSchV sind Vorsorgewerte für Metalle und in Tabelle 4.2 für organische Stoffe in Abhängigkeit der Bodenart („Ton, Lehm/Schluff, Sand“) und für Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten definiert.

Die Mischproben MP 1 bis MP 6 der sechs Teilflächen werden in Bezug auf die detektierten Feststoffgehalte an Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sowie in Abhängigkeit des Humusgehaltes (größer bzw. kleiner 8 %) Benzo-a-pyren, PCB und PAK mit den zugehörigen Vorsorgewerten verglichen. Für den Vergleich werden die im Rahmen der Analysen nach LAGA-Boden (2004) analysierten Gehalte der o. g. Parameter herangezogen.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die detektierten Gehalte der o. g. Feststoffparameter der MP 1, MP 4 und MP 6 den Vorsorgewerten der Bodenart „Sand“ gegenübergestellt.

In Tabelle 6 sind die detektierten Gehalte der o. g. Feststoffparameter der MP 2, MP 3 und MP 5 den Vorsorgewerten der Bodenart „Lehm/Schluff“ gegenübergestellt.

Die Humusgehalte der MP 1 bis MP 6 wurden über die empirische Berechnungsformel $1,72 \cdot \text{TOC}$ ermittelt (vgl. Scheffer/Schachtschabel – „Lehrbuch der Bodenkunde“).

Demnach wurden folgende Humusgehalte für die o. g. MP ermittelt:

- MP 1 = 0,86 %
- MP 2 = 0,98 %
- MP 3 = 1,03 %
- MP 4 = 1,27 %
- MP 5 = 1,89 %
- MP 6 = 1,72 %
- MP 9 = 1,27 %

Die Humusgehalte der MP ergeben sich alle zu ≤ 8 %.

Tabelle 5: Gegenüberstellung MP 1, MP 4 und MP 6 – Vorsorgewerte der Bodenart „Sand“

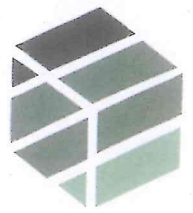
Parameter (mg/kg)	MP 1	MP 4	MP 6	Sand
Cadmium	0,27	0,26	0,24	0,40
Blei	21,2	16,2	23,5	40
Chrom	22,7	33,2	29,2	30
Kupfer	21,2	35,2	32,4	20
Quecksilber	0,46	0,34	0,39	0,1
Nickel	35,6	52,2	41,4	15
Zink	94,5	113	117	60
				Humusgehalt $\leq 8\%$
PCB	n. n.	n. n.	n. n.	0,05
PAK	n. n.	0,05	0,26	3
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	0,3

Tabelle 6: Gegenüberstellung MP 2, MP 3 und MP 5 – Vorsorgewerte der Bodenart „Lehm/Schluff“

Parameter (mg/kg)	MP 2	MP 3	MP 5	MP 9	Lehm/Schluff
Cadmium	0,41	0,28	0,50	0,22	1
Blei	22,6	20,8	23,4	23,2	70
Chrom	39,6	35,1	28,8	24,2	60
Kupfer	35,5	56,2	27,0	19,2	40
Quecksilber	0,40	0,39	0,39	0,56	0,5
Nickel	44,9	50,7	42,7	21,6	50
Zink	115	130	130	84,9	150
					Humusgehalt $\leq 8\%$
PCB	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,05
PAK	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	3
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,3

Für die durch die MP 1, MP 4 und MP 6 repräsentierten Materialien werden alle Vorsorgewerte, ausgenommen für Kupfer, Quecksilber, Nickel und Zink, eingehalten. Für die durch MP 2 und MP 5 repräsentierten Materialien werden für alle analysierten Parameter die Vorsorgewerte unterschritten. Für die durch die MP 3 dargestellten Materialien wurde lediglich eine Überschreitung des Vorsorgewertes für Kupfer ermittelt. Für MP 9 (anthropogene Auffüllungen Teilfläche 3) wird lediglich der Quecksilbergehalt überschritten; die Überschreitung von lediglich 12 % bzw. 0,06 mg/kg in Bezug auf den Vorsorgewert (0,50 mg/kg) wird als vernachlässigbar eingestuft.

Aus gutachterlicher Sicht ist die Besorgnis über das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung aufgrund der Vorsorgewerteüberschreitungen für die durch MP 1, MP 3, MP 4 und MP 6 repräsentierten Materialien in den zugehörigen Teilflächen auszuschließen. Die Überschreitungen werden als geogen eingestuft; zudem unterliegen die Teilflächen aktuell lediglich einer landwirtschaftlichen Nutzung.



5. Gutachterliche Bewertung

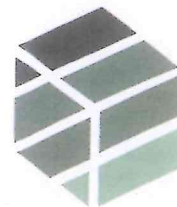
5.1 Geländeregulierung

Zwar liegt eine endgültige Planung zur Geländeregulierung derzeit noch nicht vor, aufgrund der bestehenden Topografie ist jedoch davon auszugehen, dass die Abtragshöhen im mittleren Bereich des Baufeldes (siehe Lageplan 1.2) bis zu $> 5,0$ m erforderlich sein werden. Mit Verweis auf unseren geotechnischen Schnitten der Anlage 2 ist davon auszugehen, dass im Rahmen des Geländeabtrags nach Abschieben der Oberbodendecke (Schicht Ia) durchwegs bis in eine Tiefe von $3,0$ m unter GOK die natürlichen sowie aufgefüllten, feinkörnigen Lehme und locker bis mitteldicht gelagerte Felsbrüche angeschnitten werden.

Bei den Lockergesteinen handelt es sich um leicht bis mittelschwer lösbar Bodenarten, die bis zu Einschnittstiefen von ca. $3,0$ m den Bodenklassen 3 – 5 angehören.

Wir weisen darauf hin, dass neben den natürlichen Lockergesteinen der Bodenklassen 3 – 5 nach DIN 18300 bereichsweise auch mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen ist, die auch Fremdbestandteile (Ziegelbruch) enthalten können. Somit sind in der Ausschreibung nach Abschieben der organischen Oberböden (Bodenklasse 1), die Bodenklassen 3 – 5 nach DIN 18300 zu berücksichtigen.

Ab einer Tiefe von ca. $3,0$ m unter GOK kündigt sich aufgrund der zunehmenden Schlagzahlen der schweren Rammsondierung die Verwitterungsrinde aus zersetztem Ton- bis Schluffstein an. Das zersetzte Grundgebirge gehört nach DIN 18300 je nach Steinanteil bzw. Festigkeit den Bodenklassen 5 – 6 an. Kompakter Ton-Schluffstein ist dann der Bodenklasse 7 zuzuordnen.



Generell empfehlen wir, freigelegte Erdplanien mit Quergefälle auszustatten, so dass Oberflächenwasser schadlos abfließen kann. Es ist davon auszugehen, dass stellenweise mit Schichtenwasser oder Staunässe aus den Böschungsanschnitten zu rechnen ist.

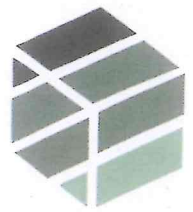
5.2 Kanal- und Straßenbau

5.2.1 Tragfähigkeit der Rohraufleger

Generell sind die allgemeinen Vorgaben des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 127 sowie die EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" zu beachten.

Bei den angenommenen Höhenlagen der Rohrsohlen von rd. 2 m bis 4 m unter Geländeoberkante werden sich die Rohraufleger überwiegend innerhalb der Lockergesteine (Lehme und Felsbrüche) der Schichten II - III befinden.

Die Felsbrüche der Bodengruppen GU und GW/GE stellen einen überwiegend ausreichend tragfähigen Untergrund zur Aufnahme der Kanalrohre dar, sofern die schluffigen Feinanteile in mindestens annähernd steifplastischer Konsistenz vorliegen und einen Anteil von 15 Gew.-% nicht überschreiten. Eine 10 cm dicke Bettungsschicht nach EN 1610 ist aufgrund der geringen Verformbarkeit und der guten Tragfähigkeit ausreichend. Stabilisierende Maßnahmen im Sohlbereich der Leitungen wie zusätzlicher Bodenaustausch unterhalb der Sohle, Geotextilien oder ähnliche brauchen in diesen Bereichen nicht durchgeführt werden.



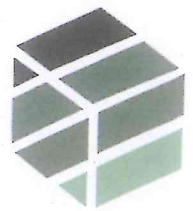
In Bereichen in denen auf Rohrsohlenniveau die vorwiegend weich- steifen Lehme oder stark verlehnte, aufgeweichte Felsbrüche angetroffen werden, empfehlen wir, das Rohraufleger auf insgesamt 30 cm zu verstärken. Geeignete Mineralstoffgemische für die Auflagerverstärkung sind Hartsteinbrüche der Körnungen 0/32 mm, 0/45 mm oder 0/56 mm mit einem maximalen Feinteilgehalt ($d \leq 0,063$ mm) von 5 Gew.-%. Die Mineralstoffe sind in ein Geotextil einzuschlagen, um ein mögliches Einspülen von Feinanteilen aus den Umgebungsböden in die Bettung zu unterbinden.

Neben der Erhöhung der Tragfähigkeit des Rohrauflegers wird durch den Bodenaustausch auch die Verdichtbarkeit der Erdstoffe im Bereich der Leitungszone und des darüber liegenden Grabenraumes verbessert. Wir empfehlen, etwa 30 - 40 % der Gesamthaltungslänge für eine Auflagerverstärkung zu berücksichtigen.

Weiterhin empfehlen wir, die Bauausführung gutachterlich begleiten zu lassen, um im Zuge der Ausführung vor Ort die Bereiche für zusätzliche Stabilisierungen auszuweisen.

5.2.2 Grabensicherung und Wasserhaltung

Für den Grabenaushub gelten die DIN 4124 sowie die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften. Bei einer freien Abböschung der Gräben darf der zulässige Böschungswinkel innerhalb der Lehme und Felsbrüche maximal $\beta = 45^\circ$ betragen. Alternativ können die Leitungsgräben im Normverbau (Tafelbauverfahren) aufgefahren werden. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf die DIN 4124 sowie die EN 1610.



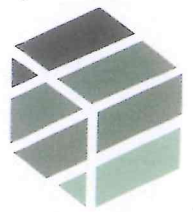
Mit Ausnahme der Bohrungen RK 3 und RK 6 wurde kein durchgehender Grundwasserspiegel oder Bodenwasser am Tage der Untersuchungen angetroffen. Bedingt durch die relativ geringe Wasserdurchlässigkeit der Lehme kann es jedoch lokal zu Staunässe sowie Schichten- und Hangwasser kommen. Die Wasserhaltung in Form einer offenen Wasserhaltung muss sich neben der Fassung und Ableitung von Niederschlagswasser auch auf das Antreffen von Schichtenwasser einstellen.

Weiterhin empfehlen wir grundsätzlich, die geplanten Kanalbauarbeiten während trockener Witterungsperioden durchzuführen, da zu dieser Zeit mit den niedrigsten Wasserständen zu rechnen ist. Zur Ableitung von zufließendem Niederschlags- und ggf. Hang- und Schichtenwasser sind Pumpgesenke und Drainageleitungen auf der Baustelle vorzuhalten.

Sofern die Bauarbeiten in Perioden mit ergiebigen Niederschlägen und somit hohen Wasserständen erfolgen, ist mit einem erhöhten Aufwand an Wasserhaltung zu rechnen.

5.2.3 Aushub und Wiederverwertbarkeit von Aushubböden

Bei den Abtraghöhen von bis zu schätzungsweise 5 m werden nach Abschieben der organischen Oberbodendecke überwiegend Lockergesteine (Lehme + Felsbrüche) und verwitterter bis kompakter Ton-Schluffstein angeschnitten. Mit Verweis auf die durchgeführten Bohrungen und Sondierungen empfehlen wir, in der Ausschreibung 60 - 70 % Erdaushub der Bodenklassen 3 - 5 sowie 30 - 40 % Fels der Bodenklassen 6 und 7 zu berücksichtigen. Bodenklasse 7 impliziert aufwändige Löseverfahren wie Reißen oder Stemmen.



Bezüglich der Verdichtungsanforderungen an die Kanalgrabenverfüllung gelten die Vorgaben der ZTVE-StB. Die angetroffenen Lehme sowie die verlehnten Felsbrüche werden aufgrund ihrer Wasserempfindlichkeit, ihrer schlechten Verdichtbarkeit sowie aufgrund der hohen Anforderungen an die spätere Oberfläche an zur Wiederverfüllung nicht geeignet sein. Verdichtungsgrade von 97% der einfachen Proctordichte D_{Pr} , wie sie im Allgemeinen üblich sind bzw. gefordert werden, sind für diese Böden nicht erreichbar.

Für die Wiederverfüllung sind statt dessen Mineralstoffe der Körnungen 0/32 mm, 0/45 mm oder 0/56 mm mit einem maximal zulässigen Feinteilgehalt ($d \leq 0,063$ mm) von 15 Gew.-% zu verwenden.

Die Verdichtungskontrollen können über leichte Rammsondierungen (DPL gem. EN ISO 22476-2) erfolgen.

5.3 Straßenbau

5.3.1 Eignung des Erdplanums

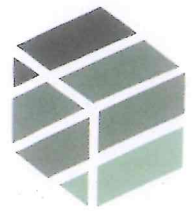
Nach Abschieben der organischen Oberbodendecke werden im Erdplanum des Straßenoberbaus bereichsweise feinkörnige, weich- bis steifplastische, gering tragfähige Lehme anstehen. Ein Mindestverformungsmodul von $E_{v2,min} = 45 \text{ MN/m}^2$, wie er unter Zugrundelegung der ZTVE-StB gefordert wird, ist auf den Lehmen erfahrungsgemäß nicht erreichbar. Daher ist das natürliche Erdplanum als Verdichtungswiderlager für den ungebundenen mineralischen Straßenoberbau nicht geeignet.

Wir empfehlen, das Erdplanum durch geeignete Maßnahmen wie z.B. "Bodenaustausch" oder "Bindemittelzugabe und Homogenisierung mittels Frästechnik" auf einer Tiefe von 30 cm zu stabilisieren. Sofern Erdplanien im Zuge der Bauausführung nachträglich (z.B. durch direkten Niederschlagseintrag) vernässen und so infolge der Aufweichung ihre ohnehin geringe Tragfähigkeit einbüßen, sind ggf. stabilisierende Maßnahmen bis 50 cm Tiefe erforderlich.

Auf dem verbesserten Erdplanum muss durch Lastplattendruckversuche ein Mindestverformungsmodul

$$E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$$

nachgewiesen werden. Darüber ist in Abhängigkeit der gewählten Bauklasse der reguläre, nach RStO zu bemessende Oberbau aufzubringen.

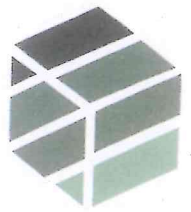


5.3.2 Frostempfindlichkeitsklasse

Die im Erdplanum der Straßenflächen zu erwartenden Lehme sind in die Frostempfindlichkeitsklasse

F 3 (sehr frostempfindlich)

einzustufen. Auch nach Stabilisierung mittels Bindemittelzugabe gehören die verbesserten Lehme weiterhin der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 an.



6. Weitere Hinweise

Sämtliche im Baugrundbericht genannten Höhen und Höhenbezüge sind im Zuge der Maßnahme bauseits zu prüfen. Bei Unstimmigkeiten mit dem Baugrundbericht bittet der Unterzeichner um unverzügliche Benachrichtigung.

Baugrundaufschlussuntersuchungen basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Untersuchungsstellen nicht völlig ausgeschlossen werden können. Die PTM-Geotechnik Arnsberg GmbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen, gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise, vor.

Der Baugrundbericht gilt für das in Abschnitt 2 angegebene Objekt im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der PTM-Geotechnik Arnsberg GmbH nicht zulässig.

.....
Dipl.-Ing. B. Dietrich

.....
Dipl.-Ing. A. Erdmann