



16. Entwässerung



16.1. Entwässerung Endzustand

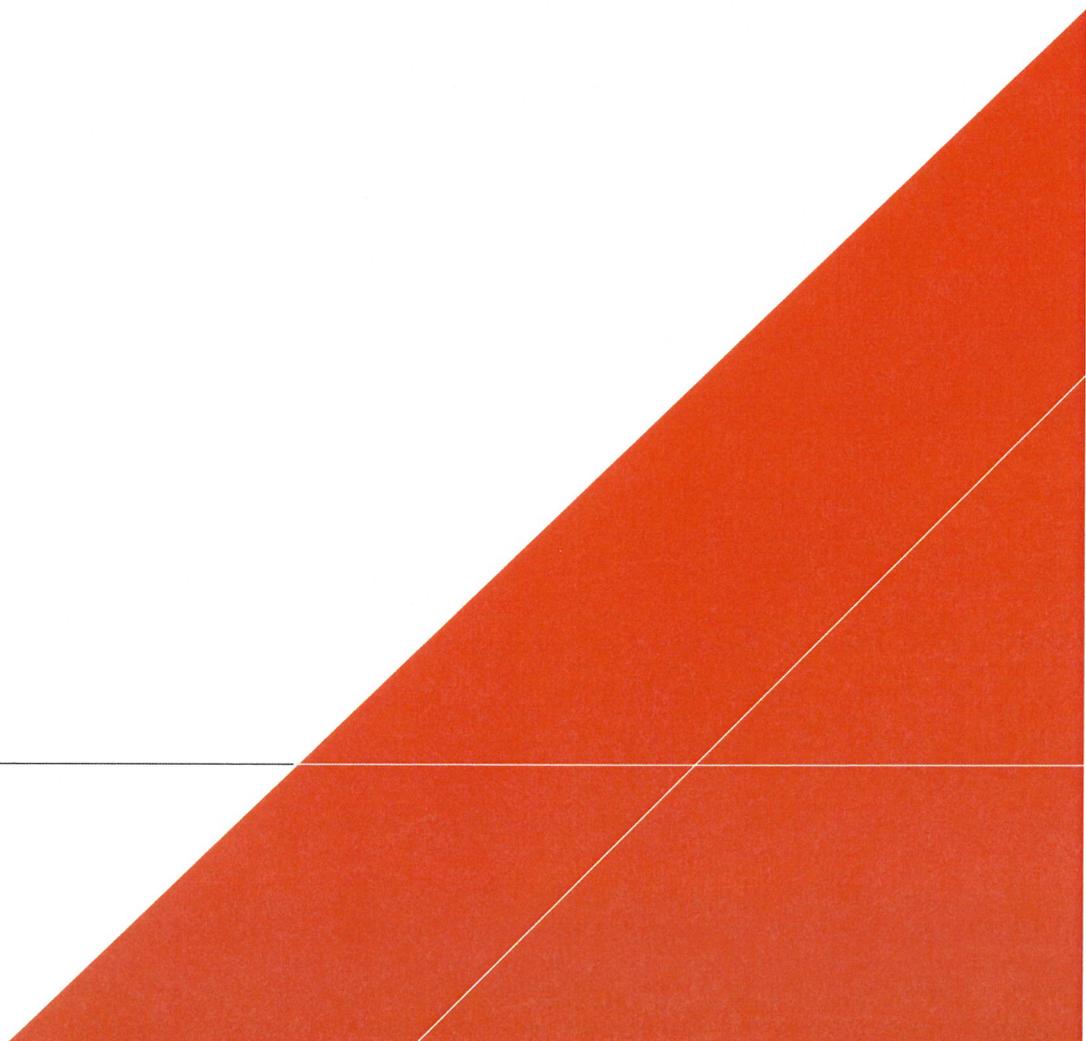
U6 ERTÜCHTIGUNG DES GLEISUNTERBAUS

ENTWÄSSERUNGSENTWURF FÜR DIE DAMMSTRECKE

Erläuterungsbericht

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR

28. FEBRUAR 2020



Ansprechpartner

BERIT LUBOSCH
Projektleiterin

T + 49 30 / 767585 900
M + 49 151 4670 1821
E berit.lubosch@arcadis.com

Arcadis Germany GmbH
EUREF-Campus 10
10829 Berlin
Deutschland

INHALT

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Veranlassung	4
1.2	Grundlagendaten	4
1.3	Baugrundverhältnisse	4
1.4	Grundwasser	5
2	BESTAND	6
2.1	Beschreibung der vorhandenen Entwässerungsanlagen	6
2.2	Gewässer	6
2.3	Planungsvorgaben	7
3	ENTWÄSSERUNGSPLANUNG	8
3.1	Planungsumfang	8
3.2	Flächenermittlung	8
3.3	Entwässerungsschema	10
3.4	Bewertungsverfahren DWA-M 153	10
3.4.1	Berechnungsparameter	10
3.4.2	Dammbereich außerhalb von Wasserschutzgebieten	11
3.4.3	Dammbereich innerhalb von Wasserschutzgebieten	12
3.4.4	Auswertung	12
3.5	Berechnung der notwendigen Versickerungsfläche nach DWA-A 138	12
4	ABKÜRZUNGEN	13
	IMPRESSUM	14

1 ALLGEMEINES

1.1 Veranlassung

Die Berliner Verkehrsbetriebe (kurz: BVG) sind für den öffentlichen Personennahverkehr in Berlin und Umland zuständig und bedienen das Stadtgebiet mit U-Bahnen, Straßenbahnen und Omnibussen. Die U-Bahnlinie U6 verläuft von dem Bezirk Reinickendorf, Station: Alt-Tegel, bis nach Mariendorf, Station Alt-Mariendorf. Zwischen den Stationen U-Bhf. Borsigwerke und U-Bhf. Kurt-Schumacher-Platz verläuft die Line in Dammlage. Dieser wurde im Jahr 1958 errichtet und seither baulich nicht verändert.

Der vorhandene Bahndamm weist eine Vielzahl von Mängeln auf. Die Dammschulter ist brüchig, der vorhandene Kabelkanal ist abgängig sowie Trogbauwerke zeigen starke bauliche Schäden. Im Zuge von Instandsetzungsarbeiten sind Langsamfahrstellen angeordnet worden, um den sicheren Bahnverkehr zu gewährleisten.

Der zu sanierende Streckenabschnitt erstreckt sich vom Tunnelportal km 95,1+73 hinter dem Bahnhof Borsigwerke bis zum Weichenende km 98,2+30 vor dem Bahnhof Kurt-Schumacher-Platz.

Die geplante Dammsanierung dient der Sicherung der Personenbeförderung unter Berücksichtigung der zukünftigen Anforderungen einer wachsenden Stadt. Die Erforderlichkeit ist darin begründet, dass die derzeitige Dammsicherheit nicht nachgewiesen werden kann und Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind.

1.2 Grundlagendaten

Für die Planung des Entwässerungskonzeptes lagen folgende Grundlagendaten vor:

- Geotechnischer Entwurfsbericht (Revision 01) „Linie U6, Sanierung der Dammstrecke zwischen Bhf. Borsigwerke und Bhf. Kurt-Schumacher-Platz“ vom 24.05.2019.
- Geotechnischer Bericht „Linie U6, Sanierung der Dammstrecke zwischen Bhf. Borsigwerke und Bhf. Kurt-Schumacher-Platz“ vom 15.12.2017.
- BVG, VBI – Technisches Büro U-Bahn (BA3): Bestands- und Bauwerkspläne, Grundrisse und Querschnitte, Bauwerksnummer C511-C528 der Linie U6.
- KOSTRA-2010R-DWD für die Niederschlagsstation Berlin.
- DWA-A 138 sowie DWA-M 153.

1.3 Baugrundverhältnisse

Die anstehenden Böden sind im Geotechnischen (Entwurfs-)bericht vom 24.05.2019 sowie 15.12.2017 beschrieben und hinsichtlich ihrer Eignung für die geplante Maßnahme beurteilt. Die gezielte Eignung für die Versickerungsfähigkeit des Bodens wurde nicht beurteilt.

Der aufgeschüttete Damm besteht aus Sanden, die bereichsweise auch schluffige Beimengungen enthalten. Darunter folgen anstehende Mittelsande, die örtlich auch Anteile an Grobsanden, Feinkiesen und Schluff enthalten können. Die aufgefüllten Sande bestehen überwiegend aus feinsandigen Mittelsanden bzw. mittelsandigen Feinsanden, die neben grobsandigen und kiesigen Anteilen örtlich auch schluffige Beimengungen enthalten können. Die Sande sind, außerhalb der Gleisanlagen, sehr locke bis locker gelagert. In tieferen Schichten können diese auch locker bis mitteldicht gelagert sein.

Unterhalb der Dammschüttung sind gewachsene Fein- und Mittelsande vorhanden, die bereichsweise auch grobsandige und kiesige, sowie schluffige Beimengungen enthalten. Die Lagerung ist als locker bis mitteldicht einzustufen.

Für die zwei Schichten sind folgende bodenmechanischen Kennwerte analysiert worden.

Schicht	Boden- gruppe nach 18196	DIN	Wichte des feuchten Bodens γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Innerer Reibungs- winkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	Durchlässig- keitsbeiwert k_f [m/s]
Auffüllung (Schicht 1)	[SE], [SU]	[SW],	18	8-11	25 – 32,5 ¹⁾	-	15 – 20 ¹⁾	1×10^{-3} – 1×10^{-5} ¹⁾
Fein- und Mittelsande (Schicht 2)	SE, SU, SU*	SW,	19	11	32,5 – 35	0	40 – 50	1×10^{-3} – 5×10^{-6}

Tabella 1: Bodenkennwerte

¹⁾ gilt für sandige Auffüllung

Die gesamte Strecke verläuft zweigleisig auf einem ca. 6 m hohen Damm.

1.4 Grundwasser

Gemäß des Geotechnischen Entwurfsberichts wurde das Grundwasser ca. 3,0 m unterhalb des Dammfußes angetroffen. Unter Berücksichtigung der Grundwassergleichenkarte von Berlin (Stand 2016) liegt der maximal zu erwartende Grundwasserhorizont bei ca. 32,5 m NHN entlang der Dammtrasse. Der Bemessungswasserstand liegt in einer Höhe von rd. 33,0 m NHN. Während der Bauzeit kann ein Bauwasserstand von 32,3 m NHN angenommen werden.

Das Grundwasser ist als nicht betonangreifend eingestuft worden. In Bezug auf die Stahlaggressivität wurde eine geringe Korrosionswahrscheinlichkeit für Loch- und Muldenkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion, durch das Grundwasser festgestellt.

2 BESTAND

2.1 Beschreibung der vorhandenen Entwässerungsanlagen

Im Bestand ist, in den beiden Bereichen der Tunnelportale Borsigwerke und Kurt-Schumacher-Platz, jeweils eine Entwässerungsanlage vorhanden. Das Wasser wird unterhalb der Gleise gefasst und in den Tunnel hineingeführt. Es folgt eine Abführung an den Pumpensumpf.

Vor den Portalen befindet sich die U-Bahnlinie im Einschnitt. In diesem Bereich sind Entwässerungsgräben bahnrechts und -links sowie zwei Sickerschächte jeweils an beiden Seiten vorhanden.

Im Bereich der Hochlage der U-Bahnlinie sowie am Dammfuß sind keine Entwässerungsmaßnahmen und -anlagen vorhanden. Auch an der Dammschulter ist keine Längsentwässerung der U-Bahnstrecke vorhanden. Im Bestand versickert der anfallende Niederschlag über den gesamten Damm.

2.2 Gewässer

Der Bezirk Berlin-Reinickendorf befindet sich im Nordwesten Berlins. Das Gebiet ist geprägt durch eine Vielzahl von Teichen, Becken und Seenlandschaften, wie die beigelegte Übersicht verdeutlicht.

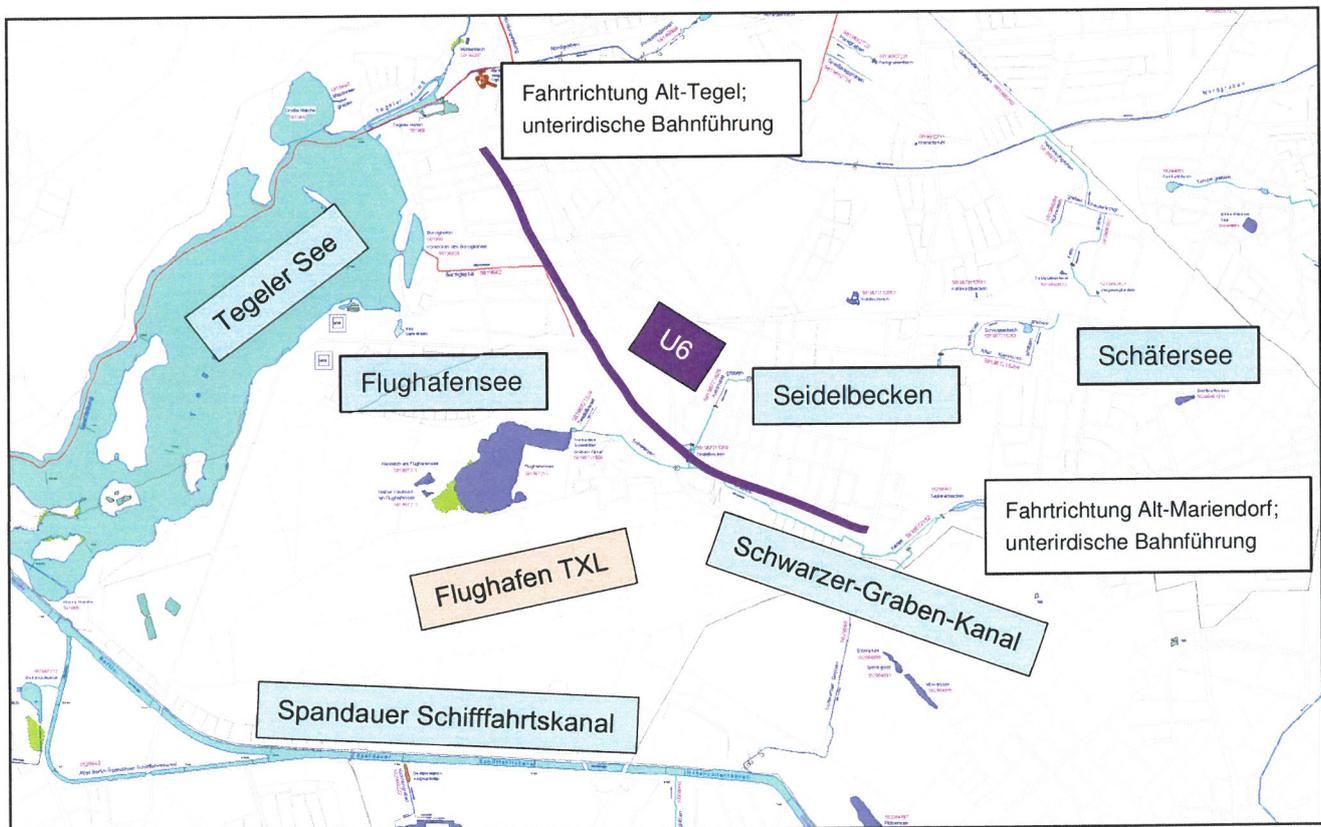


Abbildung 1: Übersicht Gewässerkarte (nach Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, FIS-Broker, 2019)

Die vorhandene Bahntrasse kreuzt im Bereich der Seidelstraßenbrücke den Schwarzen-Graben-Kanal.

2.3 Planungsvorgaben

Als Ergebnis der Bodenuntersuchung sind Empfehlungen für die Sanierung der Gleisanlagen herausgearbeitet worden.

Im Zusammenhang, mit der geplanten Sanierung und dem damit verbundenen Neuaufbau des Gleisober- und -unterbaus, ist der Einbau einer Planumsschutzschicht aus einem wasserdurchlässigen KG 2-Material empfohlen worden. Da die Dammschüttung sowie die Schutzschicht als versickerungsfähig eingestuft sind, kann auf eine Längsentwässerung verzichtet werden.

3 ENTWÄSSERUNGSPLANUNG

3.1 Planungsumfang

Die Dammstrecke entwässert bis dato mittels Versickerung über die Böschungs- und Gleisflächen. Die aktuelle Planung sieht vor, die Dammschulter durch eine Trägerbohlwandkonstruktion zu stützen und den Gleisunter- und -oberbau neu aufzubauen. Die Strecke wird zweigleisig wiederhergestellt. Unterhalb der Gleise wird eine wasserdurchlässige Planumsschutzschicht aus Material Körnungsgruppe 2 eingebaut.

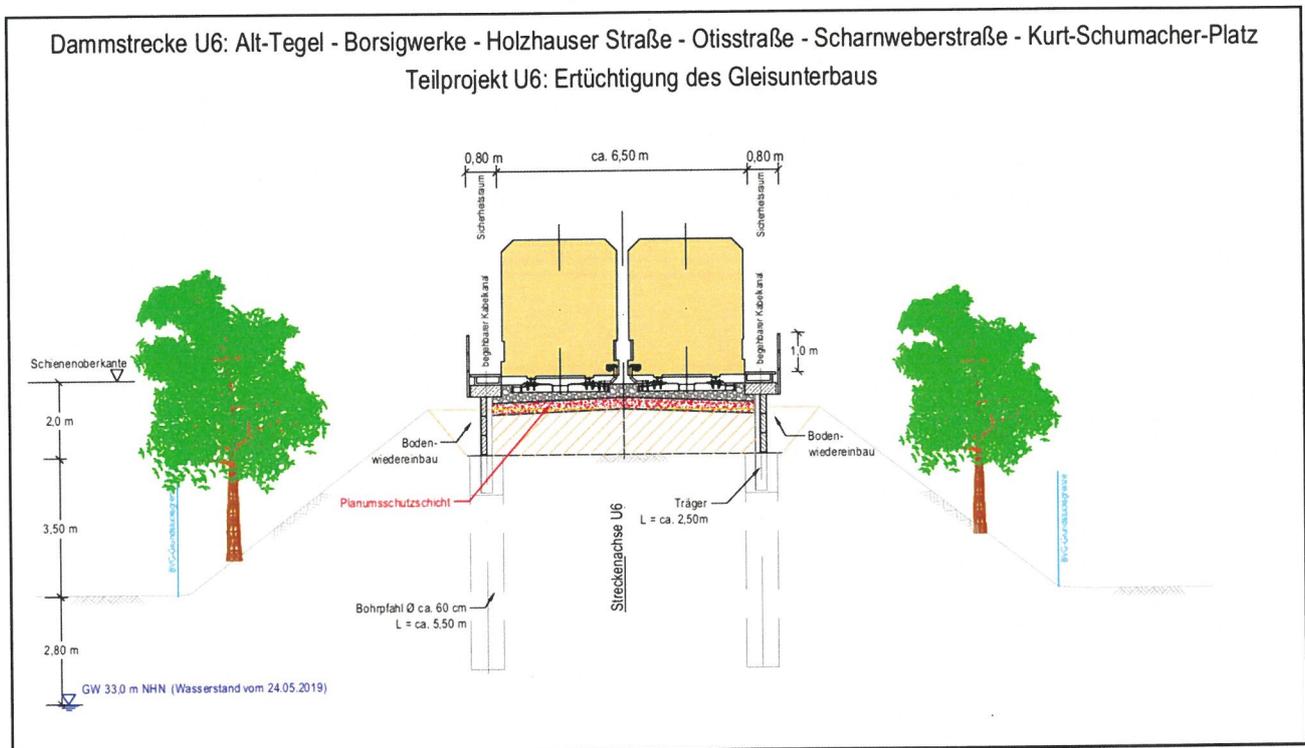


Abbildung 2: Querschnitt der Dammsanierung auf der U-Bahnlinie U6

Für die Bearbeitung der vorliegenden Fragestellung wurde auf das Arbeitsblatt DWA-A 138 mit dem Titel Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser zurückgegriffen sowie das Bewertungsverfahren nach dem Merkblatt DWA-M 153 angewandt.

Für die Berechnung des anfallenden Niederschlages in der Region wird auf den Starkregenatlas KOSTRA des Deutschen Wetterdiensts zurückgegriffen. Bei einem 5-jährigen Regenereignis, in einer Regendauer von 15 min, fällt eine Regenspende $r_{D(T)}$ von 187,1 l / (s x ha) auf die Region Berlin/ Tegel.

3.2 Flächenermittlung

Für die Entwässerungsplanung wurden, exemplarisch für einen 100 m Dammbereich von km 96,1+00 bis 96,2+00, folgende Flächengrößen und -arten berücksichtigt:

- Böschungsflächen (Kies- und Sandboden):
 - Böschungsfläche 1 = bahnlinks, mit einer gemittelten Böschungsbreite von 8,58 m (von Böschungsfuß bis Böschungsschulter)
 - Böschungsfläche 2 = bahnrechts, mit einer mit einer gemittelten Böschungsbreite von 6,53 m (von Böschungsfuß bis Böschungsschulter)
- Straßen, Wege und Plätze (flach) mit lockerem Kiesbelag, Schotterrasen:
 - Gleisbettbreite von 6,76 m

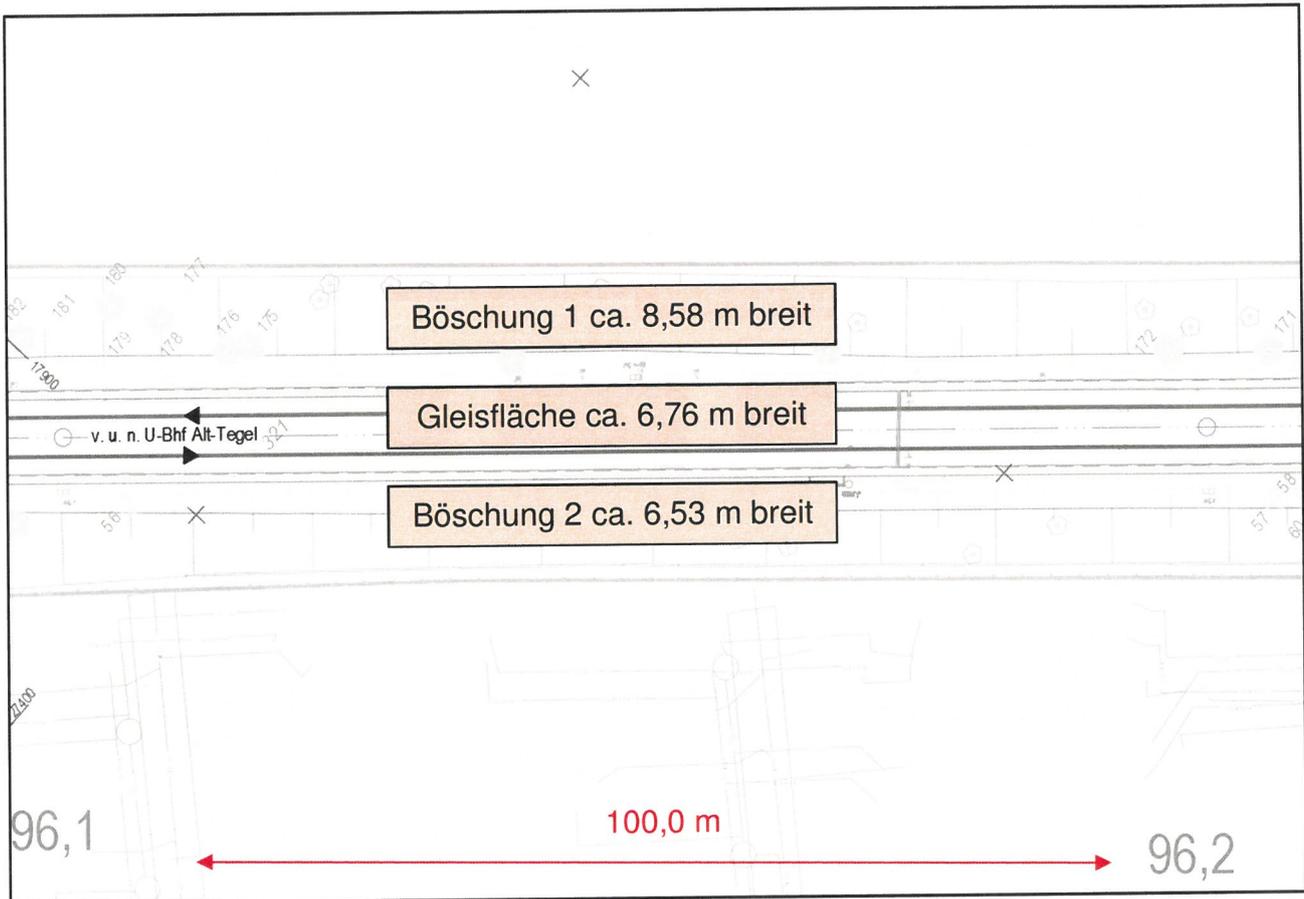


Abbildung 3: Betrachtungsgebiet, exemplarisch 100 m Ausschnitt aus Lageplan

Für einen Dammschnitt von 100 m beträgt die gesamte zu betrachtende Fläche 2.187 m². Die nach DWA-A-138 resultierende abflusswirksame Fläche A_u beträgt 2.187 m².

Flächenart	vorh. Fläche A _E [m ²]	Abflussbeiwert [-]	abflusswirksame Fläche A _u [m ²]
Böschungfläche 1 (bahnlinks)	858	1,0	858
Böschungfläche 2 (bahnrechts)	653	1,0	653
Straßen, Wege und Plätze (flach)	676	1,0	676
Gesamt	2.187		2.187

Tabelle 2: Fläche A_u nach DWA-A 138

Berücksichtigt man die Formel $Q = \Psi * A_E * r_{D,n}$ ergibt sich bei dieser Fläche eine Niederschlagsmenge von 40,92 l/s.

Bei dem betrachteten Abschnitt handelt es sich um einen Abschnitt mit der ungünstigen Bodenbeschaffenheit sowie der geringsten Böschungfläche. Dieser kann charakteristisch für die Bewertung verwandt werden.

3.3 Entwässerungsschema

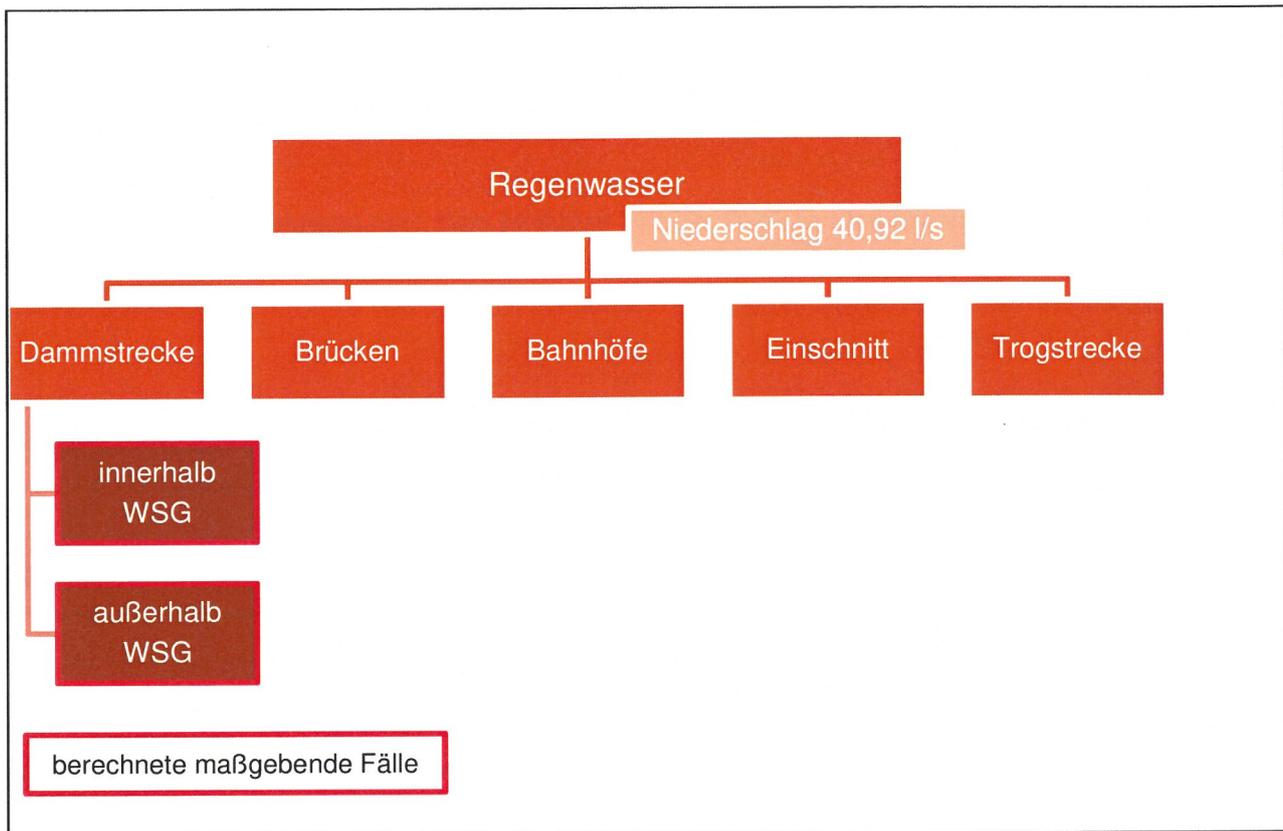


Abbildung 4: Entwässerungsschema

3.4 Bewertungsverfahren DWA-M 153

3.4.1 Berechnungsparameter

Mithilfe des Merkblattes 153 der DWA findet ein Bewertungsverfahren Anwendung, das ermöglicht, die Belastung des ober- und unterirdischen Wassers durch anfallendes Regenwasser qualitativ und quantitativ zu berücksichtigen. Für die Anwendung im Bahnbereich liegen der Bewertung folgende Annahmen zugrunde:

Berechnungsgrundlagen

1. Zugparameter

- Taktung: Montag bis Sonntag, 04:30-06:30 alle 7,3 min
- Zuggattung H (Großprofil): Zuglänge = 98,74 m (entspricht 6 U-Bahnwagen)

2. Vergleichswert zum PKW

- Mittelklassewagen: Kfz-Länge: ca. 4,40 m

3. Vergleichsrechnung

- 1 Zug mit Länge 98,74 m $\hat{=}$ 22,44 Pkw
- 7,3 min Taktung / je Stunde = 8,2 Züge / je Stunde

- 8,2 Züge / je Stunde \cong 197,2 Züge / 24 Stunden
- 197,2 Züge / 24 Stunden \cong 4.427 Kfz / 24 Stunden

Tabelle 3: Berechnungsgrundlagen

Mit dem Bewertungsverfahren nach dem Merkblatt 153 der DWA wurden folgende Abflussbelastungen aus den Flächen ermittelt.

Flächenart	A_u [m ²]	f_i [-]	Flächen F_i / Luft L_i		Abflussbelastung B_i
			Typ	Punkte	
Straßen mit DTV = 300 – 5000 Kfz / 24 h	676	0,309	F4	19	7,107
			L3	4	
Kulturland mit möglichem Regenabfluss	1.511	0,691	F1	5	6,219
			L3	4	
Gesamt	2.187	1,000			13,326

Tabelle 4: Bewertungsverfahren nach DWA-M 153

3.4.2 Dammbereich außerhalb von Wasserschutzgebieten

Da die Dammstrecke der Linie U6 sich weitestgehend außerhalb von Wasserschutzgebieten befindet, dürfen bei dem Verfahren nach DWA-M 153 die Gewässerpunkte 10 (Typ G12) angesetzt werden. Demnach ist die folgende Bedingung nicht erfüllt.

Abflussbelastung B > Gewässerpunkte G = 10.

B = 13,326 > G = 10.

Um die geforderten Gewässerpunkte zu erzielen, wird das Regenwasser im Bereich der Böschung durch 0,2m bewachsende Oberboden versickert. Zudem steht unterhalb der Gleise eine Bodenpassage in einer Mächtigkeit von 5 m an. Der Durchgangswert D weist demnach einen Wert von 0,35 (für das Gleisbett) auf. Da, bereits im Bestand, über die Böschungsflächen ausreichend versickert, wird hier lediglich der ungünstigste Fall mit nur einem Durchgangswert angesetzt.

Somit ergibt sich ein Emissionswert E aus

Abflussbelastung B x Durchgangswert D = Emissionswert E

B x D = E

13,326 x 0,35 = 4,66 = E

Emissionswert E ≤ Gewässerpunkte G.

E = 4,66 ≤ G = 10.

3.4.3 Dammbereich innerhalb von Wasserschutzgebieten

Der Dammbereich, von ca. km 95,45+00 bis zur Brücke Holzhauser Straße km 95,6+26, befindet sich im Wasserschutzgebiet III b. Für diese Gewässerklasse sind 8 Gewässerpunkte (Typ G25) anzusetzen. Auch in diese Bedingung ist, durch die Herabsenkung der Punktzahl, nicht erreicht.

Abflussbelastung B > Gewässerpunkte G = 8.

B = 13,33 > G = 8.

Durch Einrechnung der Durchgangswerte ergibt sich ein folgender Emissionswert aus

Abflussbelastung B x Durchgangswert D = Emissionswert E

B x D = E

13,326 x 0,35 = 4,66 = E

Emissionswert E ≤ Gewässerpunkte G.

E ≤ G.

3.4.4 Auswertung

In dieser Berechnung wird eine Mischfläche, aus Gleisbett und Böschungsflächen, der Rechnung zugrunde gelegt. Um das vorgestellte Bewertungsverfahren anwenden zu können, ist die oben angewandte Vergleichsrechnung zu Kfz je 24h verwendet worden. Für die Einflüsse aus der Luft ist mit einem starken Verkehrsaufkommen gerechnet worden.

Die geforderten Gewässerpunkte werden, durch die Versickerung des Niederschlags an den Böschungsseiten und aufgrund der Mächtigkeit des anstehenden Bodens, unterschritten.

3.5 Berechnung der notwendigen Versickerungsfläche nach DWA-A 138

Mittels der bereits zuvor angesetzten Berechnungsparameter sowie dem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert von 1×10^{-4} m/s ergibt sich eine notwendige Versickerungsfläche.

Folgender Bemessungsregen wurde für die Rechnung ausgewählt:

- Regenhäufigkeit: 5 Jahre
- Dauer des Bemessungsregens: 15 Minuten
- Maßgebende Regenspende: 187,10 l / (s x ha)

Für diese Ausgangswerte ist eine Versickerungsfläche von 1.307,7 m² (siehe Anlage 1) erforderlich. Da die gesamte Fläche des Bahndammes für die Versickerung des Niederschlages zur Verfügung steht, kann das gesamte anfallende Regenwasser Vorort versickern.

4 ABKÜRZUNGEN

A _u	Rechenwert undurchlässige Fläche; Einheit: ha
BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
h	Stunde
Kfz	Kraftfahrzeug
KG	Körnungsgruppe
Km	Kilometer; hier mit Bezug auf Bahnkilometer
Min	Minute
NHN	Normalhöhennull
rd.	rund

IMPRESSUM

ENTWÄSSERUNGSENTWURF
ERLÄUTERUNGSBERICHT

AUFTRAGGEBER

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR

AUTOR

Lukas Goerigk

PROJEKTNUMMER

DE0117.000.363

DATUM

28. Februar 2020

GESEHEN

gez. Jens Metzner
Projektingenieur

ERSTELLT

gez. Lukas Goerigk
Projektingenieur

Arcadis Germany GmbH

EUREF-Campus 10
10829 Berlin
Deutschland
030 767585900

www.arcadis.com