

EKrG §12.1 Einschnitt Kißlegg Ostseite

Km 5,630 – km 6,650

Strecke 4560 Kißlegg - Hergatz

T.016029099

Entwässerungsanlagen Erläuterungsbericht

Wasserrechtliche Unterlagen

DB Netz AG, Regionalbereich Süd

DB Engineering & Consulting GmbH

Region Süd, Planung München

Richelstraße 5

80634 München

31.03.2020

Versionen

Version	Datum	Autor	Änderungen
1.0	19.03.2020	R. Steiner	Ersterstellung

1	Allgemeines	5
2	Bestehender Zustand	5
3	Geologischer und hydrologischer Überblick.....	5
3.1	Allgemeine geologische Verhältnisse	5
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse.....	8
3.3	Altablagerungen, Deponien, weitergehende chemische Untersuchungen	9
4	Entwässerungen/ Grundwasserinanspruchnahmen.....	9
4.1	Geplante Tiefenentwässerung	10
4.2	Geplante Entwässerung der Böschung	10
4.3	Grundwasserinanspruchnahme	10
5	Entwässerungstechnische Berechnungsgrundlagen.....	11
5.1	Regenhäufigkeit n	11
5.2	Regenspende $r_{D,n}$	11
5.3	Abflussbeiwerte	11
5.4	Bewertung nach DWA-M 153	14
5.5	Durchlässigkeitsbeiwert k_f	17
	Siehe Abschnitt 3.2	17
6	Nachweise.....	17
6.1	Hydraulische Dimensionierung Entwässerungsleitungen - Allgemein	17
6.2	Entwässerungstechnische Berechnung-Rohr Tiefenentwässerung	18
6.3	Notwendigkeit des Bewertungsverfahrens nach DWA-A 153...19	
7	Unterlagen.....	20
1	Allgemeines	5
2	Bestehender Zustand	5
3	Geologischer und hydrologischer Überblick.....	5
3.1	Allgemeine geologische Verhältnisse	5

3.2	Hydrogeologische Verhältnisse.....	8
3.3	Altablagerungen, Deponien, weitergehende chemische Untersuchungen	9
4	Entwässerungen/ Grundwasserinanspruchnahmen.....	9
4.1	Geplante Tiefenentwässerung	10
4.2	Geplante Entwässerung der Böschung	10
4.3	Grundwasserinanspruchnahme	10
5	Entwässerungstechnische Berechnungsgrundlagen.....	11
5.1	Regenhäufigkeit n	11
5.2	Regenspende $r_{D,n}$	11
5.3	Abflussbeiwerte	11
5.4	Bewertung nach DWA-M 153	14
5.5	Durchlässigkeitsbeiwert k_f	17
	Siehe Abschnitt 3.2	17
6	Nachweise.....	17
6.1	Hydraulische Dimensionierung Entwässerungsleitungen - Allgemein	17
6.2	Entwässerungstechnische Berechnung-Rohr Tiefenentwässerung	18
6.3	Notwendigkeit des Bewertungsverfahrens nach DWA-A 153...19	
7	Unterlagen.....	20

1 Allgemeines

Auf der derzeit nicht elektrifizierten Strecke 4560 Kißlegg - Hergatz soll die Böschung auf der Ostseite im Einschnitt Kißlegg aufgrund der nicht ausreichenden Standsicherheit saniert werden. Aus der lange andauernden Beobachtung des Bauwerks gab es Hinweise darauf, dass sich die Einschnittsböschung in Bezug auf Standsicherheit nahe dem Grenzgleichgewicht befindet. Die Ergebnisse der geführten Standsicherheitsuntersuchungen zeigten ebenfalls, dass die Einschnittsböschung keine ausreichende Standsicherheit nach den aktuell gültigen Richtlinien und Normen aufweist. Des Weiteren soll eine neue Tiefenentwässerung am Böschungsfuß errichtet werden.

Die Sanierung der Böschung auf der Ostseite des Einschnitts Kißlegg ist als tangierende Maßnahme zur Ausbaustrecke ABS 48 beim Vorhabenträger DB Netz AG eingestuft.

Die vorliegende Untersuchung behandelt die wassertechnische Behandlung des anfallenden Oberflächenwassers im Zuge der Sanierung des Einschnitts Kißlegg Ostseite.

2 Bestehender Zustand

Der Einschnitt Kißlegg befindet sich im Streckenabschnitt Kißlegg - Hergatz von km 5,630 - km 6,650 und ist mit Böschungen auf der Ost- und Westseite mit einer Höhe von bis zu 22,0 m ausgebildet.

Die Entwässerung des Bahnkörpers erfolgt über Oberflächenentwässerung. Die Strecke verläuft teilweise im Rechtsbogen, wodurch ein größerer Teil des auf dem Bahnkörper anfallenden Wassers in die westlich gelegene Entwässerung läuft. Östlich erfolgt die Entwässerung durch eine Tiefenentwässerung mit Rohren DN400. Diese mündet in einen Vorfluter am Ende des Einschnitts gelegen.

Die Böschungsentwässerung erfolgt im Bestand durch 5 Entwässerungsstollen (km 5,926, km 6,002, km 6,072, km 6,129 und km 6,287), die in der Böschung zur gezielten Fassung von Grund- und Schichtenwasserhorizonten hergestellt wurden. Die Portale dieser Stollen sind in der Böschung im Niveau zwischen ca. 632,00 m NN und 650,82 m NN angeordnet. Auch dieses Wasser wird in der Tiefenentwässerung am Böschungsfuß gefasst.

3 Geologischer und hydrologischer Überblick

3.1 Allgemeine geologische Verhältnisse

Geologische Situation

Entsprechend geotechnischem Bericht der DB International GmbH vom 13.03.2014 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich eines würmeiszeitlichen Rückzugs-Moränengürtels mit stark ausgeprägtem Höhenrelief. Nach dem Abschmelzen des Eises in den Eiszerfallsgebieten entstanden unregelmäßige, kuppig-hügelige Formen aus geschichteten, fluvioglazilen Ablagerungen.

Die quartären Ablagerungen bestehen aus geschichteten, teilweise gut sortierten Schmelzwasserkiesen und -sand, die in Gletschertunneln bzw. unter dem Eis abgesetzt wurden.

Mit fortschreitendem Eisrückzug wurden die Schmelzwasserablagerungen von einer weitgehend kiesig-schluffigen Abschmelzmoräne überlagert. Diese, überwiegend schlecht sortierten Kiese enthalten neben einem hohen Feinkornanteil meist auch hohe Beimengen an schlecht gerundeter Steinfraktion.

Der tiefere Untergrund wird im Untersuchungsgebiet durch die tertiären Ton-/Mergelstein und Konglomerate der Oberen Süßwassermolasse (Miozän) aufgebaut. Im Zuge der Erkundungsarbeiten im untersuchten Streckenabschnitt wurde der tertiäre Untergrund nicht aufgeschlossen.

Die beschriebenen geologischen Verhältnisse wurden durch die durchgeführten Aufschlussarbeiten bestätigt.

Schichtenaufbau und Kennwerte

Die folgenden Erkenntnisse stammen aus dem geotechnischen Bericht der DB International GmbH vom 13.03.2014.

Anhand der durchgeführten Untersuchungen lässt sich kein einheitliches Schichtenprofil darstellen.

Im oberen Drittel der Einschnittsböschung wurden überwiegend grob- und gemischtkörnige Moränenablagerungen in Form von schwach schluffigen und schluffigen Kiesen und Sanden mit wechselnden Stein- und Blockanteilen (Bodengruppen GU, GT, SU, ST, SU*, ST*, GU*, GT*) angetroffen.

Darunter folgen fein- und gemischtkörnige Schmelzwassersedimente in Form von Schluffen und Tonen (Bodengruppe UL, TL) mit wechselnden Einschaltungen von schwach schluffigen und schluffigen Sanden und Kiesen (Bodengruppen GU, GT, SU, ST, SU*, ST*, GU*, GT*).

Anstehende Böden und Festgesteine

Exemplarisch werden im Folgenden die Ergebnisse dreier Bohrungen genauer erläutert.

B 201; km 5,925; 652,50 m NN; AP 42,70 m von GA (bl)

Unterhalb der 20 cm dicken Mutterbodenschicht wurden 2 m mächtige locker bis mitteldicht gelagerte Sande / Kiese (SU, GU) angetroffen. Diese lassen sich als schwach schluffig / tonig einstufen. Darunter wurde mit einer Mächtigkeit von 0,80 m schwach sandiger bis stark sandiger halbfester Schluff (UL) angetroffen. Darauf folgen in einer Tiefe von 3,0 m bis 5,0 m unter AP erneut mitteldicht gelagerte schwach schluffige / tonige Sande / Kiese (SU, GU). Darauf folgt 0,50 m mächtiger schluffiger / toniger Sand bzw. Kies (SU*, GU*). Mit einer Mächtigkeit von 1,50 m folgen darauf schwach sandige bis stark sandige Schluff in halbfester Konsistenz (UL). Auf einer Höhe von 7,00 m bis 12,0 m u. AP treten schwache bis stark sandige schluffige Tone in weicher Konsistenz auf (TL, TM). Darauf folgt eine 2,80 m mächtige steifer schwach bis stark sandiger schluffiger Ton (TL, TM). Auf einer Höhe von 16,80 m u. AP folgt eine 0,30 m mächtige Schicht, die aus mitteldicht gelagertem schluffigem / tonigen Kies (SU*, GU*) besteht. Bis zur Endteufe in 32 m u. AP stehen schwach sandige bis stark sandige

schluffige Tone (TL, TM) an. Auf einer Höhe von 17,10 m bis 23,30 m u. AP in steifer Konsistenz, darunter in weicher Konsistenz.

B 203; km 6,072; 661,40 m NN; AP 54,60 m von GA (bl)

Unterhalb der 20 cm dicken Mutterbodenschicht wurden 5,8 m mächtige mitteldicht gelagerte schwach schluffige / tonige Sande / Kiese (SU, GU) angetroffen. Darunter stehen 3,60 m mächtige dicht gelagerte schwach schluffige / tonige Sande / Kiese (SU, GU) an. Auf einer Höhe von 9,60 m bis 10,60 m u. AP liegen dicht gelagerte schluffige / tonige Sande / Kiese (SU*, GU*) vor. Im Bereich von 10,60 m bis 11,80 m u. AP stehen steife schwach bis stark sandige schluffige Tone (TL, TM) an. Darunter liegen mit einer Mächtigkeit von 2,00 m schwach schluffige / tonige Sande / Kiese (SU, GU) vor. Diese weisen eine dichte Lagerung auf. In einer 1,00 m mächtige Schicht stehen darunter weiche Tone / Schluffe an. Im Bereich von 14,80 m bis 16,30 m u. AP liegen laut geotechnischem Bericht schwach schluffige / Tonige Sande / Kiese (SU, GU) in dichter Lagerung vor. Darunter steht eine 11,20 m mächtige Schicht aus schwach bis stark sandigem, schluffigem Ton (TL, TM) an. Im Bereich von 16,30 m bis 19,90 m und 24,90 m bis 17,50 m u. AP weist sie eine weiche Konsistenz auf, dazwischen ein steife. Auf einer Höhe von 17,50 m bis 32,40 m u. AP liegt schwach bis stark sandiger Schluff (UL) in steifer Konsistenz vor. Darunter steht Boden in Form von schwach bis stark sandigem Ton (TL) in weicher Konsistenz an. Dieser weist eine Mächtigkeit von 2,30 m auf. Bis zur Endteufe auf 35,00 m u. AP liegt noch dicht gelagerter schwach schluffiger / toniger Sand / Kies (SU, GU) an.

B 206; km 6,337; 654,40 m NN; AP 40,55 m von GA (bl):

Unterhalb der 40 cm dicken Mutterbodenschicht wurden 3,4 m mächtige schwach schluffige / tonige Sande / Kiese (SU, GU) angetroffen. Diese weisen eine lockere bzw. mitteldichte Lagerung auf, wobei der Übergang nicht genau bestimmt werden konnte. Darunter stehen mit einer Mächtigkeit von 1,40 m schwach bis stark sandige Schluffe (UL) in weicher Konsistenz an. Auf einer Höhe von 5,20 m bis 7,40 m u. AP liegt Boden in Form von schwach bis stark sandigem / schluffigem Ton (TL, TM) in weicher Konsistenz vor. Unter dieser wurde eine 0,90 m mächtige Schicht aus schwach schluffigem / tonigem Sand / Kies (SU, GU) festgestellt. Auf einer Höhe von 8,30 m bis 11,40 m u. AP liegt weicher schwach bis stark sandiger, schluffiger Ton vor (TL, TM). Darunter steht eine 2,80 m mächtige Bodenschicht aus schluffig tonigem Sand / Kies (SU*, GU*) mit mitteldichter Lagerung an. Im Bereich von 14,20 bis 16,50 m u. AP liegt schwach bis stark sandiger, schluffiger Ton (TL, TM) in weicher Konsistenz vor. Unter dieser Schicht liegt eine 0,70 m mächtige, mitteldicht gelagerte schwach schluffige, tonig Sand- / Kiesschicht (SU, GU). Darunter befindet sich Boden in Form von weichen, schwach bis stark sandigen, schluffigen Tonen (TL, TM) mit einer Mächtigkeit von 1,0 m. Auf einer Höhe von 18,20 m bis 23,20 m u. AP steht schwach schluffiger / toniger Sand / Kies (SU, GU) an. Dieser weist eine dichte Lagerung auf. Bis zur Endteufe auf 35,00 m u. AP liegen schluffige / tonige Kiese (SU*, GU*) mit einer dichten Lagerung vor.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Gemäß geotechnischem Gutachten vom 13.03.2014 ist eine Ost-West verlaufenden regionale Wasserscheide ausgebildet, die das Entwässerungssystem in eine nordwestliche Richtung auf die Wolfegger Ach, und eine südwestliche Richtung, auf die Untere Argen hin, unterteilt.

Im Zuge der Erkundungsarbeiten wurden im Dezember 2013 im Bereich der Einschnittsschulter (bahnlinks) neun Grundwassermessstellen erstellt und in verschiedene Niveaus (in Bereichen mit angetroffenem Schichtwasser) verfiltert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Messungen am 14.01.2014 bzw. am 10.03.2014 des Hangwasserspiegels sind in zusammengefasster Form in nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Profil	km Strecke 4560	Aufschluss- Nr.	Ansatz- höhe Bohrung	Tiefe [m]	Pegelausbau		Hang- wasserspiegel (14.01.2014)	Hang- wasserspiegel (10.03.2014)
			[mNN]	[m]	Filterstrecke von/bis		[mNN]	[mNN]
1	5,9+25	B 201	652,5	32,0	14,0	21,0	640,6	640,5
2	6,0+02	B 202	659,0	35,0	22,5	32,5	640,1	640,1
3	6,0+72	B 203	661,4	35,0	11,3	16,3	650,0	649,9
4	6,1+29	B 204	659,4	35,0	12,0	18,0	645,2	645,2
5	6,2+14	B 205	656,9	35,0	11,0	16,0	643,9	643,7
6	6,3+37	B 206	654,4	35,0	18,0	28,0	632,0	631,9
7	6,3+72	B 207	657,0	35,0	10,0	20,0	trocken	trocken
8	6,4+23	B 208	655,6	35,0	21,0	31,0	629,7	629,7
9	6,5+91	B 209	649,9	35,0	20,0	30,0	627,5	627,5

Tabelle 1: Ergebnisse von Wasserstandsmessungen (Hangwasserspiegel) (Quelle: DB International GmbH, 13.03.2014)

In der unmittelbaren Umgebung sind **keine Wasserschutzgebiete** ausgewiesen.

Sickerfähigkeit des Untergrundes

Nach Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ sind Böden für Versickerungsanlagen geeignet, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f im Bereich von 10^{-3} und 10^{-6} m/s liegen. Außerdem sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes (Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab. Sie wird durch den Durchlässigkeitswert (k_f -Wert) ausgedrückt. Bei Lockergestein variiert sie im Allgemeinen zwischen 10^{-2} u. 10^{-10} m/s.

Die erkundeten Sand-Schluffe (SU) werden nach geotechnischem Bericht als durchlässig eingestuft. Der Mittelwert der Durchlässigkeit (nach Beyer) liegt hier bei $4,87 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Sand-Schluffe der Bodengruppe SU* gelten dagegen als schwach durchlässig. Der k_f -Wert nach Beyer konnte nicht ermittelt werden. Die angetroffenen Kiese (GI) gelten als stark durchlässig mit einem k_f -Wert (n. Beyer) von $6,02 \cdot 10^{-3}$ m/s.

s im Mittel. Die Durchlässigkeit der Bodengruppe GU wird als durchlässig eingestuft. Der Mittelwert der Durchlässigkeit liegt hierbei bei $9,76 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Die Durchlässigkeit der Bodengruppe GU* gilt dagegen als schwach durchlässig. Der kf-Wert nach Beyer wurde nicht ermittelt. Die weichen und breiigen Böden der Bodengruppe TL, TM und UL werden als sehr schwach durchlässig eingestuft. Es konnte ebenso kein kf-Wert ermittelt werden. Selbiges gilt für die steifen Böden dieser Bodengruppe und die Böden der Bodengruppe TL und UL.

Der einzelne Schichtenaufbau der jeweiligen Bohrungen kann dem Kapitel 3.1 entnommen werden.

3.3 Altablagerungen, Deponien, weitergehende chemische Untersuchungen

Nach zugrundeliegendem geotechnischem Bericht zeigen die angetroffenen Bodenschichten keine Verunreinigungen und sind als organoleptisch unauffällig zu bewerten.

Entsprechend der Ergebnisse ist der untersuchte Boden nach Eckpunktetpapier dem Zuordnungswert **Z0** zuzuordnen.

4 Entwässerungen/ Grundwasserinanspruchnahmen

Im Folgenden sind sämtliche Entwässerungsmaßnahmen und Grundwasserinanspruchnahmen der geplanten Baumaßnahme beschrieben sowie die wasserrechtlichen Benutzungstatbestände nach § 9 Abs. 1 und Abs. 2 WHG dargestellt.

Übersicht Entwässerungen

Bauwerk/ Bauweise	Art der Maßnahme	siehe Kapitel	Wasserrechtlicher Nutzungstatbestand
Entwässerungsrigolen	Bauwerksentwässerung mit Ableitung in die Tiefenentwässerung	2	ja
Tiefenentwässerung	Dimensionierung und Auslauf der Tiefenentwässerung	2	ja

Im Rahmen der o.g. Nutzungen soll Niederschlagswasser in das Grundwasser eingeleitet werden (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG). Hierbei ist die Voraussetzung des § 1 (NWFreiV) eingehalten.

Die Entwässerung erfolgt über neu hergestellte Entwässerungsrigolen, die das Wasser im Anschluss in eine neu geplante Tiefenentwässerung einleiten.

Übersicht Grundwasserinanspruchnahme

Bauwerk/ Bauweise	Art der Maßnahme	siehe Kapitel	Wasserrecht- licher Nut- zungstatbe- stand
HZV- Stützschieben	Bauteile im Grundwasser	-	nein

4.1 Geplante Tiefenentwässerung

Das anfallende Wasser im Böschungsbereich wird in einer neu geplanten Tiefenentwässerung l.d.B. gesammelt. Die neue Tiefenentwässerung verläuft dabei links der Bahn von ca. km 5,910 bis ca. km 6,650. Von dort soll das anfallende Wasser an die bestehende Tiefenentwässerung angeschlossen werden. Die neue Tiefenentwässerung soll unter anderem aus einem Rohr DN 500 bestehen.

Die bestehende Tiefenentwässerung auf bahnlinker Seite bleibt in ihrer Lage, Bauart und Funktion bestehen.

4.2 Geplante Entwässerung der Böschung

Die vorhandenen und zum Teil nicht mehr funktionsfähigen Entwässerungsstollen in der Böschung werden mit Kies verfüllt, damit bei einem Versagen der Auskleidung dieser Stollen keine unkontrollierte Umlagerung von Bodenmaterial auftreten kann. Die Kiesverfüllung wird abschnittsweise eingeblasen. Vor der Verfüllung werden die Seitenwände der Stollen mit Kernbohrungen perforiert und auf der Sohle der Entwässerungsstollen wird jeweils ein Teilsickerrohr DN400 eingebaut, damit über die Kiesverfüllung die dauerhafte Funktionsfähigkeit sichergestellt werden kann. Die Portale der best. Entwässerungsstollen werden anschließend mit unbewehrtem Beton einbetoniert. Auf Grundlage eines geotechnischen Berichts (Unterlage 7) über die Abflussmenge der Stollen wird vereinfachend angenommen, dass der geplanten Tiefenentwässerung ein konstanter Zufluss in Summe von $Q_{zu} = 25,0 \text{ l/s}$ vorliegt.

Zur Ableitung des in den bestehenden Entwässerungsstollen gefasste Wasser in die neue Tiefenentwässerung werden die bestehenden Betonrinnen ebenfalls erneuert. Damit bleibt die Funktion der Entwässerungsstollen aus der Zeit der Herstellung des Einschnitts erhalten.

Zwischen den HZV-Stützscheiben werden Entwässerungsrigolen hergestellt.

4.3 Grundwasserinanspruchnahme

Eine Beeinträchtigung im Wasserhaushalt findet weder bauzeitlich noch im Endzustand statt.

5 Entwässerungstechnische Berechnungsgrundlagen

5.1 Regenhäufigkeit n

Die Regenhäufigkeit oder auch Jährlichkeit n definiert, wie oft bei gegebener Regendauer eine Regenspende in einem Jahr erreicht oder überschritten wird. Für die Bemessung der Entwässerungseinrichtungen kann gemäß Ril 836.4601 von folgenden Werten ausgegangen werden:

Art der Entwässerungsanlage	Regenhäufigkeit n	Eintrittshäufigkeit
Rohr; Tiefenentwässerung	1	1 mal in jährlich

Tabelle 2: Regenhäufigkeit n nach Ril 836.4601

Die Regenhäufigkeit wird mit $n=1$ angesetzt.

5.2 Regenspende $r_{D,n}$

Die Regenspende $r_{D,n}$ stellt eine Niederschlagsmenge dar, die in einem bestimmten Zeitraum auf eine definierte Fläche niedergeht. Häufigste Maßeinheit ist hierbei Liter pro Sekunde auf einer ein Hektar großen Fläche ($l/s \cdot ha$).

Die vorliegenden Regenspenden basieren auf den Daten der „Koordinierten Starkniederschlagsregionalisierung - Auswertung DWD (1951 - 2010)“ (KOSTRA-DWD 2010R). Diese enthält Regenreihen, welche für bestimmte Regenhäufigkeiten n den Zusammenhang zwischen der Regenspende r und der Regendauer bzw. Dauerstufe D angeben.

Für die Dimensionierung der Entwässerungsanlagen werden die Niederschlagshöhen und -spenden für Kißlegg (BW) angesetzt (Spalte 34, Zeile 97). Daraus ergibt sich für eine 15-minütige Regendauer D und eine 10-jährliche Regenhäufigkeit n eine Regenspende $r_{D,n}$ von:

$$r_{15,1} = 123,3 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$

5.3 Abflussbeiwerte

Die auf Oberflächen fallenden Niederschläge kommen nur teilweise zum Abfluss. Es gibt Abflussverluste durch Verdunstung, Versickerung, Auffüllen der Mulden und Benetzung der Oberflächen.

Der Abflussbeiwert spiegelt das Verhältnis zwischen zum Abfluss kommenden Niederschlag und dem Gesamtniederschlag wider. Je niedriger der Abflussbeiwert ist, desto mehr Regenwasser wird zurückgehalten bzw. desto weniger kommt zum Abfluss.

Gemäß DWA-A 153 ergeben sich für die Flächenermittlung zur Bewertung des Regenabflusses folgende Abflussbeiwerte Ψ :

Art der Befestigung	ψ
<p>Schrägdach:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metall, Glas, Schiefer, Faserzement - Ziegel, Dachpappe 	<p>0,9 - 1,0</p> <p>0,8 - 1,0</p>
<p>Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metall, Glas, Faserzement - Dachpappe - Kies 	<p>0,9 - 1,0</p> <p>0,9</p> <p>0,7</p>
<p>Straßen, Wege, Plätze (flach)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asphalt, fugenloser Beton - fester Kiesbelag - lockerer Kiesbelag, Schotterrasen - Pflaster mit dichten Fugen - Pflaster mit offenen Fugen - Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine - Rasengittersteine 	<p>0,9</p> <p>0,6</p> <p>0,3</p> <p>0,75</p> <p>0,5</p> <p>0,25</p> <p>0,15</p>
<p>Böschungen, Bankette, Gräben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - toniger Boden - lehmiger Sandboden - Kies- und Sandboden 	<p>0,5</p> <p>0,4</p> <p>0,3</p>
<p>Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - flaches Gelände - steiles Gelände 	<p>0,0 - 0,1</p> <p>0,1 - 0,3</p>

Tabelle 3: Abflussbeiwerte für Berechnungen nach DWA-M 153

Abweichend hierzu werden für die Planung und Dimensionierung abwassertechnischer Anlagen sogenannte Spitzenabflussbeiwerte Ψ_s notwendig. Diese stellen das Verhältnis zwischen maximaler Regenabflusspende zur ausgelegten Regenspende dar und können als maximale Abflussbeiwerte angesehen werden.

Der Spitzenabflussbeiwert ergibt sich nach Ril 836.4601 wie folgt:

Art der Befestigung	Ψ_s
<ul style="list-style-type: none"> - undurchlässig befestigte Flächen von Straßen, Wegen und Plätzen - Feste Fahrbahnen - abgedichtete Flächen 	0,9
Schotteroberbau mit schwach durchlässigen Schutzschichten (KG 1)	0,4 - 0,6
Schotteroberbau mit durchlässigen Schutzschichten (z.B. KG 2)	0,1 - 0,2
bis 1:1,5 geneigte Böschung oder Hang <ul style="list-style-type: none"> - Untergrund bindig oder felsig - Untergrund nicht bindig 	0,2 - 0,6 0,1 - 0,3
steiler als 1:1,5 geneigte Böschung <ul style="list-style-type: none"> - Untergrund bindig oder felsig - Untergrund nicht bindig 	0,4 - 0,9 0,3 - 0,7

Tabelle 4: Spitzenabflussbeiwerte für hydraulische Berechnungen nach Ril 836.4601

Abflussbeiwerte: $\Psi = 0,5$ für die Böschung im Mittel

5.4 Bewertung nach DWA-M 153

Die Bewertung des Regenabflusses gemäß DWA-M 153 erfolgt auf Basis des angeschlossenen Einzugsgebiets, aus den Einflüssen aus Luft- und Oberflächenverschmutzung der betroffenen Flächen und auf Grundlage des Gewässertyps, in den eingeleitet werden soll.

Die maßgebende, undurchlässige Fläche des Einzugsgebiets A_u ergibt sich aus der Summe aller angeschlossenen Teilflächen A_E multipliziert mit dem zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ψ_M (siehe Absatz 2.3):

$$A_{u,i} = A_{E,i} \cdot \psi_{M,i}$$

Für Bahnanlagen und Bauwerke wird in der Regel von geringen Luft- und Oberflächenverschmutzungen ausgegangen. Gängige Bewertungspunkte für Einflüsse aus der Luft (L), von Flächen (F) sowie maßgebende Bemessungspunkte für diverse Gewässerarten sind:

Luftverschmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
gering	Siedlungsbereiche mit geringem Verkehrsaufkommen	L1	1
	Straßen außerhalb von Siedlungen		
mittel	Siedlungsbereiche mit mittlerem Verkehrsaufkommen	L2	2
stark	Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen	L3	4
	Siedlungsbereiche mit regelmäßigem Hausbrand (z.B. Holz, Kohle)		
	im Einflussbereich von Gewerbe und Industrie	L4	8

Tabelle 5: Bewertungspunkte für Einflüsse aus der Luft (L)

Flächenverschmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
gering	Gründächer, Gärten, Wiesen und Kulturland	F1	5
	Dach- und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	F2	8

Flächenver- schmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
	Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand über 3 m)	F3	12
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		
	wenig befahrene Verkehrsflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		
mittel	Straßen mit 300 bis 5000 Kfz/24h (z. B. Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen)	F4	19
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	F5	27
	Straßen mit 5000 - 15000 Kfz/24h (z. B. Hauptverkehrsstraßen)		
stark	Pkw-Parkplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel	F6	35
	Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung		
	Straßen über 15000 Kfz/24h (z. B. Autobahnen)		
	stark befahrene Lkw-Zufahrten in Gewerbe-, Industrie oder ähnlichen Gebieten	F7	45
	Lkw-Park- und Stellplätze		

Tabelle 6: Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche (F)

Gewässertyp	Beispiele	Typ	Punkte
normale Schutzbedürfnisse:			
Fließgewässer	großer Fluss	G2	27
	kleiner Fluss	G3	24
	großer Hügel- und Berglandbach	G4	21
	großer Flachlandbach	G5	18
	kleiner Hügel- und Berglandbach		
	kleiner Flachlandbach	G6	15
stehende und gestaute Gewässer	abgeschlossene Meeresbucht, großer See (> 1 km ² Oberfläche), gestauter großer Fluss	G7	18
	gestauter kleiner Fluss, Marschgewässer	G8	16
	gestauter großer Hügel- und Berglandbach	G9	14
	gestauter großer Flachlandbach	G10	12
	kleiner See, Weiher	G11	10
	gestaute kleine Bäche		
Grundwasser	außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10
	Karstgebiete ohne Verbindung zu Trinkwassergewinnungsgebieten	G13	8
besondere Schutzbedürfnisse:			
Fließgewässer	weniger als 2 h Fließzeit bis zum nächsten Wasserschutzgebiet mit Uferfiltratgewinnung	G21	14
	weniger als 2 h Fließzeit bis zum nächsten kleinen See		
	Einleitung innerhalb eines Wasserschutzgebietes mit Uferfiltratgewinnung	G22	11

Gewässertyp	Beispiele	Typ	Punkte
	Badegewässer		
stehende und sehr langsam fließende Gewässer	Einleitung in Seen in unmittelbarer Nähe von Erholungsgebieten	G23	11
	Fließgeschwindigkeit < 0,10 m/s, ausgenommen Marschgewässer	G24	10
Grundwasser Grundwasser (Forts.)	Wasserschutzzone III B	G25	≤ 8
	Wasserschutzzone III A	G26	≤ 5
	Karstgebiete	G27	≤ 3
	Wasserschutzzone II		
besonders empfindliche Gewässer	Wasserschutzzone I	G28	0
	in Gewässer mit Güteklasse I und in Quellregionen soll grundsätzlich nicht eingeleitet werden		

Tabelle 7: Bewertungspunkte für Gewässer (G) mit normalen und besonderen Schutzbedürfnissen

5.5 Durchlässigkeitsbeiwert k_f

Siehe Abschnitt 3.2

6 Nachweise

Rechnerische Nachweise für die Entwässerungsanlagen erfolgen auf Grundlage der DWA-A 110 „Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen“, der DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“, der DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, der DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ sowie unter Beachtung der Ril 836.4601.

6.1 Hydraulische Dimensionierung Entwässerungsleitungen - Allgemein

Die Hydraulische Berechnung erfolgt auf Grundlage der Vollfülleleistung einer Rohrleitung nach Prandtl-Colebrook. Hierbei werden im ersten Schritt alle Zuflüsse der maßgeblichen Flächen bestimmt, welche an das Entwässerungssystem angeschlossen sind. Dabei ergibt sich die Berechnungswassermenge Q zu:

$$Q = Q_R + Q_{Zu}$$

mit: Q_R = Regenabfluss [l/s]

Q_{Zu} = gesammelt zugeführte Wassermenge [l/s]

Der Regenabfluss Q_R ergibt sich überschlägig aus:

$$Q_R = r_{15,1} \cdot \varphi \cdot A_E \cdot \Psi_S$$

mit: $r_{15,1}$ = Regenspende gemäß Absatz 2.2 [l/(s·ha)]

φ = Zeitbeiwert [-]

A_E = zu entwässernde, angeschlossene Fläche [m²]

Ψ_S = Spitzenabflussbeiwert [-] (siehe Absatz 2.3)

Gemäß Ril 836.4602 wird für die Bemessung von Rohrleitungen auf ATV A 110 verwiesen. Im Normalfall kann bei der Bemessung einer Tiefenentwässerung mithilfe einem Rohr von einer Regenhäufigkeit $n = 1$ ausgegangen werden.

In Unterlage 06 wird der einzige vorliegende Abfluss betrachtet. Ausschlaggebend hierbei ist der Vüllfüllungsgrad Q_R/Q_{voll} . Der gemäß DWA-A 110 maximal erlaubte Vüllfüllungsgrad von 90% wird im vorliegenden Nachweis eingehalten.

6.2 Entwässerungstechnische Berechnung–Rohr Tiefenentwässerung

Die zu bemessende Entwässerungsleitung beginnt bei ca. km 5,910 und endet bei ca. km 6,830 in einem Vorfluter.

Hier wird das gesamte auf der Böschung anfallende Wasser gesammelt und weitergeleitet.

Gewählte Rohrabmessung: DN 500

Gefälle der Leitung: 1 %

Rauheit $k_b = 1,5$ mm (vereinfachte Annahme)

- a) Die zu entwässernde Böschung verläuft parallel zur beschriebenen Entwässerungsleitung, von ca. km 5,910 bis ca. km 6,830. Die Einzugsfläche beträgt 29.110 m². Es liegt ein konstanter Zufluss von 150,0 l/s vor. Dieser stammt als Annahme aus den mit Kies verfüllten Bestandsportalen.

Einzugsfläche Böschung: $A_E \approx 29.110 \text{ m}^2$

Abflussbeiwert: $\Psi_m = 0,5$

Bemessungsabfluss: $Q_{\text{vorh}} = 204,5 \text{ l/s}$

- b) Die neu geplante Tiefenentwässerung besteht unter anderem aus einem Rohr DN 500. Das Sohlgefälle des Rohres beträgt 1,0 %. Die betriebliche Rauheit wird mit $k_b = 1,5 \text{ mm}$ angenommen. Es ergibt sich folgende Vüllfüllleistung.

Gemäß Vüllfüllungstabellen: $Q_{\text{voll, DN500}} = 379,0 \text{ l/s}$

Nachweis:

$$Q_{\text{voll, gesamt}} = 379,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{vorh, gesamt}} = 204,5 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{vorh, gesamt}} / Q_{\text{voll, gesamt}} = 204,5 / 379,0 = 0,54 < 1,0$$

Nachweis erfüllt!

Eine detaillierte Berechnung kann der Unterlage 06 entnommen werden.

6.3 Notwendigkeit des Bewertungsverfahrens nach DWA-A 153

Die Bewertung des Regenabflusses gemäß DWA-M 153 erfolgt auf Basis des angeschlossenen Einzugsgebiets, aus den Einflüssen aus Luft- und Oberflächenverschmutzung der betroffenen Flächen und auf Grundlage des Gewässertyps, in den eingeleitet werden soll.

Anhand des Bewertungsverfahrens des Regenabflusses ist im Bereich vorliegenden Böschung gemäß DWA-M 153 für die Versickerung des anfallenden Regenwassers **keine Regenwasserbehandlung erforderlich**. Eine detaillierte Betrachtung kann der Unterlage 12 entnommen werden.

7 Unterlagen

- Unterlage 1 Lageplan 1
- Unterlage 2 Lageplan 2
- Unterlage 3 KOSTRA-Tabelle für Kißlegg (BW)
- Unterlage 4 Bewertungsverfahren Regenwasserbehandlung nach Merkblatt DWA-M 153
- Unterlage 5 Ermittlung der abflusswirksamen Fläche nach Arbeitsblatt DWA-A 138
- Unterlage 6 Berechnung Tiefenentwässerung nach Prandtl-Colebrook
- Unterlage 7 Geotechnischer Bericht zu Abflussmengen

Aufgestellt:

München, den 31.03.2020

DB Engineering& Consulting GmbH