

GFP GmbH · Keetmanstraße 39 · 47058 Duisburg

DB InfraGO AG,
Projekte Ausbau NRW, I.NI-W-P-A
Bahnhofsstraße 1-5

D-48143 Münster



Zertifikat-Registrier-Nr.: 12 100 26382/06 TMS

Ingenieurbüro für Geotechnik
und Umweltplanung GmbH

Beratende Ingenieure der
Ingenieurkammer Bau NRW

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Youssef Farghaly¹⁾
Dipl.-Geogr. Judith Flieger²⁾
Dr. Peter Gehlen
Dipl.-Ing. Thomas Grundhoff
Dipl.-Ing. Olaf Trautner¹⁾

¹⁾ Staatlich anerkannte Sachverständige für
Erd- und Grundbau

²⁾ Öbuv Sachverständige
Bodenschutz/Altlasten

Unser Zeichen

yz/tg

Ihr Zeichen

T.016085121

Projektnummer

200823

Datum

07.05.2025

Projekt: **Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage,
Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2**

Bauvorhaben: **Vorplanung Neubau der Abstellanlage, Weichen,
Beleuchtung und Zufahrtsstraße**

3. Bericht: **Stand sicherheitsnachweis zwischen Gleis 142 und
Gleis 157**

Bauherr: **DB InfraGO AG, Regionalbereich West**

Planer: **N. N.**

Bearbeiter: M. Sc. Yue Zhang, Dipl.- Ing. Thomas Grundhoff

Seitenzahl: 10

Zahl der Anlagen: 4

Verteiler: DB InfraGO AG, Regionalbereich West, Herrn Hötte (1x, vorab per E-Mail)

Projekt: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2
 3. Bericht: Standsicherheitsnachweise zwischen Gleis 142 und Gleis 157
 Projektnummer: 200823
 Auftraggeber: DB InfraGO AG, Regionalbereich West
 Bestellung: 0016 / ET3 / 42195106 vom 09.02.2023 und 0016 / UAV / 42243773 vom 21.07.2023



Inhaltsverzeichnis

1.0 Veranlassung/Aufgabenstellung	3
2.0 Verzeichnis der zur Verfügung stehenden Unterlagen	3
3.0 Einleitung	4
4.0 Geotechnische Nachweise	4
4.1 Charakteristische Bodenkenngößen.....	4
4.2 Bemessungswasserstand.....	5
4.3 Einwirkungen.....	5
4.4 Erdbeben.....	6
4.5 Geotechnische Kategorie	6
4.6 Berechnungsquerprofil	6
4.7 Bemessungssituation	7
4.8 Nachweisführung.....	7
5.0 Auswertung / Ergebnisse der Standsicherheitsberechnung.....	8
6.0 Schlussbemerkung	9

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Querprofile der Böschung mit Bohrprofilen
Anlage 3	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-P
Anlage 3.1	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-P
Anlage 3.2	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-P, Ausnutzungsgrade > 1,0
Anlage 3.3	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-P, Begrünung
Anlage 3.4	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-T, Begrünung, Bauzustandslasten 1,0 m hinter Böschungsschulter
Anlage 3.5	Standsicherheit, Querschnitt 1, BS-T, Begrünung, Bauzustandslasten an der Böschungsschulter
Anlage 4	Standsicherheit, Querschnitt 4, BS-P
Anlage 4.1	Standsicherheit, Querschnitt 4, BS-P

Projekt: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2
3. Bericht: Standsicherheitsnachweise zwischen Gleis 142 und Gleis 157
Projektnummer: 200823
Auftraggeber: DB InfraGO AG, Regionalbereich West
Bestellung: 0016 / ET3 / 42195106 vom 09.02.2023 und 0016 / UAV / 42243773 vom 21.07.2023



1.0 Veranlassung/Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG, Regionalbereich West, plant den Neubau einer Abstellanlage in Münster an der DB-Strecke 2000 Lünen - Münster. Die Strecke ist gemäß „Infrastrukturregister der DB InfraGO“ auf eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von $V_{zG} \leq 100$ km/h ausgelegt, ist elektrifiziert und wird von Mischverkehr (Pz/Gz) genutzt. Die Strecke entspricht der Streckenklasse D4 für eine zulässige Radsatzlast von 22,5 t. Es handelt sich um eine TEN-T Strecke.

Die GFP - Ingenieurbüro für Geotechnik und Umweltplanung GmbH (GFP) / gbm Gesellschaft für Baugologie und -meßtechnik GmbH Baugrundinstitut (gbm) wurde über die Bestellungen 0016 / ET3 / 42195106 vom 09.02.2023 und 0016 / UAV / 42243773 vom 27.07.2023 auf Grundlage des Rahmenvertrages (1000 / EBO / 92298826) für den Regionalbereich West mit den Standsicherheitsberechnungen für die Böschung zwischen den Gleisen 142 und 157 beauftragt.

Im Oktober 2023 führte GFP eine Baugrunderkundung durch und erstellte daraufhin einen Geotechnischen Bericht 1 vom 14.02.2024. Die Standsicherheitsberechnungen wurden auf Grundlage des Berichts durchgeführt und im vorliegenden Bericht dokumentiert.

2.0 Verzeichnis der zur Verfügung stehenden Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- [U1] GFP Ingenieurbüro für Geotechnik und Umweltplanung GmbH: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2, Vorplanung Neubau einer Abstellanlage Weichen, Beleuchtung und Zufahrtstraße, 1. Bericht, Baugrundbeurteilung/Gründungsberatung, umwelttechnische Untersuchung, 14.02.2024
- [U2] GFP Ingenieurbüro für Geotechnik und Umweltplanung GmbH: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2, Vorplanung Neubau einer Abstellanlage Weichen, Beleuchtung und Zufahrtstraße, 2. Bericht (Entwurf), Ergänzende Baugrunduntersuchung, Angaben zur Pfahlgründung, 06.09.2024
- [U3] HvO Ingenieure - Infrastruktur Umwelttechnik: Lageplan Variante 6.1, übermittelt per E-Mail am 03.04.2025 durch die DB InfraGO AG

Darüber hinaus wurden folgende Normen und Regelwerke verwendet:

- [U4] Handbuch 83601 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, Version 1.0 - Gültig ab 01.05.2022
- [U5] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 127-1, Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen – Teil 1: Grundlagen, Dezember 2022, korrigierte Fassung: Stand Dezember 2024

Projekt: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2
3. Bericht: Standsicherheitsnachweise zwischen Gleis 142 und Gleis 157
Projektnummer: 200823
Auftraggeber: DB InfraGO AG, Regionalbereich West
Bestellung: 0016 / ET3 / 42195106 vom 09.02.2023 und 0016 / UAV / 42243773 vom 21.07.2023



- [U6] NABau: DIN 4084, Gelände- und Böschungsbruchberechnungen, November 2021
- [U7] NABau: DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, April 2021
- [U8] NABau: DIN EN 1997-1/NA, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik-Teil 1 Allgemeine Regeln, Dezember 2010
- [U9] Bundesanstalt für Wasserbau: BAWMerkblatt, Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD), Ausgabe 2011
- [U10] NABau: DIN 18918, Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen – Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen, August 2021

Folgende Software wurden verwendet:

- [U11] GGU: GGU-Stability, Böschungsbruch nach DIN 4084 (2009)/EC 7, Version 13.33, 01.09.2022

3.0 Einleitung

Der betrachtete Streckenabschnitt der Bahnstrecke 2000 Lünen – Münster (Westf.) liegt etwa 1,5 km südlich des Hauptbahnhofs Münster und erstreckt sich zwischen Streckenkilometer 43,3 und 44,2. Im Rahmen der geplanten Baumaßnahme erfolgt der Neubau der Gleise 140, 142 und 156, ein kurzer Lückenschluss des Gleises 125 sowie der Rückbau des Gleises 141. Die in dieser Untersuchung betrachtete Böschung befindet sich im Bereich zwischen den Gleisen 142 (Neubau) und 157 und erstreckt sich zwischen ca. km 43,3 und 43,6.

In dem geotechnischen Baugrundgutachten [U1] wurden zur Untersuchung dieses Böschungsbereichs insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (KRB 1-1 bis 6-1) dokumentiert. Die KRB 1-1 bis 3-1 wurden im Bereich des Böschungsfußes auf einer Höhe von ca. 61,0 m ü. NHN und die KRB 4-1 bis 6-1 im Bereich der Böschungsschulter auf einer Höhe von ca. 63,0 m ü. NHN gesetzt.

4.0 Geotechnische Nachweise

4.1 Charakteristische Bodenkenngrößen

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung [U1] wurden im Böschungsbereich Auffüllungen sowie Ablagerungen des Quartärs angetroffen. Die Auffüllungen bestehen aus körnigem, gemischt-körnigem und bindigem Material, während die quartären Ablagerungen in Löss, Schmelzwasserablagerungen und Geschiebelehm unterteilt werden.

Für die rechnerische Standsicherheitsanalyse werden diese Bodenschichten jedoch vereinfachend in zwei Hauptschichten zusammengefasst:

1. Auffüllung
2. Ablagerungen des Quartärs

Die für die Berechnungen verwendeten Bodenkennwerte wurden aus dem geotechnischen Baugrundgutachten [U1] abgeleitet. Dabei wurden die berechneten Mittelwerte bzw. konservative Sicherheitswerte berücksichtigt. Eine Übersicht der daraus resultierenden Bodenkennwerte ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Tabelle 1: Bodenkenngrößen

Bodenart	Auffüllung	Ablagerung des Quartärs
	Sand bzw. Schotter, schwach kiesig, schwach schluffig / feinsandiger Schluff	feinsandiger Schluff bzw. schluffiger Feinsand, schwach tonig
Feuchtwichte γ [kN/m ³]	20,0	20,0
Wichte unter Wasser γ' [kN/m ³]	10,0	10,0
Reibungswinkel φ_k [°]	31,0	28,0
Kohäsion c_k [kN/m ²]	0,0	5,0

4.2 Bemessungswasserstand

Für die Standsicherheitsberechnung wird keine durchgehende Grundwasserlinie definiert, da gemäß dem geotechnischen Baugrundgutachten [U1] bis zur maximalen Erkundungstiefe von 8 m (ca. 55 m ü. NHN) kein nach DIN 4049 definiertes Grundwasser angetroffen wurde. Aufgrund der geologischen Verhältnisse ist ein freier Grundwasserspiegel nicht zu erwarten.

4.3 Einwirkungen

Am Böschungskopf werden die Eisenbahnverkehrslasten aus dem Gleis 142 gemäß [U4] und [U5] durch folgende Ersatzstreifenlasten berücksichtigt:

$$q_k' = 52,0 \text{ kN/m}^2$$

$$b = 3,0 \text{ m}$$

$$h_{\bar{u}} = 0,5 \text{ m}$$

Zusätzlich wurde im Bereich der Böschungsschulter eine fiktive, gleichmäßig verteilte Auflast von $10,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt, um mögliche kurzzeitige Belastungen während der Bauausführung – z. B. durch Baustellenfahrzeuge oder Materiallagerung – abzubilden. Dabei wurden zwei Lastansätze betrachtet:

- die Last wirkt von der Böschungsschulter bis zum Gleis,
- die Last wirkt in einem Abstand von ca. $1,0 \text{ m}$ hinter der Böschungsschulter bis zum Gleis.

Beide Szenarien stellen konservative Annahmen zur Erfassung potenziell ungünstiger Einwirkungen im Bauzustand dar.

Das Gleis 157 wurde in den Standsicherheitsberechnungen nicht berücksichtigt, da es sich in einem topographisch flachen Bereich befindet und ein ausreichender Abstand zum Böschungsfuß besteht.

Nach [U3] ist im Bereich der untersuchten Böschung zudem keine Zuwegung vorgesehen, so dass keine zusätzlichen Belastungen auf die Böschung einwirken.

4.4 Erdbeben

Gemäß [U1] liegt die Stadt Münster außerhalb der Erdbebenzone. Daher müssen in der Tragwerksplanung keine zusätzlichen Beanspruchungen angesetzt werden.

4.5 Geotechnische Kategorie

Gemäß [U1] ergibt sich nach derzeitigem Planungsstand und den erkundeten Untergrundverhältnissen für das Bauvorhaben eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 1.

4.6 Berechnungsquerschnitt

In **Anlage 2** sind vier Querschnitte mit den Ergebnissen der Bohrungen KRB 1 bis 6 dargestellt. Für die Standsicherheitsnachweise werden zwei Böschungsbereiche ausgewählt:

- Der obere Böschungsabschnitt im Bereich des Profils S4 mit dem Gleis 142, dessen Verkehrslasten maßgebend für die globale Standsicherheit sind;

- Ein lokal besonders steiler Bereich im Profil S1 mit einer Neigung von ca. 1:2, der aufgrund seiner Geometrie ein erhöhtes Instabilitätspotenzial aufweist.

Querprofil S1

Die für die Berechnung verwendeten Bodenverhältnisse werden aus den Ergebnissen der KRB 1-1 und 4-1 abgeleitet. Im Bereich zwischen Gleis 142 und Gleis 157 befindet sich ein lokal begrenzter, besonders steiler Böschungsabschnitt mit einer Neigung von ca. 1:2, der jedoch nicht direkt an die Gleise angrenzt.

Querprofil S4

Die für die Berechnung verwendeten Bodenverhältnisse werden aus den Ergebnissen der KRB 2-1 und 5-1 an Querprofil S4 projiziert und mit den Ergebnissen der übrigen Bohrungen abgeglichen. Die Böschung beginnt am Böschungskopf bei Gleis 142 und fällt mit einer Neigung von ca. 1:4,6 in Richtung Böschungsfuß ab.

4.7 Bemessungssituation

Die geotechnischen Nachweise werden für die Bemessungssituationen BS-P (persistent situations) und BS-T (transient situations) durchgeführt.

4.8 Nachweisführung

Die Berechnungen erfolgen mit dem Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054 [U7], EC 7.

Dem Boden-Berechnungsmodell werden dabei die in der **Tabelle 1** angegebenen charakteristischen Bodenkenngößen für die geotechnischen Nachweise zugewiesen.

Die Nachweise der Standsicherheit (GEO-3) werden in den Kapiteln 5.0 beschrieben, ausgewertet und beurteilt.

Die Standsicherheitsuntersuchungen werden nach dem Lamellenverfahren mit kreisförmigen Gleitflächen nach DIN 4084 (siehe [U6]) mit dem Programm GGU Stability (siehe hierzu [U11]) geführt.

Die Berechnungsergebnisse sind in **Anlagen 3** und **Anlagen 4** dokumentiert.

5.0 Auswertung / Ergebnisse der Standsicherheitsberechnung

Der Nachweis der Standsicherheit wird nach dem Lamellenverfahren von Bishop mit kreisförmigen Gleitflächen nach DIN 4084 [U6] geführt. Dargestellt werden die maßgeblichen Gleitkreise mit einem definierten Ausnutzungsspektrum mit unterschiedlicher Farbhinterlegung, die durch die Böschungen gehen.

Die nachfolgende **Tabelle 2** enthält die Ausnutzungsgrade der Standsicherheit der Böschung in den Querprofilen S1 und S4 für den Endzustand (BS-P).

Tabelle 2: Ausnutzungsgrade μ in den Querprofilen S1 und S4

Querprofil	Anlage	Bemessungssituation	Einwirkung [kN/m ²]		Ausnutzungsgrade μ [-]
			Eisenbahnlast	Bauzustandslast	
S1	3.1	BS-P	52,0	-	1,31 > 1,0
S4	4.1	BS-P	52,0	-	0,68 < 1,0

Im Querprofil S4 weist die Böschung eine Ausnutzung von $\mu = 0,68$ auf und erfüllt damit die Anforderungen an die globale Standsicherheit deutlich.

Im Querprofil S1 ergibt sich rechnerisch ein Ausnutungsgrad von $\mu = 1,31 > 1,0$ (BS-P), wodurch die Standsicherheit im Ausgangszustand gemäß DIN EN 1997-1 nicht nachgewiesen werden kann. Wie in **Anlage 3.2** dargestellt, ist dieser erhöhte Ausnutungsgrad auf mehrere oberflächennahen Gleitflächen in der Auffüllschicht zurückzuführen. Diese Gleitflächen weisen lediglich eine geringe Tiefe auf, durchdringen keine maßgeblichen Schichten und sind ausschließlich im oberflächennahen Bereich lokal begrenzt. Die Gleisanlage wird nicht erfasst.

Zur Verbesserung der Standsicherheit im oberflächennahen Bereich und zur Vermeidung fortschreitender Erosionserscheinungen im Bereich der Böschung wird empfohlen, eine gezielte technische Begrünung durchzuführen bzw. sicherzustellen. Dies kann beispielsweise durch die Kombination von tiefwurzelnden Gräsern und flachwachsenden Sträuchern erfolgen (siehe Abschnitt 6.0). Laut [U9] kann durch eine solche Begrünungsmaßnahme die effektive Kohäsion in

den oberen 20 cm der Auffüllschicht auf bis zu $7,0 \text{ kN/m}^2$ erhöht werden. Im Rahmen der vorliegenden Variantenberechnung wird jedoch konservativ ein Wert von $c = 5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

Die nachfolgende **Tabelle 3** zeigt die Ausnutzungsgrade der Böschungsstandsicherheit im Querprofil S1 unter Berücksichtigung der Begrünungsmaßnahme (siehe **Anlage 3.3 bis 3.5**).

Tabelle 3: Ausnutzungsgrade μ im Querprofil S1 bei Begrünungsmaßnahme

Querprofil	Anlage	Bemessungssituation	Einwirkung [kN/m^2]		Ausnutzungsgrade μ [-]
			Eisenbahnlast	Bauzustandslast	
S1	3.3	BS-P	52,0	-	0,86 < 1,0
	3.4	BS-T	52,0	10,0 (1,0 m hinter Böschungsschulter)	0,82 < 1,0
	3.5	BS-T	52,0	10,0 (an Böschungsschulter)	0,99 < 1,0

Im Bemessungszustand BS-P ergibt sich für den Querschnitt S1 ein reduzierter Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,86$ (siehe **Anlage 3.3**). Damit wird der nach DIN EN 1997-1 geforderte Grenzwert für den Ausgangszustand deutlich eingehalten.

Bei einer angenommenen Bauzustandslast von $10,0 \text{ kN/m}^2$ in 1,0 m Abstand hinter der Böschungsschulter ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,82$ (**siehe Anlage 3.4**). Die Anforderungen an die Standsicherheit werden erfüllt.

Im ungünstigeren Fall einer direkt an der Böschungsschulter wirkenden Auflast gleicher Größe ergibt sich ein nahezu ausgeschöpfter Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,99$ (**siehe Anlage 3.5**). Auch in diesem Fall wird der Grenzwert von $\mu = 1,00$ nicht überschritten, sodass die Standsicherheit insgesamt als gewährleistet gilt.

6.0 Schlussbemerkung

Der vorliegende geotechnische Bericht bewertet die Standsicherheit der Böschungen zwischen Gleis 142 und 157 für das Projekt „Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140–142, 156, km 43,3 bis 44,2“ auf Grundlage der Bemessungssituation BS-P unter Einwirkung der Verkehrslast aus Gleis 142.

Projekt: Bf Münster (Westf.) Hbf, Neubau einer Abstellanlage, Strecke 2000, Gleis 140-142, 156, km 43,3 bis 44,2
3. Bericht: Standsicherheitsnachweise zwischen Gleis 142 und Gleis 157
Projektnummer: 200823
Auftraggeber: DB InfraGO AG, Regionalbereich West
Bestellung: 0016 / ET3 / 42195106 vom 09.02.2023 und 0016 / UAV / 42243773 vom 21.07.2023



In dem betrachteten Böschungsabschnitt werden örtlich oberflächennahe Gleitflächen mit lokal erhöhten Ausnutzungsgraden ermittelt, wodurch die Standsicherheit rechnerisch nicht nachgewiesen werden kann. Diese Gleitmechanismen befinden sich in der Auffüllschicht und sind auf geringe Tiefen beschränkt.

Zur Verbesserung der Standsicherheit in diesem Bereich wird die Sicherstellung bzw. Umsetzung einer gezielten Begrünungsmaßnahme empfohlen. Ziel ist es, durch die pflanzenbasierte Bodenstabilisierung die effektive Kohäsion der oberen Bodenschicht zu erhöhen und damit die Scherfestigkeit nachhaltig zu verbessern.

Es wird empfohlen, die Begrünungsmaßnahme gemäß DIN 18919 [U10] durchzuführen. Hierzu sollte eine standortgerechte Ansaat tiefwurzelnder Grasarten, wie z. B. Rohrschwingel oder Rotschwingel, erfolgen, um eine ausreichende Durchwurzelung des oberflächennahen Bodens zu gewährleisten. Zusätzlich wird der Einsatz biologisch abbaubarer Erosionsschuttmatten aus Kokosfaser empfohlen, um die Bodenerosion während der Etablierungsphase der Vegetation zu minimieren. Zur Sicherstellung einer erfolgreichen Begrünung sind Pflegemaßnahmen wie regelmäßige Bewässerung, Kontrolle der Keimung und ggf. Nachsaaten insbesondere in der Anfangsphase vorzusehen.

Mit Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahme kann die rechnerische Standsicherheit der Böschung sichergestellt und die Gebrauchstauglichkeit der Böschung langfristig gewährleistet werden.

Für die Bauausführung wird empfohlen, das Befahren des Böschungsoberkopfes lediglich mit leichten Baustellenfahrzeugen zuzulassen. Dabei ist sicherzustellen, dass die äquivalente Flächenlast den Wert von $10,0 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreitet und dass die Befahrung lediglich in einem Abstand von mindestens 1,0 m hinter der Böschungsschulter erfolgt, um die Standsicherheit im Bauzustand nicht zu beeinträchtigen.


- Zhang -


- Grundhoff -

Verteiler:

DB InfraGO AG, Regionalbereich West, Herrn Hötte (1x, vorab per E-Mail)