

~~2. S-Bahn-Stammstrecke München~~

geändert
DB ProjektBau GmbH, 29.02.2012 gez.: ppa. Scheller <i>i.v.</i> <i>[Signature]</i>

geändert
DB ProjektBau GmbH, 18.05.2010 gez.: ppa Scheller

~~Planfeststellung~~

~~Erläuterungsbericht~~

~~Hydrotechnische Berechnungen~~

~~Planfeststellungsabschnitt 1~~

München, den 14.11.2005

Erstellt im Auftrag der
DB-AG

Vorhabenträger:

~~Die Bahn~~ 

~~DB ProjektBau GmbH
Niederlassung Süd~~

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Planfeststellung

Erläuterungsbericht

Hydrotechnische Berechnungen

Planfeststellungsabschnitt 1

Vorhabenträger:



DB Netz AG
Regionalbereich Süd
Richelstraße 3, 80634 München



DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement München
Bayerstraße 10a, 80335 München

München, den 18.05.2010
Erstellt im Auftrag der DB AG



DB Energie GmbH
Energieversorgung Süd
Richelstraße 3, 80634 München

Projektgesellschaft:



DB ProjektBau GmbH
Großprojekt 2. S-Bahn-Stammstrecke München
Arnulfstr. 27, 80335 München, Tel 089/1308-0

Beteiligte Planer und Gutachter:

Planungsgemeinschaft 2. S-Bahn-Stammstrecke München

Gesamtkoordinierung und Generalplanung Los 2 und 4

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH / ~~DE-Consult GmbH~~ [DB International GmbH](#) / PSP Beratende Ingenieure München [Consulting Engineers GmbH](#)

Planungsgemeinschaft 2. S-Bahn-Stammstrecke München

Generalplanung Los 1 und 3

Lahmeyer München Ingenieurgesellschaft mbH / ~~Dorsch-Consult Ingenieurgesellschaft mbH~~ [Gruppe DC Verkehr und Infrastruktur GmbH](#)

Fachplaner, Gutachter

DB Energie GmbH

DB Telematik [System Kommunikationstechnik](#)

DB Systemtechnik

DB TB 82 Br [ProjektBau GmbH Regionalbereich Süd](#)

DB AG Sanierungsmanagement

Balfour Beatty Rail GmbH, Power Systems

~~BPI-Consult GmbH~~ [PÖYRY Infra GmbH](#)

ARGE-RA

~~Meidert und Kollegen, Rechtsanwälte~~

~~RA Hartmut Heinrich~~

[HD Rechtsanwälte](#)

[RAe Heinrich und Doerner](#)

m-Plan eG

STUVA – Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V.

TU München, Zentrum Geotechnik

	Seite
1	Allgemeine Hinweise und Berechnungsgrundlagen 12
1.1	Allgemeines 12
1.1.1	Laim – Gleisfeld (Oberflächenwasser)..... 12
1.1.2	Rampen und Tunnel (Leck- und Schleppwässer) 12
1.1.3	Station Bf Hp Hauptbahnhof..... 13
1.2	Hydrotechnische Bemessungswerte 14
2	Erläuterungen zu den vorhandenen und geplanten Entwässerungsanlagen..... 17
2.1	Bahnkörper 17
2.1.1	Ist-Zustand 17
2.1.2	Geplanter Zustand 17
2.2	Ingenieurbauwerke..... 18
2.2.1	S-Bahn-Station Bf Laim 18
2.2.1.1	Ist-Zustand 18
2.2.1.2	Geplanter Zustand 18
2.2.2	EÜ Wotanstraße..... 19
2.2.2.1	Ist-Zustand 19
2.2.2.2	Geplanter Zustand 19
2.2.3	Umweltverbundröhre 19
2.2.3.1	Ist-Zustand – bleibt frei 19
2.2.3.2	Geplanter Zustand 19
2.2.4	Überwerfungsbauwerk Laim Nord 20
2.2.4.1	Ist-Zustand – bleibt frei 20
2.2.4.2	Geplanter Zustand 20
2.2.5	Überwerfungsbauwerk Laim Süd 21
2.2.5.1	Ist-Zustand – bleibt frei 21
2.2.5.2	Geplanter Zustand 21
2.2.6	Objekt V – Erweiterung Nord..... 21
2.2.6.1	Ist-Zustand – bleibt frei 21
2.2.6.2	Geplanter Zustand 21
2.2.7	Objekt V – Lärmschutzbrücke Süd 22
2.2.7.1	Ist-Zustand – bleibt frei 22
2.2.7.2	Geplanter Zustand 22
2.2.8	Trogbauwerk 23
2.2.8.1	Ist-Zustand – bleibt frei 23
2.2.8.2	Geplanter Zustand 23

2.2.9	Stützwand West Bf Laim Pbf und Stützwand Ost Bf Laim Pbf	23
2.2.9.1	Ist-Zustand – bleibt frei	23
2.2.9.2	Geplanter Zustand	23
2.2.10	Tunnelanlagen	24
2.2.10.1	Ist-Zustand– bleibt frei	24
2.2.10.2	Geplanter Zustand	24
2.2.11	Station Bf Hp Hauptbahnhof.....	25
2.2.11.1	Ist-Zustand – bleibt frei	25
2.2.11.2	Geplanter Zustand	25
2.2.12	Wertstoffhof (Arnulfstraße)	27
2.2.12.1	Ist-Zustand	27
2.2.12.2	Geplanter Zustand	27
2.3	Kreuzende Gräben und Gewässer – bleibt frei	27
2.4	Kreuzende Straßen und Wege.....	27
2.4.1	Wotanstraße	27
2.4.1.1	Ist-Zustand	27
2.4.1.2	Geplanter Zustand	27
2.4.2	Umweltverbundröhre	28
2.4.2.1	Ist-Zustand – bleibt frei	28
2.4.2.2	Geplanter Zustand	28
3	Hydrotechnische Berechnungen.....	32
3.1	Bahnkörper.....	32
3.2	Ingenieurbauwerke.....	37
3.2.1	S-Bahn-Station Bf Laim.....	37
3.2.2	EÜ Wotanstraße.....	38
3.2.3	Umweltverbundröhre	38
3.2.4	Überwerfungsbauwerk Laim Nord	38
3.2.5	Überwerfungsbauwerk Laim Süd	46
3.2.6	Objekt V – Erweiterung Nord.....	51
3.2.7	Objekt V – Lärmschutzbrücke Süd	53
3.2.8	Trogbauwerk	58
3.2.9	Tunnel.....	59
3.2.10	Station Bf Hp Hauptbahnhof.....	62
3.2.11	Wertstoffhof (Arnulfstraße)	66
3.3	Kreuzende Gräben und Gewässer – bleibt frei	67
3.4	Kreuzende Straßen und Wege.....	67
3.4.1	Umweltverbundröhre	67

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 3.1 Datenübersicht Leckwassermengen Westabschnitt.....	60
Tab. 3.2 Datenübersicht Leckwassermengen Ostabschnitt - Teil 1	60
Tab. 3.3 Datenübersicht Leckwassermengen Ostabschnitt - Teil 2	62
Tab. 3.4 Leckwassermengen Station Bf Hauptbahnhof	63

Abkürzungsverzeichnis

A

ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft und Abfall (Abwassertechnische Vereinigung - Regelwerk)

A_s Sickerfläche

A_u Abflussfläche (undurchlässig)

B

b Breite

b_m mittlere Breite

C

D

D maßgebende Regendauer

da Schachtaußendurchmesser

di Schachtinnendurchmesser

DN Nenndurchmesser, Rohrleitung in mm

E

EÜ Eisenbahnüberführung

F

f_z Zuschlagfaktor

f_a Abminderungsfaktor

FSS Frostschuttschicht

G

H

h Tiefe bzw. Höhe

h_F Höhe Filterschicht

h_s Stärke Sand/Feinkiesschicht

h_z Höhe Zulaufsohle

Hbf [Hauptbahnhof](#)

HGW höchstes Grundwasser

Hp [Haltepunkt](#)

I**J**

J Gefälle

K

KG Korngemisch

k_B Rohrrauhigkeit

k_f Durchlässigkeit

KOSTRA Koordinierte-Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen

L

l Länge

M

MHF Marienhof

MHGW mittlerer höchster Grundwasserstand

MLEU München Leuchtenbergring

MAMP München Abzweig Max-Weber-Platz

N

n Überschreitungshäufigkeit bei Starkregen

O**P**

PFA Planfeststellungsabschnitt

PSS Planumsschutzschicht

Ψ Abflussbeiwert

Q

Q Wassermenge

Q_s Versickerrate

Q_v Wassermenge, Vollfüllung

Q_{zu} Zufluss

R

RAS-Ew Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Entwässerung

RABT Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel

r(D,n)	maßgebende Regenspende (Dauer, Häufigkeit)
RIL	Richtlinie der DB AG
RS	Rettungsschacht
S	
s _R	Porenvolumenanteil
Stm	Stützmauer
T	
U	
ÜBW	Überwerfungsbauwerk
ÜSt	Überleitstelle
UVR	Umweltverbundröhre
V	
V	Volumen
v	Geschwindigkeit
W	
WIB	Walzträger in Beton
WU-Beton	Beton mit geringer Wasserdurchlässigkeit (Wasser undurchlässiger Beton)
X	
Y	
Z	
ZTV-Ing.	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
z	Einstauhöhe bei Schachtversickerung

Begriffsdefinitionen

2. S-Bahn-Stammstrecke

~~Bezeichnet wird hiermit die geplante zweigleisige S-Bahn-Stammstrecke, beginnend in Laim und endend im Ostbahnhof bzw. am Leuchtenbergring mit den dazwischen liegenden Stationen Hauptbahnhof und Marienhof.~~

Bezeichnet wird hiermit die neu zu errichtende zweigleisige S Bahnstrecke, beginnend im Bf Laim und endend im Bft Leuchtenbergring mit den dazwischen liegenden Haltepunkten Hauptbahnhof Bahnhofplatz, Marienhof und Ostbahnhof tief.

Spanische Lösung

Anordnung von Bahnsteigkanten beidseitig des S-Bahn-Zuges, wodurch die Ein- und Ausstiegsvorgänge getrennt und damit der Fahrgastwechsel beschleunigt wird (z. B. am bestehenden Hp Marienplatz).

Hochlage / Tieflage

Mit „Hochlage“ wird eine oberflächennahe Trasse des 2. S-Bahn-Tunnels bezeichnet (rd. 16 m u. GOK), während die „Tieflage“ bis zu 42 m u. GOK reicht.

(Projekt) München 21 / M 21

Das Projekt München 21 sieht einen unterirdischen Durchgangsbahnhof mit 6 Bahnsteiggleisen (gemäß Variante B geschlossen) unterhalb des heutigen Hauptbahnhofes vor. An den Durchgangsbahnhof schließt der zweigleisige City-Tunnel an, der über Sendlinger Tor (geplanter Regionalbahnhof) in Richtung Ostfriedhof führt, wo er in den Bf München Ost von Westen her, parallel zum bestehenden Südring einbindet. Das Projekt ist derzeit zurückgestellt, der Korridor ist jedoch gemäß eines Beschlusses des Stadtrates der LHM baulich freizuhalten, um eine zukünftige Realisierung zu ermöglichen.

Hauptast / Nebenast

~~Beide Äste sind Bestandteil 2. S-Bahn-Stammstrecke München. Als Hauptast werden die durchgehenden Gleise vom Bf Laim bis Bf Ostbahnhof bezeichnet. Als Nebenast werden die Gleise vom Abzweig Max-Weber-Platz bis zum Bf Leuchtenbergring bezeichnet.~~

Bf Hauptbahnhof

S-Bahnhof Hauptbahnhof (Tiefelage) 2. S-Bahn-Stammstrecke

Der Bf München Hauptbahnhof umfasst alle Bahnanlagen des Fern- und Regionalverkehrs zwischen dem Bahnhofplatz und der Donnersbergerbrücke. Im nachfolgenden Bericht ist mit dieser Bezeichnung in der Regel der Bereich der oberirdischen Bahnsteiganlagen zwischen Arnulf- und Bayerstraße gemeint.

Die Stationsanlage Hauptbahnhof an der 2. S-Bahn-Stammstrecke trägt bahnnintern die Bezeichnung „Hp München Hauptbahnhof Bahnhofplatz“. Im vorliegenden Bericht wird der „Hp München Hauptbahnhof Bahnhofplatz“ an der 2. S-Bahn-Stammstrecke vereinfachend als „Hp Hauptbahnhof“ bezeichnet.

Bereitstellungsfläche

Bereitstellungsflächen sind die Flächen, auf welchen das Aushub- bzw. Ausbruchmaterial der Baumaßnahme 2. S-Bahn-Stammstrecke München zunächst zwischengelagert, beprobt und bei Eignung anschließend für andere Baumaßnahmen weiterverwendet wird.

Baufeld und Baustelleneinrichtungsfläche

Mit dem Begriff Baufeld werden die Flächen beschrieben, die den bautechnischen Umgriff des Bauwerks im Lageplan umfassen. Die Baustelleneinrichtungsflächen sind in der Regel Teil des Baufeldes, sie können jedoch fallweise auch abseits des Baufeldes liegen.

1 Allgemeine Hinweise und Berechnungsgrundlagen

1.1 Allgemeines

Die Maßnahmen der 2. S-Bahn-Stammstrecke werden grundsätzlich im Erläuterungsbericht (Anlage 1) zu den Planfeststellungsunterlagen eingehend beschrieben. Die vorliegende Anlage beinhaltet die zugehörigen hydrotechnischen Berechnungen zur Planfeststellung.

1.1.1 Laim – Gleisfeld (Oberflächenwasser)

Der oberirdische freie Streckenbereich des Planfeststellungsabschnittes 1 vom Abzweig Neulustheim, etwa 700 m westlich der Wotanstraße, bis zum Tunnelportal, etwa 300 m westlich der Donnersbergerbrücke liegt komplett zwischen Bahnbetriebsanlagen der Hauptstrecken und der Zugbildungsanlagen.

Die Entwässerung geschieht grundsätzlich über Einleitung des gering verschmutzten Oberflächenwassers aus dem Bahnkörper und den Bauwerken in das Grundwasser.

Das anfallende Oberflächenwasser aus der Umweltverbundröhre (UVR) wird über eine Pumpstation in den bestehenden Kanal der Wotanstraße eingeleitet.

Im Planfeststellungsabschnitt befinden sich keine Oberflächengewässer.

1.1.2 Rampen und Tunnel (Leck- und Schleppwässer)

Im Anschluss an den ebenerdigen Abschnitt zwischen Laim und westlich der Donnersbergerbrücke taucht die Gradientenlinie unter das Gleisfeld des Hauptbahnhofs ab. Zur Überwindung der Höhendifferenz zwischen GOK und Tunnelportal wird zunächst eine Rampe durchfahren, bis die Tunnelanlagen erreicht werden, die im Rahmen der Maßnahme 2. S-Bahn-Stammstrecke in großem Umfang hergestellt werden.

Rampen

In den Rampen werden die in den Stützwandbereichen anfallenden Wässer versickert. Die Wässer aus den Trogbereichen werden über das zur Trogmitte ausgebildete Quergefälle und in Verbindung mit dem Längsgefälle in Brückeneinläufen gesammelt und über eine Längsentwässerung Pumpensümpfen zugeführt. Von dort wird das gesammelte Wasser über Förderleitungen und Pumpanlagen ~~der Mischwasserkanalisation zugeführt bzw.~~ gefördert und versickert.

Tunnel

Die ~~in im Tunnel (einschl. Sonderbauwerken)~~ in geringen Mengen anfallenden Leckwässer, **das potentiell anfallende Leckwasser des Tunnels** sowie Schleppwässer werden in einer Dränage-Rohrleitung gefasst und Pumpensümpfen zwischen den Gleisen mit fest installierten Schmutzwasserpumpen zugeführt.

Die Tunnelwässer werden ~~von dort zu weiteren~~ Pumpensümpfen im Bereich **des Pumpen- und Einspeiseschachtes** von Rettungsschächten bzw. Haltepunkten ~~und über diese~~ **über Druckleitungen** nach oben in das öffentliche Kanalnetz **oder Versickerungsanlagen** gepumpt. Im Havariefall im Tunnel **können die Schmutzwasserleitungen (Druckleitungen) manuell abgesperrt und die Wässer über einen zusätzlichen Anschlussstutzen in Tankfahrzeuge entsorgt werden** ~~anfallende Löschwässer werden gesondert über mobile Pumpen in das öffentliche Kanalnetz oder im Bedarfsfall in Entsorgungsfahrzeuge gepumpt.~~

1.1.3 Station Bf Hp Hauptbahnhof

Die im Bereich der unterirdischen Station Bf Hp Hauptbahnhof anfallenden Leckwässer, Schleppwässer sowie Reinigungswässer werden einem Pumpensumpf im mittleren Bereich der Bahnsteigebene zugeführt und über einer Pumpanlage in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet.

Ein weiterer Pumpensumpf mit dazugehöriger Pumpanlage ist für den Ausgang in der Schützenstraße geplant.

Das im Havariefall in den Bahnsteigröhren und in den Treppenanlagen anfallende Löschwasser wird im Bahnsteigbereich erfasst und mit mobilen Pumpen nach oben, ~~in das öffentliche Kanalnetz, oder im Bedarfsfall~~ in Entsorgungsfahrzeuge gepumpt.

1.2 Hydrotechnische Bemessungswerte

Die Bemessung der Entwässerungsanlagen basiert auf den folgenden einschlägigen Vorschriften und Richtlinien

- RIL 836 - Erdbauwerke, Richtlinie der DB AG
- RIL 853 – Eisenbahntunnel planen, bauen und instand halten
- ATV-DVWK-Regelwerk: Arbeitsblatt ATV-DVWK-A138/ v.01-2002 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten sind folgende Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen:

- Flächenversickerung ggf. mit Bodenaustausch,
- Rigolenversickerung,
- Schachtversickerung ggf. mit Rigolen als Zwischenspeicher,
- Versickerung über Sickerschlitze,
- Ableitung von Restwässern durch neu herzustellende oder bestehende Anschlüsse an das vorhandene Kanalnetz.

Verwendete Parameter:

- Bahnkörper, Bahnsteiganlagen und Brückenbauwerke bis Bau-km 103,2+80 (Oberflächenwässer)

Eingangsparameter

$r_{15;1}$ Bemessungsregen gemäß KOSTRA-Tabelle 132,2 [l/(s x ha)]

Regenhäufigkeiten n (gem. Ril 836)

Versickeranlagen zentral 0,1 [1/Jahr]

Versickeranlagen dezentral 0,2 [1/Jahr]

Durchlässigkeitsbeiwerte ¹⁾ der Böden

k_f (Bereich Westkopf) $2,5 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

k_f Auffüllungen gemischtkörnig $\leq 1 \cdot 10^{-7}$ [m/s]

k_f Quartärkiese $2,5 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

k_f (neu Bahndämme) gewählt mit $5 \cdot 10^{-5}$ [m/s]

¹⁾ gem. Angaben Baugrundgutachter

Abflussbeiwerte

Ψ

Fahrbahndecke 0,90

Bahnsteigdach 0,90

Bahnsteig 0,90

Planumsschutzschicht, KG2 (gem. Ril 836) 0,45 0,15

Frostschutzschicht, KG2 (gem. Ril 836) 0,45 0,15

abgedichtete Bereiche 1,00

Böschungen; bis 1:1,5 geneigt, Untergrund nicht bindig
 (gem. Ril. 836) 0,50 0,20

Der Zuschlagfaktor f_z ist gem. ATV-DVWK-A 138 mit 1,2 gewählt worden.

▪ Tunnel (Leckwässer)

zulässige Leckwassermengen: Tübbingausbau $0,1 \text{ l} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

Mögliche Leckwassermengen im Sohlbereich Tübbingausbau, da Leckagen nach Einbau des Sohlbetons nicht mehr lokalisiert und somit nicht abgedichtet werden können (entspricht dem letztmals in der RIL 853 angegebenen Wert $0,1 \text{ l} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$).

angesetzte Leckwassermengen: Rettungsschächte und
Rettungsstollen $0,02 \text{ l} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

angesetzte Leckwassermengen: offene Bauweise $0 \text{ l} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

▪ Station Bf Hp Hauptbahnhof (Leckwässer)

angesetzte Leckwassermengen: Bahnsteigröhre / Aufgänge $0,02 \text{ l} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

Ermittlung der Niederschlagswässer im Bereich der Treppenanlage in der Schützenstraße erfolgt nach dem Zeitbeiwertverfahren gem. RAS-EW mit folgenden Eingangswerten:

Dauer des Bemessungsregens $T = 15 \text{ Min}$

Regenhäufigkeit $n = 1 \text{ x} / \text{Jahr}$

Regenspende gem. KOSTRA-Tabelle $r_{15(1)} = 131 \text{ l} / (\text{s} \times \text{ha})$

Abflussbeiwert für Treppenanlagen und Einhausungen $\psi_s = 0.9$

Zeitbeiwert $\phi = 1$

2 Erläuterungen zu den vorhandenen und geplanten Entwässerungsanlagen

2.1 Bahnkörper

2.1.1 Ist-Zustand

Das geringfügig verschmutzte Oberflächenwasser aus den Bahnanlagen wird durch eine linienhafte bzw. flächenhafte Versickerung in das Grundwasser eingeleitet.

2.1.2 Geplanter Zustand

Gleiskörper, in Dammlage, entwässern bei nach außen geneigtem Planum frei über die Böschung.

Bei versickerungsfähigem Untergrund wird grundsätzlich zwischen den Gleisen eine Oberflächenentwässerung der Bahnanlagen mittels flächenhafter und linienhafter Versickerung vorgesehen. Die flächenhafte Versickerung erfolgt über die teildurchlässige Tragschicht ($\Psi = 0,45$ [0,15](#)). Bei den linienhaften Versickerschlitz (Rigolen) wird zwischen und neben den Gleisen entwässert. Wegen des Quergefälles wird am Planumstiefpunkt zwischen und neben den Gleisen entweder unter dem Randweg oder unter dem Bahnseitengraben jeweils ein Versickerschlitz (Rigole) angeordnet.

Für den Fall, dass wider Erwarten schlecht versickerungsfähige Böden angetroffen werden, wird statt des Versickerschlitzes eine Tiefenentwässerung angeordnet, bei der das aus dem Gleiskörper gefasste Niederschlagswasser zu Versickerschächten geführt und von dort in das Grundwasser eingeleitet wird.

2.2 Ingenieurbauwerke

2.2.1 S-Bahn-Station Bf Laim

2.2.1.1 Ist-Zustand

Bahnsteige

Das Oberflächenwasser das durch das Bahnsteigdach gefaßt wird, wird über Versickerschächte abgeführt und von dort in das Grundwasser eingeleitet. Der nicht überdachte Teil des Mittelbahnsteiges wird über Querneigung vom Gleis weg in mittig abgeordnete Abläufe gefaßt und von dort den Versickerungsschächten zugeführt. Der nördliche Bahnsteig entwässert über das Quergefälle vom Gleis weg in die angrenzenden Bereiche.

Zugangsbauwerke

Die eingehausten Zugangsbauwerke und der teilweise eingehauste Lichthof entwässern über einen Anschluß an die bestehende Ringleitung im Lichthof.

2.2.1.2 Geplanter Zustand

Bahnsteige

Bei den Bahnsteigdächern, wie auch bei den freiliegenden Teilen der Bahnsteige, wird das anfallende Oberflächenwasser gefasst und in den Bahnsteigbereichen oder an den Enden der Bahnsteige mittels Versickerschächten punktuell in das Grundwasser eingeleitet.

Zugangsbauwerke

Die Decken bzw. Überbauten der Zugangsbauwerke werden über das in den Deckenbereichen bzw. bei den Überbauten ausgebildete Quergefälle in die seitlichen durchlässigen Hinterfüllbereiche entwässert, von wo das Wasser in die im Sohlbereich stehenden quartären Kiese eingeleitet wird.

Die Wegeoberflächen bzw. Treppen- und Rampenanlagen der Zugangsbauwerke werden über Entwässerungsrinnen entwässert. Die Entwässerungsrinnen sind da-

bei jeweils an den Treppenzugängen sowie am Beginn und Ende der Rampen angeordnet. Das in Längsleitungen gesammelte Wasser wird in den bestehenden Straßenkanal der Wotanstraße (Zugangsbauwerk West) bzw. in die Längsentwässerung der Umweltverbundröhre (Zugangsbauwerk Ost) eingeleitet.

2.2.2 EÜ Wotanstraße

2.2.2.1 Ist-Zustand

Die Entwässerung der Brückenoberfläche erfolgt durch das Gefälle der Gewölbe der Röhren an den Außenseiten in die Hinterfüllbereiche der Widerlager. Zwischen den Röhren wird das Oberflächenwasser gefaßt und durch Falleitungen teils der Straßentwässerung der Wotanstraße, teils über Versickerschächte dem Grundwasser zugeführt. In der nordwestlichen Röhre wird das Oberflächenwasser auf Höhe der Lager in Sammelleitungen gefaßt und Versickerschächten zugeführt.

2.2.2.2 Geplanter Zustand

Die Entwässerung der Brückenoberfläche erfolgt auf Grund der geringen Länge (kleiner 30 m) ohne besondere Maßnahmen in die hinter den Widerlagern angeordneten Sickerwände. Die Hinterfüllbereiche der Widerlager entwässern ebenfalls über die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände. Von dort wird das Wasser in die auf Sohlniveau anstehenden quartären Kiese eingeleitet.

2.2.3 Umweltverbundröhre

2.2.3.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.3.2 Geplanter Zustand

Die Entwässerung der Brückenoberfläche erfolgt über das Längsgefälle der Überbauten entsprechend der Gradientenneigung der Gleise in die hinter den Widerlagern bzw. Rahmenwänden angeordneten Sickerwände. Die Hinterfüllbereiche entwässern ebenfalls über die hinter den Widerlagerwänden bzw. Rahmenwänden angeordneten Sickerwände. Von dort wird das Wasser in die auf Sohlniveau anstehenden quartären Kiese eingeleitet.

2.2.4 Überwerfungsbauwerk Laim Nord

2.2.4.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.4.2 Geplanter Zustand

Im Bereich der Brückenoberfläche wird das anfallende Oberflächenwasser durch ein Quergefälle zum nördlichen Rand des Fahrbahnbereichs bzw. in Verbindung mit dem Längsgefälle des Überbaus entsprechend der Gradientenneigung in Brückeneinläufe entwässert, welche in einem Abstand von ca. 18 - 23 m jeweils in Feldmitte jedes Überbaufeldes angeordnet sind. Von dort wird das Wasser mittels Längsentwässerung parallel zur Brückenachse gesammelt und durch zwei getrennte Fallleitungen auf Höhe der ersten und dritten Zwischenunterstützung abgeführt. Der westliche Abschnitt des ersten Überbaufeldes wird in die hinter der Widerlagerwand West angeordnete Sickerwand entwässert.

Das in den Fallrohren gesammelte Wasser wird in den anstehenden durchlässigen Auffüllungen bzw. in den anstehenden quartären Kiesen versickert. Die Versickerung erfolgt durch Einleitung in eine bahnparallele Mulden-Rigole (Fallrohr Ost) bzw. zwei Versickerschächte (Fallrohr West).

Die Hinterfüllbereiche der Widerlager werden über die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände entwässert. Von dort wird das gesammelte Wasser durch die in der Widerlagersole angeordneten Rohrdurchlässe in die im Sohlbereich anstehenden durchlässigen Auffüllungen eingeleitet. Die Entwässerung des anschließenden Trog ÜBW Laim Nord, Rampe West sowie der Stm Nord und Süd, ÜBW Laim Nord, Rampe West erfolgt ebenso über Rohrdurchlässe in der Trogsole bzw. durch den erdseitigen Sporn.

Der Berechnung wurde die gesamte Brückenfläche, inklusive der Kappen, zugrunde gelegt.

2.2.5 Überwerfungsbauwerk Laim Süd

2.2.5.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.5.2 Geplanter Zustand

Im Bereich der Brückenoberfläche wird das anfallende Oberflächenwasser durch ein Quergefälle zum südlichen Rand des Fahrbahnbereichs bzw. in Verbindung mit dem Längsgefälle des Überbaus entsprechend der Gradientenneigung in Brückeneinläufe entwässert, welche in einem Abstand von ca. 18 - 21 m jeweils in Feldmitte jedes Überbaufeldes angeordnet sind. Von dort wird das Wasser mittels Längsentwässerung parallel zur Brückenachse gesammelt und durch drei getrennte Fallleitungen auf Höhe der 1., 4. und 6. Zwischenunterstützung abgeführt. Die Randabschnitte der Endfelder werden über das Längsgefälle in die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände entwässert.

Das in den Fallrohren gesammelte Wasser wird in den anstehenden durchlässigen Auffüllungen bzw. in den anstehenden quartären Kiesen versickert. Die Versickerung erfolgt jeweils über Versickerschächte.

Die Hinterfüllbereiche der Widerlager werden über die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände entwässert. Von dort wird das gesammelte Wasser in die im Sohlbereich anstehenden durchlässigen Auffüllungen eingeleitet.

Der Berechnung wurde die gesamte Brückenfläche, inklusive der Kappen, zugrunde gelegt.

2.2.6 Objekt V – Erweiterung Nord

2.2.6.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.6.2 Geplanter Zustand

Im Bereich der Brückenoberfläche wird das anfallende Oberflächenwasser durch Quergefälle zum Tiefpunkt auf Höhe der Mittellinie in insgesamt vier Brückeneinläufe entwässert, welche in einem Abstand von ca. 23 m angeordnet sind. Von dort wird das Wasser mittels Längsentwässerung parallel zur Brückenachse gesammelt und beidseitig zu den Widerlagern abgeleitet, wo es über Fallleitungen abgeführt

wird. Die Endbereiche des Überbaus werden in die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände entwässert.

Das in den Fallrohren gesammelte Wasser wird in den anstehenden quartären Kiesen versickert. Die Versickerung erfolgt über ein Versickerbecken (Ostseite) und eine Rohr-Rigole (Westseite).

Die Hinterfüllbereiche der Widerlager werden über die hinter den Widerlagerwänden angeordneten Sickerwände entwässert. Von dort wird das gesammelte Wasser in die im Sohlbereich anstehenden quartären Kiese eingeleitet.

Der Berechnung wurde die gesamte Brückenfläche zugrunde gelegt.

2.2.7 Objekt V – Lärmschutzbrücke Süd

2.2.7.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.7.2 Geplanter Zustand

Im Bereich der Brückenoberfläche wird das anfallende Oberflächenwasser durch Quergefälle in drei Brückeneinläufe entwässert, welche auf Höhe der Zwischenunterstützungen und am westlichen Eckstiel angeordnet sind. Von dort wird das Wasser über Falleitungen an den Brückenpfeilern abgeführt. Die Endbereiche der Randfelder des Überbaus werden in die hinter den Widerlagerwänden durchlässigen Hinterfüllbereiche entwässert.

Das in den Fallrohren gesammelte Wasser wird in den anstehenden quartären Kiesen versickert. **Die Versickerung erfolgt durch Versickerschächte.** ~~Die Versickerung erfolgt durch Rohr-Rigolen parallel zu den Gleisen des Südrings sowie in der westlich anschließenden Böschungsmulde. Eine punktuelle Entwässerung ist aufgrund des oberflächennahen Grundwasserstandes nicht möglich.~~

In den Hinterfüllbereichen der Eckstiele gesammeltes Wasser wird von dort in die im Sohlbereich anstehenden quartären Kiese eingeleitet.

Der Berechnung wurde die gesamte Brückenfläche, inklusive der Kappen, zugrunde gelegt. ~~Zusätzlich wird für die Berechnung die Fläche mit den Anteilen des nördlich anschließenden Gleises des bestehenden Objekts V beaufschlagt, für den Fall dass die vorhandene Tiefenentwässerung der Bestandsbrücke teilweise rückgebaut werden muss.~~

2.2.8 Trogbauwerk

2.2.8.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.8.2 Geplanter Zustand

Im Bereich des Trogbauwerks wird das anfallende Oberflächenwasser durch die Querneigung des Trogprofils und über Brückeneinläufe in einer Längsentwässerung zwischen den Gleisen gesammelt. Das gefasste Wasser wird, von der Tunnelentwässerung getrennt, zu einem Pumpensumpf mit Hebeanlage auf Höhe ~~Ret~~ ~~tungs~~ ~~s~~ ~~ch~~ ~~a~~ ~~c~~ ~~h~~ ~~t~~ ~~1~~ bei Bau-km 103,4+53 +69 geführt. Von dort wird das Wasser in eine örtlich angeordnete Versickeranlage gehoben und dort in den anstehenden Auffüllungen bzw. quartären Kiesen versickert.

Um eine eventuelle Aufweitung des Trogquerschnittes abzudecken, wurde die zugrunde gelegte Fläche mit je 0,40 m an den Längsseiten zusätzlich beaufschlagt.

2.2.9 Stützwand West Bf Laim Pbf und Stützwand Ost Bf Laim Pbf

2.2.9.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.9.2 Geplanter Zustand

Im Bereich der Stützwand West und Stützwand Ost wird das anfallende Oberflächenwasser durch die Querneigung des Planums in den Versickerschlitz (Rigole) an der Stützwand entwässert. Durch die Rigole wird der Oberflächenabfluss über den erdseitigen Sporn in die im Sohlbereich anstehenden quartären Kiese eingeleitet

Dem Nachweis wurde die gesamte Planumsbreite (inklusive Bereiche welche frei versickern) zugrunde gelegt.

2.2.10 Tunnelanlagen

2.2.10.1 Ist-Zustand– bleibt frei

2.2.10.2 Geplanter Zustand

Tunnel offene Bauweise

Die Tunnelröhren werden auf den ersten ca. 200 m in offener Bauweise erstellt. Für diesen Tunnelabschnitt werden keine Leckwasserraten in Ansatz gebracht. Es fallen nur die aus den Trogbereichen in die Tunnel mitgeführten Schleppwässer an. Die anfallenden Wässer des Trogbereiches werden **zusammen mit** ~~von~~ den Tunnelwässern **der offenen Bauweise** ~~getrennt~~ abgeleitet.

Die Entwässerung der Schleppwässer im Bereich der anschließenden Tunnelröhren erfolgt über die Tunnellängsentwässerungen zu einem Pumpensumpf mit Hebeanlage **im Hp Hauptbahnhof am Rettungsschacht 2** auf Höhe Bau-km ~~103,8+72~~ **105,5+80**. Von dort wird das Wasser in die öffentliche Kanalisation eingeleitet.

Tunnel geschlossene Bauweise

Im weiteren Verlauf werden die Tunnelröhren bis zum ~~Bf~~ **Hp Hauptbahnhof** maschinell aufgefahren. Ebenso wird der Tunnelabschnitt zwischen ~~Bf~~ **Hp Hauptbahnhof** und Planfeststellungsgrenze maschinell hergestellt.

Leckwässer fallen gemäß RIL 853 im Bereich des maschinellen Vortriebs nicht an, da Leckagen abgedichtet werden. Nur im Bereich der Sohle, in dem Leckagen nach dem Einbau des Sohlbetons nicht mehr lokalisiert und somit nicht abgedichtet werden, können Leckagen auftreten. Diese Leckwässer, ~~die im Bereich des maschinellen Vortriebs anfallen,~~ werden in einer unter dem Gleisbett verlegten Dränleitung DN 200 gefasst.

Die zwischen dem Tunnelportal und der Station ~~Bf~~ **Hp Hauptbahnhof** anfallenden Leckwässer werden bis zur Station ~~Bf~~ **Hp Hauptbahnhof** geleitet (= Westabschnitt, in Ziffer 3.2.9). Östlich des ~~Bf~~ **Hp Hauptbahnhof** (= Ostabschnitt, in Ziffer 3.2.9) anfallende Leckwässer werden im Bereich des Planfeststellungsabschnitts 2 gesammelt und gefördert.

Förderung Leckwässer Westabschnitt :

Die Wässer werden im Bereich des Bf Hp Hauptbahnhof gemeinsam mit den dort in der Station anfallenden Leckwässern über die Rückstauenebene gepumpt und in den Kanal eingeleitet. Die Pumpen werden entsprechend den anfallenden Wassermengen und den erforderlichen Förderhöhen dimensioniert.

Löschwasserbehandlung

Kommt es im Ereignisfall zu einem Feuerwehreinsatz mit Löschwasser, ist eine Einleitung der anfallenden Wässer in den Mischwasserkanal der Stadt nicht zulässig. Um zu verhindern, dass im Brandfall kontaminiertes Löschwasser unkontrolliert in den öffentlichen Kanal gelangt, verbleibt anfallendes Löschwasser zunächst im Tunnel bzw. in der Station. Nach dem Löschvorgang kann die Schmutzwasserleitung (Druckleitung) manuell abgesperrt werden und die Wässer können über einen zusätzlichen Anschlussstutzen an der Druckleitung in ein Tankfahrzeug entleert werden. ~~und wird bei Erfordernis mit einer mobilen Pumpe über eine separate Druckleitung gefördert und erforderlichenfalls über eine Blindknaggenkupplung für den Anschluss eines Entsorgungsfahrzeuges an der Oberfläche entsorgt. Die Außerbetriebnahme der automatisierten Pumpenschaltung erfolgt im Ereignisfall über ein Schaltfeld neben dem Anschluss der Löschwassereinspeisung an der Station Bf Hauptbahnhof.~~

2.2.11 Station Bf Hp Hauptbahnhof

2.2.11.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.2.11.2 Geplanter Zustand

Die Station Bf Hp Hauptbahnhof liegt mit allen Bauteilen tief unter bestehender Bebauung. Die Bahnsteigröhren und die Aufgänge werden grundsätzlich in bergmännischer Bauweise zweischalig hergestellt:

- Spritzbetonaußenschale und
- Stahlbetoninnenschale aus WU-Beton

Die Baugruben der Aufzugsschächte werden mit Schlitzwänden gesichert. Auch für diese Bereiche wurde eine zusätzliche Stahlbetoninnenschale geplant.

Die Tiefenlage der Bahnsteigröhren bzw. die vorhandenen Grundwasserverhältnisse machen eine zusätzliche Abdichtung zwischen der Spritzbetonschale und der Stahlbetoninnenschale erforderlich.

Die Leck- und Schleppwässer aus den Bahnsteigröhren, aus Aufgängen und aus Aufzugsschächten werden im Bahnsteiggeschoss gefasst, hochgepumpt und in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet.

Die Dränageleitungen, die Seitenrinnen in Treppenanlagen und die Pumpenanlagen werden entsprechend den anfallenden Wassermengen und den erforderlichen Pumphöhen dimensioniert.

Löschwasserbehandlung

Um zu vermeiden, dass im Brandfall kontaminiertes Löschwasser unkontrolliert in das öffentliche Kanalnetz gelangt, wird das anfallende Löschwasser zunächst in der Gleisebene ~~bleiben~~ **gesammelt** und nach Feststellung der Entsorgungsbedingungen entweder mit einer mobilen Pumpe **oder über eine Hebeanlage auf Bahnsteigebene an die Oberfläche befördert. Die Druckleitung der Hebeanlage verfügt über eine manuelle Absperreinrichtung und kann die Wässer über einen zusätzlichen Anschlussstutzen in ein Tankfahrzeug entsorgen.** ~~nach oben in das öffentliche Schmutzwassernetz oder in die an der Oberfläche zur Verfügung gestellten Fahrzeuge gepumpt. Für die Löschwasserentsorgung werden von Leckwasserleitungen getrennte Druckleitungen eingebaut.~~

~~Die Außerbetriebnahme der automatisierten Pumpenschaltung erfolgt im Ereignisfall über ein Schaltfeld neben dem Anschluss der Löschwassereinspeisung.~~

2.2.12 Provisorischer Wertstoffhof (Arnulfstraße)

2.2.12.1 Ist-Zustand

Im nördlichen Ladehof des Hauptbahnhofes befindet sich derzeit der zentrale Wertstoffhof für die Entsorgung aller im Hauptbahnhof und im Sperrengeschoss S-Bahn anfallenden Abfälle. Für die Erstellung des neuen Hp Hauptbahnhof Bahnhofplatz muss dieser Wertstoffhof für die Dauer der Bauzeit auf eine Ersatzfläche an der Arnulfstraße westlich des Empfangsgebäudes des Starnberger Flügelbahnhofes und östlich der Paul-Heise-Unterführung verlegt werden. Derzeit befinden sich dort eingeschossige Läden, die mit ihrer Rückseite teilweise an einer Winkelstützwand abschließen. Die Winkelstützwand trennt die Läden zum Gleis 36 ab. Zwischen Winkelstützwand und Gleisanlage befindet sich in einem Teilbereich eine Böschungsfläche.

2.2.12.2 Geplanter Zustand

Die gesamte Fläche mit den Läden und der Winkelstützwand wird rückgebaut. Anstelle der Stützwand wird parallel zum Gleis 36 eine Bohrpfehlwand erstellt. Die Fläche wird vollständig versiegelt und teilweise überdacht.

2.3 Kreuzende Gräben und Gewässer – bleibt frei

2.4 Kreuzende Straßen und Wege

2.4.1 Wotanstraße

2.4.1.1 Ist-Zustand

Die Wotanstraße entwässert über Staßenabläufe in den städtischen Kanal. Das Oberflächenwasser der südlichen Röhre des Fuß- und Radweg wird vor dem Südportal durch eine Querrinne gefaßt und dem städtischen Kanal zugeführt. Die nördliche Röhre des Fuß- und Radweg entwässert über Straßeneinläufe und Transportleitungen in den städtischen Kanal.

2.4.1.2 Geplanter Zustand

Der Bestand bleibt erhalten.

2.4.2 Umweltverbundröhre

2.4.2.1 Ist-Zustand – bleibt frei

2.4.2.2 Geplanter Zustand

Rampen

Im Norden bestehen die zu entwässernden Flächen außerhalb der Umweltverbundröhre (UVR) aus der 2 x 3,25 m = 6,50 m breiten Fahrbahn, einem 2,50 m breiten Radweg, einem 3,50 m breiten Gehweg, der Grünfläche zwischen Wotanstraße und Fahrbahn und einer Böschung auf der Ostseite. Der Gehweg sowie der Radweg entwässern über das zur Straße geneigte Quergefälle von 2,5 % in eine rund 1 m breite Kleinsteinpflastermulde zwischen der Straße und dem Radweg. In der Kleinpflastermulde befindet sich in Abständen von ca. 50 m ein Muldenablauf mit Anschluss an die Transportleitung der Straßenentwässerung. Die Straße entwässert über 2,5% Quergefälle und 0,5-3,0% Längsgefälle, wobei das Wasser durch Straßenabläufe in Abständen von 50 m gefasst wird. Die Abläufe führen das Wasser über Revisionsschächte zur Transportleitung, die unterhalb des Radweges verläuft.

Die Grünfläche zwischen der bestehenden Wotanstraße und der Fahrbahn der UVR weist Gefälle kleiner 3 % nach Südosten auf. Das Regenwasser versickert zu 90 % im Boden. Das Restwasser läuft über den westlichen Fahrbahnrand zu den Straßenabläufen.

Das anfallende Böschungswasser auf der Ostseite neben dem Gehweg wird in einer 1,00 m breiten Mulde am Böschungsfuß gefasst und kommt dort zur Versickerung. Aufgrund der geringen Böschungsflächen und des guten Versickerungsgrades des anstehenden Bodens entfällt ein Nachweis für die Mulde.

Im Süden der UVR bestehen die zu entwässernden Flächen aus den 6,50 m bzw. 3,50 m breiten Fahrbahnen, dem 2,50 m breiten Radweg, dem 3,50 m breiten Gehweg und der Grünfläche zwischen den Fahrbahnen. Die Entwässerung erfolgt analog der Nordrampe, Geh- und Radweg entwässern über 2,5 % Quer- und 5,8 % Längsgefälle in eine Kleinpflastermulde zwischen Radweg und Fahrbahn, die Fahrbahn mit gleichem Gefälle zum westlichen Straßenrand hin. Das Wasser

wird über Muldenabläufe bzw. Straßenabläufe gefasst und über einen Revisions-schacht in die Transportleitung unterhalb des Radweges geleitet.

Das Wasser der beiden Voreinschnitte wird über die Transportleitung zu dem Auf-fangbecken in der UVR geführt, wo es durch einen Ölabscheider läuft und über ein Pumpwerk dem städtischen Kanal DN 1900/2400 der Wotanstraße zugeführt wird.

Eine örtliche Versickerung des Oberflächenwassers aus den Rampen, bei der das anfallende Regenwasser jeweils vor dem Nordportal bzw. dem Südportal über Versickerungsbecken dem Grundwasser zugeführt wird, ist geprüft worden und scheidet aus folgenden Gründen aus:

- Die Versickerungsbecken liegen nahe der Fahrbahn und sind ca. 2 m tief, um die erforderliche Leistungsfähigkeit zu erreichen. Versickerbecken mit 2 m Tiefe im Stadtbereich sind nicht praktikabel und stellen eine Unfallgefahr dar, zudem sind Ausspülungen des Fahrbahnaufbaus zu befürchten, da die Becken wegen der beengten Platzverhältnisse sehr nahe an der Fahrbahn liegen.
- Die Versickerbecken durch Versickerschächte zu ersetzen, scheidet wegen der ungenügenden Leistungsfähigkeit aufgrund des hohen Grundwasserstandes aus.
- Von einer Versickerung über Rigolen wurde Abstand genommen, weil der Baumgraben für Bepflanzung freizuhalten ist, die Gefahr von Ausspülungen des Fahrbahnunterbaus besteht und weil sie nach den Erfahrungen der Stadt sehr schnell zusetzen, nicht kontrollierbar und wartungsintensiv sind. Eine nicht ausreichende Leistungsfähigkeit der Rigolen würde dann zum Überfluten der UVR führen, was in jedem Fall zu vermeiden ist.

Grundwasserwanne

Die Gradiente der UVR weist eine Wanne mit Neigungen von $-3,0\%$ und $0,4\%$ auf, weshalb die anfallenden Flüssigkeiten im Tiefpunkt des Bauwerkes gesammelt und abgefördert werden müssen. Im Süden beginnt die Grundwasserwanne ca. 19 m hinter dem Portal im Tunnel, taucht etwa 2,6 m im Tiefpunkt ein und endet im Norden ca. 34 m außerhalb des Portals. Das Freibord beträgt ca. 30 cm vom HW1940.

In der UVR fallen folgende Wässer an:

- Regenwasser aus den Trogbereichen
- Schleppwasser von der Fahrbahn
- Waschwasser
- Löschwasser
- Leichtflüssigkeiten ca. 500 l bei einem Unfall zweier Busse mit Tankhavarie

Auf Grund der Auslegung für Bus- und Straßenbahnverkehr erhält die Fahrbahn keine Querneigung und somit ist die Anordnung einer Schlitzrinne nicht sinnvoll. Statt dessen werden im Abstand von 22 m bis 45 m Querrinnen in der Fahrbahn vorgesehen, die an eine Transportleitung DN 300 im Radweg angeschlossen werden. Die Transportleitung erhält an den Einleitungsstellen Revisionsschächte und entwässert in ein Auffangbecken mit Leichtflüssigkeitsabscheider. Das Auffangbecken mit Abscheideanlage liegt im zentralen Bereich der UVR unterhalb des zukünftigen Bahnsteiges A. Die angeschlossene Pumpstation liegt westlich der UVR neben dem Quergang zur EÜ Wotanstraße. Von dort wird das gesammelte Wasser über eine Hebeanlage in den städtischen Kanal DN 1900/2400 der Wotanstraße eingeleitet.

Die Bauwerkssohle der UVR wird zur Aufnahme von durchsickernden Wässern mit Quergefälle versehen und entsprechend der ZTV-Ing. wird eine Drainage DN 150 im Tiefpunkt verlegt. Die Drainageleitung liegt auf dem Scheitel der Transportleitung, bindet jeweils in die Revisionsschächte mit ein und entwässert ebenfalls in den Pumpensumpf.

Die von der RABT geforderte Ablaufleistung der Entwässerung von 100 l/s auf 50 m Fahrbahnlänge ist nicht erforderlich, da die UVR nur für öffentlichen Personennahverkehr zugelassen wird und ein Tankwagenunfall nicht auftreten kann. Eine Querrinne hat ein Fassungsvermögen von 20 l/s, so dass sich hier mit den gewählten Abständen eine minimale Ablaufleistung von 22 l/s auf 50 m Länge ergibt, was aufgrund des ausschließlichen Busverkehrs als ausreichend erachtet wird.

Löschwasserbehandlung

Im Löschwasserfall wird die Hebeanlage abgeschaltet, damit kein kontaminiertes Löschwasser oder Schaum in den städtischen Abwasserkanal eingeleitet wird. Im Brandfall erfolgt die Löschwasserentsorgung durch Speichern in dem 75 m³ fassenden Auffangbecken und durch Abpumpen von der Feuerwehr. Die Außerbetriebnahme der im Regelfall automatisierten Pumpenschaltung erfolgt im Ereignisfall über ein Schaltfeld neben dem Anschluss der Löschwassereinspeisung.

3 Hydrotechnische Berechnungen

3.1 Bahnkörper

Flächenhafte Versickerung

Im Bereich des Westkopfes des Los1 wird eine flächenhafte Versickerung über das Planum ($\Psi = 0,45$ [0,15](#); KG2 gem. Ril 836) vorgesehen. Auf Grund des gut versickerungsfähigen Untergrundes sind Kiespackungen ($k_{f,Kies} = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) in den Tiefpunkten des Planums ausreichend, um hohe Regenspenden aus Starkregenereignissen abzuführen. Somit erfolgt die Entwässerung zum einen direkt über das Planum und zum anderen durch Kiespackungen. Die Kiespackungen werden über die Höhe der FSS und PSS bis auf das Erdplanum geführt. Da $k_{f,Kies}$ nahezu gleich $k_{f,Boden}$ ist, ergibt sich somit ein theoretisch unendlich hoher Versickerschlitz mit konstanter Breite.

Dies gilt für die Entwässerung der Gleise

- Strecke 5544 Richtung München Laim/München Abzweig Obermenzing und Richtung München Abzweig Obermenzing/ München Laim von Bau-km 100,6+00 bis Bau-km 101,0+80
- Strecke 5540 Richtung München Pasing/München Hbf tief von Bau-km 100,7+50 bis Bau-km 101,0+80
- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing von Bau-km 100,7+00 bis Bau-km 101,1+00

Rigolenversickerung/Versickerschlitz

Die Entwässerung zwischen zwei Gleisen wird beispielhaft für einen 100 m langen Abschnitt des S-Bahn-Gleises Strecke 5544 Richtung München Abzweig Obermenzing / München Laim von Bau-km 101,0+80 bis 101,1+80 (2. S-Bahn-Stammstrecke) nachgewiesen. Die Planumsbreiten wurden als gleichbleibend und der k_f -Wert als konstant angenommen. Gewählt wurden die größten Planumsbreiten (am östlichen Ende) des Abschnittes und der ungünstigste k_f -Wert ($5 \cdot 10^{-5}$ m/s).

	I [m]	b[m]	Ψ	A_U [m ²]
Planum Gleis	100,00	16,15	0,45 0,15	727 242
weitere Fläche	100,00	0,00	0,5	0
				<u>727</u> 242

	I [m]	b [m]	h [m]	Rigolenvolumen
erf. Rigolenabmessungen	73,8 19,9	0,8	1,2	19,1 70,2
Gew. Rigolenabmessungen	100	0,8	1,2	96,0
Reserve [%]				36,8

Die gewählten Abmessungen gelten auch für die Entwässerung der Gleise:

- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing
 von Bau-km 101,1+00 bis Bau-km 101,2+55,
 von Bau-km 101,3+60 bis Bau-km 101,5+65,
 von Bau-km 101,9+15 bis Bau-km 102,1+65 und
 von Bau-km 102,2+50 bis Bau-km 102,4+30.
- Strecke 5540 Richtung München Pasing/München Hbf tief
 von Bau-km 101,1+80 bis Bau-km 102,0+60
- Strecke 5544 Richtung München Laim/München Abzweig Obermenzing
 von Bau-km 101,0+80 bis Bau-km 101,2+45
 von Bau-km 101,3+85 bis Bau-km 101,8+00
 von Bau-km 101,9+15 bis Bau-km 102,1+80 und
 von Bau-km 102,55 bis Ende(Bau-km 102,4+30).
- Strecke 5544 Richtung München Abzweig Obermenzing / München Laim
 von Bau-km 101,4+00 bis Bau-km 101,9+15 und
 von Bau-km 101,9+15 bis Ende (Bau-km 102,1+00).
- Strecke 5547 Richtung München Laim/München Ost Personenbahnhof
 S-Bahn
 von Bau-km 101,4+15 bis Bau-km 101,8+10,
 von Bau-km 102,0+60 bis Bau-km 102,1+40 und
 von Bau-km 102,2+50 bis Beginn Trog (Bau-km 103,1+90).

- Strecke 5547 Richtung München Ost Personenbahnhof S-Bahn/München Laim
 von Bau-km 101,4+25 bis Bau-km 101,8+00,
 von Bau-km 102,1+00 bis Bau-km 102,1+40 und
 von Bau-km 102,2+50 bis Beginn Trog (Bau-km 103,1+90).

Rigole mit Versickersäulen

Die Entwässerung des Gleises Str. 5540 von km 101,7+05 bis km 101,8+11 erfolgt über Rigolen. Versickersäulen leiten den Oberflächenabfluss durch die bindigen Auffüllungen in die versickerfähigen Schichten ca. 3,50m unter SO. Die Versickersäulen bestehen aus weit gestuften Kiesen der Bodengruppe GW und haben ein Durchmesser von 0,60m. Die Einbindetiefe der Säulen in die versickerfähigen Schichten beträgt 1,0m und der Abstand 5,0m.

Die Versickerfläche ist durch die Versickersäule vorgegeben, so dass das erforderliche Speichervolumen der Rigole nach Gl.15 aus ATV-A 138 bestimmt wird. Der Nachweis wird für einen 5m langen Abschnitt mit einer Versickersäule geführt.

	l [m]	b[m]	Ψ	A _U [m ²]
Planum Gleis	5	11,0	0,50	27,5
gesamt				27,5

$$erf.V = \left[A_{red} * 10^{-7} * r_{D(n)} - A_s * \frac{k_f}{2} \right] * D * 60$$

Die Berechnung ergibt

$$erf. V = 3,23 \text{ m}^3 \quad \text{für } D = 60 \text{ min und } r = 92,6 \text{ l/s*ha}$$

	l [m]	b [m]	h [m]	V [m ³]
Rigolenabmessungen	5,00	0,80	1,00	4,00

Die gewählten Abmessungen gelten für die Entwässerung der Gleise:

- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing
 von Bau-km 101,1+00 bis Bau-km 101,2+55.

Muldenversickerung

Die Muldenversickerung wird am Fuß von Böschungen ohne beengte Verhältnisse möglich. Die Entwässerung wird beispielhaft an einem 100 m langen Teilstück am Fuß der Böschung des Gleises Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing (Bau-km 101,6+50 bis Bau-km 101,7+50) nachgewiesen.

	l [m]	b[m]	Ψ	A_U [m ²]
Planum Gleis	100	8,0	0,45 0,15	360 120
Böschung	100	6,0	0,5 0,2	300 120
gesamt				660 240

erforderliches Muldenvolumen
 (aus ATV-DVWK-A 138 Stand 01/2002)

$$\text{erf. } V = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - A_s \times k_f/2] \times D \times 60 \times f_z$$

Die Berechnung ergibt

$$\text{erf. } V = 8,7 \text{ 0,7 m}^3$$

	l [m]	b[m]	Einstauhöhe [m]	Speichervolumen
gew. Muldenabmessungen	100	1,00	0,20	10,0

Das vorhandene Muldenvolumen ist auf der sicheren Seite angenähert = 10 m³.
~~Somit ergibt sich eine Reserve = 15%.~~

Dieser Wert gilt für das oben genannte Gleis. Für die nachfolgenden Gleise ist die Reserve teils größer, auf Grund der bereichsweise kleineren Böschungsflächen.

Die gewählten Abmessungen gelten auch für die Entwässerung der Gleise

- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing
 von Bau-km 101,5+65 bis Bau-km 101,8+10 und
- Strecke 5544 Richtung München Laim/München Abzweig Obermenzing
 von Bau-km 101,8+00 bis Bau-km 101,9+15.

Versickerung über Böschung mit Graben

Der Graben wird am Fuß von hohen Böschungen ohne beengte Verhältnisse angewandt. Die Entwässerung wird beispielhaft an einem 100 m langen Teilstück am Fuß der Böschung des Gleises Strecke 5547 Richtung München Ost Personenbahnhof S-Bahn/München Laim (Bau-km 101,9+25 bis Bau-km 102,0+25) nachgewiesen.

	l [m]	b[m]	Ψ	A _{U,red} [m ²]
Planum Gleis	100	6,3	0,45 0,15	290 94,5
Böschung	100	15	0,5 0,2	750 300
gesamt				1040 394,5

	l [m]	b _m [m]	Einstauhöhe [m]	Speichervolumen
erf. Muldenabmessungen	100	1,04	0,15	16,0
		0,40	0,20	7,4
gew. Muldenabmessungen	100	0,85	0,30	25,5
Reserve [%]				37,3

Die gewählten Abmessungen gelten auch für die Entwässerung der Gleise

- Strecke 5547 Richtung München Ost Personenbahnhof S-Bahn/München Laim
 von Bau-km 101,9+25 bis Bau-km 102,1+00 und
 von Bau-km 102,2+40 bis Bau-km 102,3+00.
- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing
 von Bau-km 101,8+10 bis Bau-km 101,9+15.

Sonstige

Die folgenden Streckenteilabschnitte sind nicht zu bemessen, da auf Grund der geringfügigen Eingriffe die bestehende Entwässerung der Strecke als ausreichend anzunehmen ist:

- Strecke 5540 Richtung München Pasing/München Hbf tief
 von Bau-km 102,0+60 bis Bau-km 103,2+80.
- Strecke 5540 Richtung München Hbf tief/München Pasing
 von Bau-km 102,4+30 bis Bau-km 103,2+80.

3.2 Ingenieurbauwerke

3.2.1 S-Bahn-Station Bf Laim

Für den Bahnsteig A werden 3+3 Versickerschächte jeweils an den Bahnsteigenden mit Schachttiefen von je 5,5 m und mit einem Innendurchmesser von 2,0 m gewählt. Die punktuelle Entwässerung wird für die gesamte Bahnsteiglänge bemessen.

Bahnsteig Laim, inklusive Dach		Schachttyp A
$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	2,00	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	2,20	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	40 45	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,1 0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	146 110	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_1 =$	2.352	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	2.117	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	353	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	3,07 2,34	[m] erforderliche Einstauhöhe
	6	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfreie Tiefe der Zuleitung
	3,07 2,34	[m] Einstauhöhe z
	0,50	[m] Filterschicht
	4,57 3,93	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	9,64 7,65	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
\Rightarrow	5,50	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	4,00	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	12,67	[m ²] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	-30,4	[%]

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5 m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	526,70	[mNN] Oberkante Schacht
MHGW =	518,45	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	5,00	[mNN] bis OK Filterschicht
	3,25	[m] Grundwasserfreiheit

Der Bahnsteig B ist bzgl. der hydrotechnisch relevanten Werte analog dem Bahnsteig A. Somit wird die Entwässerung wie bei Bahnsteig A gewählt.

3.2.2 EÜ Wotanstraße

Die Entwässerung erfolgt über die Hinterfüllungsbereiche der Widerlager ohne weiteren Nachweis.

3.2.3 Umweltverbundröhre

Die Entwässerung erfolgt über die Hinterfüllungsbereiche der Widerlager ohne weiteren Nachweis.

3.2.4 Überwerfungsbauwerk Laim Nord

Aufstellung der Abflüsse je Brückenteilfläche.

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre

Brücke Nord	l [m]	b [m]	Ψ	A [m ²]	A _{red} [m ²]	Q [l/s]
Ablauf West	36,10	6,97	0,9	251,60	226,44	5,69
	26,10	6,82		178,00	160,20	4,07
Ablauf Ost	51,93	6,97	0,9	362,00	325,80	8,18
		6,82		354,16	318,74	8,11
Rest Fläche*	11,03	6,97	0,9	76,88	69,19	1,74
		6,82		75,23	67,71	1,72
					621,43	15,61
					546,64	13,90

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 1 Jahr

Brücke Nord	l [m]	b [m]	Ψ	A [m ²]	A _{red} [m ²]	Q [l/s]
Ablauf West	36,10	6,97	0,9	251,60	226,44	2,99
	26,10	6,82		178,00	160,20	2,12
Ablauf Ost	51,93	6,97	0,9	362,00	325,80	4,31
		6,82		354,16	318,74	4,21
Rest Fläche*	11,03	6,97	0,9	76,88	69,19	0,91
		6,82		75,23	67,71	0,90
					621,43	8,22
					546,64	7,23

Für beide Fälle gilt:

$$Q_Z = Q_U = 0$$

* = Brückenfläche vor den Widerlagern, die über Längsneigung auf der Widerlager-rückseite entwässert

Für die **Brücke Nord, Abschnitt West** des Überwerfungsbauwerks, wird ein Versickerschacht der Schachttiefe 3,0 m und mit einem Innendurchmesser von 2,0 m gewählt. Der Schacht wird unterhalb des ersten Brückenfeldes vorgesehen. Die punktuelle Entwässerung wird gemäß der oben aufgeführten Aufteilung bemessen.

Brücke Nord: Abschnitt West		Schachttyp A
$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	2,00	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	2,20	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$F_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	40 30	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,1 0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	146 141	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_1 =$	178,0 252	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	160,2 226	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	160,2 226	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	1,22 0,95	[m] erforderliche Einstauhöhe je Schacht
	1,45	
	1	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfreie Tiefe der Zuleitung
	1,22 0,95	[m] Einstauhöhe z
	1,45	
	0,50	[m] Filterschicht
	2,72 2,45	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	2,95	
	3,84 2,98	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
	4,49	
Je Schacht		
⇒	3,00	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	1,50	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	5,70 4,71	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	48,4	[%]

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	523,90	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,25	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	2,50	[mNN] bis OK Filterschicht
	3,15	[m] Grundwasserfreiheit

Das geringfügig verschmutzte Oberflächenwasser der Brücke Nord, Abschnitt Ost, des Überwerfungsbauwerks, wird gefasst und über Längsleitungen zum vierten Brückenpfeiler geleitet. Dort wird das gefasste Wasser abgeführt und einem Graben der Länge 100 m, mittlere Breite 0,85 m und Einstauhöhe 0,3 m zugeführt, wo es dann versickert.

Für die **Brücke Nord, Abschnitt Ost** des Überwerfungsbauwerks wird ein 21 m³ fassendes Versickerbecken mit einer Sohle von 11,0 m Länge und 6,0 m Breite gewählt. Die Einstauhöhe z beträgt 0,3 m. Bei einer Beckentiefe von 0,5 m und einer Böschungsneigung von 1:2 beträgt das Freibord somit 0,2 m. Die Beckensohle ist zum Beckeneinlauf geneigt und beugt so einer Kolmation im gesamten Beckenbereich vor. Der Beckenabmessung liegt folgende Berechnung zugrunde:

Brücke Nord: Abschnitt Ost

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche, Gleisbereich	Au =	460 [m ²]
Undurchlässige Fläche, Brücke	Au =	319 [m ²]
Undurchlässige Fläche, gesamt	ges. Au =	779 [m ²]
Durchlässigkeit Graben	kf =	0,00025 [m/s]
Versickerfläche	As =	10% Au [m ²]

Muldenabmessungen

	l [m]	b _m [m]	Einstauhöhe [m]	Speichervolumen [m ³]
erf. Grabenabmessung	100	0,78	0,18	13,08
gew. Grabenabmessung	100	0,85	0,30	25,50
Reserve				= 91,0 %

Nachweis der Entleerungszeit

	[s]	[h]
vorh. te =	1438	0,40
erf. te =		24,00

Brücke Nord: Abschnitt Ost

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche Brücke	$A_{u1} =$	0,0362 [ha]
angen. Oberfläche Versickerbecken	$A_{u2} =$	0,0059 [ha]
Abflussbeiwert	$\Psi =$	0,9
red. undurchl. Fläche	$\Psi \times A_u =$	0,0379 [ha]
Durchlässigkeit Sohle (reduziert)	$k_f =$	0,00005 [m/s]
Sicherheitsbeiwert	$f_z =$	1,2
Jährigkeit [-]	$n =$	0,1

Formel

$$V = (A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(n)} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

erf. Speichervolumen	erf. V =	20 [m ³]
----------------------	----------	----------------------

Versickerbeckenabmessungen

gewählte Grundfläche $A_{su} =$	$6,0 \cdot 11,0 =$	66,0 [m ²]
gewählte Oberfläche $A_{so} =$	$7,2 \cdot 12,2 =$	87,8 [m ²]
gewählte Einstauhöhe	$z =$	0,3 [m]
vorh. Speichervolumen (bei 20 cm Freibord)	vorh. V =	23 [m ³]
Reserve		10 [%]

Die Berechnung der Ableitung der Oberflächenabflüsse im **Hinterfüllbereich des Widerlagers** durch die Bodenplattendurchlässe im Rechteckraster 1,50m*1,50m und Durchmesser DN200 wird als idealisierter Sickerschacht vorgenommen. Dabei wird der Flächenanteil der zu entwässernden Fläche auf einen Durchlass bestimmt.

Brücke Nord: Bodenplatte
 West

$k_f =$	0,0001	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	0,2	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	0,2	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$F_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	15	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	215,3	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_1 =$	94	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	84,6	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	9,4	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	4,53	[m] erforderliche Einstauhöhe je Schacht
$V =$	0,14	[m ³] erforderliches Speichervolumen
	9	Anzahl der Durchlässe

Für den Schacht ergibt sich ein erforderliches Speichervolumen von 0,14 m³. Da die Durchlässe mit Einkornbeton und der Hinterfüllbereich mit GW/GU verfüllt sind, ergibt sich das erforderliche Speichervolumen zu 0,14 m³. / 0,25 (Porenvolumenanteil) zu 0,56 m³. Die Einstauhöhe auf der Widerlagersole ergibt sich aus dem erforderlichen Speichervolumen wie folgt:

Fläche Bodenplatte	$6,0 * 4,4$	$= 26,4 \text{ m}^2$
Bodenplattendurchlässe		$= 9$
Fläche je Durchlass	$26,4 \text{ m}^2 / 9$	$= 2,93 \text{ m}^2$
Einstauhöhe auf Bodenplatte je Durchlass	$0,56 \text{ m}^3 / 2,93 \text{ m}^2$	$= 0,19 \text{ m}$

Die Einstauhöhe auf der Bodenplatte beträgt somit weniger als 20 cm.

Infolge der geringeren zu entwässernden Flächen gilt der Nachweis auch für das Widerlager Ost des ÜBW Laim Nord.

Die Berechnung der Ableitung der Oberflächenabflüsse des **Trog, ÜBW Laim Nord, Rampe West, km 101,7+41 bis km 101,8+01**, durch die Bodenplatten-

durchlässe Abstand in Querrichtung 1,5m und in Längsrichtung 2,0m, Durchmesser DN200, wird als idealisierter Sickerschacht vorgenommen. Dabei wird der Flächenanteil der zu entwässernden Fläche auf einen Durchlass bestimmt. Der Nachweis wird beispielhaft an einem 2,0 m langen Abschnitt durchgeführt.

Brücke Nord: Trog West

$k_f =$	0,0001	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	0,2	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	0,2	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$F_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	15	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	215,3	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_1 =$	13,7	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	12,3	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	4,1	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	1,94	[m] erforderliche Einstauhöhe je Schacht
$V =$	0,06	[m ³] erforderliches Speichervolumen
	3	Anzahl der Durchlässe

Für den Schacht ergibt sich ein erforderliches Speichervolumen von 0,06 m³. Da die Durchlässe mit Einkornbeton und der Hinterfüllbereich mit GW/GU verfüllt sind, ergibt sich das erforderliche Speichervolumen zu 0,06 m³ / 0,25 (Porenvolumenanteil) zu 0,24 m³. Die Einstauhöhe auf der Trogsohle ergibt sich aus dem erforderlichen Speichervolumen wie folgt:

Fläche Bodenplatte	2,0 * 4,90	= 9,8 m ²
Bodenplattendurchlässe		= 3
Fläche je Durchlass	9,8 m ² / 3	= 3,3 m ²
Einstauhöhe auf Bodenplatte je Durchlass	0,24 m ³ / 3,3 m ²	= 0,073 m

Die Einstauhöhe auf der Bodenplatte beträgt somit weniger als 10 cm.

Die Berechnung der Ableitung der Oberflächenabflüsse der **Stützwände, ÜBW Laim Nord, Rampe West**, durch die Bodenplattendurchlässe im Abstand 2,0m und Durchmesser DN200 wird als idealisierter Sickerschacht vorgenommen. Dabei

wird der Flächenanteil der zu entwässernden Fläche auf einen Durchlass bestimmt. Der Nachweis wird beispielhaft an einem 2,0 m langen Abschnitt durchgeführt.

Brücke Nord: Stm West

$k_f =$	0,0001	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	0,2	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	0,2	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$F_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	15	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	215,3	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_1 =$	7,3	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	6,6	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	6,6	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	3,12	[m] erforderliche Einstauhöhe je Schacht
$V =$	0,1	[m ³] erforderliches Speichervolumen
	3	Anzahl der Durchlässe

Für den Schacht ergibt sich ein erforderliches Speichervolumen von 0,1 m³. Da die Durchlässe mit Einkornbeton und der Hinterfüllbereich mit GW/GU verfüllt sind, ergibt sich das erforderliche Speichervolumen zu 0,1 m³. / 0,25 (Porenvolumenanteil) zu 0,4 m³. Die Einstauhöhe auf der Trogsohle ergibt sich aus dem erforderlichen Speichervolumen wie folgt:

Fläche Bodenplatte	$2,57 * 2$	= 5,2 m ²
Bodenplattendurchlässe		=1
Fläche je Durchlass	$5,2 \text{ m}^2 / 1$	= 5,2 m ²
Einstauhöhe auf Bodenplatte je Durchlass	$0,4 \text{ m}^3 / 5,2 \text{ m}^2$	= 0,077 m

Die Einstauhöhe auf der Bodenplatte beträgt somit weniger als 10 cm.

Der Nachweis gilt für die Entwässerung der Stützwände

- Stm Nord, ÜBW Laim Nord, Rampe West, Bau-km 101,6+95 – 101,7+41
- Stm Süd, ÜBW Laim Nord, Rampe West, Bau km 101,6+69-101,7+41

3.2.5 Überwerfungsbauwerk Laim Süd

Aufstellung der ermittelten Abflüsse je Brückenteilfläche.

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre

Brücke Nord	l [m]	b [m]	Ψ	A [m ²]	A _{red} [m ²]	Q [l/s]
Ablauf West	43,43	6,97	0,9	302,71	272,44	6,93
		6,82		296,19	266,57	6,78
Ablauf Mitte	44,75	6,97	0,9	311,91	280,72	7,14
		6,82		285,96	257,37	6,54
Ablauf Ost	41,65	6,97	0,9	290,30	261,27	6,64
		6,82		284,05	255,65	6,50
Rest Fläche West*	12,65	6,97	0,9	88,17	79,35	2,02
		6,82		86,27	77,65	1,97
Rest Fläche Ost*	10,65	6,97	0,9	74,23	66,81	1,70
		6,82		72,63	65,37	1,66
Rest Fläche West					960,58	24,43
					922,60	23,46

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 1 Jahr

Brücke Nord	l [m]	b [m]	Ψ	A [m ²]	A _{red} [m ²]	Q [l/s]
Ablauf West	43,43	6,97	0,9	302,71	272,44	3,60
		6,82		296,19	266,57	3,52
Ablauf Mitte	44,75	6,97	0,9	311,91	280,72	3,71
		6,82		285,96	257,37	3,40
Ablauf Ost	41,65	6,97	0,9	290,30	261,27	3,45
		6,82		284,05	255,65	3,38
Rest Fläche West*	12,65	6,97	0,9	88,17	79,35	1,05
		6,82		86,27	77,65	1,03
Rest Fläche Ost*	10,65	6,97	0,9	74,23	66,81	0,88
		6,82		72,63	65,37	0,86
Rest Fläche West					960,58	12,70
					922,60	12,20

Für beide Fälle gilt:

$$Q_Z = Q_U = 0$$

* = Brückenfläche vor den Widerlagern, die über Längsneigung auf der Widerlager-rückseite entwässert wird

Für die **Brücke Süd, Abschnitt West** des Überwerfungsbauwerks, werden 2 Versickerschächte der Schachttiefe ~~3,00~~ **2,50** m, mit einem Innendurchmesser von 2,0 m, gewählt. Der Schacht wird unterhalb des ersten Brückenfeldes vorgesehen. Die punktuelle Entwässerung wird gemäß der oben aufgeführten Aufteilung bemessen.

Brücke Süd: Abschnitt West

Schachttyp A

$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	2,00	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	2,20	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	40 30	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,1 0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	146 141	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	296 312	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	267 273	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	133 137	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	0,96 0,75	[m] erforderliche Einstauhöhe
	0,77	
	2	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,10	[m] unter Schacht-OK (= OK versick.fähiger Boden)
	0,77 0,75	[m] Einstauhöhe z
	0,96	
	0,50	[m] Filterschicht
	2,56 2,35	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	2,37	
	3,03 2,34	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
	2,43	
Je Schacht		
⇒	3,00 2,50	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	1,40 0,90	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	2,83 4,40	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	45,1 87,9	[%]
	16,5	

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	526,00	[mNN] Oberkante Schacht
MHGW =	518,25	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	2,50 2,00	bis OK Filterschicht
	5,25 5,75	[m] Grundwasserfreiheit

Für die **Brücke Süd, Abschnitt Mitte** des Überwerfungsbauwerks, wird 1 Versickerschacht der Schachttiefe ~~4,50~~ **4,00** m, mit einem Innendurchmesser von 2,0 m, gewählt. Der Schacht wird im Bereich unterhalb des dritten Brückenfeldes vorgesehen. Die punktuelle Entwässerung wird gemäß der oben aufgeführten Aufteilung bemessen.

Brücke Süd: Abschnitt Mitte

Schachttyp A

$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	2,00	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	2,20	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	40 45	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,4 0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	146 110	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	286 312	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	257 312	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	257 312	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	2,15 1,68	[m] erforderliche Einstauhöhe
	1,87	
	1	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,10	[m] unter Schacht-OK (= OK versick.fähiger Boden)
	2,15 1,68	[m] Einstauhöhe z
	1,87	
	0,50	[m] Filterschicht
	3,75 3,28	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	3,47	
	6,77 5,29	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
	5,87	
Je Schacht		
⇒	4,50 4,00	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	2,90 2,40	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	9,11 7,54	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	34,6 72,1	[%]
	28,4	

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	526,00	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,25	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	4,00 3,50	bis OK Filterschicht
	3,75 4,25	[m] Grundwasserfreiheit

Für die **Brücke Süd, Abschnitt Ost** des Überwerfungsbauwerks, werden 2 Versickerschächte der Schachttiefe ~~3,00~~ **2,50** m, mit einem Innendurchmesser von 2,0 m, gewählt. Der Schacht wird im Bereich unterhalb des neunten Brückenfeldes vorgesehen. Die punktuelle Entwässerung wird gemäß der oben aufgeführten Aufteilung bemessen.

Brücke Süd: Abschnitt Ost		Schachttyp A
$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	2,00	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	2,20	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	40 30	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,1 0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	146 141	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	284 291	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	254 261	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	254 131	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	0,91 0,70	[m] erforderliche Einstauhöhe
	0,73	
	2	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfrei Tiefe der Zuleitung
	0,91 0,70	[m] Einstauhöhe z
	0,73	
	0,50	[m] Filterschicht
	2,41 2,20	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	2,23	
	2,87 2,21	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
	2,29	
Je Schacht		
⇒	3,00 2,50	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	1,50 1,00	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	4,71 3,14	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	64,4 113,0	[%]
	37,4	
Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)		
OK Schacht =	524,00	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,25	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	2,50 2,00	bis OK Filterschicht
	3,25 3,75	[m] Grundwasserfreiheit

Die Entwässerung der **Stützwand östlich ÜBW Laim Süd** wird beispielhaft am Querschnitt A-A, km 101,9+80, für einen 100 m langen Abschnitt des S-Bahn-Gleises Strecke 5547 Richtung München Hauptbahnhof nachgewiesen. Die Planumsbreiten und Stützwandabmessungen wurden als gleichbleibend und der k_f -Wert als konstant angenommen. Als Durchlässigkeitsbeiwert wurde der ungünstigste k_f -Wert ($1 \cdot 10^{-5}$ m/s) gewählt.

Die Versickerfläche der Rigole ist durch die Lage des Versickerschlitzes an der Stützwand und auf dem erdseitigen Sporn vorgegeben. Sie wird für den Nachweis mit $1,5\text{m} \cdot 100\text{m} = 150\text{m}^2$ angesetzt. Das erforderliche Speichervolumen der Rigole wird nach gl.15 nach ATV-A 138 bestimmt.

	l [m]	b[m]	Ψ	A_U [m ²]
Planum Gleis	100,00	7,10	0,9	639
Böschung	100,00	2,90	0,9	261
Stützwand	100,00	0,40	0,9	36
				936

$$erf.V = \left[A_{red} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60$$

Die Berechnung ergibt

$$erf. V = 151,0 \text{ m}^3 \quad \text{für } D = 180 \text{ min und } r = 37,9 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

	l [m]	b [m]	h [m]	V [m ³]
Rigolenabmessungen	100,00	1,00	4,00	400,00

Die gewählten Abmessungen gelten für die Entwässerung der Stützwand östlich ÜBW Laim Süd, Bau-km 101,9+69 – 102,0+35.

3.2.6 Objekt V – Erweiterung Nord

Im Bereich des Objekts V – Erweiterung Nord für die Gleise der 2. S-Bahn-Stammstrecke wird für den **westlichen Teil** der Brücke eine Rohr-Rigole mit der Länge von 25,0 m, Breite von 0,8 m und Höhe von 1,2 m gewählt. Der Rohrdurchmesser beträgt 0,3 m. Die Rohr-Rigole ist westlich der Brücke, im Bereich zwischen der Stützmauer und dem Südring, vorgesehen. Der Berechnung ist die halbe Brückenfläche zugrunde gelegt.

Objekt V: Erweiterung Nord (westlicher Teil)

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche	$A_{u1} =$	549 [m ²]
Abflussbeiwert	$\Psi_1 =$	0,90
Gesamte, red. undurchl. Fläche	$\Psi_1 \times A_u =$	494 [m ²]
Durchlässigkeit Rigole	$K_r =$	0,00025 [m/s]
Zuschlagsfaktor	$f_z =$	1,2
gewählte Rigolenbreite	$b_r =$	0,80 [m]
gewählte Rigolenhöhe	$h =$	1,20 [m]
Porenanteil Kiesfüllung	$s_r =$	0,35
Durchmesser Rohr innen	$d_i =$	0,30 [m]
Durchmesser Rohr außen	$d_a =$	0,30 [m]
Anzahl der Rohre	$n_r =$	1
Regenhäufigkeit	$n =$	0,1 0,2
Wasseraustrittsgeschwindigkeit(Rohre)	$V =$	1,00 [dm/s]
Wasseraustrittsfläche(für 1 Rohr)	$A_{austr} =$	2,20 [dm ² /m]

Rigolenabmessungen

erf. Rigolenlänge	$L =$	20,28 [m] 17,03 20,43
gew. Rigolenlänge	$L =$	25,00 [m]
gewählte Rigolenbreite	$b_r =$	0,8 [m]
gewählte Rigolenhöhe	$h_r =$	1,2 [m]
Durchmesser Rohr innen	$d_i =$	0,3 [m]
Durchmesser Rohr außen	$d_a =$	0,3 [m]
Reserve		23 46 22 [%]

Nachweis ausreichenden Wasseraustritts

Zufluss zur Versickeranlage in		
	qm/s	l/s
$Q_{zu} = 10^{-7} * r_{D(n)} * A_u =$	0,011	10,62
	0,009	8,92
vorh. Wasseraustritt(max mögl.)		
		l/s
vorh. Qaustritt= $n_r \times$ Austrittsfläche $\times v \times L =$		55
OK Rigole =	520,50 [mNN]	
MHW =	517,90 [mNN]	
Höhe Rigole =	1,20 [m]	
	1,40 [m] Grundwasserfreiheit	

Im Bereich des Objekts V – Erweiterung Nord für die Gleise der 2. S-Bahn-Stammstrecke wird für den **östlichen Teil** der Brücke das geringfügig verschmutzte Oberflächenwasser über einen Ablauf am östlichen Widerlager und einer Transportleitung in ein Versickerbecken mit einem Speichervolumen von 41 m³ und der Einstauhöhe $z = 0,6$ m zugeführt. Die Beckensohle ist zum Beckeneinlauf geneigt und beugt so einer Kolmation im gesamten Beckenbereich vor. Der Berechnung ist die halbe Brückenfläche und die Fläche des Versickerbeckens zugrunde gelegt.

Objekt V: Erweiterung Nord (östlicher Teil)

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche Brücke	$A_{u1} =$	0,049 [ha]
Undurchlässige Fläche Vers.becken	$A_{u2} =$	0,009 [ha]
Abflussbeiwert	$\Psi =$	0,9
red. undurchl. Fläche	$\Psi \times A_u =$	0,052 [ha]
Durchlässigkeit Sohle (reduziert)	$k_f =$	0,00005 [m/s]
Sicherheitsbeiwert	$f_z =$	1,2

Formel

$$V = (A_u * 10^{-3} * r_{D(n)} - Q_s) * D * 60 * f_z$$

erf. Speichervolumen erf. V = 22,5 [m³]

Versickerbeckenabmessungen

gewählte Grundfläche $A_s =$	$2,5^2 \cdot \pi + 6,1 \cdot 5,0 =$	50,1 [m ²]
gewählte Einstauhöhe	$z =$	0,6 [m]
vorh. Speichervolumen (bei 40 cm Freibord)	vorh. $V =$	41,0 [m ³]
Reserve		82,2 [%]

Der Nachweis der Versickerungsrate ist erfüllt mit einer tatsächlichen Versickerungsrate von 0,00175 m³/s gegenüber der angenommenen Versickerungsrate von 0,0010 m³/s.

3.2.7 Objekt V – Lärmschutzbrücke Süd

~~An den Mittelunterstützungen der Lärmschutzbrücke Süd des Objekts V wird je Brückenablauf das gefasste Wasser in Nischen an den Pfeilern ab- und südlich der Brücke in Rohr-Rigolen eingeleitet. Die Länge ist mit 14,0 m, mit 0,8 m die Breite und 1,2 m die Höhe gewählt. Der Rohrdurchmesser beträgt 0,3 m. Die Rigolen werden südlich der Brückenpfeiler zwischen den Gleisen des Südrings vorgesehen. Der Berechnung ist je Brückenablauf die halbe Brückenfläche sowie die Anteile des anstehen Gleises des bestehenden Objekts V zugrunde gelegt.~~

LSW Brücke	l [m]	b [m]	Ψ	A [m ²]	A_{red} [m ²]	Q [l/s]
Ablauf West	24,85	1,50	0,9	37,28	33,55	0,44
Ablauf Mitte	22,15	1,50	0,9	33,23	29,90	0,40
Ablauf Ost	24,10	1,50	0,9	36,15	32,54	0,43
Rest Fläche* Ost	7,0	1,50	0,9	10,50	9,45	0,12
					105,44	1,39

An den Mittelunterstützungen der Lärmschutzbrücke Süd des Objekts V wird je Brückenablauf das gefasste Wasser in Nischen an den Pfeilern ab- und südlich der Brücke in Versickerschächte eingeleitet. Die Versickerschächte haben 1,50 m Durchmesser und sind 2,00 m tief.

Die geringe Menge an Oberflächenwasser die am Widerlager West abgeleitet wird und der vorhandenen Böschungsmulde zugeführt wird bleibt ohne weiteren Nachweis.

Objekt V: Erweiterung Süd

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche Erw. Süd	Au1=	33 [m2]
Abflussbeiwert	α	0,9
Undurchlässige Fläche Bestand	Au1=	185,5 [m2]
Abflussbeiwert	α	0,9
gesamt undurchlässige Fläche	Au=	197 [m2]
Durchlässigkeit Rigole	kf=	0,00025 [m/s]
Zuschlagsfaktor	fz=	1,2
gewählte Rigolenbreite	br=	0,8 [m]
gewählte Rigolenhöhe	hr=	1,0 [m]
Poronanteil Kiesfüllung	sr=	0,35
Durchmesser Rohr innen	di=	0,3 [m]
Durchmesser Rohr außen	da=	0,3 [m]
Regenhäufigkeit	n=	0,1-0,2
Wasseraustrittsgeschwindigkeit(Rohre)	v=	1 [dm/s]
Wasseraustrittsfläche(für 1 Rohr)	Aaustr=	2,2 [dm2/m]

Rigolenabmessungen

erf. Rigolenlänge	L=	10,89-9,14 [m]
gew. Rigolenlänge	L=	14,00 [m]
gewählte Rigolenbreite	br=	0,8 [m]
gewählte Rigolenhöhe	hr=	1,0 [m]
Durchmesser Rohr innen	di=	0,3 [m]
Durchmesser Rohr außen	da=	0,3 [m]
Reserve		28,6-53,2 [%]

Nachweis ausreichenden Wasseraustritts

	Zufluss zur Versickeranlage in	
	qm/s	l/s
$Q_{zu} = 10^{-7} \cdot f_{D(n)} \cdot A_u =$	0,004	4,23-3,55

	vorh. Wasseraustritt(max mögl.)	
	l/s	
vorh. Qaustritt = $n_r \cdot x \cdot \text{Austrittsfläche} \cdot v \cdot L =$	30,8	

OK Rigole =	520,50 [mNN]
MHGW =	517,90 [mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Höhe Rigole =	1,00 [m]
<hr/>	
	1,60 [m] Grundwasserfreiheit

LSW-Brücke: Abschnitt West

Schachttyp A

$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	1,50	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	1,70	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	10	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	176,4	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	37	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	34	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	34	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	0,24	[m] erforderliche Einstauhöhe
	1	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfrei Tiefe der Zuleitung
	0,24	[m] Einstauhöhe z
	0,50	[m] Filterschicht
	1,74	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	0,42	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
Je Schacht		
⇒	2,00	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	0,50	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_S =$	0,88	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	108,0	[%]

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	521,20	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,05	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	1,50 bis	OK Filterschicht
	1,65	[m] Grundwasserfreiheit

LSW-Brücke: Abschnitt Mitte

Schachttyp A

$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	1,50	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	1,70	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	10	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	276,4	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	33	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	30	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	30	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	0,20	[m] erforderliche Einstauhöhe
	1	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfrei Tiefe der Zuleitung
	0,20	[m] Einstauhöhe z
	0,50	[m] Filterschicht
	1,74	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	0,35	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
Je Schacht		
⇒	2,00	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	0,50	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_S =$	0,88	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	150,00	[%]
Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)		
OK Schacht =	521,20	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,05	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	1,50 bis	OK Filterschicht
	1,65	[m] Grundwasserfreiheit

LSW-Brücke: Abschnitt Ost

Schachttyp A

$k_f =$	0,00025	[m/s] Durchlässigkeitsbeiwert Untergrund
$d_i =$	1,50	[m] Innendurchmesser Sickerschacht
$d_a =$	1,70	[m] Außendurchmesser Sickerschacht
$r_{15,(1)} =$	132	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$f_z =$	1,2	[-] Zuschlagsfaktor nach ATV-DVWK-A 117
$D =$	10	[Min] Dauer der Regenspende
$n =$	0,2	[-] Jährigkeit
$r_{D,(n)} =$	276,4	[l/s ha] Bemessungsregenspende
$A_{u1} =$	36	[m ²] zu entwässernde Fläche
$\Psi_1 =$	0,90	Abflussbeiwert
ger. $A_u =$	33	[m ²] berechnete abflusswirksame Fläche
gew. $A_u =$	33	[m ²] gewählte abflusswirksame Fläche
$z =$	0,23	[m] erforderliche Einstauhöhe
	1	Anzahl der Schächte
erforderliche Schachttiefe :	1,00	[m] frostfrei Tiefe der Zuleitung
	0,23	[m] Einstauhöhe z
	0,50	[m] Filterschicht
	1,73	[m] erforderliche Schachttiefe je Schacht
	0,41	[m ³] erforderliches Speichervolumen je Schacht
Je Schacht		
⇒	2,00	[m] gewählte Schachttiefe
$z =$	0,50	[m] vorhandene Einstauhöhe
$V_s =$	0,88	[m ³] vorhandenes Speichervolumen
RESERVE =	117,0	[%]

Die GW-Freiheit darf i.d.R. 1,5m nicht unterschreiten (ATV-DVWK-A 138,S.28)

OK Schacht =	521,20	[mNN] Oberkante Schacht
MHW =	518,05	[mNN] mittlerer höchster Grundwasserstand
Schachttiefe =	1,50 bis OK	Filterschicht
	1,65	[m] Grundwasserfreiheit

3.2.8 Trogbauwerk

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre

	l [m]	b[m]	Ψ	A[m ²]	ΨxA [m ²]	Q [l/s]
Planum Trog	63,00	variiert	0,9	775	697,4	17,15
		12,97 – 11,59				
Planum Anteil Stützmauer	2 x 63	0,40	0,9	50	45,4	1,12
					742,8	18,27

Wassermenge aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 1 Jahr

	l [m]	b[m]	Ψ	A[m ²]	ΨxA[m ²]	Q [l/s]
Planum Trog	63,00	variiert	0,9	775	697,4	9,22
		12,97 – 11,59				
Planum Anteil Stützmauer	2 x 63	0,40	0,9	50	45,4	0,60
					742,8	9,82

Für beide Fälle gilt

$$Q_z = Q_u = 0$$

Die anfallende Wassermenge wird über eine Transportleitung zum Pumpensumpf bei Rettungsschacht 1 gebracht und von dort einem Versickerbecken zugeführt.

Das ca. ~~46~~ **56** m³ fassende Versickerbecken wird mit einer Sohle von 20,0 m Länge und 1,0 m Breite gewählt. Die Einstauhöhe z beträgt ~~0,8~~ **1,0** m bei einer Beckentiefe von ~~1,0 m~~ mit einer Böschungsneigung von ~~1:2~~ **1:1,5**. Auf Grund der geologischen Gegebenheiten liegt die Beckensohle im versickerfähigen Bereich auf **520,9 m ü NN**. Das anstehende Gelände liegt auf **522,9 m ü NN**. Das Freibord beträgt somit ~~0,20~~ **1,00** m. Die Beckensohle ist zum Beckeneinlauf geneigt und beugt so einer Kolmation im gesamten Beckenbereich vor. Der Beckenabmessung liegt folgende Berechnung zugrunde:

Trog

Ausgangswerte

Undurchlässige Fläche Trog	$A_{u1} =$	0,0825 [ha]
angen. Oberfläche Versickerbecken	$A_{u2} =$	0,0123 [ha]
		0,0182
Abflussbeiwert	$\Psi =$	0,9
red. undurchl. Fläche	$\Psi \times A_u =$	0,0853 [ha]
		0,0910
Durchlässigkeit Sohle (reduziert)	$k_f =$	0,00005 [m/s]
Sicherheitsbeiwert	$f_z =$	1,2

Formel

$$V = (A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(n)} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

erf. Speichervolumen erf. V = ~~36,6~~ 49,0 [m³]

Versickerbeckenabmessungen

gewählte Grundfläche A_{su} = 0,5²·π + 20,0·1,0 = ~~26,8~~ 20,8 [m²]

gewählte Oberfläche A_{so} = ~~2,1~~ 2,0²·π + ~~123,1~~ 92,6 [m²]
 20,0·4,2 4,0 =

gewählte Einstauhöhe z = ~~0,8~~ 1,0 [m]

vorh. Speichervolumen (bei 20 cm Freibord) vorh. V = ~~46,4~~ 56,7 [m³]

Reserve ~~26,7~~ 15,7 [%]

Der Nachweis der Versickerungsrate ist erfüllt mit einer tatsächlichen Versickerungsrate von 0,0015 m³/s gegenüber der angenommenen Versickerungsrate von 0,0010 m³/s.

3.2.9 Tunnel

Grundsätzliche Ansätze der hydrotechnischen Berechnungen sind unter Ziff. 1.2 zusammengefasst.

Gemäß aktuell gültiger Ril 853 sind für maschinell aufgefahrene Tunnel mit Tübbingausbau keine Leckagen zulässig. Da nach Einbau des Sohlbetons Leckagen nicht mehr lokalisiert und somit nicht abgedichtet werden können, müssen diese Wassermengen abgeführt werden. Dieser Wasserzutritt kann nur im Sohlbereich bis OK Flucht- bzw. Randweg eintreten.

Den Berechnungen der eingleisigen Tunnelabschnitte wird eine Tunnellaibungsfläche A=~~25,13m²~~ 7,76m²/lfm zugrunde gelegt.

Die anfallenden Leckwassermengen sind in den folgenden Tabellen für die einzelnen Abschnitt zusammengestellt:

- Westabschnitt: Beginn bergmännische Bauweise bis Station Bf Hp Hauptbahnhof
- Ostabschnitt: Station Bf Hp Hauptbahnhof bis Planfeststellungsgrenze

Westabschnitt: Beginn bergmännische Bauweise bis Station Bf Hp Hauptbahnhof

Zulauf zur Station Bf Hp Hauptbahnhof

	Stationierung	Streckenlänge [m]	Leckwasser-rate [l/(m ² xd)]	Leckwasser-menge je Röhre [l/d]
Beginn bergmännische Bauweise	103,4+75	2029	0,1	5099,4
Station Bf Hp Hauptbahnhof	105,5+04			

Tab. 3.1 Datenübersicht Leckwassermengen Westabschnitt

Ostabschnitt: Station Bf Hp Hauptbahnhof bis Planfeststellungsgrenze

Zulauf von Osten zur Station Bf Hp Hauptbahnhof:

	Stationierung	Streckenlänge [m]	Leckwasser-rate [l/(m ² xd)]	Leckwasser-menge je Röhre [l/d]
Ende Bf Hp Hauptbahnhof	105,7+14	6	0,1	15,1
Beginn Gradientenneigung ≠ 0%	105,7+20			

Tab. 3.2 Datenübersicht Leckwassermengen Ostabschnitt - Teil 1

Schleppwässer mit Zulauf zur Station Hp Hauptbahnhof je Tunnelröhre (Annahme)	7079,7 l/d
Leckwässer Rettungsschacht RS2	29,5 l/d
Leckwässer Rettungsschacht RS3	27,0 l/d
Leckwässer Rettungsschacht RS4	51,2 l/d

Gesamtfördermenge Westabschnitt und Ostabschnitt Teil 1:

- zu fördernde Gesamtmenge im Bereich des Haltepunktes **HBF Hauptbahnhof** (südliche und nördliche Röhre sowie RS 2, RS 3 und RS 4):
$$5099,4 + 5099,4 + 29,5 + 27,0 + 51,2 + 15,1 + 15,1 = 10.321,6 \text{ l/d}$$
$$1574,5 + 1574,5 + 7079,7 + 20,9 + 27,0 + 35,6 + 4,7 + 4,7 = 10.321,6 \text{ l/d}$$

In der Tunnelsohle wird ein Dränrohr DN 200 verlegt. Dieser Mindestdurchmesser ist zu Reinigungszwecken erforderlich und für die anfallende Wassermenge von

$$\text{max } Q = 5099,4 \text{ l/d} / (24 \text{ h/d} \times 3600 \text{ s/h}) = 0,06 \text{ l/s}$$

$$\text{max } Q = (1574,5 + x) \text{ l/d} / (24 \text{ h/d} \times 3600 \text{ s/h}) = 0,06 \text{ l/s}$$

ohne weiteren Nachweis ausreichend.

Im PFA 1 fallen zudem im Ostabschnitt Teil 2 die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Leckwässer an, die jedoch im Bereich des PFA 2 gesammelt und gefördert werden.

Zulauf zum Trassentiefpunkt östlich der Station Bf HBF Hp Hauptbahnhof (Planfeststellungsabschnitt 2):

	Statio- nierung	Stre- cken- länge [m]	Leck- wasser- rate [l/(m ² xd)]	Leck- wasser- menge je Röhre [l/d]
Beginn Gradientennei- gung ≠ 0% östlich Station Bf Hauptbahnhof	105,7+20	276	0,1	693,6
Planfeststellungsgrenze PFA 1 / PFA 2	105,9+96			

Tab. 3.3 Datenübersicht Leckwassermengen Ostabschnitt - Teil 2

Schleppwässer mit Zulauf zum Trassentiefpunkt östlich der Station Hp Hauptbahnhof (Planfeststellungsabschnitt 2) (Annahme) 479,4 l/d

Gesamtsumme mit Zulauf zum Trassentiefpunkt östlich der Station Hp Hauptbahnhof (Planfeststellungsabschnitt 2):

$$Q = (214,2 + 479,4) \text{ l/d} = 693,6 \text{ l/d}$$

3.2.10 Station Bf Hp Hauptbahnhof

Die Randbedingungen für die Ermittlung der Leckwassermengen wurden in Ziff. 1.2 zusammengestellt.

Die maßgebenden Flächen wurden aus der bisherigen Planung gem. Bahnsteigregelquerschnitt-Typ und Stollentyp (S-Typ) der Aufgänge sowie Aufzugsschachtquerschnitte ermittelt.

Für die Berechnung der Leckwassermengen werden folgende Bauabschnitte betrachtet:

- Bahnsteiggeschoss mit 3 Regelquerschnittstypen (in der Tabelle als RQ definiert)
- Aufgänge bzw. Treppenanlagen (in der Tabelle als Stollentyp definiert)
- Rettungsstollen
- Verbindungen zu U1/2 und U4/5 (in der Tabelle als Stollentyp definiert)
- Aufzugsschächte

Die anfallenden Leckwassermengen der einzelnen Abschnitte (gem. Stollentyp, RQ und Schachtwände) sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Bauteile	Leibungsfläche (m ²)	Leckwasserrate l / (m ² xd)	Leckwassermenge Je Abschnitt (l/d)	Bemerkungen
RQ1	10.250	0,02	205,0	
RQ2	4.253	0,02	85,0	
RQ3	2.520	0,02	50,0	
S-Typ A	7.440	0,02	149,0	
S-Typ B	880	0,02	18,0	
S-Typ C	2.750	0,02	55,0	
S-Typ D	2.080	0,02	42,0	
S-Typ E	6.690	0,02	134,0	
S-Typ F	3.280	0,02	66,0	
S-Typ G	2.020	0,02	40,0	
S-Typ H	710	0,02	14,0	
S-Typ I	3.870	0,02	77,0	
S-Typ J	2.270	0,02	45,0	
Schachtw.	5.270	0,02	105,0	
Leckwassermenge – gesamt			1085,0	

Tab. 3.4 Leckwassermengen Station Bf Hp Hauptbahnhof

Die im Bereich der Treppenanlage in der Schützenstraße anfallenden Niederschlagwässer sind vernachlässigbar klein.

- Fläche ca. A = 110 m²
- Wassermenge $Q = r_{15(1)} \times \phi \times A = 131 \times 1 \times 0,0110 = 1,44 \text{ l/s}$

Zur Sicherung gegen Sohlaufbrüche werden Grundwasserentspannungsbohrungen erstellt und während der gesamten Bauzeit von 48 Monaten betrieben. Aus diesen Bohrungen fallen nach Angaben des Baugrundgutachtens Zentrum gGeo-technik folgende Wassermenge in l/s ständig an:

HP Hauptbahnhof:	Wassermenge der Tertiärentspannung	83,3 l/s
	Niederschlagswasser (Starkregen)	10,5 l/s
	Niederschlagswasser (Mittel)	0,2 l/s

Daraus resultiert eine in den Untergrund zu versickernde Wassermenge von 93,8 l/s.

Unter Verwendung der hydrotechnischen Bemessungswerte (s. Ziffer 1.2) erfolgt der Nachweis der Versickerungsanlagen gemäß Arbeitsblatt DWA-A138. Der kf-Wert wird in dieser Berechnung mit $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ angenommen. Die Versickerungsanlage besteht aus einer Rohrrigole mit 35% Porenraumvolumen (Speicherinhalt). Die zu versickernde Wassermenge wird zur Sicherheit mit 100 l/s angesetzt.

**Programm zur Bemessung von Rohr-Rigolenversickerungen
nach DWA-A138 (04/2005)**

Projekt: 2. S-Bahn-Stammstrecke
Versickerung Grundwasser/Entspannungswasser
der Baugruben Hbf

Projekt-Nr.: 15512

1. Berechnungsformel

erf. Länge der Rigole in m: $L = (A_u \cdot 0,0000001 \cdot r_{D(m)}) / (((b_R \cdot h \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z)) + ((b_R + (h/2)) \cdot (k_f/2)))$

hier: $L = Q / (((b_R \cdot h \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z)) + ((b_R + (h/2)) \cdot (k_f/2)))$

mit:

- A_u = undurchlässige Fläche in m² $A_u = \sum (A_E \cdot \psi_m)$
- k_f = Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone in m/s
- $r_{D(m)}$ = maßgebende Regenspende in l/(s*ha)
- D = Dauer des Bemessungsregens in min
- f_z = Zuschlagfaktor gem. ATV-DVWK-A 117
- b_R = Breite der Rigole in m
- s_R = Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole (i.d.R. Kies)
- s_{RR} = Gesamtspeicherkoeffizient für die Rohrrigole
- h = Höhe der Rigole in m
- Q = Fördermenge der Wasserhaltung in m³/s

2. Eingabewerte

gem. Mitteilung Baugrundgutachter:

Q =	0,100	m³/s
------------	--------------	------------------------

<u>Rohr-Rigole:</u>	Breite:	6,0 m	Höhe:	1,5 m	0,6 m
			s_R =	0,35	
			Rohrdurchmesser:	0,3 m	
			Rohranzahl:	2 St	
			s_{RR}	0,36	
			f_z =	1,2	
			k_f =	0,001 m/s	

Anm.: k_f -Wert lt. Baugrundgutachten (Anlage 18.1) für quartäre Kiese: $1,3 \times 10^{-3}$ m/s

3. Berechnungsergebnisse

4. Summe Grundwasserentspannung und Regenwasser

Zulaufdauer [d]	Zulaufdauer [min]	L aus GW [m]	L aus GW [m]			
0,0035	5	8,1	14,8			
0,0104	15	15,7	23,0			
0,0208	30	20,5	26,7			
0,04	60	24,2	29,0			
0,06	90	25,8	29,8			
0,08	120	26,7	30,3			
0,13	180	27,6	30,8			
0,25	360	28,6	31,2			
0,50	720	29,1	31,5			
1,00	1.440	29,4	31,6			
2,00	2.880	29,5	31,7			
3,00	4.320	29,5	31,7			
4,00	5.760	29,6	31,7			
5,00	7.200	29,6	31,7			
8,00	11.520	29,6	31,7			
10,00	14.400	29,6	31,7			
15,00	21.600	29,6	31,7			
40,00	57.600	29,6	31,7			
100,00	144.000	29,6	31,7			
300,00	432.000	29,6	31,7			
2000,00	2.880.000	29,6	31,7			
				L aus RW [m]	L gesamt [m]	L gesamt [m]
				0,7	30,3	32,5

erf. Rigolenlänge L_{erf} : **29,6** **31,7** **0,7** **30,3** **32,5**

~~→ Gewählt wurde eine Rigole mit 6 m Breite und 1,5 m Tiefe. Es ergibt sich daraus für das anfallende Bauwasser aus der Entspannungsbohrung eine erforderliche Rigolenlänge von 30 m.~~ Aus der Bemessung ergibt sich eine erforderliche Grundfläche für die Rigole von rund 195 m². Die Rigole soll südlich des Holzkirchner Flügelbahnhofs und östlich eines neu erstellten Verwaltungsgebäudes errichtet werden. Eine bestehende Rigole, die zum Verwaltungsgebäude gehört, sowie die Feuerwehrezufahrt, die zum Gebäude Bayerstrasse 24 führt, grenzen den für die Bauwasserversickerung vorgesehenen Bereich ein. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse setzt sich die Grundfläche der Versickerungsanlage aus einem Rechteck mit 3,3 m Breite und 32 m Länge und einem rechtwinkligen Dreieck mit Schenkellängen von 21 m und 8,5 m zusammen. In der Summe stehen für die Versickerung des Bauwassers rund 195 m² Grundfläche zur Verfügung.

3.2.11 Provisorischer Wertstoffhof (Arnulfstraße)

Die Ermittlung der anfallenden Regenwassermengen im provisorischen Wertstoffhof erfolgt nach dem KOSTRA-Atlas.

Regenmenge der Nordrampe aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre (254,3 l/s x ha)

	Ψ	A[m ²]	$\Psi \times A$	Q[l/s]
Dachflächen	0,9	178	160	4,07
Versiegelte Flächen	0,9	436	392	9,97
Summe Nord		614	552	14,04

Für die Gesamtfläche ergibt sich ein mittlerer Abflussbeiwert von

$$552 / 614 = 0,9$$

Die anfallenden Regenwässer werden über Abläufe gesammelt und dem Kanalisationsnetz zugeführt.

Bestehende Grundleitungen werden, soweit wie möglich, weiter verwendet.

3.3 Kreuzende Gräben und Gewässer – bleibt frei

3.4 Kreuzende Straßen und Wege

3.4.1 Umweltverbundröhre

Rampen und Grundwasserwanne UVR

Die Ermittlung der anfallenden Regenwassermengen in den Rampen und Trogbereichen erfolgt nach dem KOSTRA-Atlas.

Regenmenge der Nordrampe aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre (254,3 l/s x ha)

	Ψ	A[m ²]	$\Psi \times A$	Q[l/s]
Böschung Nordportal	0,5 0,2	800	400 160	10,17 4,07
Bereich zwischen UVR und Wotanstraße	0,1	1000	100	2,54
Fahrbahn, Radweg und Gehbahn	0,9	2280	2052	52,18
Trogbereiche	0,9	560	504	12,82
Summe Nord		4640	3056 2816	77,71 71,61

Der mittlere Abflussbeiwert ergibt sich zu ~~2816 3056~~ / 4640 = ~~0,607~~ ~~0,658~~.

Regenmenge der Südrampe aus 15-min-Regenspende und Regenhäufigkeit 10 Jahre (254,3 l/s x ha)

	Ψ	A[m ²]	$\Psi \times A$	Q[l/s]
Böschung Südportal	0,2 0,5	470	94 235	2,39 5,98
Bereich zwischen UVR und Wotanstraße	0,1	640	64	1,63
Fahrbahn, Radweg und Gehbahn	0,9	790	711	18,08
Summe Süd		1900	1010 869	25,68 22,10

Der mittlere Abflussbeiwert ergibt sich zu ~~1010~~ ~~869~~ / 1900 = ~~0,5315~~ ~~0,457~~.

Für die Gesamtfläche ergibt sich ein mittlerer Abflussbeiwert von

$$\frac{4066 \del{3685}}{6540} = \del{0,622} \mathbf{0,563}$$

Die Transportleitung DN 300 in der Grundwasserwanne wird im Mindestgefälle von 0,5 % oder größer verlegt. Die max. Abflussmenge einer Leitung DN 300 mit 0,5 % Gefälle beträgt 82 l/s und ist damit größer als die maximal mögliche Abflussmenge aus der Nordrampe.

Die Größe des Auffangbeckens wird gemäß RAS-EW für Wannenbereiche nach dem 10-jährigen Ereignis bemessen.

Ermittlung des Speichervolumen nach ATV-DVWK -A117 nach dem vereinfachten Verfahren

Fläche		6540 m ²
gemittelter Abflussbeiwert	0,62	0,563
Pumpleistung		65 l/s
Abminderungsfaktor	f _a	1
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2

Dauer [min] bzw. [h]	Regen-spende [l/s x ha]	Abfluss-menge [m ³]	Pumpmenge [m ³] (t _r =0min)	Volumen= Ab-flussmenge Pumpmenge [m ³]	Volumen mit Faktoren 1,2 [m ³]
		58,88		39,38	47,25
5	484,0	53,46	19,50	33,96	40,75
		78,56		39,56	47,47
10	322,9	71,34	39,00	32,34	38,81
		335,0		63,75	76,50
15	254,3	84,27	58,50	25,77	30,92
		104,52		26,52	31,82
20	214,8	94,91	78,00	16,91	20,29
		123,86		6,86	8,23
30	169,7	112,47	117,00	-4,53	-5,44
		146,70		-28,80	-34,56
45	134,0	133,22	175,50	-42,28	-50,74
		165,53		-68,47	-82,16
60	113,4	150,32	234,00	-83,68	-100,42
		175,17		-175,83	-211,00
90	80,0	159,06	351,00	-191,94	-230,33
		183,34		-284,66	-341,59
2	62,8	166,49	468,00	-301,51	-361,81

Das Pumpbecken wird auf ein Speichervolumen von ca. 76 m³ ausgelegt.

Der Ölabscheider wird nach DIN EN 858 ausgebildet. Die Details der Entwässerung werden direkt mit der Münchner Stadtentwässerung abgestimmt.

In der Fahrbahn ist das Abflussvermögen einer Querrinne DN 200 L = 6,4 m bei voller Füllung 20 l/s und vom Hersteller der Rinnen nachgewiesen. Die anschließende Verbindungsleitung DN 200 zur Transportleitung hat bei dem vorgesehenen Gefälle eine nachgewiesene Ablaufleistung > 20 l/s.

Mit der beschriebenen Lösung wird auf 50 m Fahrbahnlänge eine Ablaufleistung von minimal 22 l/s erreicht.