



Grundbaulabor Bochum

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Geotechnisches Gutachten

Neubau der B 1

Ortsumgehung Salzkotten

Bau km 0+000 bis 6+039

Proj.-Nr. 08-0001

Auftraggeber:

Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen

Niederlassung Paderborn

Am Rippinger Weg 2

33098 Paderborn

Bochum, den 18.10.2004

Grundbaulabor Bochum GmbH
Kohlenstraße 70, 44795 Bochum

Tel: 0234 / 94362 – 0

Fax: 0234 / 94362 – 62

04-P-0225



Inhaltsübersicht

1	BAUVORHABEN	3
2	UNTERLAGEN	5
3	FELDUNTERSUCHUNGEN.....	7
4	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE.....	8
4.1	Lage und Morphologie	8
4.2	Geologie	9
4.3	Schichtenfolge	9
4.4	Grundwasser	11
5	BODENKLASSIFIZIERUNG NACH DIN 18300	13
6	BODENMECHANISCHE KENNWERTE.....	15
7	ERDSTATISCHE NACHWEISE	16
7.1	Setzungen.....	16
7.2	Standicherheit der Böschungen.....	18
8	BEURTEILUNG DER BODENVERHÄLTNISSE / MAßNAHMEN	19
8.1	Allgemeines	19
8.2	Bodenaufbau	19
8.3	Herstellen des Planums.....	20
8.4	Böschungsneigungen.....	21
8.5	Befahrbarkeit	21
8.6	Entwässerungsmaßnahmen.....	22



8.7	Sicherung der Böschungsflächen	23
8.8	Frostschutz	23
9	GRÜNDUNG DER BRÜCKENBAUWERKE	24
9.1	Allgemeines	24
9.2	Brücken der B 1	24
9.3	Brücken zur Überquerung der B 1	27
10	VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER	29
10.1	Durchgeführte Untersuchungen	29
10.2	Durchlässigkeitsbeiwerte.....	30
10.3	Beurteilung der Versickerungsfähigkeit	31
10.4	Hinweise zur Wahl der Versickerungsverfahren	32
11	HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANBEARBEITUNG	33
12	ABSCHLIEßENDES.....	33
	ANLAGENVERZEICHNIS	34



1 Bauvorhaben

Im Verlauf der Bundesstraße 1 ist der Bau einer Umgehung für die Ortslage Salzkotten vorgesehen. Die geplante Strecke verläuft generell in Südwest-Nordost-Richtung (Anlage 1).

Die ca. 6 km lange Umgehungsstrasse soll überwiegend in Dammlage geführt werden. Im untersuchten Streckenverlauf soll die B 1 über folgende zu errichtende Brückenbauwerke führen (Anlagen 2.1 bis 2.5):

1. Kreuzung DB - Trasse, Bau - km 0 + 750
2. Kreuzung Franz – Kleine – Strasse, Bau – km 2 + 350
3. Überquerung von Flusslauf und Aue der Heder,
Bau – km 2+ 970 bis 3 + 170
4. Kreuzung DB - Trasse, Bau - km 4+400
5. Kreuzung K 3, Scharmeder Strasse, Bau-km 5 + 000

Für folgende Straßen sollen Brücken zur Überquerung der B 1 errichtet werden:

1. Kreuzung K 58, Berglar, Bau – km 1 + 800
2. Kreuzung L 363, Verner Strasse, Bau – km 2 + 700
3. Kreuzung L 751, Thüler Strasse, Bau – km 3 + 450



Die Grundbaulabor Bochum GmbH wurde für das Bauvorhaben mit einer geotechnischen Untersuchung der Strecke beauftragt.

Zu den Gründungsverhältnissen im Bereich der vorgenannten Brückenbauwerke sollten grundsätzliche Angaben gemacht werden. Weiterhin werden Angaben zur Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden benötigt.

Die Bewertung der Böden auf umweltgefährdende Inhaltsstoffe ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.



2 Unterlagen

- [1] Durch den Landesbetrieb Straßenbau NRW, Niederlassung Paderborn, wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:
- a) Übersichtslageplan, M. 1 : 5.000, Landesbetrieb Straßenbau NRW, Niederlassung Paderborn, o. J.
 - b) Lagepläne, M. 1 : 1.000 (8 Blätter), NTS Beratende Ingenieure & Stadtplaner, Münster, o. J.
 - c) Höhenpläne, M. 1 : 5.000/500 (2 Blätter), NTS Beratende Ingenieure & Stadtplaner, Münster, o. J.
 - d) Grundwasserbeobachtungspegel:
Bodenprofile, Schichtenverzeichnisse, Einmaßskizzen. Landschaftsverband Westfalen-Lippe, Prüfanstalt für Straßenbaustoffe, Münster 1987
 - e) Ganglinien aus gemessenen Grundwasserständen für die Grundwasserbeobachtungspegel, Zeitraum April 1987 bis März 1994. o. V., o. J.
- [2] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1:25000, Blatt 4317 Gesescke, Krefeld 1985
- [3] FGSV - Regelwerk Nr. 599, Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE – StB), Fassung 1997. Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.
- [4] Richtlinien für die Standardisierung von Verkehrsflächen (RStO 01). Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn vom 25.09.2001.



- [5] Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51 a des Landeswassergesetzes. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft vom 18.05.1998. Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 39 vom 23. Juni 1998

- [6] ATV-DVWK Regelwerk, Arbeitsblatt ATV-DVWK A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand: Januar 2002

- [7] Archivunterlagen der Grundbaulabor Bochum GmbH



3 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der im Baubereich anstehenden Untergrundverhältnisse wurden 12 Kleinrammbohrungen (BS) mit der Rammkernsonde (\varnothing 50 / 36 mm) sowie 5 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN 4094 bis in Tiefen zwischen 3,0 m und 6,9 m unter Gelände abgeteuft.

Aus den Bohrungen wurden Bodenproben gemäß DIN 4021 entnommen und nach DIN 18196 beurteilt. Die bodenmechanischen Kennwerte wurden auf dieser Grundlage sowie der Ergebnisse der Rammsondierungen abgeschätzt. Die Bodenproben werden für einen Zeitraum von 3 Monaten im Probenlabor eingelagert und danach entsorgt.

Die Lage der Untersuchungsstellen ist in den Lageplänen (Anlagen 2.1 bis 2.5) dargestellt. Die Profile der Kleinrammbohrungen sind als Einzeldarstellungen in Anlage 3, die Rammdiagramme in Anlage 4 aufgetragen.

Die Einmessung der Bohransatzstellen erfolgte nach Lage in Bezug auf bestehende Straßen und Gebäude.



4 Baugrundverhältnisse

4.1 Lage und Morphologie

Die Neubaustrecke der B 1 ist als Ortsumgehung im Norden und Nordosten der Ortslage von Salzkotten geplant. Die geplante Trasse soll überwiegend in Dammlage geführt werden.

Das Gelände im Trassenverlauf ist insgesamt relativ eben ausgebildet. Vom Beginn der Strecke (km 0+000) bis zum Ausbauende (km 6+046) erfolgt nach [1] ein Anstieg von ca. 104 m ü. NN auf ca. 116 m ü. NN. Für die Morphologie prägend ist die breite Senke der Heder, an deren Ufern die Geländehöhe bei ca. 93 m ü. NN liegt.

Die Flächen im Streckenverlauf werden überwiegend landwirtschaftlich als Weide- und Ackerland genutzt.

Von km 4+400 bis zum östlichen Ausbauende verläuft die geplante Trasse durch ein behördlich festgesetztes Grundwasserschutzgebiet (Schutzzone IIIa).



4.2 Geologie

Die Geologie im Trassenverlauf wird geprägt durch anstehende Kalkmergel der Oberkreide (Coniac).

Überdeckt wird das Festgestein von quartären Flussablagerungen (Sand, Kies) sowie Deckschichten aus Löss bzw. Lösslehm und Auenlehm in der Senke der Heder.

Die Lehmböden sind zum Teil umgelagert (Schwemmlehm, -löss).

4.3 Schichtenfolge

Nach den Ergebnissen der Bohrungen ist im Baubereich folgender Bodenaufbau zu erwarten (Anlagen Nr. 3 und 4):

Bodenart	Schichtunterkante [m u. GOK]	Bemerkung
Oberboden Mutter- und Ackerboden	0,15 – 1,0	-
Schluff , feinsandig, z.T. tonig	1,8 – 4,4	nicht in BS 3, 4, 6 und 11 angetroffen
Feinsand stark schluffig	2,1 - > 5,0	nicht in BS 1, 2, 5, 7 und 9 angetroffen
Ton stark schluffig	2,6 – 4,1	nur in BS 3, 6, 8, 9 und 13 angetroffen
Sand schluffig, kiesig	4,0 - > 5,0	nicht in BS 2, 3, 5, 10, 11 und 12 angetroffen
Kies Stark sandig, schluffig	nicht erbohrt	nur in BS 2, 3, 5 und 13 angetroffen



In allen Bohrungen wurde zunächst ein humoser Oberboden angetroffen, der durch landwirtschaftliche Bearbeitung Mächtigkeiten bis zu 1 m erreicht.

Es folgt eine Deckschicht aus quartären Windablagerungen (Löss / Lösslehm), die als feinsandige Schluffe bzw. schluffige Feinsande anzusprechen sind. Örtlich sind diese Sedimente umgelagert (Schwemmlöss). Im Bereich der Aue der Heder besteht die Deckschicht aus feinsandigem Schluff, der als Hochflutlehm abgelagert wurde. Die Böden der Deckschichten weisen nach den Ergebnissen der Rammsondierungen überwiegend eine steife Konsistenz bzw. eine lockere bis knapp mitteldichte Lagerung auf. In BS 2 und BS 7 wurden Schluffe von lediglich weicher Konsistenz angetroffen.

Im Liegenden der Deckschichten tritt örtlich plastischer, schluffiger Ton auf, der in Mächtigkeiten bis zu 1,60 m (BS 9) angetroffen wurde. Die Konsistenz der entnommenen Tonproben wurde mit steif angesprochen.

Es folgen Sedimente der älteren Mittelterrasse, die lokal als „Plänerkies“ [2] bezeichnet werden. Im Osten (BS 2 bis BS 5 und BS 13) wurden diese Sedimente in Form sandig – schluffiger Kiese angetroffen, im Westen überwiegt der Sandanteil. Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen sind die Sande und Kiese mitteldicht gelagert. Nach Archivunterlagen der Grundbaulabor Bochum GmbH liegt die Unterkante der Terrassensedimente im Bereich Franz – Kleine - Straße bei ca. 16 m unter GOK (ca. 84 m ü. NN).

Das Liegende wird von Gesteinen der Oberkreide dargestellt, die jedoch mit den erreichten Bohrtiefen nicht aufgeschlossen wurden.

Angaben über eine im Baubereich ehemals vorhandene Altbebauung, welche über den Bestand hinausgeht, liegen nicht vor. Es kann daher nicht ausge-



schlossen werden, dass bei Ausschachtungsarbeiten Mauerwerk, Fundamente, Bodenplatten, verfüllte Keller o. ä. angetroffen werden. Die Bohrungen wurden außerhalb von Verkehrsflächen und bebauten Grundstücken angesetzt. Angaben über evtl. in bebauten Bereichen vorhandene Bodenauffüllungen sowie Trag-schichten vorhandener Straßen wurden daher nicht ermittelt.

Bei den Mächtigkeitenangaben für die einzelnen Schichten handelt es sich um die in den Bodenaufschlüssen ermittelten Werte. Es kann erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb der Bohrungen hiervon abweichende Schichtmächtigkeiten auftreten.

4.4 Grundwasser

Bei Durchführung der Geländearbeiten wurde Grundwasser in Tiefen zwischen 2,2 m (BS 1) und 5,8 m unter GOK (BS 2) angetroffen. Ein geringer Flurabstand des Grundwassers wurde in der Aue der Herder (BS 7) festgestellt, hier wurde bereits bei 0,5 m unter GOK Wasser innerhalb des Hochflutlehms angebohrt.

Durch den Landschaftsverband Westfalen – Lippe, Prüfanstalt für Straßenbau-stoffe, wurden im Jahr 1987 12 Grundwassermessstellen im Verlauf der geplan-ten Umgehungsstraße errichtet [1]. Aus den dem Grundbaulabor Bochum vorlie-genden Grundwasserganglinien des nicht durchgehend dokumentierten Beob-achtungszeitraums April 1987 bis März 1994 können, bezogen auf das Bauvor-haben, folgende Trends bezüglich des Flurabstands der Grundwasseroberfläche abgeleitet werden:

**Grundwasser - Flurabstände**

Streckenkilometer	Durchschnittlicher Flurabstand [m u. GOK]	Gemessener Grundwasserhöchststand [m u. GOK (Datum)]	Anmerkung
0+000 bis 0+600	1,5	0,6 (04/87)	Messungen 04/87 bis 09/89
0+600 bis 2+800	≥ 3,5	2,5 (03/94)	-
2+950 bis 3+200	-	0,5 (2004)	GW-Stand direkt abhängig von Wasserführung der Heder
3+200 bis 3+800	2,8	1,7 (04/88)	-
3+800 bis 6+000	≥ 3,5	2,7 (04/88)	

Innerhalb der schluffigen Deckschichten ist in Abhängigkeit von Niederschlägen mit dem Auftreten von Schicht- bzw. Stauwasser zu rechnen, dass geringere als die gemessenen Flurabstände erreicht.

Die gemessenen Grundwasserstände liegen überwiegend oberhalb der Schichtunterkante der schluffigen Deckschicht, so dass über weite Bereiche der Straßentrasse ein gespanntes Grundwasser innerhalb der sandigen Kiese (Plänerkiese) vorliegt.

Die Grundwasserfließrichtung weist zur Heder, die den Vorfluter des Grundwassers im Untersuchungsgebiet darstellt.

Im östlichen Abschnitt der geplanten Straße ist ein Wasserschutzgebiet der Schutzzone III a ausgewiesen, dessen westliche Begrenzung entlang der Eisenbahntrasse der DB AG verläuft und die Umgehungsstraße bei km 4+400 kreuzt.



5 Bodenklassifizierung nach DIN 18300

Die angetroffenen Bodenarten sind im ungestörten Zustand folgenden Boden-
gruppen und -klassen zuzuordnen:

Bodenart	Bezeichnung nach DIN 4022	Bodengruppen nach DIN 18196	Bodenklassen nach DIN 18300	Bezeichnung nach DIN 18300
Oberboden	Mu	OH	1	Oberboden
Schluff , feinsandig, z.T. tonig	U, fs, (t')	TL / UM	4 ⁴⁾	mittelschwer lös- bare Bo- denarten
Feinsand stark schluffig	fS, u*	SU / UL	3 / 4 ⁴⁾	leicht bis mit- telschwer lös- bare Bodenar- ten
Ton stark schluffig	T, u*	TM	4 / 5	mittelschwer bis schwer lös- bare Bo- denarten
Sand schluffig, kiesig	S, u, g	-	3	leicht lös- bare Bodenarten
Kies Stark sandig, schluffig	G, s*, u	-	3 ¹⁾²⁾³⁾	leicht lös- bare Bodenarten

- 1) Bei größerem Steingehalt (mehr als 30 Gew.-% über 63 mm Korngröße): Bodenklasse 5
- 2) Bei größerem Steingehalt (mehr als 30 Gew.-% über 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt): Bodenklasse 6
- 3) Steine über 0,1 m³ Rauminhalt: Bodenklasse 7
- 4) Eine Wassersättigung (Grundwasser, Staunässe, Oberflächenwasser) kann bei gleichzeitiger Störung (Ausschachtung, Befahren und Begehen) zu einer Konsistenzverschlechterung führen: Umwandlung in breiige bis flüssige Konsistenz (Bodenklasse 2)



Die bindigen Böden der Deckschicht sind wasser- und bewegungsempfindlich. Bei Wassersättigung (Niederschlagswasser, Grundwasser) und gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung (Begehen, Befahren) weichen diese Böden sehr rasch auf und können die Eigenschaften eines Bodens der Klasse 2 (fließende Bodenarten) annehmen. In der Ausschreibung der Erdarbeiten ist auf diese Eigenschaften ausdrücklich hinzuweisen.



6 Bodenmechanische Kennwerte

Für die angetroffenen Hauptbodenarten in ungestörter Lagerung lassen sich folgende mittlere bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte) angeben:

Bodenart	Raumgewicht cal γ	Steifezahl cal E_s	Reibungswinkel cal φ'	Kohäsion cal c'
Einheit	[kN/m ³]	[MN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
Schluff , feinsandig, z.T. tonig	19,0	12	27,5	5 ¹⁾
Feinsand stark schluffig	18,5	15	30,0	-
Ton stark schluffig	19,5	12	24,0	15
Sand schluffig, kiesig	19,5	30	32,5	-
Kies Stark sandig, schluffig	20,0	50	37,5	-

¹⁾ unter Wasser $c' = 0$ kN/m²



7 Erdstatische Nachweise

7.1 Setzungen

Die im Verlauf der Strecke vorgesehenen Dämme weisen Höhen von bis zu ca. 9 m auf. Aus dieser Belastung des Untergrundes werden in Planumsebene maximale Bodenpressungen in Größenordnungen bis

$$\sigma_o \leq 200 \text{ kN/m}^2$$

auftreten.

In Abhängigkeit von der jeweiligen Dammhöhe und den Untergrundverhältnissen sind als Folge der Auflast Setzungen von bis zu

$$s \leq 5 \text{ cm}$$

zu erwarten.

Zu den vorgenannten Setzungen, die sich aus der Zusammendrückbarkeit des Dammuntergrundes ableiten, kommen noch Setzungen aus der Konsolidation der Schüttung selbst und der Verkehrsbelastung hinzu. Bei sachgemäßer Herstellung (Verdichtung) der Dämme werden diese Setzungen jedoch von untergeordneter Bedeutung sein.



Es ist davon auszugehen, dass die Trasse örtlich von Ver- und Entsorgungsleitungen gekreuzt wird. Infolge der aus den Dammschüttungen resultierenden ungleichmäßigen Setzungen kann es zu Schäden an diesen Leitungen kommen. Der Einfluß der zu erwartenden Verformungen auf derartige Leitungen ist im Einzelfall zu prüfen. Gegebenenfalls sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

Die Setzungen beginnen bereits während der Dammschüttung und werden je nach den anstehenden Untergrundverhältnissen voraussichtlich 8 Wochen nach Schüttende abgeklungen sein. Es wird daher empfohlen, mit den Arbeiten zur Herstellung der Fahrbahndecke erst **nach** diesem Zeitpunkt zu beginnen. Die Wartezeiten können voraussichtlich verkürzt werden, wenn der Verlauf der Setzungen über Setzungspegel beobachtet wird und es sich in diesem Zusammenhang herausstellen sollte, dass die Setzungen nachweislich früher abgeklungen sind.



7.2 Standsicherheit der Böschungen

Im Hinblick auf die Grundbruch- und Gleitsicherheit im Untergrund ist für die Dämme eine Neigung von

1 : 1,5

zulässig.

Die maximal zulässige Böschungsneigung des Dammes hängt im wesentlichen vom verwendeten Schüttmaterial ab. Die o.a. Neigung kann daher bei Wahl eines entsprechend geeigneten Materials evtl. erhöht werden, wenn die Platzverhältnisse dies erfordern.

Außer der erforderlichen Standsicherheit der Böschungen in der tiefen Gleitfuge ist durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass keine böschungsp parallelen oberflächennahen Rutschungen eintreten. Es sind daher so schnell wie möglich nach Schütten der Dämme ingenieurbio logische Schutzmaßnahmen zur Sicherung der Böschungsoberflächen vorzunehmen.



8 Beurteilung der Bodenverhältnisse / Maßnahmen

8.1 Allgemeines

Die im Trassenverlauf anstehenden Bodenverhältnisse sind weitgehend vergleichbar, so dass eine generelle bodenmechanische bzw. bautechnische Unterscheidung nicht notwendig ist.

8.2 Bodenaufbau

In den Dammstrecken stehen unterhalb von Mutterboden, der eine Schichtstärke von bis zu 1,0 m aufweist, nahezu ausschließlich bindige Böden der Deckschicht (Schluff bzw. stark schluffiger Feinsand) an. Die Schichtstärke der Deckschicht schwankt zwischen ca. 2,1 und 5,0 m.

In Bereichen angrenzender Bebauung und kreuzender Verkehrswege ist örtlich mit tieferreichenden Auffüllungen zu rechnen.

Nach Abschieben des Mutterbodens ist als gewachsener Boden überwiegend feinsandiger Schluff zu erwarten. Im unmittelbaren Bereich der Heder können naturgemäß auch organische Einlagerungen in den Böden nicht ausgeschlossen werden.



8.3 Herstellen des Planums

Die unterhalb des Mutterbodens überwiegend anstehenden bindigen Böden (Schluff / stark schluffiger Feinsand) sind grundsätzlich als Dammauflager geeignet. Neben der Beseitigung des Oberbodens im Baubereich sind vor Schütten der Dämme auch vorhandene Wurzelstöcke zu roden.

Gemäß der ZTVE-StB 94, Fassung 97, [3] wird für feinkörnige Böden ab Planumsoberkante bis 0,5 m Tiefe eine Proctordichte von $D_{Pr} = 97\%$ gefordert. Darunter ist bis zur Dammsohle die Verdichtung des Schüttmaterials auf die erforderliche Proctordichte von $D_{Pr} = 95\%$ einzustellen.

Örtlich treten Schluffe von lediglich weicher Konsistenz auf. In diesem Fall ist ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material (z.B. Felsbruch 0/200), dessen Stärke im Einzelfall vor Ort festgelegt werden muss, erforderlich.

Der größte Teil der Setzungen wird voraussichtlich etwa 8 Wochen nach Schütten abgeklungen sein. Frühestens zu diesem Zeitpunkt dürfen die Fahrbahnen mit den endgültigen Verschleißdecken versehen bzw. mit der Herstellung der Lärmschutzwände begonnen werden.

Es wird empfohlen, den zeitlichen Ablauf der Setzungen über Setzungspegel zu beobachten.



8.4 Böschungsneigungen

Die zulässige Neigung der Dammböschungen hängt im wesentlichen vom verwendeten Dammschüttmaterial ab (siehe Ziffer 7.2).

Für den Fall, dass als Schüttmaterial gemischtkörniger Boden, z.B. in der Umgebung gewonnener Aushub mit Felsbruch und Schluff, verwendet werden soll, ist eine Böschungsneigung von 1 : 1,5 zulässig.

8.5 Befahrbarkeit

Das Planum ist bei den überwiegend im Streckenverlauf anstehenden schluffigen Böden aufgrund deren natürlichen Wassergehalts auch bei trockener Witterung nicht befahrbar. Bei dynamischer Beanspruchung durch den Baustellenverkehr, insbesondere in Kombination mit dem Zutritt von Wasser aus Niederschlägen, weichen diese Böden rasch auf. Sie können dabei die Eigenschaften eines Bodens der Bodenklasse 2 annehmen. Weichgewalkte Böden sind als Dammauflager nicht mehr geeignet.

Der Baustellenverkehr sollte daher nach Möglichkeit von bereits vorhandenen Fahrbahnen abgewickelt werden. Sofern das nicht möglich ist, ist eine Befahrung erst nach Aufbringen der ersten Lagen der Dammschüttung zulässig.

Um eine Durchnässung des Dammbodens als Folge von Niederschlägen auszuschließen, ist nach jeder Tagesleistung das Schüttplanum mit Quergefälle glatt abzuwalzen. Bei länger anhaltenden Niederschlägen ist eine Unterbrechung der Schütтарbeiten vorzusehen. Sollte es dennoch zu einer oberflächennahen Auf-



weichung des Schüttbodens kommen, muss vor Einbringen der nächsten Schüttlage der aufgeweichte Boden abgeschoben werden.

8.6 Entwässerungsmaßnahmen

Bei der Herstellung von Entwässerungsgräben am Dammfuß sind Böden der Bodenklasse 4 zu erwarten.

Bei Grabentiefen bis zu 1,25 m ist oberhalb des Grund- / Stauwassers nach DIN 4124 eine lotrechte Böschungsbildung möglich.

Sofern tiefere Kanalgräben (1,25 bis 1,75 m) angelegt werden müssen, ist eine Abböschung des oberen halben Meters unter 45° erforderlich.

Bei Grabentiefen von $\geq 1,75$ m und lotrechter Ausbildung der Böschungen ist der Einsatz eines Normverbaus bzw. Großtafelverbaus (oberhalb des Grundwasserspiegels) möglich.

Für Bauwerke, die bis in den Tiefenbereich unterhalb des Grundwasserspiegels einbinden, sind die Baugruben im Schutze eines wasserdichten Verbaus aus Schlossspundbohlen und / oder einer Grundwasserhaltung herzustellen. In den schluffigen Böden ist eine Absenkung mit Hilfe einer Vakuumanlage mit Spüllanzern möglich.

Zum Schutz der in den Grabensohlen anstehenden Böden ist eine Abdeckung mit Natursteinschotter (0/45) zu berücksichtigen.



8.7 Sicherung der Böschungsflächen

Wird für das Schütten der Dämme gemischtkörniger Bodenaushub mit Felsbruch (Tonmergelstein) verwendet, ist dessen starke Verwitterungsanfälligkeit zu berücksichtigen. Der Tonstein zerfällt bei Luft- und Wasserzutritt sehr rasch zu einem tonigen Material, wodurch es zu einer unerwünschten Gleitfläche für den anschließend aufzubringenden Mutterboden kommen kann.

Es ist daher anzustreben, die Böschungsflächen so rasch wie möglich mit Mutterboden abzudecken und durch Begrünen zu sichern. Bei Böschungshöhen von mehr als 3,0 m sollte der Mutterboden gegen Abrutschen durch entsprechendes Flechtwerk gesichert werden.

Darüber hinaus sind die Richtlinien der RAS-LG 3 (Lebendverbau) zu beachten.

8.8 Frostschutz

Die Einstufung in eine Frostempfindlichkeitsklasse kann erst nach genauer Kenntnis des Dammschüttmaterials vorgenommen werden.

Sofern im näheren Umkreis gewonnener Bodenaushub verwendet wird, ist eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 vorzunehmen.

Die vorwiegend unterhalb des Dammauflagers in Planum anstehenden bindigen Böden (Schluff) sind ebenfalls der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen.



9 Gründung der Brückenbauwerke

9.1 Allgemeines

Die ca. 6 km lange Umgehungsstrasse soll überwiegend in Dammlage geführt werden. Kreuzende Verkehrswege müssen mit Brücken gequert werden. (Anlagen 2.1 bis 2.5) Für die einzelnen Bauwerke sind Baugrunduntersuchungen nach DIN 4020 erforderlich. Nachfolgend werden grundsätzliche Aussagen auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse gemacht.

9.2 Brücken der B 1

1. Kreuzung DB - Trasse, Bau - km 0 + 750

Im Untergrund steht feinsandiger Schluff steifer Konsistenz an, Grundwasser wurde bei 2,80 m unter GOK angebohrt. Eine Flachgründung dieser Brücke über Einzel- und Streifenfundamente ist möglich, wobei ein Bodenaustausch unterhalb der Fundamente vorgesehen werden muss. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs sowie die zulässige Bodenpressung muss im Rahmen einer Baugrunduntersuchung für das Bauwerk ermittelt werden.

Eine exemplarisch durchgeführte Setzungsberechnung unter Berücksichtigung eines Bodenaustauschs in einer Mächtigkeit von 1,0 m ergab für ein 3 m breites Streifenfundament bei Ansatz einer Bodenpressung von 200 kN/m² eine rechnerische Setzung von 3 cm.



2. Kreuzung Franz – Kleine – Strasse, Bau – km 2 + 350

Baugrund: Steifer feinsandiger Schluff über Ton, im Untergrund kiesiger Sand (Profil Anlage 3-BS9). Die hier durchgeführte Rammsondierung zeigte sehr niedrige Schlagzahlen, die erst im Bereich des anstehenden Sandes, d.h. in Tiefen über 4 m unter GOK anstiegen (Anlage 4-DPH 9).

Hier ist mit temporär auftretendem Stauwasser auf der Oberfläche des Tons sowie innerhalb des überlagernden Schluffs zu rechnen, was bei Baumaßnahmen zu Aufweichungen des Bodens führt.

Wir empfehlen für diesen Standort eine Baugrunduntersuchung mit der Zielsetzung einer Pfahlgründung (Absetzen der Bauwerkslasten unterhalb der bindigen Böden) durchzuführen.

3. Überquerung von Flusslauf und Aue der Heder,

Bau – km 2+ 970 bis 3 + 170

Die hier anstehenden Hochflutlehm führt oberflächennah Grundwasser, dessen Flurabstand auch durch die Wasserführung der Heder bestimmt wird. Für eine Flachgründung müsste der Hochflutlehm wegen seiner weichen Konsistenz entfernt werden, damit eine Gründung im unterlagernden kiesigen Sand erfolgen kann. Diese Variante würde für jede Fundamentgrube einen wasserdichten Verbau und/oder eine aufwendige Wasserhaltung erfordern.

Auch für diesen Standort wird daher eine Baugrunduntersuchung mit der Zielsetzung einer Pfahlgründung empfohlen.



4. Kreuzung DB - Trasse, Bau - km 4+400

Im Untergrund anstehende Feinsande in lockerer, ab ca. 2 m Tiefe mitteldichter Lagerung. Eine Flachgründung dieses Bauwerks ist möglich. Zusatzmaßnahmen sind nach den vorliegenden Ergebnissen nicht notwendig, in Aushubsohle anstehender Schluff wäre jedoch zu entfernen.

Eine exemplarisch durchgeführte Setzungsberechnung ergab für ein 3m breites Streifenfundament bei Ansatz einer Bodenpressung von 300 kN/m² eine rechnerische Setzung von 2,5 cm.

5. Kreuzung K 3, Scharmeder Strasse, Bau-km 5 + 000

An der Basis der anstehenden Sande wurde eine Tonschicht erbohrt (Anlage 3-BS 3), für die sehr niedrige Schlagzahlen gemessen wurden (Anlage 4DPH 3). Während die Sande für eine Flachgründung des Brückenbauwerks geeignet wären, muss der Einfluss der Tonschicht auf das Setzungsverhalten untersucht werden. Aus der durchzuführenden Untersuchung kann sich die Notwendigkeit einer Gründung innerhalb des im Liegenden des Tons erbohrten Kieses, d.h. unterhalb von ca. 2,6 m unter GOK, ergeben. Dies würde eine Gründung über Pfähle oder Pfeiler erfordern.



9.3 Brücken zur Überquerung der B 1

1. Kreuzung K 58, Berglar, Bau – km 1 + 800

Im Untergrund steht feinsandiger Schluff steifer Konsistenz an, Grundwasser wurde bei 3,20 m unter GOK angebohrt. Eine Flachgründung dieser Brücke über Einzel- und Streifenfundamente ist grundsätzlich möglich. Der Umfang evtl. erforderlicher baugrundverbessernder Maßnahmen (z.B. Bodenaustausch unterhalb der Fundamente) muss im Rahmen einer Baugrunduntersuchung für das Bauwerk ermittelt werden.

2. Kreuzung L 363, Verner Strasse, Bau – km 2 + 700

Ähnlich dem Bodenaufbau bei der Kreuzung Franz – Kleine - Straße (s.o.) wurde steifer feinsandiger Schluff über Ton, im Untergrund kiesiger Sand angetroffen (Profil Anlage 3-BS 8).

Es ist mit temporär auftretendem Stauwasser auf der Oberfläche des Tons sowie innerhalb des überlagernden Schluffs zu rechnen, was bei Baumaßnahmen zu Aufweichungen des Bodens führt.

Wir empfehlen für diesen Standort eine Baugrunduntersuchung mit der Zielsetzung einer Gründung unterhalb der bindigen Böden durchzuführen.



3. Kreuzung L 751, Thüler Strasse, Bau – km 3 + 450

An der Basis der anstehenden locker gelagerten Sande wurde eine Tonschicht erbohrt (Anlage 3-BS 6), auf der sich einsickerndes Niederschlagswasser staut. Nach der durchgeführten Rammsondierung (Anlage 4-DPH 6) weist der Ton eine steife Konsistenz auf und wäre daher wie der überlagernde Sand für eine Flachgründung geeignet. Im Rahmen der erforderlichen Baugrunduntersuchung für dieses Bauwerk muss insbesondere der Einfluss der Tonschicht auf das Setzungsverhalten untersucht werden, damit eine Entscheidung Tief- oder Flachgründung getroffen werden kann.



10 Versickerung von Niederschlagswasser

10.1 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden wurden an 6 Untersuchungspunkten Versickerungsversuche im offenen Bohrloch durchgeführt.

Vor Beginn der Versuche wurden die Bohrlöcher jeweils über einen Zeitraum von 30 Minuten mit Wasser gefüllt, um eine Wassersättigung des Umgebungsbereiches zu erzielen. Die Bestimmung der Versickerungsleistung erfolgte im Anschluss durch Messung der Fallgeschwindigkeit des Wasserspiegels im aufgefüllten Bohrloch.

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f erfolgte mithilfe der Formel nach USBR Earth Manual für den näherungsweise zylinderförmigen Strömungsbereich.



10.2 Durchlässigkeitsbeiwerte

Die Ergebnisprotokolle der Versickerungsversuche sind in Anlage 5 zusammengestellt. In nachfolgender Tabelle werden die berechneten mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte angegeben:

Bohrung	Bohrtiefe [m unter GOK]	Mittlerer k_f – Wert [m/s]
BS 3	4,60	$1,7 \cdot 10^{-5}$
BS 4	3,75	$1,9 \cdot 10^{-5}$
BS 5	3,00	$5,2 \cdot 10^{-6}$
BS 6	5,00	$1,1 \cdot 10^{-5}$
BS 9	4,80	$2,5 \cdot 10^{-7}$
BS 12	5,00	$1,0 \cdot 10^{-6}$

Bei der Interpretation der mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte ist zu beachten, dass durch die Versickerungsversuche jeweils das gesamte Tiefenprofil der jeweiligen Bohrung erfasst wird. Wie den Ergebnisprotokollen der Versuche (Anlage 5) entnommen werden kann, nehmen die Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden mit der Tiefe zu. Die oberflächennah anstehenden Schluffe weisen geringere als die o.a. k_f - Werte auf.



10.3 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Nach dem Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft zur Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51 a des Landeswassergesetzes [5] ist von Flächen mit starkem Kfz – Verkehr (Hauptverkehrsstrassen, Fernstrassen) abfließendes Niederschlagswasser als stark belastet einzustufen. Hieraus ergeben sich Einschränkungen bei der Wahl der möglichen Versickerungstechniken. Den Versickerungsanlagen müssen Anlagen zur Minimierung des Schadstoffeintrags vorgeschaltet werden.

Zur Versickerung des Niederschlagswassers sind Anlagen geeignet, deren Sohlen unterhalb der Böden mit durch Verwitterungsprozesse (Verlehmung) herabgesetzter Durchlässigkeit liegt. Bei den anstehenden Böden und unter Beachtung der Vorgaben in [5] sind großflächige Versickerungsbecken oder Mulden-Rigolen-Anlagen möglich. Welche Versickerungsart zur Anwendung kommt, muss im Einzelfall in Abhängigkeit von den anstehenden Böden und dem Flurabstand des Grundwassers entschieden werden. Dabei sind insbesondere auch die im Untergrund vorhandenen Tonschichten zu beachten. Bei verlehmtten Schluffen werden nach [6] zusätzliche Ableitungsmöglichkeiten (Überläufe) erforderlich.

Im östlichen Abschnitt der geplanten Straße (km 4+400 bis Ausbauende) ist ein Wasserschutzgebiet der Schutzzone III a ausgewiesen. Innerhalb des Schutzgebiets müssen die Vorgaben der für dieses Gebiet erlassenen Schutzgebietsverordnung beachtet werden.



10.4 Hinweise zur Wahl der Versickerungsverfahren

Das Verfahren zur Versickerung des Niederschlagswassers muss jeweils in Abhängigkeit von der Art der anstehenden Böden sowie des Flurabstands des Grundwassers festgelegt werden. Für einzelne Abschnitte der geplanten Straßentrasse werden folgende Verfahren empfohlen:

Versickerungsverfahren

Streckenkilometer	Gemessener Grundwasserhöchststand [m u. GOK (Datum)]	Boden	Empfohlene Versickerungstechnik
0+000 bis 0+600	0,6 (04/87)	Schluff über Kies	Nicht zulässig ¹⁾
0+600 bis 2+000	2,5 (03/94)	Schluff/Feinsand	Kombinierte Mulden – Rigolen - Anlagen
2+000 bis 2+950	3,5 (04/88)	Schluff über Ton	Kombinierte Mulden – Rigolen – Anlagen ²⁾
2+950 bis 3+200	0,5 (2004)	Hochflutlehm	Keine Versickerung möglich
3+200 bis 3+800	1,7 (04/88)	Schluff/Feinsand über Sand	Kombinierte Mulden – Rigolen - Anlagen
3+800 bis 4+400	2,2 (04/88)	Schluff/Feinsand über Sand/Kies	Kombinierte Mulden – Rigolen - Anlagen
4+400 bis 6+000	2,7 (04/88)	Schluff/Feinsand über Sand, Tonschicht in BS 3	Kombinierte Mulden – Rigolen – Anlagen, Festlegung nach Schutzgebietsverordnung

- 1) Nach [5] muss der Abstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen
- 2) Die Möglichkeit einer Anlage von Sickerfenstern in der Tonschicht sollte geprüft werden, hierbei ist jedoch dass zumindest zeitweise gespannte Grundwasser innerhalb der unterlagernden Terrassensedimente zu berücksichtigen.



11 Hinweise für die weitere Planbearbeitung

Das vorliegende Gutachten liefert zunächst die allgemeine Grundlage für die Bearbeitung des Bauentwurfes, soweit dieser von bodenmechanischen und bautechnischen Problemen berührt wird. Zusätzliche Einzelfragen, die sich im Laufe der weiteren Planbearbeitung ergeben, können jederzeit kurzfristig im einzelnen behandelt werden.

Für die Gründungen der einzelnen Brückenbauwerke sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

12 Abschließendes

Sollten baugrundtechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Bericht nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, ist die Grundbaulabor Bochum GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Bochum, den 18.10.2004

Grundbaulabor Bochum GmbH

i.V.

Dipl.-Geol. Langenbach
(Projektleiter)

i.V.

Dipl.-Geol. Hallermann
(Projektleiter)



Anlagenverzeichnis

Anlagen	Darstellung
1	Übersichtslageplan
2	Lagepläne
3	Kleinrammbohrungen
4	Rammdiagramme
5	Versickerungsversuche