



INGENIEURGRUPPE PTM

Bericht Nr.: 24 – 8701

Objekt: **Brückenerneuerung Teil 1 - BW 09 - 16**
(Unter dem Hohenstein)
58675 Hemer

- GEOTECHNIK
- BAUGRUND
- ERDBAULABORATORIUM
- ERDSTATIK
- HYDROGEOLOGIE
- SPEZIALTIEFBAU
- DEPONIEWESEN
- FACHPLANUNGEN
- FACHBAULEITUNGEN
- GERICHTSGUTACHTEN
- ZERSTÖRUNGSFREIE
MESSUNGEN

Auftraggeber: **Stadt Hemer**
FD Verkehrsplanung und Straßenbau
Hardemareplatz 44
58675 Hemer

PTM GEOTECHNIK
ARNSBERG GMBH

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

Auftrag: **Baugrunduntersuchungen und**
Baugrundgutachten zum o.g. Objekt

geschäftsführung
dipl.-ing. burghard dietrich
ingenieurkammer nrw nr. 316951
ppa. dipl.-ing frank jäger
hrb 9736 ag arnsberg
st.-nr. fa arnsberg 303/5724/0628
ust.-id-nr.: de279634618

Durchführung
der Feldunter-
suchungen: **im September 2024**

sparkasse arnsberg-sundern
iban: DE47 4665 0005 0001 0295 11
bic: WELADED1ARN

Arnsberg, den 14.11.2024
Unser Zeichen: Erdmann/m

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



Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Auftrag	4
2. Situation	5
3. Durchgeführte Untersuchungen	9
3.1 Felderkundungen	9
3.2 Chemische Untersuchungen im Labor	10
3.3 Untersuchungen für die Verwertung von Ausbauasphalt	10
3.4 Chemische Untersuchungen gemäß EBV (07/2023) / DepV	11
3.4.1 Erläuterung zur Ersatzbaustoffverordnung (07/2023)	11
3.4.2 Chemische Deklarationsanalysen	12
4. Untersuchungsergebnisse	13
4.1 Regional-geologischer Überblick	13
4.2 Schichtenfolge	14
4.3 Grundwasser	15
4.4 Geotechnischer Systemschnitt	16
4.6 Ergebnisse der chemischen Deklarationsanalysen	18
4.6.1 Deklarationsanalysen nach EBV (2023)	18
4.6.2 Deklarationsanalyse gemäß Deponieverordnung (DepV)	19
4.7 Bindemittelbestimmungen	20
4.8 Asbestuntersuchung an Betonbauteil	21
5. Gutachterliche Bewertung	22
5.1 Baugrundbeurteilung	22
5.2 Gründungsempfehlung für Brückenbauwerk	23
5.3 Wasserhaltung und Baugrube	25
5.4 Hinterfüllung von Widerlagern/Baugrube	26
6. Weitere Hinweise	27



Anlagenverzeichnis

Anlage 1	1 Blatt	Lageplan mit Untersuchungspunkten
Anlage 2	1 Blatt	Geotechnischer Systemschnitt
Anlage 3	3 Blatt	Fotodokumentation der Bohrkerne und RuVA-StB 01/05
Anlage 4	3 Blatt	Bewertung der chemischen Untersuchungsergebnisse
Anlage 5	16 Blatt	Protokolle der chemischen Untersuchungen (GBA Gelsenkirchen)
Anlage 6	1 Blatt	Grundbruch- und Setzungsberechnungen
Anlage 7	1 Blatt	Probenentnahmeprotokoll



1. Vorgang und Auftrag

Die Abteilung Verkehrsplanung und Straßenbau der Stadt Hemer, Hardemareplatz 44, 58675 Hemer, sieht die Erneuerung der Brücke BW 09-16, Unter dem Hohenstein in Hemer vor.

Auf der Grundlage des Angebotes Nr. 24-171 vom 18.07.2024 wurde die PTM Geotechnik Arnsberg GmbH, Obereimer 36, 59821 Arnsberg, durch die Stadt Hemer mit der Durchführung der entsprechenden Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt. Die Feldarbeiten wurden von dem Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH aus Bautzen (IFG) ausgeführt.

Der vorliegende Baugrundbericht enthält die Dokumentation der Felduntersuchungen, die Erläuterung der Untergrund- und Grundwassersituation, die Angabe der charakteristischen Bodenkennwerte und Homogenbereiche, die Darstellung und Bewertung der Baugrundverhältnisse in einem geotechnischen Schnitt, die Bewertung des Untergrundes sowie Gründungsempfehlungen für das neue Brückenbauwerk und bautechnische Hinweise.

Weiterhin enthält der Bericht die Dokumentation und Bewertung der chemischen Untersuchungen hinsichtlich der Verwertung und der abfallrechtlichen Handhabung von Asphalt und Aushubböden gemäß Ersatzbaustoffverordnung EBV (2023), Deponieverordnung (DepV 2021) und RuVA-StB 01/2005.

Ferner wurde eine Betonprobe auf Asbest gemäß VDI-Richtlinie 3866 Blatt 5 (2017-06) untersucht.

2. Situation

Der für die Brückenerneuerung untersuchte Bereich befindet sich in Hemer, Ortsteil Deilinghofen in Straße „Unter dem Hohenstein“. Die Brücke hat die Bezeichnung BW 09-16 und liegt im Bereich einer Grundstückszufahrt über den Iser Bach, bei Haus Nr. 33.

In der nachfolgenden Abbildung 2 ist der Standort eingetragen.

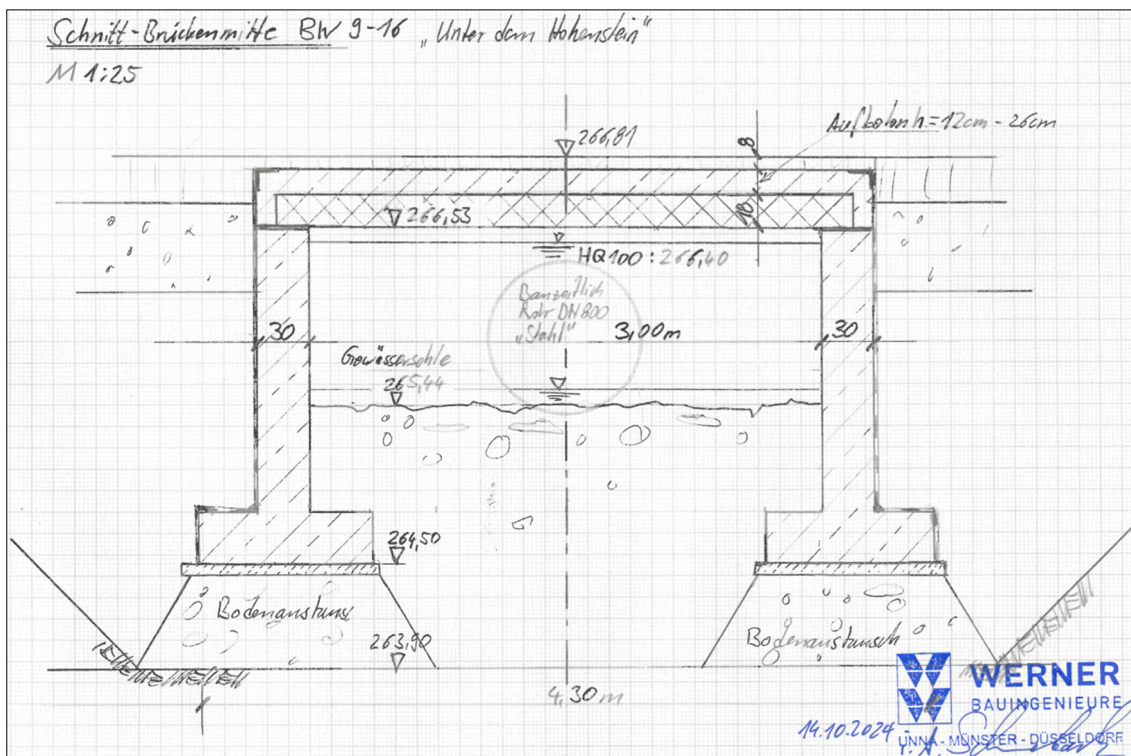
Abbildung 1: Übersichtslageplan mit Standort der Brücke



Die Brücke aus einem Rahmenmischsystem hat eine Gesamtlänge von 2,30 m und eine Gesamtbreite von 6,25 m. Die lichte Höhe beträgt 0,60 m. Aufgrund der erheblichen Bauwerksschäden soll die Brücke vollständig rückgebaut und durch ein neues Brückenbauwerk ersetzt werden.

Es ist davon auszugehen, dass das zukünftige Gründungsniveau auf ähnlicher Höhe wie der Bestand liegen wird. In der folgenden Abbildung 2 ist der geplante Brückenbau im Schnitt dargestellt.

Abbildung 2: Geplantes Brückenbauwerk „Unter dem Hohenstein“



Laut Planung soll das Fahrbahnniveau bei 266,81 mNHN liegen, so dass das Gründungsniveau des Rahmenbauwerkes auf einer Höhe von

$$H_{\text{Gründung}} = 264,50 \text{ mNHN}$$

liegen wird.

Gemäß des Statikbüros Werner Bauingenieure GmbH, Isaac-Newton-Straße 1, 59423 Unna, ist für die Brücke mit Sohlspannungen von

$$\sigma_{D,\text{max}} = 155 \text{ kN/m}^2$$

zu rechnen.

Die nachfolgenden Fotos zeigen die Situation beim Festlegen der Bohrpunkte.

Foto 1: RK / DPH 7



Foto 2: BK / RK / DPH 8



Für die Bearbeitung des Baugrundgutachtens stellte uns das Büro Werner Bauingenieure GmbH aus Unna Lagepläne und Skizzen sowie Vermessungspläne des Bauwerkes BW 09-16 zur Verfügung.



3. Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Felderkundungen

Im September 2024 wurde ein Bohrkern mit dem Durchmesser 100 mm an einem durch den Auftraggeber vorgegebenen Untersuchungspunkt aus dem bituminösen Straßenbelag im Bereich des bestehenden Brückenbauwerks Unter dem Hohenstein in Hemer entnommen. Die Bohrung wurde an die Leitungssituation angepasst und ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

An dem Asphaltbohrkern 8 wurde eine Bindemittelbestimmung auf Straßenpech (Schnelltest gemäß FGSV-Arbeitspapier 27/2, Ausgabe 2000) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie die Stärken der einzelnen Einbaulagen des Bohrkerns sind der beigefügten Fotodokumentation des Anlagenteils 3 zu entnehmen.

Nach dem Öffnen der Straßenbaukonstruktion wurden zur Erkundung der Grundverhältnisse und zur Entnahme von Bodenproben zwei Rammkernsondierungen (Kleinbohrungen) bis in Tiefen von ca. 5,0 m unter derzeitigem Straßen- bzw. Geländeniveau abgeteuft. Die angetroffenen Böden wurden im Labor gemäß EN ISO 14688-1 angesprochen, die Ergebnisse gemäß DIN 4023 zu Bohrprofilen entwickelt und zeichnerisch in der Anlage 2 im Maßstab 1: 50 dargestellt.

Zusätzlich wurden zur Abschätzung der Lagerungsdichten bzw. der Konsistenzen der im Untergrund anstehenden Böden und zur Ermittlung von Schichtgrenzen zwei schwere Rammsondierungen (EN ISO 22476-2, DPH) ausgeführt. Die Untersuchungstiefen betrugen hier ca. 9 - 10 m unter Geländeniveau. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen sind als Widerstandslinien (Anzahl Schläge/10 cm Eindringtiefe) neben den zugehörigen Bohrsäulen im Anlagenteil 2 veranschaulicht.



Die Aufschlusspunkte wurden gemäß ihrer Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezug diente ein Kanaldeckel innerhalb der Straße „Unter dem Hohenstein“ mit einer Höhe von $HP = 268,62 \text{ mNHN}$. Die Untersuchungspunkte sind im Lageplan der Anlage 1 eingetragen.

3.2 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen der Boden-, Beton- bzw. Asphaltproben gemäß VDI-Richtlinie, RuVA-StB 01/05, Ersatzbaustoffverordnung (EBV 07/2023) sowie Deponieverordnung DepV (2021) wurde die Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA), Bruchstraße 5c in 45883 Gelsenkirchen beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlagenteil 5 bei.

3.3 Untersuchungen für die Verwertung von Ausbauasphalt

Der Bohrkern BK 8 wurde mit Verweis auf den Anlagenteil 3 fotografiert, die einzelnen Schichten vermessen und hinsichtlich Straßenpech im Bindemittel mittels Lackansprühverfahren gemäß FGSV-Arbeitspapier 27/2, Ausgabe 2000 untersucht.

Zur quantitativen Absicherung der Teerschnellbestimmung haben wir zusätzlich an dem ausgewählten Bohrkern BK 8 eine chemische Untersuchung zur Ermittlung des Gehaltes an Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feststoff und des Phenolindexes im Eluat gemäß RuVA-StB 01/05 durchgeführt.



3.4 Chemische Untersuchungen gemäß EBV (07/2023) / DepV

3.4.1 Erläuterung zur Ersatzbaustoffverordnung (07/2023)

Seit dem 01.08.2023 ist die Ersatzbaustoffverordnung als Teil der Mantelverordnung in Kraft getreten. Diese löst die Bestimmungen nach der LAGA M20 ab. Das Ziel der Mantelverordnung ist es, bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Anforderungen an den Schutz von Boden und Grundwasser unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse festzulegen. Für Bauausführungen sind seit dem 01.08.2023 somit chemische Deklarationsanalysen unter anderem gemäß der EBV für die Einstufung von Aushubmaterial zur Wiederverwertung notwendig.

Durch die EBV werden insgesamt 16 geregelte mineralische Ersatzbaustoffe erfasst, für welche entsprechende **Materialwerte** (materialspezifische Grenzwerte oder Orientierungswerte) festgelegt sind. In Abhängigkeit der erzielten Materialwerte lässt sich der mineralische Ersatzbaustoff dann einer **Materialklasse** zuordnen. Für die Verwendung mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken definiert die EBV unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Randbedingungen (insbesondere Länge der grundwasserfreien Sickerstrecke, Eigenschaften Grundwasserdeckschicht, Wasserschutzgebiete) insgesamt **17 mögliche Einbauweisen**. Die Einsatzmöglichkeiten des mineralischen Ersatzbaustoffes sind dabei abhängig von der erzielten Materialklasse.



3.4.2 Chemische Deklarationsanalysen

Aus den mittels Rammkernbohrungen in situ gewonnenen Einzelproben wurden im Rahmen einer orientierenden Untersuchung 2 repräsentative Mischproben in Abhängigkeit der Materialien zusammengestellt und homogenisiert.

An den Mischproben erfolgten im Hinblick auf eine mögliche Wiederverwertung der Aushubböden chemische Deklarationsanalysen gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV (07/2023)) zur Ermittlung der jeweiligen Materialklasse. Zusätzlich wurde an jeder Probe eine Deklarationsanalytik gemäß Deponieverordnung DepV (Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 16.07.2009, BGBl. I 2009; zuletzt geändert: 07/2021) im Hinblick auf die Bestimmung eines Entsorgungsweges durchgeführt.

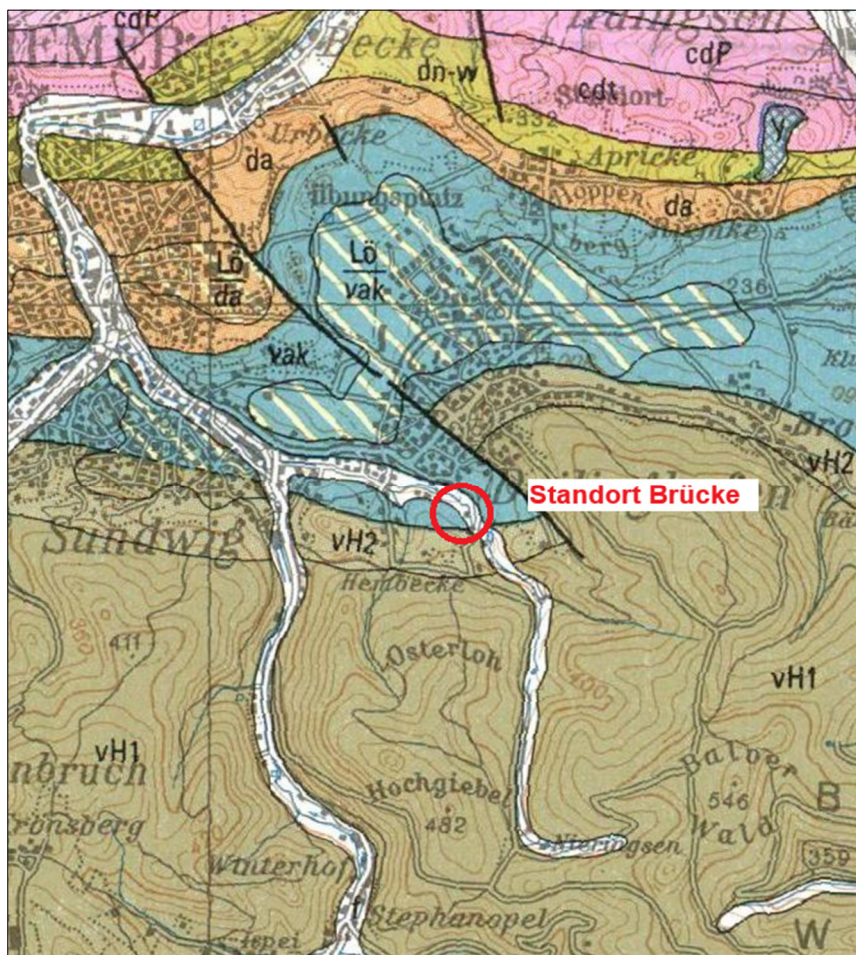
Die Mischprobenzusammenstellung, der jeweilige Teufenbereich der Probenentnahmen und die Materialansprachen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Mischprobencharakterisierung, Unter dem Hohenstein, Hemer

Probenbezeichnung	Material	Einzelproben	Teufe [m]	Untersuchungsumfang
MP 1	Auffüllungen	7.2	0,13 – 0,80	EBV (07/2023) und DepV (DK 0 – DK III)
		8.1-8.2	0,13 – 0,70	
MP 2	Felsbrüche / Lockergesteine	7.3 – 7.5	0,70 – 5,0	EBV (07/2023) und DepV (DK 0 – DK III)
		8.3 – 8.5	0,80 – 5,0	

4.1 Regional-geologischer Überblick

Abbildung 3: Ausschnitt Geologische Karte, Hemer





4.2 Schichtenfolge

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

Schicht Ia: Straßenoberbau

Schicht Ib: Oberboden

Schicht II: Auffüllungen

Schicht III: Lockergesteine

Schicht IV: Grundgebirge

Zu Schicht Ia: Straßenoberbau

Bei dem Untersuchungspunkt RK 8 wurde zuoberst der asphaltgebundene Straßenoberbau mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 12,9 cm erbohrt. Die genauen Schichtenfolgen des Bohrkerns sind der Fotodokumentation im Anlagenteil 3 zu entnehmen.

Zu Schicht Ib: Oberboden

Bei Untersuchungspunkt RK 7 wurde zuoberst im Bereich der Böschung eine ca. 13 cm mächtige Oberbodenschicht angetroffen. Der Oberboden setzt sich aus humosen, sandigen Schluffen zusammen und ist dementsprechend der Bodengruppe OU nach DIN 18196 zuzurechnen.

Zu Schicht II: Auffüllungen

Bis in Tiefen von ca. 0,70 m bzw. 0,80 m unter derzeitigem Geländeniveau folgen dann grob- und feinkörnige Auffüllungen und Tragschichten. Die Korngrößenverteilung der aufgefüllten Mineralstoffe entspricht einem sehr schwach schluffigen, sandigen Kies und ist dementsprechend der Bodengruppe GW/GE zuzurechnen. Nach alter DIN 18300 liegt die Bodenklasse 3 vor. Gemäß den Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen liegt eine lockere Lagerung der aufgefüllten Mineralstoffe vor.



Schicht III: Lockergesteine

Bis in eine Untersuchungstiefe von ca. 5,0 m wurden dann voraussichtlich natürliche Lockergesteine aus verlehnten Felsbrüchen angetroffen. Diese haben das Spektrum eines sehr schwach schluffigen bis schluffigen Kiesel und sind dementsprechend den Bodengruppen GW, GU und in der oberen Zone bereichsweise auch GU* zuzurechnen. Nach alter DIN 18300 liegen aufgrund erhöhter Steinanteile die Bodenklassen 3 – 5 vor. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen deuten in der oberen Zone eine lockere und in den unteren Zonen eine mitteldichte Lagerung der Felsbrüche hin.

Zu Schicht IV: Grundgebirge

Bei Untersuchungspunkt RK 7 wurde voraussichtlich das Grundgebirge in einer Tiefe von ca. 9,0 m unter derzeitigem Geländeniveau angetroffen. Das Grundgebirge aus Kalk- bzw. Tonstein ist lediglich durch die Rammsondierung ertastet worden. Nach alter DIN 18300 liegen die Bodenklasse 5 für verwittert und 6 – 7 für angewittert bzw. kompakt vor.

4.3 Grundwasser

Grundwasser wurde am Tage der Untersuchungen in einer Tiefe von ca. 265,40 mNHN erpegelt. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Gewässer ist jedoch davon auszugehen, dass die Böden hydraulisch an den Wasserspiegel des Bachs angeschlossen sind und sich Hoch- und Niedrigwasserereignisse zeitlich verzögert und mit gedämpfter Amplitude in den Lockergesteinen fortsetzen.



4.4 Geotechnischer Systemschnitt

Die vorstehend erläuterte, wechselnde Schichtenfolge ist in dem geotechnischen Systemschnitt der Anlage 2 zusammengefasst. Der Schichtenaufbau ist schematisch dargestellt, so dass entsprechend der Natur geologischer Körper zwischen den Bohrpunkten mit Abweichungen von den idealisierten Linien zu rechnen ist.

4.5 Charakteristische Bodenkennwerte und Homogenbereiche

Die charakteristischen Bodenkennwerte bzw. die Homogenbereiche nach DIN 18300 werden aufgrund der Bohr- und Sondierergebnisse sowie regionaler Erfahrungen und einschlägiger Tabellenwerke wie folgt abgeschätzt:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte, Unter dem Hohenstein, Hemer

Parameter		Schicht I a + II:	Schicht III:		Schicht IV:
1	Homogenbereich (DIN 18300:2015-08)	Bauteil	B		X
2	Ortsübliche Bezeichnung	Straßenoberbau/Auffüllungen	Lehme	Flusskiese + Felsbrüche	Grundgebirge (Fels)
3	Bodengruppen (DIN 18196)	GW/GE/	UL	GU, GW, GU*	-
4	Korngrößenverteilungen/ Bodenarten	G, s, u ^u -u ^u	U, s, g' t' - g*, h'	G, s bis G, s, u'	-
5	Anteil Steine und Blöcke [%]	0 – 3	0 – 5	5 – 15	-
6	Anteil große Blöcke [%]	0	0 – 2	0 – 10	-
7	Dichte, feucht [g/cm ³]	2,0 – 2,1	1,8 – 1,9	1,9 – 2,1	2,4 – 2,6
8	Undränierete Scherfestigkeit [kN/m ²]	-	40 – 150	-	-



Parameter		Schicht I a + II:	Schicht III:		Schicht IV:
9	Wassergehalt [%]	10-20	20-30	5-20	5 – 15
10	Konsistenz (optional)	-	weich (steif)	-	-
11	Konsistenzzahl I_c [-]	-	-	-	-
12	Plastizitätszahl I_p [-]	-	-	-	-
13	Lagerungsdichte bzw. Lagerung	-	-	mitteldicht - (zur Tiefe hin auch dicht)	-
14	Organischer Anteil v_{gl} [%]	> 3	0 – 3	0 – 2	0
15	Wichte γ_k [kN/m ³]	19 – 21	17 – 19	19 – 21	24
16	Reibungswinkel φ'_k [Grad]	-	25,0 – 30,0	30,0 – 40,0	30,0
17	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	-	2 – 5	0 – 3	> 20
18	Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m ²]	-	3 – 7	30 – 80	> 200
21	Frostempfindlichkeitsklassen	F 1	F 3	F 1-2 F3 (GU*)	F 1

Zu Parameter: 2 - 4, 10: nach Bodenansprache

Zu Parameter 13: nach Schwerer Rammsondierung (DPH)

Restliche Parameter: Schätzwerte

4.6 Ergebnisse der chemischen Deklarationsanalysen

4.6.1 Deklarationsanalysen nach EBV (2023)

Die Ergebnisse der an den Mischproben MP 1 und MP 2 durchgeführten chemischen Untersuchungen nach EBV (2023) sind in den Anlagen 4.1 und 4.2 den materialspezifischen Grenzwerten (Materialwerte) gegenübergestellt. Die Ermittlung der Materialklassen für Bodenmaterial (BM) erfolgte nach EBV (2023), Anlage 1, Tabelle 3, aus der die Zuordnung der Materialklassen in Abhängigkeit der Materialwerte hervorgeht.

Für die Mischproben lassen sich folgende Materialklasse ableiten:

Tabelle 3: Deklarationsanalysen nach EBV (2023), Unter dem Hohenstein

Probenbezeichnung	Material (Schicht)	Ursachenparameter für die Materialklasse		Materialklasse
		Feststoff	Eluat	
MP 1	Auffüllungen	Arsen etc.	Arsen etc.	BM – 0*
MP 2	Lockergesteine	Arsen etc.	Arsen etc.	BM – 0*

Die Wiederverwertungsmöglichkeiten für die untersuchten mineralischen Ersatzbaustoffe sind in Abhängigkeit der erzielten Materialklasse sowie des geplanten Einbauortes in der Anlage 2 der EBV (07/2023) definiert.

4.6.2 Deklarationsanalyse gemäß Deponieverordnung (DepV)

In der Anlage 4.3 sind die detektierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der Deponieklassen DK 0 - DK III gegenübergestellt und die jeweiligen Abfallschlüssel gemäß der AVV (Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis vom 10.12.2001, BGBl. I S. 3379, zuletzt geändert: 06/2020) aufgeführt.

Die ableitbaren Deponieklassen unter Berücksichtigung zulässiger Ausnahmeregelungen gemäß der Deponieverordnung – für die durch die Proben repräsentierten Materialien – können der nachfolgenden Tabelle 4 entnommen werden:

Tabelle 2: Deklarationsanalysen nach DepV, Unter dem Hohenstein, Hemer

Probenbezeichnung	Material (Schicht)	Ursachenparameter für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
		Feststoff	Eluat		
MP 1	Auffüllungen	-	-	DK 0	17 05 04
MP 2	Lockergesteine	-	-	DK 0	17 05 04

In der Tabelle 5 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern erklärt.

Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV

Boden	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
	17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten



4.7 Bindemittelbestimmungen

Mittels des qualitativen Farbindikationsverfahrens wurden die Einbaulagen der entnommenen Bohrkern auf Straßenpech im Bindemittel untersucht. Die Ergebnisse sind als "optischer Befund" in den Tabellen des Anlagenteils 3 eingetragen. Die Anlage 3 zeigt die tabellarische Auswertung der quantitativen Bohrkernuntersuchungen auf PAK im Feststoff gemäß RuVA-StB 01/05.

Mit Verweis auf Anlagenteil 3 ist festzustellen, dass das durch den Bohrkern BK 8 repräsentierte Asphaltmaterial in die

Verwertungsklasse A

nach RuVA-StB einzustufen ist.

4.8 Asbestuntersuchung an Betonbauteil

Am 23.09.2024 wurde eine Materialprobe aus dem Betondurchlass entnommen.
Die untere Abbildung zeigt die Entnahmestelle.



Die Probe sollte auf

Asbest gemäß VDI-Richtlinie 3866 Blatt 5 (2017-06)

untersucht werden. Die entsprechende Analytik wurde durch die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Gelsenkirchen durchgeführt. Das Ergebnisprotokoll liegt als Anlage 5 bei.

Die untersuchte Probe 2 enthält kein Asbest. Die Bausubstanz ist somit unter dem Abfallschlüssel

17 05 04

der Entsorgung zuzuführen.



5. Gutachterliche Bewertung

5.1 Baugrundbeurteilung

Für den Neubau der Brücke in Hemer, „Unter dem Hohenstein“, BW 09-16, ist der Baugrund für den Brückenneubau maßgeblich durch die Schichtenfolge Straßenoberbau / Auffüllungen über Lockergesteine über Grundgebirge charakterisiert. Aus bodenmechanischer Sichtweise sind diese Schichten wie folgt zu bewerten:

Die Auffüllungen der Schicht II sind aufgrund ihrer lockeren Lagerung als nur bedingt tragfähig einzustufen. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen im Bereich von $< 5 - 10$ Schläge/10 cm Eindringtiefe deuten auf eine mäßige Lagerung der aufgefüllten Mineralstoffe hin. Ein unmittelbarer Eintrag von Bauwerkslasten kann hier zu Setzungen bzw. Differenzsetzungen einiger Dezimeter führen, so dass wir von einer unmittelbaren Übergründung der Auffüllmassen ohne zusätzliche Maßnahmen wie Bodenpolster und Tragschichten abraten.

Die überwiegend zu erwartenden, teilweise verlehmteten Flussskiese und Felsbrüche der Schicht III besitzen in der oberen Zone (bis ca. 3,0 m) eine lockere Lagerung. Ein unmittelbarer Eintrag von Bauwerkslasten kann hier zu Setzungen bzw. Differenzsetzungen einiger Zentimeter führen, so dass wir von einer unmittelbaren Übergründung der locker gelagerten Felsbrüche ohne zusätzlich Maßnahmen wie Bodenpolster und Begrenzung der aufnehmbaren Sohldrücke abraten.

Die in der unteren Zone mindestens mitteldicht gelagerten Felsbrüche sind als insgesamt gut tragfähig zu bewerten. Innerhalb der natürlichen mitteldichten Felsbrüche lassen sich mittelhohe Lasten ohne das Risiko unzulässig hoher Setzungen einleiten.

Der verwitterte und mit zunehmender Tiefe auch unverwitterte Fels, der ab etwa 258 bzw. 257,00 mNHN zu erwarten ist, ist nahezu inkompressibel und eignet sich daher auch zum Abtrag hoher und sehr hoher Bauwerkslasten.

5.2 Gründungsempfehlung für Brückenbauwerk

Unter Berücksichtigung eines Gründungsniveaus von etwa 264,50 mNHN werden die Gründungskörper voraussichtlich größtenteils in den gering tragfähigen locker gelagerten Felsbrüchen der Schicht III (Lockergesteine) liegen. Wir empfehlen, die Gründungselemente flach aufzulagern.

Unterhalb der Fundamente ist zur optimalen Lastverteilung sowie zur Überbrückung von lokalen Schwachstellen eine 50 cm dicke Tragschicht aus Hartsteinbruch der Korngrößenverteilung 0/45 mm anzuordnen. Die Tragschicht ist allseitig in ein Vlies (200 g/m²) zu hüllen, um Feinteilverlagerungen aus den Umgebungsböden zu vermeiden. Auf Gründungsniveau ggf. anstehende Lehme sind auszukoffern und durch Tragschichtmaterial zu ersetzen. Die Gründungssohlen sind sachverständig durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen.

Unter Berücksichtigung der im Zuge der Baugrunduntersuchungen festgestellten Schichtenfolge haben wir in der Anlage 6 Grundbruch- und Setzungsberechnungen für die neuen Brückenaufleger durchgeführt. Wir haben dabei reduzierte Breiten von $b' = 0,3$ m bis 0,6 m berücksichtigt. Bei einer Beschränkung der zulässigen Setzung auf ein Gesamtmaß von $s_{\max} = 1$ cm dürfen die in der Tabelle 6 aufgeführten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes nach EC 7 angenommen werden.

Tabelle 6: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bzw. aufnehmbare Sohl drücke für die Brückenwiderlager

	Fundamente mit Breiten b' und Mindesteinbindetiefe $t = 80$ cm					
b' [m]	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60
$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	300	300	300	300	280	250

Die Tabellenwerte beziehen sich auf lotrecht und mittig belastete Fundamente. Schräg und/oder ausmittig angreifende Lasten sind nach DIN 1054 zu berücksichtigen. Die Berechnungen decken ein maximales H/V-Verhältnis von 0,1 ab.

Die Grundbruchsicherheit ist bei Einhaltung der ausgewiesenen Werte in den Berechnungen der Anlage 6 impliziert. Das zu erwartende Gesamtsetzungsmaß beträgt $s = 1$ cm, die Differenzsetzungen werden bei ordnungsgemäßer Gründung ein Maß von $\Delta s = 0,5$ cm nicht überschreiten.

Die Stahlbetonbauteile, insbesondere die Stahlbetonfundamente müssen gegen Erosionen und Kolk durch Strömungskräfte des Bachs gesichert werden. Wir empfehlen, die Bachsohle im Bereich der Brücke durch Wasserbausteine zu sichern.

Bei ordnungsgemäßigem Einbau darf für die Tragschicht mit folgenden charakteristischen Bodenkennwerten gerechnet werden:

- Wichte: $\gamma_k = 20$ kN/m³
- Reibungswinkel: $\varphi_k = 35^\circ$
- Kohäsion: $c_k = 0$ kN/m²
- Steifemodul: $E_{s,k} = 30$ MN/m².



Die Verdichtung der eingebauten Mineralstoffe ist durch Lastplattendruckversuche zu prüfen. Zu fordern ist ein Mindestverformungsmodul von

$$E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2 \text{ bei } E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5.$$

5.3 Wasserhaltung und Baugrube

Die im Zusammenhang mit den Brückenbauarbeiten erforderlichen Auskoffungs- und Gründungsarbeiten werden bis zu einem Niveau von schätzungsweise 264,00 mNHN reichen und bis zu etwa 1,0-1,5 m tief in das Grundwasser/Bachwasser eingreifen, Normalwasserstände vorausgesetzt. Um die Ausdehnungen von Baugrubenböschungen möglichst klein zu halten und möglichst steile Abböschungswinkel zu gewährleisten, empfehlen wir, die Bauarbeiten im Schutze einer offenen Wasserhaltung mittels leistungsfähiger, schwimmergesteuerter Pumpen durchzuführen

Hochwasserereignisse des Gewässers und die damit verbundenen hohen Grundwasserstände können zu einem bauzeitlichen Einstau der Baugrube führen. Die Arbeiten müssen dann unterbrochen werden.

Im Schutze der vorbeschriebenen offenen Wasserhaltung lassen sich die nach den gängigen Unfallverhütungsvorschriften und der DIN 4124 empfohlenen bauzeitlichen Baugrubenböschungen ausbilden. Für die rd. 2,80 m hohen Baugrubenböschungen gelten Böschungswinkel von

$$\beta = 45^\circ.$$

Die Böschungsoberflächen müssen mit Folien abgedeckt werden, um Erosionen durch Niederschläge zu vermeiden. Die Baugrubenränder müssen auf einer Breite von 2 m frei von Verkehrs- und Baustofflasten gehalten werden.



Sofern eine freie Abböschung der Baugrube in Teilbereichen nicht möglich bzw. nicht zulässig ist, muss hier mit einem entsprechenden Verbau (z.B. Trägerbohlwand oder Spundwand) gerechnet werden. In diesem Fall bedarf es einer detaillierten Baugrubenplanung.

5.4 Hinterfüllung von Widerlagern/Baugrube

Zur Hinterfüllung der Brückenwiderlager sind geeignete Mineralstoffe lagenweise ($d = 30 \text{ cm}$) unter intensiver Verdichtung einzubauen. Geeignete Mineralstoffe sind z.B. Hartsteinbrüche der Körnungen 0/32 mm bis 0/56 mm mit weniger als 5 Gew.-% Feinanteil.

Die Verdichtung der Widerlagerhinterfüllungen ist mittels Rammsondierungen zu prüfen. Dabei ist ein Mindestverdichtungsgrad von $D \geq 100\%$ der einfachen Proctordichte nachzuweisen.



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.

Die im vorliegenden Geotechnischen Bericht durchgeführten chemischen Deklarationsanalysen nach Ersatzbaustoffverordnung und Deponieverordnung stellen orientierende Untersuchungen für die weitere Planung und Ausschreibung dar. Die seit dem August 2023 geltende EBV sieht für die Bauausführung vor, Verdrängungsböden, die abgefahren werden, zunächst zwischenzulagern und dort eine repräsentative Beprobung nach PN 98 zur Klärung des Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungsweges vorzunehmen. Die Anzahl der Proben richtet sich nach der Menge der abzufahrenden Mineralstoffe.

.....

Dipl.-Ing. A. Erdmann