



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Die Autobahn GmbH des Bundes
NL Westfalen
Frau Sonja Langerbein
Otto-Kraft-Platz 8
59065 Hamm

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
46.10622	P10622B251126_rev01.docx	Fe / Wpl	Hannover	26.11.2025

Böschungsbruch bei km 73,000 A33 Borgholzhausen

- Schadensermittlung und Sanierungskonzept -

Ing-Vertrag Nr. 230-24-3111

Auftrag vom 10.01.2025

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

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

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Hahnstraße 40, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
30655 Hannover, Leo-Symphor-Promenade 65, Tel. (0511) 132 291-50, Fax 132 291-90, hannover@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlengrabenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14482 Potsdam, Walter-Klaus-Straße 25, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de
A-6330 Kufstein, Salurnerstraße 22, Tel. +43 (5372) 23 20-00, Fax 23 20-20, kufstein@dr-spang.at

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN
Sparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	5
1.1 Projekt	5
1.2 Auftrag	5
1.3 Unterlagen	5
1.4 Durchgeführte Untersuchungen	6
2. GEOTECHNISCHE SITUATION	8
2.1 Baugrund	8
2.2 Vegetation und Umland	10
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	10
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	11
2.5 Umwelttechnische Untersuchungen	13
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	15
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	15
3.2 Bodenkennwerte	15
3.3 Homogenbereiche	16
3.3.1 Allgemeines	16
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	18
3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	19
3.3.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	20
3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	21
4. FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	22
4.1 Feststellung der Schadensursache	22
4.2 Randbedingungen zur Böschungssanierung	23
4.2.1 Baustelleneinrichtung	23
4.2.2 Böschungsgeometrie	23
4.3 Wiederherstellung des Schadensbereichs	24
4.3.1 Variante 1 – Böschungssicherung mit Zementinjektion	24
4.3.2 Variante 2 – Aufstellung einer Stützwand am Böschungsfuß	25
4.3.3 Variante 3 – Rückverankerte Spundwand	25



INHALT

SEITE

4.4	Ertüchtigung der Gesamtböschung	26
4.5	Sonstige Empfehlungen	27

ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtslageplan, 1 : 25.000 (2)
Anlage 2	Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 1.000 (2)
Anlage 3	Geotechnischer Schnitt, 1 : 100 / 1 : 200 (2)
Anlage 4	Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (36)
Anlage 4.1	Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
Anlage 4.2	Bohrsondierungen (BS) (20)
Anlage 4.3	Rammsondierungen (DPL) (12)
Anlage 4.4	Vermessung GPS (1)
Anlage 5	Bodenmechanische Laborversuche (30)
Anlage 6	Chemische Analytik (9)
Anlage 6.1	Prüfbericht (7)
Anlage 6.2	Auswertung (1)



DR. SPANG

Projekt: 46.10622

Seite 4

10.06.2025

Änderungshistorie

Rev.	Datum	Bearbeitender	Notiz
01	24.11.25	Wpl	Inhaltliche Ergänzungen in Kapitel 2.3, 3.3 und 4.3, redaktionelle Überarbeitung



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die zu betrachtende Böschung befindet sich auf der A33 in der Fahrtrichtung Bielefeld zwischen der Anschlussstelle Borgholzhausen und Halle (Westfalen). Auf einer Länge von ca. 50 m ist im Frühjahr 2024 ein Böschungsbruch eingetreten und das Böschungsmaterial bis auf den Standstreifen der A33 gerutscht. Eine ähnliche Rutschung ist bereits 2022 entlang eines benachbarten Böschungsabschnittes aufgetreten, sodass im Rahmen einer Geotechnischen Begutachtung die wiederkehrende Schadensursache zu ermitteln und ein Sanierungskonzept zunächst für den unmittelbaren Schadensbereich zu erarbeiten ist. Die geotechnische Begutachtung soll darüber hinaus Erkenntnisse erbringen, ob in weiteren Bereichen der Einschnittsböschung vorsorgliche Maßnahme zur Erhöhung der Stabilität der Böschung getroffen werden sollten. Nach Festlegung der Vorzugsvariante ist eine entsprechende Ausführungsplanung zu erarbeiten.

Das aufgetretene Schadensbild sowie die örtlichen Standortbedingungen deutet auf ein wasserinduziertes Versagen der Böschung hin, sodass ein Hauptaugenmerk unserer Untersuchungen auf der Erfassung vorhandener oder potentiell wasserführender Sand- und Kieslagen innerhalb des Böschungskörpers lag.

1.2 Auftrag

Im Rahmen des Vergabeverfahrens 230-24-3111 wurde auf Basis unseres Angebots A 45.20971 vom 06.12.2025 durch die Autobahn GmbH des Bundes mit Schreiben vom 10.01.2025 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] Geologische Karte Nordrhein-Westfalens (GÜK 500) als WMS; Geologischer Dienst NRW, Veröffentlicht im Februar 2016.



- [U 2] Hydrogeologische Karte Nordrhein-Westfalens (HÜK 500) als WMS;** Geologischer Dienst NRW, Veröffentlicht im Februar 2016.
- [U 3] Neubau der A33, Planungsabschnitt 7.1, AS Halle (Westfalen) bis AS Borgholzhausen), Geologisches Streckengutachten;** arcon Ingenieurgesellschaft mbH, 09.10.2015.
- [U 4] Beprobung und Analyse der Abtragsmassen hinsichtlich der Entsorgung;** Chemisch Technisches Laboratorium Heinrich Hart GmbH, 14.06.2022
- [U 5] Grobkonzept zur Sanierung der Böschung mit einem kunststoffbewehrten Erdkörper;** Chemisch Technisches Laboratorium Heinrich Hart GmbH, 24.06.2022.
- [U 6] Konzept zu einer kunststoffbewehrten Stützkonstruktion;** Huesker Synthetic GmbH, 01.08.2022.
- [U 7] Baubeschreibung zur Sanierung der Böschungsrutschung an der BAB A33 bei Borgholzhausen mit einer Spundwand als verlorene Schalung;** Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, 17.01.2023.
- [U 8] Niederschlagsraten für das Gebiet Bielefeld-Deppendorf, Jahre 2023 und 2024;** Deutscher Wetterdienst (DWD).
- [U 9] Regelplan D I/2;** zur Verfügung gestellt durch die Autobahn GmbH.
- [U 10] Bericht zur Entwurfsstatik inkl. Kostenschätzung;** Böschungsbruch bei km 73,000 A33 Borgholzhausen, Variantenstudie Böschungssanierung, Dr. Spang GmbH, Witten, 04.11.2025

1.4 Durchgeführte Untersuchungen

Die erforderlichen Baugrundsondierungen konnten aufgrund der beschränkten Zugänglichkeit ausschließlich im Kleinrammbohrverfahren ausgeführt werden. Insgesamt wurden im März 2025 **20 Kleinrammbohrungen** (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 – 60 mm) im Abstand von



25 m zueinander entlang der Böschung sowie **12 ergänzende Rammsondierungen** nach DIN EN ISO 22 476-2 abgeteuft. Die erreichten Endteufen betragen zwischen 3 und 5 m unter Gelände. Aufgrund des hohen Bohr- bzw. Rammwiderstandes der örtlichen Böden war ein weiteres Niederbringen der Bohrungen im Kleinrammverfahren nicht möglich.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) / 14 689 (Fels) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Zusätzlich wurden **an insgesamt 4 Punkten** entlang der Böschung **gesonderte Proben des aufgebrachten Schottermaterials** entnommen.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und der Tabelle 1.4-1 zu entnehmen.

Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe	Endteufe	
	[m NHN]	[m NHN]	[m u. GOF]
BS 1	+99,29	+94,29	5,0
BS 2	+99,36	+96,36	3,0
BS 3	+99,46	+94,86	4,6
BS 4	+99,62	+95,62	4,0
BS 5	+99,92	+94,92	5,0
BS 6	+99,96	+94,96	5,0
BS 7	+99,72	+94,72	5,0
BS 8	+99,18	+94,18	5,0
BS 9	+98,66	+93,66	5,0
BS 10	+98,26	+93,26	5,0
BS 11	+97,67	+92,67	5,0
BS 12	+97,39	+92,39	5,0
BS 13	+96,66	+91,66	5,0
BS 14	+95,78	+90,78	5,0
BS 15	+94,77	+89,77	5,0
BS 16	+94,62	+89,62	5,0
BS 17	+91,57	+88,57	3,0



Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe	Endteufe	
	[m NHN]	[m NHN]	[m u. GOF]
BS 18	+91,46	+88,96	2,5
BS 19	+91,29	+88,79	2,5
BS 20	+91,32	+88,62	2,7

Tabelle 1.4-1: Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und Höhe

Nach Abschluss der Feldkampagne wurde ein Untersuchungsprogramm **bodenmechanischer Laborversuche** (Sieb- und kombinierte Sieb-/Schlämmanalysen sowie Konsistenzgrenzenbestimmungen) an charakteristischen Boden- sowie den entnommenen Schotterproben durchgeführt. Dies dient u.a. zur Bestimmung wichtiger Bodenkennwerte, wie z.B. des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f . Die Gewinnung von ungestörten Proben waren aufgrund der eingeschränkten Entnahmetechnik des Kleinrammbohrverfahrens nicht möglich.

Zusätzlich erfolgte eine **orientierende abfallrechtliche Einstufung** der gewonnenen Bodenmaterialien. Diese Untersuchungen wurden sowohl an den abgerutschten Massen, die ggfls. zu entsorgen sind, als auch aus dem anstehenden Bodenmaterial ausgeführt, da in Abhängigkeit von der vorzuschlagenden Sanierungsmaßnahme ggfls. auch aus diesen Bereichen Aushubmaterialien zur Entsorgung anfallen können.

2. GEOTECHNISCHE SITUATION

2.1 Baugrund

Aus den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen sowie Kartenmaterial des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalens geht hervor, dass der maßgebende Bodenaufbau des zu betrachtenden Schadensbereichs aus glazialen Ablagerungen der Saale-Kaltzeit, d.h. vorwiegend aus Geschiebelehmen/-mergeln (sog. *Till*) mit eingeschalteten Sand- und Kieslagen besteht.

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung für den damaligen Neubau der Autobahnstrecke [U 3] wurden innerhalb der Geschiebelehme/-mergel signifikante Stau- und Schichtwasserstände aufgezeichnet. Auch während unserer eigenen Ortsbesichtigung ergaben sich Hinweise stauender Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet. Insbesondere im Hinterland hinter dem Kopf der Böschung



wurden vernässte Bereich und Staunässe, sowie nasse liebender Bewuchs festgestellt. Im Hinblick auf die langfristige Standsicherheit der anzulegenden Einschnittsböschung, wurde seinerzeit folgerichtig der sicherzustellenden Entwässerung eine entscheidende Rolle zugesprochen. Dazu wurde der Auftrag eines ~ 0,5 m mächtigen Flächenfilters aus gebrochenem Schottermaterial empfohlen, der eine böschungsparelle Ableitung von zuströmendem Wasser ermöglichen sollte.

Die durchgeführten Felduntersuchungen können die zuvor beschriebene geotechnische Situation im Wesentlichen bestätigen. Entlang des Böschungskopfes wurde zunächst eine ca. 20 bis 40 cm dicke Mutterbodenauflage (Schicht 1) erbohrt, die zum Teil einer ca. 50 cm dicken Sandschicht aufliegt. Im gesamten Untersuchungsabschnitt wird der weitere Baugrund vorwiegend durch Geschiebemergel aus Ton in steifer Konsistenz (Schicht 3), mit i.d.R. nur untergeordneten Sand- und Kiesanteilen, gebildet. Lokal treten aufgeweichte Bodenpartien auf. Im Schadensbereich tritt zudem eine wasserführende Sandlage im Tiefenbereich um 3 m unter GOK (Böschungskopf) mit ca. 50 cm Mächtigkeit (Schicht 4) auf, die sich auch in den anschließenden Bohrungen (BS 1, BS 3, BS 5, BS 6) verfolgen lässt. Im weiteren Böschungsverlauf sind unregelmäßig verteilte Sandlagen oder -linsen erbohrt worden.

Die gesamte Böschungsflanke ist mit einem ca. 50 cm mächtigen Auflastfilter aus grobem Schottermaterial bedeckt (Schicht 2).

Die nachfolgende Tabelle 2.2-1 fasst den charakteristischen Baugrundaufbau zusammen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht- mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1	Mutterboden	0,2 – 0,4	S, u, h / dunkelbraun	locker
2	Schotter	0,5	G, s / grau	locker
3	Geschiebemergel	> 5	T, u, s' / grau bis beige	vorwiegend steif
4 ¹⁾	Sand	0,1 bis 0,5	S, u / beige	mitteldicht

1) nicht in allen Bohrungen erkundet, bzw. lokal in Lagen oder Linsen auf

Tabelle 2.1-1: Schematischer Baugrundaufbau

2.2 Vegetation und Umland

Die zu betrachtende Böschung verläuft entlang eines unmittelbar angrenzenden Waldstücks. Oberhalb der Böschung befindet sich innerhalb des Waldstücks nach den uns vorliegenden Informationen ein Areal, das den Status eines (Feucht-)Biotops trägt (BK-3915-035). Im Rahmen unserer Standortbegehung wurden hier zahlreiche hygrophile Pflanzen wie z.B. Seggen und Schilfrohr erkannt.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Gemäß der hydrogeologischen Übersichtskarte [U 2] befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich eines *Porengrundwasserleiters mit mäßig bis gering ergiebigen Grundwasservorkommen*.

Im unmittelbaren Schadensbereich wurden wasserführende bzw. *nasse* Sandlagen in der Bohrung „BS 1“ erbohrt. Weitere *nasse* Partien treten in den Bohrungen „BS 5“, „BS 6“, „BS 15“ und „BS 20“ auf (nachfolgend in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst). Die Ergiebigkeit dieser Sandschichten war jedoch insgesamt zu gering, sodass sich keine ausgeprägten Wasserstände in den Bohrlöchern einstellten.

Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere potentiell wasserführende Sandlagen in den übrigen Bohrungen festgestellt.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m NHN]
BS 1	07.03.2025	+99,29	3,0 – 3,4	+95,89 bis +96,29
BS 5	06.03.2025	+99,92	3,0 – 3,7	+96,92 bis +96,22
BS 6	06.03.2025	+99,96	3,0 – 3,6	+96,96 bis +96,36
BS 15	03.03.2025	+94,77	3,4 3,8 4,6	+91,37 +90,97 +90,17
BS 20	05.03.2025	+91,32	2,3	+89,02

Tabelle 2.3-1: Angetroffene *nasse* Bodenpartien während der Baugrunderkundung



Die festgestellten Wasserführungen der Bohrsondierungen BS 1, BS 5 und BS 6 liegen im unmittelbaren Schadensbereich und sind im Rahmen von weiterführenden geotechnischen Berechnungen, wie z.B. Standsicherheitsnachweisen, zu berücksichtigen. Wir empfehlen daher den Bemessungswasserstand entsprechend der obersten, wasserführenden Sandlage auf einem Niveau von + 97,0 m NHN anzusetzen.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der Tabelle 2.3-2 angegeben.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich ¹⁾
2	Schotter	1E-02 bis 1E-03	stark durchlässig
3	Geschiebemergel	1E-06 bis 1E-09	schwach bis sehr schwach durchlässig
4	Sand	1E-04 bis 1E-05	durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

Aus Monatsdaten des Deutschen Wetterdienstes [U 8] ist zu entnehmen, dass in der Umgebung des Projektgebietes (Wetterstation Bielefeld), zum Zeitpunkt des aufgetretenen Schadens im Frühjahr 2024, eine ungewöhnlich hohe Regenspende zu registrieren war. Die Niederschlagsrate betrug in den Monaten Dezember 2023 bis März 2024 bis zu 270 % der üblichen Monatsmittelwerte.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche zusammen. Insgesamt wurden an charakteristischen Proben 26 Wassergehalte, 8 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen und 19 Sieb- bzw. Schlämmanalysen durchgeführt.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Feinstkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
BS 1	3,0 – 3,4	4	30,1	4,9	S, u*	SU*
BS 2	0,3 – 1,2	3	80,3	43,9	T, s	TA
BS 3	2,4 – 3,0	4	31,0	5,1	S, u, t'	SU*
BS 4	0,4 – 1,2	3	85,6	44,7	T, s'	TA
BS 5	3,0 – 3,7	4	18,6	5,7	S, u', t'	SU



Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Feinstkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
BS 6	3,0 – 3,6	4	18,4	5,8	S, g', u', t	SU
BS 7	0,7 – 1,7	3	48,1	19,3	T, s, u'	TM
BS 8	0,2 – 0,8	4	24,6	6,1	S, u, t'	SU
BS 9	0,2 – 0,7	4	20,4	4,9	S, u, g'	SU
BS 12	0,3 – 0,8	3	54,1	25,3	T, s, u'	TM
BS 13	1,2 – 1,4	3	30,3	14,5	T, u, s	TL
BS 14	3,0 – 4,1	3	76,7	10,3	T, u*, s	UM/TL
BS 16	3,0 – 4,0	3	35,8	7,3	T, u, s	TL
BS 18	1,0 – 2,0	3	51,1	14,7	T, s*, u	TL
BS 20	1,0 – 1,8	3	69,2	18,4	T, u, s	TL
PN 1	0,0 – 0,5	2	4,3	-	G, gs'	GW
PN 2	0,0 – 0,5	2	2,6	-	G, gs'	GW
PN 3	0,0 – 0,5	2	2,3	-	G, mg, fg', gs'	GW
PN 4	0,0 – 0,5	2	2,7	-	G, gs'	GW

1) Korngröße $\leq 0,063$ mm2) Korngröße $\leq 0,002$ mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

5) unter Berücksichtigung der Plastizitätsuntersuchungen

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Korngrößenverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w _n [%]	w _L [%]	I _p [%]	I _c [-]	Konsistenz	Boden- gruppe ¹⁾
BS 2	0,3 – 1,2	3	T, s	27,6	60,1	42,2	0,74	steif bis weich	TA
BS 7	1,7 – 3,0	3	T	22,7	50,5	31,3	0,89	steif	TA
BS 10	2,0 – 3,0	3	T	25,0	51,2	32,6	0,80	steif	TA
BS 11	1,2 – 2,0	3	T, u'	22,8	47,7	31,0	0,80	steif	TM
BS 15	0,3 – 1,0	3	T, u', s'	25,2	49,3	28,8	0,79	steif	TM
BS 16	1,8 – 2,7	3	T, u', s'	23,9	40,9	25,3	0,65	weich	TM
BS 17	1,0 – 2,0	3	T, u, s'	10,2	25,5	15,1	0,94	steif	TL
BS 19	0,7 – 1,0	3	T, u, s	12,2	27,3	15,8	0,94	steif	TL

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; I_p = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl

1) DIN 18 196

Tabelle 2.4-2: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12

Die Laborergebnisse können die Feldansprache in den wesentlichen Punkten bestätigen. Gemäß den durchgeführten bodenmechanischen Laborversuchen sind die erbohrten Geschiebemergel vorwiegend den Bodengruppen TM (mittelplastische Tone) und TA (ausgeprägt plastische Tone) nach



DIN 18196 zuzuordnen, während die untersuchten Sandproben den Bodengruppen SU bis SU* entsprechen. Nach den Auswertungen der Zustandsgrenzen ist die Konsistenz der Tone als überwiegend steif zu bezeichnen. Untergeordnet treten aufgeweichte Partien auf.

Zur Überprüfung der grundsätzlichen Materialeigenschaften des Auflastfilters wurden insgesamt 4 charakteristische Mischproben (PN 1 – PN 4) hinsichtlich ihrer Kornverteilung untersucht. Gemäß [U 3] sind keine genauen Materialkriterien gefordert gewesen außer, dass das Material eine gute Durchlässigkeit aufweisen muss. Im Allgemeinen gelten Böden mit einem Feinkornanteil von < 5 M.-% als gut durchlässig und besitzen somit Durchlässigkeiten im Bereich von $k_f > 1E-04$ m/s.

Nach den Kornverteilungsergebnissen der Auflastfilterproben liegt der Feinkornanteil im Bereich zwischen 2,3 bis 4,3 M.-%. Die übrige Kornfraktion besteht zu etwa 85 % aus Kies, sodass die guten Durchlässigkeitseigenschaften grundsätzlich bestätigt werden können.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Zur Überprüfung der abfallrechtlichen Belange wurden insgesamt 2 Bodenmischproben nach den Parametervorgaben der geltenden Ersatzbaustoffverordnung (EBV) im chemischen Untersuchungslabor analysiert. Eine Übersicht zur Probenbildung ist der Tabelle 2.5-1 zu entnehmen.

Proben-bezeichnung	Aufschluss-Nr.	Tiefe von bis [m]	Art	Art und Menge des Fremdanteils	Analyse
MP 1	BS 17/1 BS 18/1 BS 19/1 BS 20/1	0,0 – 0,5	Schottermaterial des Auflastfilters	<i>nicht vorhanden</i>	EBV Boden und Baggergut
MP 2	BS 1/3 BS 3/2 BS 5/3 BS 7/2 BS 9/4 BS 13/2 BS 15/3 BS 20/2	0,5 – 1,2 0,2 – 0,8 1,0 – 1,6 0,3 – 0,7 1,4 – 2,0 0,4 – 1,2 1,0 – 2,0 0,7 – 1,0	Geschiebelehm und Sand	<i>nicht vorhanden</i>	EBV Boden und Baggergut

Tabelle 2.5-1: Probenbildung und Untersuchungsumfang



Die Originalanalytik und die Prüfverfahren für die Einzelparameter sind der Anlage 6.2 (Prüfbericht 2025P603347 / 1 der Gesellschaft für Bioanalytik mbH) zu entnehmen. Die Analysenergebnisse werden in der Anlage 6.3 den Materialwerten der ErsatzbaustoffV gegenübergestellt.

Im Ergebnis wurden keine einstufigsrelevanten Parameter festgestellt.

Probe	Einstufung	Einstufungsrelevante Parameter	
		Parameter	Konzentration
MP 1	BM-0	-	-
MP 2	BM-0	-	-

FS = Feststoff, EL = Eluat

Tabelle 2.5-2: Bewertung der chemischen Untersuchungen gemäß ErsatzbaustoffV

Aufgrund des zu erwartenden zeitlichen Abstands zwischen der hier vorliegenden Untersuchung und dem Zeitpunkt der Baumaßnahme werden i.d.R. für die Entsorgung Deklarationsanalysen kurz vor der Baumaßnahme oder baubegleitend erforderlich.



3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtbarkeit ²⁾
1	Mutterboden	S, u, h	OH	-	-
2	Schotter	G, s	GW	F1	V1
3	Geschiebemergel	T, u, s	TL ³⁾ , TM, TA	F3 (TA = F2)	V3
4	Sand	S, u-u*	SU, SU ^{*3)}	F2-F3	V2

1) Nach ZTV E-StB, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

2) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar

3) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen

4) Bezeichnung nach DIN 4023

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt.“ Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
1	Mutterboden	18	10	-	-	-	-
2	Schotter	20	11	35	0	0	80



Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Undrainierte Kohäsion	Steifemodul
		γ_k	γ_k'	φ_k'	c_k'	$c_{u,k}$	$E_{s,k}^{1)}$
3	Geschiebemergel	21	11	27,5	5	50	25
4	Sand	19	11	32,5	0	0	40 - 60

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkspezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht abschließend festgelegt waren, erfolgt zunächst eine vorläufige Einteilung, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wird immer dann unterstellt, wenn es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt, was im Projektgebiet jedoch nicht der Fall ist. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wird i.d.R. keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit des Bodens verwendet werden können.



Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuchen nach den in der Tabelle 3.3-1 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

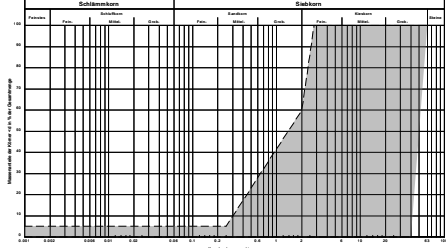
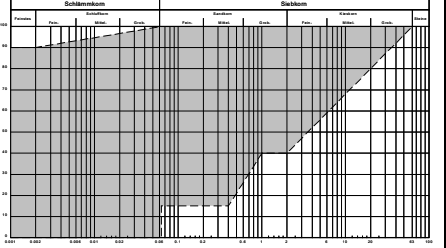
Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN EN ISO 17 892-10
	Sensitivität c_{fv}/c_{rv}	DIN 4094-4
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizitätszahl I_P	DIN EN ISO 17 892-12
	Konsistenzzahl I_C	DIN EN ISO 17 892-12
	Durchlässigkeit k_f	DIN EN ISO 17 892-11
	bezogene Lagerungsdichte I_D	DIN 18 126 in Verbindung mit Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2
	organischer Anteil v_{gl}	DIN 18 128
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Sulfatgehalt (säurelöslich)	DIN 4030-2
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579

Tabelle 3.3-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren



3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. Sollte ein Wiedereinbau nicht vorgesehen sein, können die Homogenbereiche weiter zusammengefasst werden. In der nachfolgenden Tabelle 3.3-2 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub maximal bis in eine Tiefe von 2 m NHN erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
Schicht Nr.	2	3
ortsübliche Bezeichnung	Schotter (Filtermaterial)	Lehm
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil		
Steine [%]	<5	<5
Blöcke [%]	<1	<1
große Blöcke [%]	<1	<1
natürliche Dichte [g/cm³]	1,9 – 2,1	2,0 – 2,1
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	-	50 – 150
Wassergehalt w_n [%]	0 – 25	10 – 30
Plastizitätszahl I_p	-	0,15 – 0,45
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	-	0,6 – 1,2 / weich bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 – 0,65 / locker bis mitteldicht	-



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	< 1 % / nicht organisch	< 1 % / nicht organisch
Bodengruppe	GE	TL, TM, TA, SU*, ST*

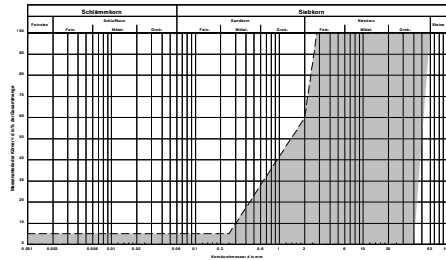
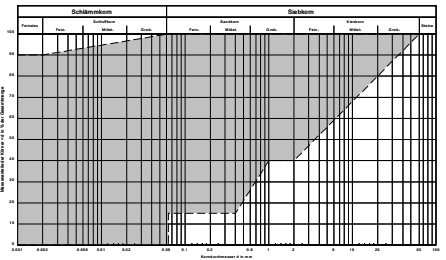
1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für die Rückverankerung eines Verbaus können für die Bohrarbeiten die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3-3 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Ankerbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
Schicht Nr.	2	3
ortsübliche Bezeichnung	Schotter (Filtermaterial)	Lehm
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil		
Steine [%]	<5	<5
Blöcke [%]	<1	<1
große Blöcke [%]	<1	<1
Kohäsion c' [kN/m ²]	-	5 – 50
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	-	50 – 150
Wassergehalt w_n [%]	0 – 25	10 – 30
Plastizitätszahl I_p	-	0,15 – 0,45



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	-	0,6 – 1,2 / weich bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 – 0,65 / locker bis mitteldicht	-
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾	250 – 1.250 / abrasiv bis stark abrasiv	100 – 500 / schwach abrasiv bis abrasiv
Bodengruppe	GE	TL, TM, TA, SU*, ST*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

3) Begriffe Empfehlung Nr. 24 des Arbeitskreises 3.3 – Versuchstechnik Fels – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

3.3.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3-4 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbar oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers (z.B. bei gleisgebundenen Arbeiten an ein 2-Wege-Gerät) sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Ramm-A	Ramm-B
Schicht Nr.	2	3
ortsübliche Bezeichnung	Schotter (Filtermaterial)	Lehm
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Ramm-A	Ramm-B
Massenanteil		
Steine [%]	<5	<5
Blöcke [%]	<1	<1
große Blöcke [%]	<1	<1
Wassergehalt w_n [%]	0 – 25	10 – 30
Plastizitätszahl I_p	-	15 – 45
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	-	0,6 – 1,2 / weich bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 – 0,65 / locker bis mitteldicht	-
Bodengruppe	GE	TL, TM, TA, SU*, ST*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3-4: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden

3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschieben und ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.3-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden



4. FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

4.1 Feststellung der Schadensursache

Bereits im Rahmen der ursprünglichen Geotechnischen Begutachtung zur Neubaumaßnahme der Autobahn [U 3] wurden im Untersuchungsbereich signifikante Stau- und Schichtwasserhorizonte festgestellt. Im Hinblick auf die langfristige Standsicherheit der anzulegenden Einschnittsböschung, wurde seinerzeit folgerichtig der sicherzustellenden Entwässerung eine entscheidende Rolle zugesprochen. Dazu wurde der Auftrag eines Flächenfilters aus gebrochenem Schottermaterial empfohlen, der eine böschungsparelle Ableitung von zuströmendem Wasser unter Hinzunahme von Drainagesträngen ermöglichen sollte.

Im Zuge unserer durchgeführten Untersuchungen konnten ebenfalls, insbesondere im unmittelbaren Schadensbereich, wasserführende Sandlagen/-linsen erkundet werden. Auch im weiteren Böschungsverlauf treten Wasserführungen und aufgeweichte Bodenpartien auf. Offensichtlich genügen die Platzierung der Drainagestränge sowie der Flächenfilter somit nicht aus, um den Böschungskörper dauerhaft zu entwässern. Ob und inwiefern ein vollständiger Anschluss der wasserführenden Lagen und Linsen überhaupt gelungen ist, bleibt fraglich, da sich die Position und Ausbreitung dieser Schichten auch mit engsten Suchrastern quasi nicht bestimmen lässt.

Des Weiteren lässt sich nachvollziehen, dass im Schadenszeitraum ungewöhnlich hohe Niederschlagsraten aufgezeichnet wurden [U 8], in deren Folge aufgrund einer wahrscheinlich nicht ausreichenden Entwässerung ungünstige Porenwasserdrücke innerhalb des Böschungskörpers entstanden sein dürften, die zu einer Destabilisierung führten, sodass derartige Abbrüche bzw. Rutschungen wie im vorliegenden Fall entstanden.

Im Spiegel der erhobenen Untersuchungsbefunde erweist sich nach unserer Bewertung ein wasserinduziertes Versagen der Böschung als die wahrscheinlichste Schadensursache.

Da der vorhandene Auflastfilter eine nachgewiesene hohe Durchlässigkeit besitzt, ist eine nicht hinreichende Anbindung der wasserführenden Sandschichten/-linsen zu unterstellen. Ob dies durch eine unsachgemäße Herstellung (unsauberes Abziehen der Böschungsoberfläche unter dem Auflastfilter bzw. Verschmieren von bindigen Schichten über die Sandschichten) entstanden ist, oder ob die Sandschichten/-linsen eine zumindest lokal begrenzte Ausdehnung besitzen, die nicht die



Böschungsoberkante/den Auflastfilter erreichen, lässt sich nachträglich nicht mehr feststellen. Zumindest scheint durch den Auflastfilter keine ausreichende Drainierung erfolgt zu sein, sodass es wahrscheinlich zu einem Aufstau von Sickerwasser im Böschungskörper gekommen ist, der letztlich zum lokalen Versagen der Böschung geführt hat.

4.2 Randbedingungen zur Böschungssanierung

4.2.1 Baustelleneinrichtung

Nach Vorgaben des Auftraggebers muss das Sanierungskonzept im Rahmen einer Verkehrsführung nach Regelplan D I/2 gemäß RSA umgesetzt werden. Unter Berücksichtigung aller Sicherheitsabstände bleibt eine Arbeitsbreite vor dem Böschungsfuß von ca. 3,35 m für eine lineare Befahrung des Baustellenbereichs bestehen.

Des Weiteren ist eine Beschädigung des als Baustraße zu nutzenden Standstreifens zwingend zu vermeiden. Ggf. ist sind geeignete Schutzmaßnahmen, wie z.B. Stahlplatten als Auslage, vorzusehen.

Eine Zuwegung bzw. Erreichbarkeit des Baustellenbereichs vom Kopf der Böschung aus ist aufgrund des zu schützenden Biotops nicht möglich. Im Bereich des abgerutschten Böschungsbereichs ist zudem die Standsicherheit der Böschung nicht mehr gegeben und ein Befahren bzw. Begehen ist zu vermeiden.

4.2.2 Böschungsgeometrie

Eine Abflachung der Böschung durch Verlagerung des Scheitels würde die Standsicherheit erhöhen. Aufgrund des angrenzenden Biotops ist dies jedoch nicht umsetzbar. Grundsätzlich könnte durch die Anhebung des geböschten Böschungsfußes, durch z.B. Winkelstützen oder Gabionenwände, ebenfalls eine Abflachung realisiert werden. In diesem Fall wird gemäß „Richtlinie für den passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS)“ eine zusätzliche Schutzeinrichtung erforderlich.



4.3 Wiederherstellung des Schadensbereichs

Für die Wiederherstellung des Schadensbereichs kommen zwar grundsätzlich mehrere Varianten in Betracht, die o.g. zu berücksichtigenden Randbedingungen führen z.T. jedoch zu erheblichen Einschränkung, sodass im vorliegenden Fall „Standardverfahren“ des allgemeinen Erdbaus im Wesentlichen auszuschließen sind. Nachfolgend werden die erarbeiteten Lösungsvarianten allgemein beschrieben sowie deren Vor- und auch Nachteile aufgezeigt und verglichen.

Auf dieser Basis wurden die vorgeschlagenen Varianten im Sinne einer Entwurfsstatik vorbemessen und diskutiert. Die Ergebnisse dieser erweiterten Variantenstudie, die neben Standsicherheitsberechnungen der Bau- und Endzustände auch eine Kostenschätzung enthält, sind im Entwurfsbericht vom 04.11.2025 [U 10] zusammengefasst.

4.3.1 Variante 1 – Böschungssicherung mit Zementinjektion

Die Böschung wird mittels einer Zementinjektion verfestigt, um eine ausreichende Standfestigkeit zur Beräumung des Schadensbereichs sicherzustellen: vom Böschungsfuß aus wird mittels Injektionsbohrungen die Böschung in einem engen Raster (Annahme 1,5 m x 1,5 m) mit Zement verfestigt. Diese haben eine geometrische Ausrichtung senkrecht zur Autobahn. Nachdem der Zement ausgehärtet ist, können die aus der Böschung heraus abgerutschten Massen entfernt und (sofern geeignet) wieder eingebaut werden. Um eine dauerhafte Entwässerung zu gewährleisten sind innerhalb des stützenden Zementkörpers anschließend Sickerscheiben (mit Kies gefüllte Scheiben) einzufräsen. Diese entwässern in den Seitengraben der anschließenden Autobahn. Die Geometrie des zementverfestigten Bereiches und der Sickerscheiben ergeben sich auf Grundlage der statischen Berechnungen [U 10].

Pro:

- keine Fahrzeug-Rückhaltesystem notwendig

Contra:

- ggfs. Negativer Einfluss auf das Biotop (Entwässerung durch Sickerscheiben)
- ungünstige CO₂-Bilanz
- teuerste Variante



4.3.2 Variante 2 – Aufstellung einer Stützwand am Böschungsfuß

Zur Sicherung der Böschung ist eine vorgelagerte Stützwand vorgesehen. Im Pilgerschrittverfahren wird der Böschungsfuß im Sinne der DIN 4123 über eine Breite von 1,25 m geräumt und Gabionenkörbe hergestellt. Da die Gabionenkörbe 1,50 m in den Boden einbinden, ist der Boden auszuheben und mittels eines Verbausystems zu sichern. Die Gabionenwand braucht nicht rückverankert zu werden, sondern wirkt als Schwergewichtsmauer, sie lagert auf einer einzubauenden Schotter-schicht auf. Um eine ausreichende Entwässerung der Böschung zu gewährleisten, müssen hinter der Gabionenwand, mit Kies gefüllte Sickerscheiben errichtet werden.

Pro:

- günstige CO₂-Bilanz
- geringer Maschineneinsatz

Contra:

- ebenfalls Entwässerung durch Sickerscheiben notwendig
- ggfs. negativer Einfluss auf das Biotop (Entwässerung durch Sickerscheiben)
- starke Einbindung der Gabionenkörbe notwendig

4.3.3 Variante 3 – Rückverankerte Spundwand

Eine ältere Böschungsrutschung im benachbarten Abschnitt (nördlich der Brücke „Oldendorfer Straße“) wurde bereits erfolgreich wiederhergestellt. Das Konzept aus [U 7] sah hierzu die Einbringung einer über Zuganker rückverankerten Spundwand als verlorene Schalung vor, die zum einen die Stabilisierung des Schadensbereichs und zum anderen die Anlage einer Baustraße innerhalb des Böschungskörpers ermöglichte. Vor und hinter der Spundwand erfolgte der Einbau zusätzlicher Drainagestränge vor dem Wiedereinbau des Flächenfilters. Der Einbau von Dränsträngen hinter der Spundwand lässt sich im Bauzustand rechnerisch nicht nachweisen, daher muss diese Lösung im Folgenden modifiziert werden.

Im Rahmen unserer Variantenstudie zeigte sich, dass die damals getroffenen Ansätze nicht unverändert auf den hier zu betrachtenden Schadensfall übertragbar sind. Im Ergebnis ist eine Drainage hinter der Spundwand nicht notwendig, da sich die Standsicherheit auch unter Ansatz des vollen



Wasserdrucks nachweisen lässt. Zusätzlich ist jedoch eine Oberflächenentwässerung des oberhalb der Spundwand verlaufenden Böschungsbereichs bis zum Kopf über kleine Sickerschlitze vorzusehen und über eine Drainage oder einen Graben entlang dem Spundwandkopf abzuführen. Eine Anschüttung vor der Spundwand ist aus statischer Sicht nicht notwendig, erfordert in diesem Fall jedoch die Aufstellung eines Fahrzeuge-Rückhaltesystems.

Pro:

- minimale Beeinträchtigung des angrenzenden Biotops, da keine tiefreichenden Entwässerungslösungen benötigt werden
- günstigste Variante

Contra:

- aufwendiges Bauverfahren
- für die vorgesehene Verankerung sind ggfs. Genehmigungen einzuholen (Anker reichen über die Gründungsgrenze hinaus)

4.4 Ertüchtigung der Gesamtböschung

Die erhobenen Erkundungsergebnisse ergaben zweifellos, dass entlang des Böschungsverlaufs weitere wasserführende Schichten und Linsen existieren, die im aktuellen baulichen Zustand nicht ausreichend entwässert werden, sodass sich hier wiederholt Wasserdrücke einstellen können, die zukünftig weitere Schäden und Rutschungen induzieren.

Für die Ertüchtigung der Gesamtböschung empfehlen wir deshalb eine Anpassung bzw. Erweiterung der Entwässerungstechnik über sog. Sickerstützscheiben. Hierbei werden senkrecht zu Böschung Schlitze eingefräst, die anschließend mit Kies, Schotter oder Einkorn- bzw. Drainbeton befüllt werden. Dadurch wird ein Anschluss des hinteren Böschungskörpers an den Flächenfilter gewährleistet, sodass eine dauerhafte und hinreichend tiefe Entwässerung und damit langfristige Standsicherheit der Böschung erzielt wird.

Wir merken jedoch an, dass ein ggf. negativer Einfluss auf das angrenzende Biotop aufgrund der tiefreichenden Entwässerung, langfristig nicht auszuschließen ist. Möchte man das Risiko der hydrogeologischen Veränderung des Biotops unterbinden, so wäre alternativ auf die Sickerscheiben zu



verzichten und im Gegenzug eine dichtere Anordnung von Stützscheiben in Betracht zu ziehen. Ebenso wäre eine Vernagelung der Böschung über z.B. Mikropfähle denkbar. Zugelassene Systeme der Böschungsvernagelung sind jedoch mit einer Spritzbetonschale auszuführen, was die Entwässerung erschwert bzw. einschränkt.

4.5 Sonstige Empfehlungen

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

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

i.V.

Dr.-Ing. Gerd Festag
(Abteilungsleiter)

i.V.

Jan Westphal, B.Sc.
(Niederlassungsleiter)

Verteiler:

- Die Autobahn des Bundes GmbH, NL Westfalen, 1 x
- Dr. Spang GmbH, 1 x