

DEGES im Auftrag der Autobahn GmbH des Bundes
Straße: A 1 / Betr.km: 155+962 bis 157+657, inkl. Anpassungsbereich bis 158+267
Bundesautobahn A 1
8-streifige Erweiterung zwischen AD Süderelbe und AS HH-Harburg
VKE 7143: AS HH-Harburg - AD Süderelbe (o)
PROJIS-Nr.: 0200000530

FESTSTELLUNGSENTWURF

- Erläuterungsbericht Wassertechnik -

aufgestellt:	
DEGES	
Berlin, den 29.04.2022 gez. Martens (PL/E3.3.2)	

Erläuterungsbericht Wassertechnik

A 1 – VKE 714.3

Abschnitt Süd: Bau-km 30+000 bis 32+305

(inkl. Anpassungsbereich bis 30+610)

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation	3
2.	Geplantes Entwässerungskonzept	4
2.1	Allgemeines.....	4
2.2	Versickerung über die bewachsene Bodenzone	6
2.3	Dränierter Filtergräben	6
2.4	Versickerungsmulden	7
2.5	Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA)	8
2.6	Geländewasser	9
3.	Entwässerungsabschnitte.....	9
4.	Niederschlagseinleitung	12
5.	Berechnungsgrundlagen	13
6.	Behandlung und Rückhaltung von Straßenoberflächenwasser.....	16
6.1	Forderungen der REwS 21	16
6.2	Nachweis über die Regenwasserbehandlung gemäß REwS 21	17
6.2.1	Auswirkungen von Asphaltdeckschichten aus OPA auf die Verfrachtung von partikulären (Schad-) Stoffen.....	17
6.2.2	Flächenermittlung.....	18
6.2.3	Bewertung	18
6.2.4	Ergebnis der Regenwasserbehandlung.....	19
7.	Sonstige Entwässerungsanlagen	19
7.1	Grabendurchlässe	19
7.2	Rohrleitungen und Schächte	20
	Abkürzungsverzeichnis	21
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	21

1. Ausgangssituation

Die vorliegende Planung umfasst den südlichsten Abschnitt des Bedarfsplanvorhabens zur 8-streifigen Erweiterung der A 1 Autobahndreieck Hamburg-Südost – Landesgrenze Hamburg/Niedersachsen. Das Vorhaben liegt in den Bezirken Harburg (Stadtteil Neuland) sowie Hamburg-Mitte (Stadtteil Wilhelmsburg) der Freien und Hansestadt Hamburg. Vorhabensträger ist die Bundesrepublik Deutschland, Bundesfernstraßenverwaltung, vertreten durch die Autobahn GmbH des Bundes, diese vertreten durch die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES). Träger der Baulast ist die Bundesrepublik Deutschland.

Der zu betrachtende Abschnitt wird als Verkehrseinheit 714.3 bezeichnet. Innerhalb des Abschnittes Süd liegen mit der Süderelbquerung (BW 484), der Querung des Neuländer Elbdeiches (BW 485), der Querung der Neuländer Wettern (BW 486) und Querung des Fünfhauser Landweges einschließlich Wettern und Rampe der AS HH-Harburg vier A-Bauwerke. Entlang des querenden Gewässerlaufes (Süderelbe) haben sich biotopartige Strukturen ausgebildet, die auch der Naherholung dienen. Im südlichen Teil der Baustrecke lockert die seitliche Bebauung im Bereich der Elbmarsch auf, beidseitig der Trasse schließen sich Grünlandbereiche an. Die bisherige Streckengestaltung ist durch eine geländenahe und weitgehend gestreckte Linienführung der A 1 geprägt. Im Bereich der Süderelbbrücke verläuft die Gradientenlinie im Bestand gegenüber dem Gelände in Dammlage. Die geplante Streckenführung der A 1 im Grund- und Aufriss ist weitgehend durch den bestehenden Verlauf vorgegeben.

Die voranschreitende Planung führte zu einer Verschiebung der nördlichen und südlichen Widerlager der Süderelbbrücke. In diesem Zuge erfolgte auch eine Anpassung der Achse und Gradientenlinie im Bereich der Süderelbquerung, die Auswirkungen auf den nördlich folgenden Abschnitt Mitte (VKE 714.2) hat. Dies führte zu einer Verschiebung der Planfeststellungsgrenze in nördlicher Richtung bis zum Bau-km 32+580. In der VKE 714.2 (Bereich Mitte) wurde allerdings schon das nach Norden hin aus der VKE 714.3 zufließende Niederschlagswasser bei der Entwässerungsbemessung berücksichtigt.

Das Höhenniveau der Bestandsfahrbahn liegt am Baubeginn der VKE 714.3 bei ca. 1,9 m NHN und steigt dann auf ca. 7 m NHN südlich des BW 487 an. Anschließend fällt die Gradientenlinie wieder auf 2,0 m NHN nördlich der AS HH-Harburg. Richtung Lübeck steigt das Niveau der Fahrbahn wieder auf ca. 12,5 m NHN auf der Süderelbbrücke und bis zum derzeitigen Ende der VKE 714.3 fällt das Gelände leicht auf ca. 11,5 m NHN.

Der hier betrachtete Autobahnabschnitt verläuft in geologischer Hinsicht in der Niederung der Elbmarsch. Die gewachsene Schichtenfolge besteht ab GOK aus organischen Weichschichten (überwiegend Torf, untergeordnet Klei) mittlerer Mächtigkeit. Die Weichschichten werden von Sanden und in größeren Tiefen von Geschiebeböden unterlagert.

Im Untersuchungsgebiet bilden die unterlagernden Sande den ersten Grundwasserleiter. Das Grundwasser, das gedämpft und phasenverschoben dem Tidegeschehen in der Süderelbe folgen dürfte, wird unter den Weichschichten gespannt anstehen. Auf den Weichschichten kann sich niederschlagsabhängig Stauwasser ausbilden.

2. Geplantes Entwässerungskonzept

2.1 Allgemeines

Die Entwässerungskonzeption der VKE 714.3 unterteilt sich in vier Entwässerungsabschnitte (EA). Dies ist begründet auf den zwischen der AS HH-Harburg und der Süderelbbrücke (BW 484) notwendigen Lärmschutzmaßnahmen in Form von Lärmschutzwänden beiderseits der Fahrbahn, für die bereichsweise ein geschlossenes Entwässerungssystem als Vorzugslösung vorgesehen wurde. Des Weiteren wurden die Vorgaben vom Bezirksamt HH-Harburg:

- Schaffung eines Retentionsraums für ein 30-jährliches Regenereignis gemäß KOSTRA-DWD 2010R zuzüglich eines Toleranzaufschlags in Höhe von 15%.
- Drosselabflussspende $q_{Dr} = 17 \text{ l/(s*ha)}$ für Einleitung in die Fünfhausener-Landweg-Wettern
- Drosselabflussspende $q_{Dr} = 3 \text{ l/(s*ha)}$ für Einleitung in die Neuländer Wettern

eingehalten. Vom Baubeginn bis zu AS HH-Harburg ist eine Versickerung des auf der Fahrbahn anfallenden Niederschlagswassers über die bewachsene Bodenzone der Bankette und Dammböschungen vorgesehen. Bei Starkniederschlagsereignissen erfolgt eine Ableitung in dränierte Filtergräben. Dort wird das Wasser über die bewachsene Bodenzone gereinigt, in einer Drainageleitung gesammelt und gedrosselt ($q_{Dr} = 17 \text{ l/(s*ha)}$) der Fünfhausener-Landweg-Wettern zugeführt. Es wird für die Entwässerungslösung die Reinigungswirkung nach REwS 21 i. V. m. DWA-A 102-2 nachgewiesen. Des Weiteren wird für Dammböschungen der Behandlungsnachweis geführt, in dem der rechnerische Nachweis nach REwS 21 erbracht wird, dass sich für die kritische Regenspende $r_{krit} = 15 \text{ l/(s*ha)}$ kein Oberflächenabfluss ergibt.

Im Bereich der Dreiecksflächen der AS HH-Harburg erfolgt eine Versickerung des auf der Fahrbahn anfallenden Niederschlagswassers über die bewachsenen Bodenzonen der Bankette und Dammböschungen sowie der 3,50 m breiten Versickerungsmulden. Die Mulden besitzen jeweils einen Notüberlauf in die dränierten Dammfußgräben der Ein- bzw. Ausfädelungsspuren.

Von der AS HH-Harburg bis zum Beginn der Lärmschutzwände bei Bau-km 31+240 (Westseite) sowie 31+100 (Ostseite) erfolgt das gleiche Entwässerungskonzept wie südlich der AS HH-Harburg. Die Dränageleitungen sind allerdings flach in Richtung Neuländer Wettern geneigt.

Im Bereich der Lärmschutzwände bis nördlich des BW 485 wird das Niederschlagswasser in Bankettmulden am Fahrbahnrand gefasst und versickert. Bei Starkniederschlagsereignissen erfolgt eine Ableitung über Ablaufschächte in dränierte Gräben am Böschungsfuß. Die dränierten Filtergräben sind ausreichend dimensioniert, um die anfallende Wassermenge eines 30-jährlichen Regenereignisses aufzunehmen und anschließend gedrosselt über die Dränageleitung in die Neuländer Wettern abzuleiten.

Aufgrund der in Richtung Süderelbe ansteigenden Grundwasserstände werden die dränierten Gräben nördliche der AS HH-Harburg jeweils mit einer Abdichtung hergestellt, um einen hydraulischen Kurzschluss zum Grundwasser und damit fehlender Reinigungswirkung zu vermeiden.

Im Bereich der Lärmschutzwände zwischen BW 485 und dem Südbereich der Süderelbbrücke (BW 484) ist eine Versickerung über die bewachsene Bodenzone oder dränierte Gräben/Mulden nicht oder nur mit großem Aufwand möglich. Daher wird hier das Niederschlagswasser über Bordrinnen und Straßenabläufe gefasst und über Rohrleitungen zu einer geplanten Retentionsbodenfilteranlage (RBFA 1) geleitet. Über die Regenrückhalteanlage wird eine Drosselung der Einleitmenge in den Vorfluter erreicht. In der VKE 714.3 ist die Retentionsbodenfilteranlage RBFA 1 auf der Ostseite der A 1 zwischen BW 484 und BW 485 vorgesehen, wobei die Süderelbe als Vorflut dient.

Der Entwässerungsabschnitt 4 (Nordbereich der Süderelbbrücke) ist ein Teilbereich des Entwässerungsabschnitts 4 der VKE 714.2 (nördlich anschließender Bauabschnitt). Das Niederschlagswasser wird, wie im EA 3, über Bordrinnen und Straßenabläufe gefasst und in eine Retentionsbodenfilteranlage (RBFA 4) in der VKE 714.2 eingeleitet. Als Vorfluter dient ein Graben zur Stillhorner Wettern. Erfolgt die Baumaßnahme der VKE 714.3 zeitlich vor der VKE 714.2, so ist die RBFA 4 der VKE 714.2 inklusive dann notwendiger provisorischer Zuleitung vorgezogen zu errichten, um eine ausreichende Reinigungswirkung des anfallenden Niederschlagswassers zu gewährleisten.

2.2 Versickerung über die bewachsene Bodenzone

Die REwS 21 sieht eine detailliertere Betrachtung der Sickerpotentiale bewachsener Seitenflächen (Bankette, Dammböschungen, Mulden, Nebenflächen) vor.

Auf Grund des vorhandenen Dammaufbaus (überwiegend Sand) und potentieller regionaler grobkörniger Dammbaustoffe wurde eine spezifische Verlustrate von 200 l/(s·ha) für Dammfächen, von 10 l/(s·ha) für Bankettflächen (gemäß REwS) sowie von 150 l/(s·ha) für die (Bankett-) Mulden im Entwässerungsabschnitt 1 und 2 der A 1 in der VKE 714.3 angesetzt.

Infolge dieser spezifischen Verlustrate, die deutlich über der gemäß REwS 21 und KOSTRA-Daten anzusetzenden Regenspende $r_{15,1} = 103,3 \text{ l/(s·ha)}$ liegt, kann neben dem auf Böschungen anfallenden Niederschlagswasser auch Fahrbahnwasser zur Versickerung gebracht werden. Damit kann die Einleitmenge in die dränierten Filtergräben deutlich reduziert werden. Auf Grund der separaten Nachweisführung für die dränierten Filtergräben wird die bewachsene Bodenzone der Gräben bei der Abflussermittlung nicht zum Ansatz gebracht.

2.3 Dränierte Filtergräben

Die Entwässerungsabschnitte 1 und 2 werden bei Starkniederschlagsereignissen über autobahnparallel verlaufende dränierte Filtergräben entwässert.

Die Bemessung der Gräben erfolgt dabei für das 30-jährliche Regenereignis, um den Forderungen des Bezirksamtes HH-Harburg gerecht zu werden. Die neu anzulegenden Gräben besitzen eine variierende Sohlbreite zwischen 0,50 ... 4,00 m und eine Tiefe von mindestens 0,30 m bei einer Böschungsneigung von 1 : 2,0, die der Dammböschung der Autobahn entspricht.

Aufgrund der vorherrschenden Hydrogeologie ist in den Böschungsfußgräben eine Versickerung nach DWA-A 138 nicht möglich. In den neu anzulegenden Gräben erfolgt die Reinigung über die im gesamten Sohlbereich vorhandene 30 cm mächtige mit Schilf bzw. Reitgras bewachsene Bodenzone mit anschließender Sammlung und Ableitung in der darunter liegenden Filterschicht inklusive Drainageleitung.

Dieser Aufbau wurde in Anlehnung an das DWA-A 178 gewählt und erfüllt die Anforderungen der REwS 21. Die Drainageleitungen können aufgrund von Höhenzwangspunkten nur im EA 1 oberhalb des MHGW angeordnet werden. Im EA 2 ist eine entsprechende Abdichtung der Gräben unterhalb der Drainage vorzusehen. Das in den Drainageleitungen anfallende Niederschlagswasser wird über einen Ablaufschacht mit Drossel im EA 1 in die Fünfhausener-Landweg-Wettern und im EA 2 in die Neuländer Wettern eingeleitet.

2.4 Versickerungsmulden

Im Bereich der Notrufsäulen (Dreiecksflächen an der der AS HH-Harburg) sind, wie im bestehenden Entwässerungssystem, Versickerungsmulden geplant. Die Mulden sind, abweichend von der REwS, mit einer Breite von 3,5 m und einer Tiefe von 0,70 m sowie einzelner Stauschwellen so ausgelegt, dass bis OK Stauschwelle ein Retentionsraum für ein 30-jährliches Regenereignis geschaffen wird, um somit den Forderungen des Bezirksamtes HH-Harburg gerecht zu werden. Der Abstand von der Muldensohle bis zum MHGW liegt deutlich $\geq 1,0$ m, so dass eine ausreichende Sickerpassage vorhanden ist.

Die Versickerungsrate der Mulden wird mit 150 l/(s*ha) angesetzt. Durch die aufgelockerte bewachsene Bodenzone und den darunter anstehenden sandigen Böden liegt diese Annahme auf der sicheren Seite. Die Versickerungsrate entspricht einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$ von $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Die Entleerungszeit der Versickerungsmulden liegt für ein 1-jährliches Regenereignis deutlich unter 24 Stunden. Bei selteneren als 30-jährlichen Starkregenereignissen mit Einstau bis oberhalb 0,60 m erfolgt eine Entleerung der Mulden über einen Notüberlauf in die Entwässerungsgräben der nördlichen Ein- bzw. Ausfädelungsspur der AS HH-Harburg, so dass eine ausreichende Leistungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit (Erhalt der bewachsenen Bodenzone) der Muldenversickerung gegeben ist.

2.5 Retentionsbodenfilteranlagen (RBFA)

Die Bemessung der Retentionsbodenfilteranlagen erfolgt gemäß DWA-Arbeitsblatt A 178 sowie DWA-Arbeitsblatt A 117 unter Zugrundelegung des vereinfachten Bemessungsverfahrens. Für die Bemessung des erforderlichen Rückhalteriums wurde eine 5-jährliche Überschreitungshäufigkeit bei der Ermittlung der KOSTRA-Regenwerte 2010R zuzüglich Aufschlag des Toleranzbetrages (15%) angesetzt, um eine ausreichende Havariesicherheit gewährleisten zu können. Aufgrund der durch die oben aufgeführten Rahmenbedingungen bereit erreichten hohen Sicherheiten und der Lage außerhalb von Bebauung wurde der Risikofaktor f_z in Anlehnung an die REwS 21 mit 1,0 festgelegt.

RBFA unterteilen sich in eine Vorstufe (hier Geschiebeschacht) und ein separates Regenrückhaltebecken als Trockenbecken mit Retentionsbodenfilter. Die Vorstufe dient dabei als Grobstoffrückhalt. Des Weiteren ist ein Fangraum für Leichtflüssigkeiten vorhanden. Die Tauchwand verhindert das Eindringen von Leichtflüssigkeiten in das Retentionsbodenfilterbecken. Im Rückhaltebecken ist ein Bodenfilter integriert. Der Aufbau und die Größe wurden gemäß DWA-A 178 festgelegt. Das an den Bodenfilter anschließende Rückhaltebecken wird als Erdbecken hergestellt. Die Einleitmenge in die Vorfluter wird hierbei durch den Drosselabfluss $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ gemäß DWA-A 178 begrenzt. Bei der RBFA 1 erfolgt die Einleitung in die Süderelbe mit einem zwischengeschalteten Pumpwerk mit Drosseleinrichtung, um eine Durchdringung der Hochwasserschutzwand zu vermeiden. Des Weiteren ist eine Notüberlaufkerbe in der Beckenumfahrung der RBFA 1 angeordnet, die bei Überschreitung der Einstauhöhe für ein 5-jährliches Regenereignis einen Notüberlauf in das angrenzende Gelände und von dort in ein vorhandenes Grabensystem ermöglicht. Bei der RBFA 4 erfolgt der Notüberlauf über das Ablaufbauwerk in die Stillhoerner Wettern. Der Zulauf in den Geschiebeschacht (Vorstufe) ist so angeordnet, dass er dauerhaft zur Hälfte eingestaut ist.

Durch den Einstau werden Verwirbelungen und Remobilisierungen von Sedimenten im Geschiebeschacht bei Starkregenereignissen vermieden.

2.6 Geländewasser

Wegen der sehr geringen Geländeneigungen ist der Anteil des zuströmenden Geländewassers, der in den geplanten Entwässerungsanlagen berücksichtigt werden muss, vernachlässigbar gering.

3. Entwässerungsabschnitte

Die VKE 714.3 der A 1 wird in 4 Entwässerungsabschnitte unterteilt. Die Festlegung der einzelnen Abschnitte ist durch die konstruktive Anordnung der Entwässerungseinrichtungen und der generellen Entwässerungslösung (Dammlage der Gradienten mit dränierten Filtergräben, Muldenversickerung, Sonderlösung mit Ablaufschächten im Bereich von Lärmschutzwänden, geschlossenes Entwässerungssystem im Bereich von Lärmschutzwänden, Brückenbauwerken) bestimmt. Eine Übersicht über die Entwässerungsabschnitte ist in der Unterlage 3 (Übersichtslageplan) enthalten.

Eine Übersicht der Entwässerungskennwerte (Wassermenge, Einzugsfläche, Einleitstellen usw.) ist auf der Seite 1 der Unterlage 18.2 (Wassertechnische Untersuchungen) enthalten. Die Lage der Einleitstellen kann der Unterlage 5 (Lagepläne) entnommen werden.

Ø Entwässerungsabschnitt 1:

Der Entwässerungsabschnitt 1 der A 1 erstreckt sich vom Beginn des Anpassungsbereichs (Bau-km 30+000) bis zu den südlichen Ein- und Ausfädelungsspuren der AS HH-Harburg (ca. Bau-km 30+940 auf der Rifa Bremen und 30+735 auf der Rifa Lübeck). Dabei liegt die A 1 durchgehend im Dachprofil bei Dammlage. Ein Großteil der Niederschläge der Richtungsfahrbahnen wird über die jeweils anschließenden Bankette und Dammböschungen versickert. Überschüssiges Niederschlagswasser wird den dränierten Filtergräben zugeführt. Zur Bemessung des erforderlichen Speichervolumens wird die volle Länge des betrachteten Grabensystems angesetzt. Dazu sind die Gräben sehr flach geneigt und im Bereich der Kontroll- und Reinigungsschächte der Dränage werden Schwellen angeordnet.

Das auf dem BW 487.2 (Überbau Rifa Bremen, Westseite) anfallende Niederschlagswasser wird über eine Kaskade zusammen mit dem überschüssigen Niederschlagswasser in den dränierten Filtergraben eingeleitet. Über einen Ablaufschacht mit Drosselvorrichtung wird das Wasser der Fünfhausener-Landweg-Wettern zugeführt.

Das Bauwerk 487.1 (Überbau Rifa Lübeck, Ostseite) wurde 2012 neu gebaut. Auf dem Bauwerk wird lediglich der Deckenaufbau erneuert. Die Entwässerungseinrichtungen des Bauwerks 487.1 sowie die nördlich anschließende A 1 mit Ausfädelungstreifen bis zur Schleifenrampe (Rampe 1.1) nördlich des Bauwerks sind nicht Bestandteil der Entwässerungsplanung der VKE 714.3. Der Entwurf erfolgt in einer separaten Planung durch Dritte und ist in Unterlage 5.2 nur nachrichtlich dargestellt.

Ø Entwässerungsabschnitt 2:

Der Entwässerungsabschnitt 2 der A 1 erstreckt sich vom Bereich der Notrufsäulen (Dreiecksflächen Bereich AS HH-Harburg) bis nördlich des BW 485. Für die Richtungsfahrbahn Bremen (Westseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 30+940 bis 31+755. Für die Richtungsfahrbahn Lübeck (Ostseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 30+905 bis 31+742.

Im Bereich der Dreiecksflächen der AS HH-Harburg wird das anfallende Niederschlagswasser über die bewachsenen Bodenzonen der Bankette, Dammböschungen und Mulden zur Versickerung gebracht.

Im Bereich der Rampen 1.2 und 1.4 sowie der nördlich daran anschließenden A 1 inklusive der Ein- und Ausfädelungstreifen wird das Niederschlagswasser über die Bankette und Dammböschungen den dränierten Filtergräben zugeführt.

Ab dem Beginn der Lärmschutzwände auf der Westseite (Rifa Bremen) bei Bau-km 31+240 und dem Beginn der Lärmschutzwände auf der Ostseite (Rifa Lübeck) bei Bau-km 31+100 wird das auf den Richtungsfahrbahnen anfallende Wasser am Fahrbahnaußenrand über Bankettmulden gefasst und versickert. Bei Starkniederschlägen wird das Niederschlagswasser über Ablaufschächte und Transportleitungen in die am Böschungsfuß vorhandenen dränierten Gräben abgeführt. Das Wasser wird dort nach einer Sickerpassage in Sickerleitungen gesammelt, nach Norden geleitet und über Ablaufschächte mit Drosseleinrichtung in die Neuländer Wettern eingeleitet.

Im Entwässerungsabschnitt liegen auch zwei Brückenbauwerke, deren anfallendes Niederschlagswasser ebenfalls in die Gräben abgegeben wird. Die Transportleitungen werden jeweils unter der Lärmschutzwand hindurch in den Filtergraben geführt.

Ø Entwässerungsabschnitt 3:

Der Entwässerungsabschnitt 3 der A 1 erstreckt sich vom nördlichen Widerlager des BW 485 bis zu den Gradientenhochpunkten der A 1 auf der Süderelbbrücke. Für die Richtungsfahrbahn Bremen (Westseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 31+755 bis 32+167.

Für die Richtungsfahrbahn Lübeck (Ostseite) umfasst dies eine Strecke zwischen Bau-km 31+742 bis 32+142. Das auf den Richtungsfahrbahnen anfallende Wasser wird am Fahrbahnaußenrand über Rinnen gefasst und in die im Bankett befindlichen Transportleitungen abgeführt. Vor dem BW 485 wird die Leitung nach Osten abgeschlagen und der nordöstlich BW 485 geplanten Retentionsbodenfilteranlage RBFA 1 zugeführt.

Die Lage der Ablaufleitung der RBFA 1 ist im Bereich des östlich der A 1 verlaufenden Radweges geplant. Die Rohrquerung im Bereich der Deichlinie ist oberhalb der neu geplanten Spundwand (OK bei 9,0 m NHN) vorgesehen. Diese Umsetzung bedingt ein Pumpwerk mit einer Förderhöhe von ca. 6,3 m vor der Spundwand, welches das abfließende Wasser auf ein Niveau oberhalb der Spundwandoberkante fördert, um eine aufwändige Spundwanddurchdringung zu vermeiden.

Ø Entwässerungsabschnitt 4:

Der Entwässerungsabschnitt 4 der A 1 erstreckt sich vom Gradientenhochpunkt der A 1 auf der Süderelbbrücke bis zum Ende der Planfeststellungsgrenze der VKE 714.3 bei Bau-km 32+580. Die Entwässerung der A 1 erfolgt in diesem Abschnitt rohrgebunden und nach Richtungsfahrbahnen getrennt. Der letzte planmäßige Entwässerungsschacht befindet sich bei Bau-km 32+560. Anschließend wird das anfallende Niederschlagswasser über Transportleitungen nach Norden in den mittleren Bauabschnitt der A 1 (VKE 714.2) abgeführt und der dort geplanten Retentionsbodenfilteranlage RBFA 4 zugeführt.

Die Baustrecke quert die Hauptdeichlinie des Moorwerder/Stillhorner Hauptdeichs. Die Hauptdeichlinie wird als Hochwasserschutzwand unter der A 1 geführt. Die Regenwasserkanäle müssen durch die Hochwasserschutzwand geführt werden (Siehe U1 Kapitel 1.1). Gemäß den TR HWS-Bau ist für die Leitungskreuzung ein Stahlmantelrohr, sowie eine redundant ausgeführte Ringraumdichtung vorzusehen. Die geplanten Deckenhöhen der A 1 liegen wasserseitig deutlich über dem angesetzten Bemessungswasserstand (9 m NHN). Aufgrund dessen kann auf eine entsprechende Absperreinrichtung verzichtet werden.

4. Niederschlagseinleitung

In der VKE 714.3 der A 1 ist eine gedrosselte Einleitung von Niederschlagswasser über die drainierten Gräben in die Fünfhausener-Landweg-Wettern und Neuländer Wettern vorgesehen. Des Weiteren entwässern die Ablaufbauwerke der geplanten RBFA in die Vorfluter Süderelbe (RBFA 1) und den Graben zur Stillhorner Wettern (RBFA 4 aus der VKE 714.2):

Nr.	Einleitstelle	Bau-km A 1	Einleitmenge	Rechtswert	Hochwert	Träger der Einleitung
				LS 320		
Entwässerungsabschnitt 1						
1	Fünfhausener-Landweg-Wettern	30+757	17 l/(s·ha) = 21,7 l/s	3568087	5926572	Bundesrepublik Deutschland
2	Fünfhausener-Landweg-Wettern	30+727	17 l/(s·ha) = 21,2 l/s	3568167	5926588	Bundesrepublik Deutschland
3	Fünfhausener-Landweg-Wettern	30+762	17 l/(s·ha) = 7,0 l/s	3568087	5926576	Bundesrepublik Deutschland
Entwässerungsabschnitt 2						
4	Neuländer Wettern	31+571	3 l/(s·ha) = 3,9l/s	3568030	5927387	Bundesrepublik Deutschland
5	Neuländer Wettern	31+574	3 l/(s·ha) = 3,7 l/s	3567956	5927379	Bundesrepublik Deutschland
6	Neuländer Wettern	31+577	3 l/(s·ha) = 0,6 l/s	3568028	5927393	Bundesrepublik Deutschland
7	Neuländer Wettern	31+579	3 l/(s·ha) = 0,6 l/s	3567955	5927384	Bundesrepublik Deutschland
Entwässerungsabschnitt 3						
8	RBFA 1; Süderelbe	31+940	0,05 l/(s*m² _{RBFA}) = 14,2 l/s	3567979	5927753	Bundesrepublik Deutschland
Entwässerungsabschnitt 4						
9	RBFA 4; Graben zu Stillhorner Wettern	32+899	0,05 l/(s*m² _{RBFA}) = 16,2 l/s	3567979	5927753	Bundesrepublik Deutschland

Darüber hinaus sind breitflächige Versickerungen von Straßenoberflächenwasser über die bewachsenen Bodenzonen der Bankette und Böschungen entlang der Trasse in das Grundwasser vorgesehen. Die detaillierten Einleitmengen sind in der Unterlage 18.2 zusammengestellt.

5. Berechnungsgrundlagen

Die Dimensionierung der Entwässerungsanlagen erfolgte nach den "Richtlinien für die Entwässerung von Straßen" (REwS, Ausgabe 2021), den Regelwerken der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) sowie gemäß den Vorgaben des Bezirksamtes Harburg / MR 511.

Ø Regenspende

Als Bemessungsregen mit einer Niederschlagsdauer von $D = 15$ min wurde gemäß KOSTRA-DWD-Niederschlagshöhen und -spenden für den Bereich Hamburg (siehe Seite 2 der Unterlage 18.2) eine Regenspende von $r_{15(n=1)} = 103,3 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ angesetzt.

Ø Regenhäufigkeiten/Wiederkehrzeiten

- Entwässerung von Fahrbahnflächen über dränierte Filtergräben/Versickerungsmulden $n = 0,033 \quad T = 30 \text{ a}$
- Rohrleitungen (Fahrbahnrand) $n = 1,0 \quad T = 1 \text{ a}$
- Retentionsbodenfilteranlage $n = 0,2 \quad T = 5 \text{ a}$

Ø Spitzenabflussbeiwerte

- Fahrbahnen generell (da Verlustrate über die bewachsene Bodenzone berücksichtigt wird) $\psi_s = 0,9^1$
- bewachsene Bodenzone $\psi_s = \psi_{s,\text{äqui}}$

Ø Berechnung des Regenabflusses

Für die Ermittlung des Regenabflusses wurde das Zeitbeiwertverfahren angewandt.

Der Spitzenabfluss ergibt sich aus der Formel:

$$Q = r_{D(T)} \times S A_E \times \psi_s \quad [\text{l/s}]$$

$$i = 1$$

Hierin bedeuten:	Q	$[\text{l/s}]$	Oberflächenabfluss
	$r_{D(T)}$	$[\text{l/s ha}]$	Regenspende (nach KOSTRA – Atlas)
	A_E	$[\text{ha}]$	Größe der Entwässerungsfläche
	ψ_s		Spitzenabflussbeiwert von Fläche A_E

¹ Für OPA ist gemäß REwS der Ansatz von $\psi_s = 0,6$ möglich, für Anlagen zur Versickerung und Speicherung ist allerdings derselbe Abflussbeiwert ($\psi_s = 0,9$) wie für dichte Belege maßgeblich.

Ø Berücksichtigung der bewachsenen Bodenzone

Unter Bezugnahme zu den Hinweisen der REwS 21 Pkt. 3.5.3.3 wurden folgende Verlustraten (Versickerungsraten/Infiltrationsraten) angesetzt:

$$q_v = 10 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \rightarrow \text{Bankette}$$

$$q_v = 150 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \rightarrow \text{Versickerungsmulden}$$

$$q_v = 200 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \rightarrow \text{Dammböschungen.}$$

Der Wert für die Dammböschung wurde gewählt, da auf Grund der regional vorherrschenden Böden von einer Dammschüttung aus zumindest teilweise wasserdurchlässigem Material ausgegangen werden kann.

Zum Vergleich zu der Betrachtung mit dem Spitzenabflussbeiwert Y_s wird ein äquivalenter Spitzenabflussbeiwert $Y_{s,\text{äqui}}$ in Abhängigkeit von der betrachteten Regenspende ermittelt.

$$Y_{s,\text{äqui}} = (r_{D(T)} - q_v)/r_{D(T)}$$

Der äquivalente Abflussbeiwert kann negative Werte annehmen. Dies bedeutet, dass Abflüsse aus den direkt angeschlossenen Flächen in den Bereichen der bewachsenen Bodenzone reduziert bzw. insgesamt aufgenommen werden können.

Zur Bemessung der dränierten Dammfußgräben bzw. der Versickerungsmulden im Bereich der Notrufsäulen ist eine differenziertere Betrachtung hinsichtlich der Einzugsflächen erforderlich. Der Abfluss und die undurchlässige Fläche A_U der betroffenen Bereiche „bewachsene Bodenzone“ werden nur bei positiv ermittelten Werten zur Bemessung der nachfolgenden Anlagen berücksichtigt.

Die Verwendung der mit $Y_{s,\text{äqui}}$ (Vereinfachung; vgl. REwS 21 Abs. 3.5.4) ermittelten undurchlässigen Fläche ($A_{\text{red}} = A_U$) führt nicht zur Unterdimensionierung der Rückhalteinlagen nach DWA-A 117 und DWA-A 138. Die Berechnungsformel nach DWA-A 117 bzw. DWA-A 138 behält ihre Gültigkeit: $V = (Q_{Zu} - Q_{A/S}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$.

Ø Bemessung des Regenrückhalteraums

Die Dimensionierung der Regenrückhalteanlage (RBFA) erfolgte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 (einfaches Verfahren). Für die jeweilige Dauerstufe ergibt sich das spezifische Volumen zu:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

mit

- $V_{s,u}$ Spezifisches Speichervolumen, bezogen auf A_u in m^3/ha
 $r_{D,n}$ Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n in $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ → hier Festlegung $T = 5 \text{ a}$
 $q_{Dr,R,u}$ Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A_u in $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
 D Dauerstufe in min
 f_z Zuschlagsfaktor (–) → hier Festlegung $f_z = 1,0$
 f_A Abminderungsfaktor (–) in Abhängigkeit von t_f , $q_{Dr,r,u}$ und n nach DWA-A 117
 f_{Tol} +15 % Aufschlag auf KOSTRA-Daten (gem. Auflage Bezirksamt HH-Harburg)
0,06 Dimensionsfaktor zur Umrechnung von l/s in m^3/min

Bei Überschreitung der Einstauhöhe für ein 5-jährliches Regenereignis erfolgt ein Notüberlauf über eine Notüberlaufkerbe in das angrenzende Gelände und von dort in ein vorhandenes Grabensystem.

Ø Bemessung des Bodenfilters

Die Bemessung des Bodenfilters erfolgte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 178:

- spezifische Bodenfilteroberfläche $A_F = 100 \text{ m}^2/\text{ha}$ angeschlossener befestigte Fläche ($A_{E,b,a}$)
- nutzbare Einstauhöhe im Retentionsraum $h_{RR} \geq 0,5 \text{ m}$
- Aufbau Bodenfilter:
 - 5 cm Deckschicht
 - 50 cm Filterkörper
 - 20 cm Kiesrigole mit Dränsaugern ($DN \geq 150$) und Dränsammlern ($DN \geq 200$)

Ø Bemessung der Vorstufe (Geschiebeschacht)

Die Bemessung der Vorstufe erfolgte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 178 und der REwS:

- $L : B \geq 3 : 1$
- $B \geq 1,7 \text{ m}$
- Zulaufrohr zur Hälfte eingestaut
- Dauerwasserspiegel mind. 0,7 m über OK Sammelraum
- Grobstoffsammelraum $\geq 0,5 \text{ m}^3/\text{ha } A_{E,b,a}$
- Tauchwand mit Eintauchtiefe $\geq 40 \text{ cm}$
- Volumen für den Leichtflüssigkeitsrückhalt $\geq 5 \text{ m}^3$

Ø Bemessung der Pumpanlage hinter der RBFA 1

Die Bemessung der Pumpanlage erfolgt im Zuge der Ausführungsplanung. Die Pumpanlage muss folgende Parameter erfüllen:

- Förderhöhe $\geq 6 \text{ m}$
- Fördermenge $Q_{\max} \approx 2 * Q_{Dr} = 28 \text{ l/s}$ bzw. $100 \text{ m}^3/\text{h}$
- notwendige Druckrohrleitung mit $d_i \geq 200 \text{ mm}$

6. Behandlung und Rückhaltung von Straßenoberflächenwasser

6.1 Forderungen der REwS 21

Gemäß REwS 21 ist die einfachste und umweltfreundlichste Möglichkeit der Beseitigung von Straßenoberflächenwasser, der natürliche Abfluss ohne vorherige Sammlung. Das Wasser fließt oberflächlich ab und versickert breitflächig über Bankette, Böschungen und Mulden. Bei der breitflächigen Versickerung über die bewachsene Bodenzone werden die partikulären Schadstoffe besonders effektiv herausgefiltert und viele gelöste Stoffe durch Sorption zurückgehalten.

Ein zusätzliches Behandlungserfordernis ergibt sich nicht, wenn durch breitflächige Ableitung und Versickerung auf Straßenböschungen, Mulden und Gräben der rechnerische Nachweis entsprechend der REwS erbracht wird, dass sich für die kritische Regenspende r_{krit} (meist $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha))}$ kein abzuleitender Oberflächenabfluss ergibt. Eine kritische Regenspende von $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ wird in der Regel von $\leq 10 \%$ des Jahresniederschlagsabflusses überschritten.

Eine Regenwasserbehandlungsanlage ist dann nur noch in seltenen Ausnahmefällen erforderlich.

In der Unterlage 18.2 wurde nachgewiesen, dass beim Ansatz der kritischen Regenspende $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ im Entwässerungsabschnitt 1 bei einer mindestens 1,54 m breiten Böschung, kein Oberflächenabfluss entsteht. Die Böschungsbreiten sind mit mindestens 2,00 m geplant. Das Behandlungsziel gemäß REwS wird somit im gesamten Entwässerungsabschnitt 1 erreicht.

Des Weiteren wird nachgewiesen, dass beim Ansatz einer kritischen Regenspende $r_{\text{krit}} = 8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$, die ungefähr 82 % der Regenereignisse abdeckt, im Entwässerungsabschnitt 2 bei einer mindestens 1,07 m breiten Bankettmulde kein Oberflächenabfluss entsteht. Die Bankettmulden sind mit einer Breite von 1,50 m geplant. In die Mulden werden Stauschwellen eingebaut, wodurch eine Zwischenspeicherung der Fahrbahnabflüsse ermöglicht wird. Dadurch wird auch im EA 2 eine Behandlung von > 90 % der Abflüsse erreicht.

6.2 Nachweis über die Regenwasserbehandlung gemäß REwS 21

Straßenniederschlagswasser muss vor der Einleitung in ein Vorflutgewässer gereinigt werden. Der Nachweis der ausreichenden Reinigung ist mit dem Bewertungsverfahren gemäß REwS 21 erbracht.

6.2.1 Auswirkungen von Asphaltdeckschichten aus OPA auf die Verfrachtung von partikulären (Schad-) Stoffen

Fahrbahndeckschichten aus offenporigem Asphalt können als hohlraumreiche Medien betrachtet werden. In den Hohlräumen werden sowohl grobe als auch feine Partikel dauerhaft zurückgehalten, so dass eine Verfrachtung der partikulären (Schad-) Stoffe mit dem Niederschlagswasser zu Regenwasserbehandlungsanlagen nur eingeschränkt stattfindet. Erste wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass dieser Stoffrückhalt beträchtlich ist und den größten Teil der entstehenden Fracht ausmacht.

In dem hier behandelten Planungsabschnitt der A1 sind Fahrbahndecken aus OPA vorgesehen.

Da die Datenlage zum Stoffrückhalt von offenporigen Fahrbahnbelägen insgesamt noch nicht ausreicht und die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung noch nicht veröffentlicht sind, wurde dieser Stoffrückhalt in den nachfolgenden Behandlungsnachweisen nicht berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass alle Nachweise mit sehr hohen Reserven auf der sicheren Seite liegen.

6.2.2 Flächenermittlung

Die Flächenermittlung erfolgt pauschal für die angeschlossenen befestigten Flächen (Straßen, Brücken inkl. Kappen etc.) je Entwässerungsabschnitt. Dabei werden die angeschlossenen Flächen in der Horizontalprojektion ermittelt. Eingang finden diese Werte dann in dem jeweiligen Bewertungsblatt am Ende von Unterlage 18.2.

6.2.3 Bewertung

In das Bewertungsblatt finden folgende Werte Eingang:

Tabelle 1: Mittlere AFS63 Abtragsfracht von Außerortsstraßen gemäß REwS

Flächenspezifizierung	Kategorie	$b_{R,a,AFS63}$ [kg/(ha·a)]
Straße DTV > 15.000 Kfz/h	III	550

Tabelle 2: Resultierender Stoffabtrag $B_{R,a,AFS63}$

Entwässerungsabschnitt (EA)	angeschlossene befestigte Fläche $A_{b,a}$ [ha]	$B_{R,a,AFS63}$ (jährlicher Stoffabtrag AFS63 durch Regenwasserabfluss) [kg/a]
1	3,10	1.707
2	2,90	1.592
3	1,78	978
4	1,81	998

$$b_{R,e,zul,AFS63} = 280 \text{ kg/(ha·a)}$$

Tabelle 3: erforderliche Wirkungsgrade η_{erf} für die Behandlungsanlagen gemäß REwS

Flächenspezifizierung	Kategorie	erf. Wirkungsgrad η_{erf} [%]
Straße DTV > 15.000 Kfz/h	III	50

Tabelle 4: Wirkungsgrade η_{vorh} für Behandlungsanlagen und Eignung

Flächenspezifizierung	mögl. Wirkungsgrad η [%]	geeignet für Kategorie
Flächenversickerung und Versickerungsanlagen (mit ≥ 30 cm bewachsener Bodenzone)	> 95	I – III
Retentionsbodenfilteranlage gem. DWA-A 178	95	II – III

6.2.4 Ergebnis der Regenwasserbehandlung

Bei allen Vorflutern ist laut Richtlinie REwS 21 eine Regenwasserbehandlung notwendig. Folgende wurden gewählt:

Tabelle 5: Ergebnisse der Regenwasserbehandlung

Entw.-abschnitte	Ergebnis nach REwS 21		
	η_{erf} [%]	η_{ges} [%]	durch
EA 1	50	95	Versickerung durch bewachsene Bodenzone der Böschungen; Versickerung durch 30 cm bewachsene Bodenzone der Filtergräben und Ableitung über Dränageleitungen in Vorfluter (Fünfhausener-Landweg-Wettern)
EA 2	50	95	Versickerung durch 20 cm bewachsene Bodenzone der Bankettmulden; Versickerung durch 30 cm bewachsene Bodenzone der Filtergräben und Ableitung über Dränageleitungen in Vorfluter (Neuländer Wettern)
EA 3	50	92	geschlossene Entwässerung mit Reinigung in Retentionsbodenfilteranlage und Ableitung in Süderelbe
EA 4	50	92	geschlossene Entwässerung mit Reinigung in Retentionsbodenfilteranlage und Ableitung in Graben zur Stillhorner Wettern

7. Sonstige Entwässerungsanlagen

7.1 Grabendurchlässe

Im Zuge der VKE 714.3 der A 1 kommt es zu mehreren Querungen der bestehenden sowie der umzuverlegenden Gräben. Die notwendigen Querungen werden aus ökologischen Gesichtspunkten mittels Brückenbauwerken realisiert, so dass keine Einschränkungen im bestehenden Abflussquerschnitt entstehen.

7.2 Rohrleitungen und Schächte

Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgt nach den DWA-Richtlinien und in Anlehnung an die REwS 21. Die betriebliche Rauheit der Rohrleitungen wurde mit $k_b = 0,75$ mm angesetzt.

Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgte auf der Grundlage hydraulischer Tabellenwerke für einen maximalen Auslastungsgrad von 100 %.

Folgende Grenzwerte, bezogen auf den Innendurchmesser des Rohres d , sind bei der Festlegung des Gefälles I zu beachten :

- - maximale Neigung $I = 1 : d$ (d in cm)
- - minimale Neigung $I = 1 : d$ (d in mm)

Die Schächte werden entsprechend der Regelausführungen der REwS 21 und gemäß DWA-A 157 ausgebildet. Als Fertigteilschächte sollen sie den Forderungen der DIN 4034 Teil 1 entsprechen. Der Schachtabstand innerhalb der Strecke wurde nach geometrischen Gesichtspunkten zwischen 6,5 und 80 m gewählt.

Abkürzungsverzeichnis

A 1	Autobahn 1
AD	Autobahndreieck
AS	Anschlussstelle
Bau-km	Baukilometer
BW	Bauwerk
DN	Durchmessernennweite
EA	Entwässerungsabschnitt
GOK	Geländeoberkante
MHW	mittlerer höchster Grundwasserstand
OK	Oberkante
RBFA	Retentionsbodenfilteranlage
VKE	Verkehrseinheit

Literatur- und Quellenverzeichnis

REWS 2021

Richtlinien für die Entwässerung von Straßen; Forschungsgesellschaft für Straßenbau und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“; Ausgabe 2021

KOSTRA-ATLAS 2010R:

Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen unter Beachtung des Revisionsberichtes des DWD vom April 2022; Deutscher Wetterdienst, Abt. Hydrometeorologie; Offenbach, 04/2022

DWA-A 102-1/BWK-A 3-1

Arbeitsblatt DWA-A 102-1/BWK-A 3-1: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 1: Allgemeines

DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; Dezember 2020; Stand: korrigierte Fassung Oktober 2021

DWA-A 117

Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; Dezember 2013; Stand: korrigierte Fassung Februar 2014

DWA-A 118

Arbeitsblatt DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; März 2006; Stand: korrigierte Fassung 2011

DWA-A 138

Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; April 2005; Stand: korrigierte Fassung März 2006

DWA-A 178

Arbeitsblatt DWA-A 178: Retentionsbodenfilteranlagen; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; Juni 2019; Stand: korrigierte Fassung Oktober 2019

Geotechnischer Bericht Strecke zum Bauvorhaben A 1, achtsreifige Erweiterung zwischen dem AD HH-Südost und der AS HH-Harburg: Planungsabschnitt AD Süderelbe bis AS Harburg, Betr.-km 155+962 bis Betr.-km 158+267, Band 1, Revision 1, Projektnummer 18-1226, IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg, 17.12.2020

Geotechnischer Bericht Strecke zum Bauvorhaben A 1, achtsreifige Erweiterung zwischen dem AD HH-Südost und der AS HH-Harburg: Planungsabschnitt AD Süderelbe bis AS Harburg, Betr.-km 155+962 bis Betr.-km 158+267, Band 2, Revision 1, Projektnummer 18-1226, IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg, 03.12.2020

M Geok E

Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues, 2016

Aufgestellt:

Halle, den 31.03.2022

gez.



Meyer



Lehmert

Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH