



LANDESBETRIEB
M O B I L I T Ä T
KAISERSLAUTERN

UNTERLAGE 18.1

WASSERTECHNISCHE ERLÄUTERUNGEN UND BERECHNUNGSUNTERLAGEN

PLANFESTSTELLUNGSVERFAHREN

Ausbau der L 369 zwischen Mackenbach und KL-Einsiedlerhof durch Neubau eines Geh- und Radweges

von NK 6511 077
bis NK 6511 079

Baulänge R+G
ca. 6.021,40 m
Baulänge L 369
ca. 276,50 m
Baulänge LVis-Gate
ca. 139,70 m

aufgestellt: Kaiserslautern, den 23.10.2023 gez. R.Lutz Dienststellenleiter	

Oktober 2023

INHALTSVERZEICHNIS

1. ALLGEMEINES	4
1.1. Anlass zum Entwurf	4
1.2. Vorarbeiten und Planunterlagen	4
1.3. Wasserschutzgebiete	4
1.4. Außeneinzugsgebiete	4
1.5. Ver- und Entsorgungseinrichtungen	4
1.6. Oberflächengewässer	5
2. GEPLANTE MAßNAHMEN OBERFLÄCHENENTWÄSSERUNG	6
2.1. Allgemein	6
2.2. Entwässerungsabschnitt 1: Bauanfang bis ca. Bau-km 1+960 Achse 100 R+G	6
2.3. Entwässerungsabschnitt 2: ca Bau-km 1+960 Achse 100 bis ca. Bau-km 0+760 Achse 10	7
2.4. Entwässerungsabschnitt 3: ca. Bau-km 0+745 Achse 10 bis ca. Bau-km 1+480	8
2.5. Entwässerungsabschnitt 4: Bau-km 1+480 bis Bau-km 2+656,947 Achse 10 = Bau-km 0+000,00 Achse 61	8
2.6. Entwässerungsabschnitt 5: Bau-km 2+656,947 Achse 10 = Bau-km 0+000,00 Achse 61 bis Zufahrt LVis-Gate	9
2.7. Entwässerungsabschnitt 6: Zufahrt LVis Gate bis Anschluss Brücke A6	10
3. BERECHNUNGEN	10
3.1. Berechnungswerte	10
3.2. Berechnungen	11
4. WASSERTECHNISCHE BERECHNUNGEN	13
4.1. Oberflächenabfluss vorher, Q_v	13
4.2. Oberflächenabfluss nachher, Q_n	13
4.3. Änderung Oberflächenabfluss, Q_m	13
4.4. Bemessung Trennstreifen als Mulde	13
4.4.1. Bauanfang bis 0+057,50 Achse 100	13
4.4.2. Bau-km 0+005,584 bis 0+075 Achse 10	14
4.4.3. Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075 HP Achse 10	14
4.4.4. Bau-km 0+745,075 HP bis 1+034 Achse 10	14
4.4.5. Bau-km 1+034 Achse 10 bis 1+070 Pflastermulde Zufahrt	15
4.4.6. Bau-km 1+070 bis 1+368,047 Achse 10 ($q_{L369} = 0$)	15
4.4.7. Bau-km 1+368,047 ($q_{L369} = 0$) bis 1+480 Achse 10	15
4.5. Bemessung Trennstreifenmulde als Sickermulde mit Rigole	15
4.5.1. Bau-km 0+005,584 bis 0+075 Achse 10 Trennstreifen	16
4.5.2. Bau-km 0+075 bis 0+140 Achse 10 Sickerfläche	16
4.5.3. Bau-km 0+140 bis 0+220 Achse 10	17
4.5.4. Bau-km 0+270 bis 0+320	17
4.5.5. Bau-km 0+411 bis 0+480 Achse 10 Sickerfläche	18
4.6. Bemessung Grünstreifenmulde Hinterkante Rad- und Gehweg Bereich Ein-schnitt Bau-km 2+050 bis ca. Bau-km 2+448,80	20
4.6.1. Bau-km 2+050 bis 2+140,417 HP Achse 100	20

**L 369 – Neubau eines Rad- und Gehweges
zwischen Mackenbach ud Kaiserslautern-Einsiedlerhof**

4.6.2. Sickersmulde mit Rigole Bau-km 2+140,417 HP bis 2+400	20
4.7. Bemessung Längsverrohrungen	22
4.7.1. Bauanfang Verlängerung vorh. Durchlass	22
4.7.2. Bau-km 0+005,584 bis 0+073,461 Achse 10, Strang 2	22
4.7.3. Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075 HP Achse 10, Strang 3	23
4.7.4. Bau-km 0+745,075 HP bis 1+494 Achse 10, Strang 4	23
4.8. Zusätzlicher Abfluss zu bestehendem Rückhaltebecken	23

ANHÄNGE:

Anhang 18.1.1	Kostra-Daten
Anhang 18.1.2.1 – 18.1.8-1	Bemessung Sickersmulde
Anhang 18.1.2-2 – 18.1.8-2	Bemessung Rigole
Anhang 18.1.9	Nachbemessung vorh. RRB

1. ALLGEMEINES

1.1. Anlass zum Entwurf

Der vorliegende Entwurf behandelt den Neubau eines gemeinsamen Rad- und Gehweges zwischen der bestehenden Kreisverkehrsanlage im Zuge der L 356 südöstlich von Mackenbach und der Anschlussstelle BAB A 6 - Kaiserslautern-Einsiedlerhof nordwestlich des Stadtteils Kaiserslautern-Einsiedlerhof.

Weiterhin wird der Einmündungsbereich der Zufahrtsstraße zum LVis-Gate in die Landesstraße 369 im Vorgriff auf den späteren 4-streifigen Ausbau verkehrsgerecht ausgebaut.

Die im vorliegenden Entwurf geplante Rad- und Gehwegeverbindung wurde bereits in der Planung zum Ausbau der L 369 mit Anbindung an das geplante US-Militär-krankenhaus berücksichtigt – diese Maßnahmen im Bereich des East-Gates bzw. Militärkrankenhauses sind zwischenzeitlich fertiggestellt und stehen unter Verkehr.

Die an den Radweg angrenzende Verkehrsfläche der L 369 ist im Lageplan dargestellt, die übrigen Verkehrsanlagen der Zufahrt zum Einfahrtskontrollpunkt ACP sowie der Kreisverkehr im Zuge der L 369 sind in Blau bzw. Magenta nachrichtlich dargestellt.

Der geplante Radweg verläuft über den Einmündungsbereich der östlichen Zufahrt zur Airbase Ramstein in die L 369 (East-Gate) und führt zwischen der Kreisverkehrsanlage und den bestehenden Zaunanlagen des Flugplatzgeländes entlang der Landesstraße in Richtung KL-Einsiedlerhof.

Im Zuge des Ausbaus erfolgt eine Anpassung der Oberflächenentwässerung sowie eine Erneuerung der bestehenden Entwässerungseinrichtungen.

1.2. Vorarbeiten und Planunterlagen

Als Planunterlagen dienen die Lagepläne M. 1: 500, die Höhenpläne M. 1:500/50, die Übersichtskarte M. 1:50.000 sowie der Übersichtslageplan M 1:10.000.

1.3. Wasserschutzgebiete

Der geplante Rad- und Gehweg liegt außerhalb des künftigen Wasserschutzgebietes entlang des nördlichen Fahrbahnrandes der Anschlussrampe der Richtungsfahr-bahn Saarbrücken und in deren Verlängerung entlang des nördlichen Fahrbahn-landes der L 369 in Richtung Mackenbach. Die Grenze ist die künftige Grenze der Zone III des in der Ausweisung befindlichen Wasserschutzgebietes Nr. 400305832 Weilerbach, Rodenbach mit 4 Tiefbrunnen ZVWV Westpfalz und 2 Tiefbrunnen ZVWV „Weihergruppe“.

1.4. Außeneinzugsgebiete

Durch den Bau des Rad- und Gehweges werden vorhandene Außeneinzugsgebiete nicht verändert.

1.5. Ver- und Entsorgungseinrichtungen

Im Bereich der Planungsstrecke befinden sich unterschiedliche Leitungen für Strom, Telekom, Gas sowie Glasfaserkabel.

Bei der Planung fanden nachfolgende Ver- und Entsorgungsleitungen besondere Beachtung:

- Baubeginn bis Einmündung East-Gate: Inexio und Telekom Fernmeldeleitungen (müssen verlegt bzw. gesichert werden)
- Bau-km 1+685 : vorhandenes Schachtbauwerk (muss baulich an den Radweg angepasst werden)
- Fernmelde- und Telekommunikationsleitungen Bereich Einmündung East-Gate (müssen gesichert und bei Bedarf verlegt werden)
- Bau-km 0+280 bis 0+750 Achse 10 : Druckleitung zwischen Rückhaltebecken und Versickerungsmulden (müssen bei der Baudurchführung beachtet und gegebenenfalls gesichert werden)
- Bau-km 0+420 bis 0+585 : Glasfaserkabel USC 1150 der amerikanischen Streitkräfte und Gasleitung Fa. Creos (müssen bei der Baudurchführung beachtet und gegebenenfalls gesichert werden)
- Bau-km 0+610 bis 1+320 Stromkabel (US-Basis Kabel) muß für Längsverrohrung verlegt werden
- Bau-km 2+140 bis 2+240 Pfalzwerke Mittelspannungskabel und Fernmeldekabel muss für Sickerrigole verlegt werden
- Bau-km 2+240 bis 2+400 Fernmeldekabel muss für Sickerrigole verlegt werden
- Bau-km 2+400 : Creos-Gasleitung im Bereich Kleintierdurchlass (muss bei der Baudurchführung beachtet und gesichert werden)
- Bau-km 0+215 Achse 200 : Creos-Gasleitung im Bereich Überführungsbauwerk über die L 369 in Richtung Rodenbach (muss bei der Baudurchführung beachtet und gesichert werden)

Insbesondere im Bereich der Telekommunikationsleitungen entlang der L 369 müssen zur Errichtung der passiven Schutzeinrichtungen Maßnahmen zum Schutz der Leitungen getroffen werden – hier wird evtl. eine Verlegung der Kabel erforderlich.

Bezüglich der Maßnahmen im Bereich der Fa. Creos wurden mit dem Betreiber des Gasleitungsnetzes die erforderlichen Abstimmungen vorgenommen, um sicher zu stellen, dass eine Beeinträchtigung der Versorgungsanlagen durch die geplanten Baumaßnahmen in jedem Falle ausgeschlossen ist. Die Sicherheitsabstände der geplanten Baumpflanzungen zur Gasleitung sind bei der Ausführungsplanung einzuhalten.

1.6. Oberflächengewässer

Die parallel zum geplanten Rad- und Gehweg verlaufende L 369 von Bauanfang bis Linkskurve der L 369 entwässert breitflächig in das angrenzende Gelände bzw. in die parallellaufenden Gräben. Diese sind zum Teil an das Grabensystem auf dem Militärgelände angeschlossen bzw. der westliche Graben entlang der L 369 verläuft in südliche Richtung und endet in Höhe der Linkskurve der L 369. Hier entwässert der Graben in das Gelände zwischen L 369 und vorhandener Gleisanlage.

Ab der Linkskurve der L 369 bis Bauende entwässern der Rad- und Gehweg und die L 369 in das vorhandene Gelände bzw. in Gräben die in den parallel zu A 6 verlaufenden „Graben am Einsiedlerhof“ der ca. 0,95 km südöstlich der Station 1+480 Achse 10 des Rad- und Gehweges in den Hundsbach entwässern.

2. GEPLANTE MAßNAHMEN OBERFLÄCHENENTWÄSSERUNG

2.1. Allgemein

Die Oberflächenentwässerung des neuen Rad- und Gehweges erfolgt weitgehend breitflächig in das angrenzende Gelände, wo der Oberflächenabfluss breitflächig versickert. Die Entwässerung der L 369 erfolgt weitgehend breitflächig über den Trennstreifen und den neuen Rad- und Gehweg wie bisher in das angrenzende Gelände wo er breitflächig versickert.

In Bereichen wo durch den Neubau des Rad- und Gehweges und des Trennstreifens die Entwässerungsmulden/-gräben der L 369 überbaut werden, wird der Trennstreifen ausgemuldet und mit einer Längsverrohrung versehen, die an die verbleibenden Entwässerungsanlagen der L 369 wieder angeschlossen werden.

Die Ausmuldungstiefe des Trennstreifens beträgt 1/10 der Trennstreifenbreite. Für eine Breite von 1,50 m beträgt die Ausmuldungstiefe 0,15 m und bei einer Breite von 1,75 m beträgt die Ausmuldungstiefe 0,175 m.

Die geplante Oberflächenentwässerung wird in den Nachfolgenden Abschnitten erläutert.

2.2. Entwässerungsabschnitt 1: Bauanfang bis ca. Bau-km 1+960 Achse 100 R+G

• Bauanfang bis Bau-km 0+057,50 Achse 100

Vom Bauanfang, der Anbindung des neuen Rad- und Gehwegs an den Wirtschaftsweg „Am Ramsteiner Weg“, bis ca. Bau-km 0+036 wird durch den neuen Rad- und Gehweg der vorhandene Ablaufgraben des vorhandenen Durchlasses unter dem Wirtschaftsweg überbaut. Der Durchlass wird bis ca. Bau-km 0+053,50 verlängert und an die neue Mulde nordöstlich des Rad- und Gehweges angeschlossen. Der Durchlass war bereits Bestandteil des PLF-Verfahrens zum Neubau der L 356 als Umgehung von Ramstein, Ramstein-Miesenbach und Mackenbach.

Der Rad- und Gehweg sowie die L 369 entwässern bis zum Querneigungsnullpunkt des Rad- und Gehweges bei ca. Bau-km 0+057,50 in den Sicherheitsstreifen zwischen L 369 und Rad- und Gehweg. Der Sicherheitsstreifen wird ausgemuldet und entwässert über die Kontrollschächte der Grabenverrohrung der Verlängerung des Durchlasses, die als Muldenabläufe ausgebildet werden, in die Grabenverrohrung, die in die Mulde entwässert.

• Bau-km 0+057,50 bis Bau-km 1+960,00 Achse 100

Ab dem Querneigungsnullpunkt bei ca. Bau-km 0+057,50 bis ca. Bau-km 1+960,00 erfolgt die Entwässerung des Rad- und Gehweges über den tieferliegenden linken Rand des Rad- und Gehweges in das angrenzende Gelände bzw. in die in Einschnittsbereichen angeordneten Mulden. Diese dienen als Sickermulden und entwässern bei Vollenfüllung an den tieferliegenden Muldenenden in das angrenzende Gelände, wo das Oberflächenwasser breitflächig versickert.

Die L 369 entwässert von Bau-km 0+057,50 bis ca. Bau-km 1+065 und ab Bau-km 1+145 bis Bau-km 1+923,72 über den Trennstreifen und den Rad- und Gehweg wie bisher in das angrenzende Gelände bzw. in die neuen Sickermulden.

Von Bau-km 1+065 bis 1+145 entwässert die L 369 weiterhin über den rechten Fahrbahnrand in das angrenzende Gelände.

Ab Bau-km 1+923,72 bleibt die Oberflächenentwässerung der L 369 unverändert. Sie erfolgt weiterhin über die bestehende Bordanlage und Abläufen mit Längsverrohrungen in das vorhandene RRB in Höhe Bau-km 0+160 Achse 10 des Rad- und Gehweges.

2.3. Entwässerungsabschnitt 2: ca Bau-km 1+960 Achse 100 bis ca. Bau-km 0+760 Achse 10

• Bau-km 1+960 bis Bau-km 2+020 Achse 100, Querung L 369

Von Bau-km 1+960 bis zur Querung der L 369 durch den Rad- und Gehweg erfolgt die Entwässerung des Rad- und Gehweges in eine Mulde zwischen Rad- und Gehweg und Zufahrt zum US-Hospital. Diese wird als Sickermulde angelegt. Bei Vollenfüllung entwässert die Mulde ca. 5,0 m südöstlich der Querung in das angrenzende Gelände zwischen L 369 und Zufahrt zum US-Hospital.

Die Querung der L 369 erfolgt im Bereich der Einmündung der Zufahrt zum East Gate der Air Base Ramstein durch Umbau der vorhandenen Fahrbahnteiler mit Querungsstellen. Die Entwässerung im Bereich der Querung erfolgt wie bisher über Bordanlagen und Abläufe in die Längsverrohrung am nordöstlichen Fahrbahnrand der L 369 und weiter zum RRB. Es erfolgt keine Erhöhung des Oberflächenabflusses.

• Bau-km 0+005 bis Bau-km 0+075 Achse 10

Von Bau-km 0+005 Achse 10 des R+G bis ca. Bau-km 0+075 Achse 10 verläuft der Rad- und Gehweg rechts der L 369. In diesem Bereich entfällt die vorhandene Entwässerungsmulde und wird verrohrt. Die Verrohrung entwässert bei ca. Bau-km 0+080 in den vorhandenen Entwässerungsgraben.

Der Rad- und Gehweg entwässert in den ausgemuldeten ($t = 0,15$ m) Trennstreifen zur L 369. Dieser wird als Sickermulde ausgebildet. Bei eventueller Vollenfüllung der Sickermulde erfolgt ein Ablauf über die hochgesetzten Muldenablaufschächte ($h = 0,10$ m über Sohle Sickermulde) in die neue Verrohrung.

Die L 369 entwässert wie bisher unverändert zur Bordanlage am nordöstlichen (linken) Fahrbahnrand.

• Bau-km 0+075 bis Bau-km 0+745 Achse 10

Von Bau-km 0+075 Achse 10 bis ca. Bau-km 0+220 entwässert der Rad- und Gehweg in die Grünfläche (Bau-km 0+075 bis 0+140) bzw. in den Grüntreifen [(Bau-km 0,140 ($b = 3,10$ m) bis 0+220 ($b = 0,75$ m)]. Der Grüntreifen wird ausgemuldet und als Sickermulde ausgebildet.

Von Bau-km 0+220 bis ca. Bau-km 0+270 sowie von Bau-km 0+320 bis 0+410 erfolgt die Entwässerung des Rad- und Gehweges in die Mulde der L 369 und somit zum vorhandenen RRB.

In den Bereichen von Bau-km 0+270 bis Bau-km 0+320 und von Bau-km 0+410 bis ca. Bau-km 0+800 erfolgt die Entwässerung des Rad- und Gehweges in wiederum in den als Sickermulde ausgebildeten Grünstreifen bzw in das Gelände zwischen Rad- und Gehweg und Entwässerungsmulde der L 369.

Ab Bau-km 0+480 bis ca. Bau-km 0+625 Achse 10 entwässert der Rad- und Gehweg über den rechten Radwegrand in das angrenzende Gelände, wo der Oberflächenabfluss breitflächig versickert.

Ab Bau-km 0+625 bis Bau-km 0+745 verläuft der Rad- und Gehweg zwischen der L 369 und der alten Gleistrasse. Hier entwässert der Rad- und Gehweg in den ausgemuldeten Trennstreifen.

Die Entwässerung der L 369 von Bau-km 0+075 bis 0+530 bleibt unverändert.

Von ca. Bau-km 0+530 Achse 10 bis 0+745 Achse 10 wird die vorhandene Entwässerungsmulde der L 369 durch den Anbau des Rad- und Gehweges durch den Trennstreifen zwischen L 369 und Rad- und Gehweg überbaut.

Die Entwässerung der L 369 erfolgt künftig in den ausgemuldeten Trennstreifen zwischen L 369 und Rad- und Gehweg. Der Trennstreifen wird ausgemuldet und als Sickermulde ausgebildet. Er dient der Teilversickerung des anfallenden Oberflächenabflusses der L 369 sowie des Rad- und Gehweges. Im Trennstreifen werden Muldenablaufschächte mit Längsverrohrungen angeordnet, die bei Bau-km 0+530 in die Mulde und wie bisher weiter zum RRB entwässert. Die Muldenabläufe werden ca. 5 cm über Sohle der Sickermulde angeordnet. Die Sickermulde wird mit einer Tiefe von 0,175 m erstellt.

2.4. Entwässerungsabschnitt 3: ca. Bau-km 0+745 Achse 10 bis ca. Bau-km 1+480

Von ca. Bau-km 0+745 bis Bau-km 1+480 wird die Entwässerungsmulde der L 369 durch den Anbau des Trennstreifens und des Rad- und Gehweges überbaut. Der Rad- und Gehweg entwässert in den Trennstreifen.

Von Bau-km 0+745 bis Bau-km 1+350 entwässert die L 369 in den ausgemuldeten Trennstreifen. Von Bau-km 1+038 bis Bau-km 1+075 wird im Bereich der Zufahrt eine Pflastermulde angeordnet.

Ab ca. Bau-km 1+350 entwässert die L369 über deren nördlichen Fahrbahnrand in das angrenzende Gelände.

Der Trennstreifen wird ca. 0,175 m ausgemuldet und als Sickermulde ausgebildet. Im Trennstreifen wird eine neue Längsverrohrung mit hochgesetzten Muldenablaufschächten angeordnet.

Ab Bau-km 0+745 entwässert die Längsverrohrung in Richtung Bauende und bei ca. Bau-km 1+495 wie bisher der überbaute Graben in das Gelände zwischen altem Bahngleis und Weg. Hier versickert der Oberflächenabfluss breitflächig.

2.5. Entwässerungsabschnitt 4: Bau-km 1+480 bis Bau-km 2+656,947 Achse 10 = Bau-km 0+000,00 Achse 61

- **Bau-km 1+480 bis Bau-km 2+050 Achse 10**

Die Entwässerung des Rad- und Gehweges erfolgt über den rechten Rand in das angrenzende Gelände.

Bis ca. Bau-km 1+920 entwässert die L 369 über den nördlichen Fahrbahnrand in das angrenzende Gelände. Ab Bau-km 1+920 entwässert die L 369 über den Trennstreifen und den Rad- und Gehweg wie bisher in das Gelände, wo der Oberflächenabfluss breitflächig versickert.

• **Bau-km 2+050 bis Bau-km 2+450 Achse 10**

Von Bau-km 2+050 bis Bau-km 2+450 verläuft der rechte Fahrbahnrand der L 369 und der Rad- und Gehweg im Einschnitt. Der Rad- und Gehweg entwässert in den Grünstreifen rechts des Rad- und Gehweges. Der Rad- und Gehweg hat bei 2+140,45 seinen Gradientenhochpunkt.

Die L 369 entwässert künftig über den Trennstreifen zwischen L 369 und Rad- und Gehweg sowie über den Rad- und Gehweg in den angrenzenden verbleibenden Grünstreifen bis zum Böschungsfuss des Einschnitts.

Vom Hochpunkt bei Bau-km 2+140,45 bis Beginn des Einschnittes bei Bau-km 2+050 kann das Oberflächenwasser breitflächig versickern bzw. wird abfließendes Oberflächenwasser im Grünstreifen wie bisher bei Bau-km 2+050 in das angrenzende Gelände abgeleitet, wo es breitflächig versickert.

Vom Hochpunkt bei Bau-km 2+140,45 bis Ende des Einschnitts bei Bau-km 2+450 kann das Oberflächenwasser ebenfalls im Grünstreifen versickern. Abfließendes Oberflächenwasser konnte bisher am Ende des Einschnittes in das angrenzende Gelände abfließen.

Da bei Bau-km 2+400 ein Kleintierdurchlass angeordnet wird, wird der Grünstreifen vom Hochpunkt bei Bau-km 2+140,45 bis zum Kleintierdurchlass bei Bau-km 2+400 als Sickermulde ausgebildet. Zur Erstellung des erforderlichen Stauvolumens werden alle 20 m Querriegel angeordnet.

Im Bereich des Kleintierdurchlasses wird eine Kastenrinne NW 320 im Bankett zwischen Sickermulde und Rad- und Gehweg eingebaut. Dies dient dazu bei Vollerfüllung der Sickermulde das anfallende Oberflächenwasser, das nichtmehr in der Sickermulde gespeichert werden kann, in die weitergehende Grünfläche nach dem Kleintierdurchlass abzuleiten. So wird verhindert, dass der Kleintierdurchlass geflutet wird. Gleichzeitig wird der Oberflächenabfluss der L 369 und des Rad- und Gehweges im Bereich des Kleintierdurchlasses gesammelt und in die weitergehende Grünfläche abgeleitet.

• **Bau-km 2+450 Achse 10 bis Bau-km 2+656,947 Achse 10 = 0+000 Achse 61**

Nach dem Einschnitt ab Bau-km 2+450 bis Bau-km 2+656,947 entwässert der Rad- und Gehweg breitflächig in das angrenzende Gelände.

Die Entwässerung der L 369 erfolgt künftig über den Trennstreifen und den Rad- und Gehweg breitflächig weiterhin in das Gelände.

2.6. Entwässerungsabschnitt 5: Bau-km 2+656,947 Achse 10 = Bau-km 0+000,00 Achse 61 bis Zufahrt LVis-Gate

Die Entwässerung des Rad- und Gehweges erfolgt bis ca. Bau-km 0+100 über den rechten Rand in das angrenzende Gelände. Die Oberflächenentwässerung der L 369 erfolgt in diesem Bereich breitflächig über den Trennstreifen und den Rad- und Gehweg wie bisher breitflächig in das Gelände.

Von Bau-km 0+100 bis Einmündung LVis-Gate entwässert der Rad- und Gehweg breitflächig in das angrenzende Gelände. Die L 369 entwässerte bisher in einen parallel-laufenden Graben der im Bereich der Einmündung in das angrenzende Gelände entwässerte. Künftig entwässert die L 369 breitflächig über den Trennstreifen und Rad- und Gehweg ebenfalls in das angrenzende Gelände wo der Oberflächenabfluss breitflächig versickern kann.

2.7. Entwässerungsabschnitt 6: Zufahrt LVis Gate bis Anschluss Brücke A6

Die Entwässerung des Rad- und Gehweges erfolgt bis ca. Bau-km 3+180 Achse 10 breitflächig in das Gelände. Die Entwässerung der L 369 erfolgt über den Trennstreifen und Rad- und Gehweg wie bisher in das Gelände wo der Abfluss breitflächig versickern kann.

Ab ca. Bau-km 3+180 entwässert der Rad- und Gehweg bis zum Bauende in die vorhandenen Entwässerungsgräben bzw. frei in das angrenzende Gelände wo der Abfluß breitflächig versickert. Die Entwässerungseinrichtungen der L 369 im Zuge des Ausbaus der AS Einsiedlerhof bleiben unverändert.

Der neue Rad- und Gehweg von Bau-km 0+027,26 Achse 200 Anschluss an die K 5 von Rodenbach bis zum Anschlss an den neuen Rad- und Gehweg von Mackenbach entwässert breitflächig in das angrenzende Gelände.

3. BERECHNUNGEN

3.1. Berechnungswerte

Die Berechnungsregenspenden zur Ermittlung des Oberflächenabflusses werden anhand des aktuellen Programms KOSTRA-DWD 2010R aus den aktuellen Daten des KOSTRA-Atlanten „Starkniederschlagshöhen für Deutschland“ (**KO**ordinierte **ST**arkniederschlags = **R**egionalisierungs - **A**uswertung) des Deutschen Wetter-dienstes DWD ermittelt.

Der aktuelle Planungsbereich des Rad- und Gehweges liegt innerhalb zweier Rasterfeldern mit leicht unterschiedlichen Regendaten. Von Bauanfang bis ca. Bau-km 0+394 Achse 10 (Lageplan 5) befidet sich der Planungsbereich im Rasterfeld 1 Spalte 14 / Zeile 75. Ab Bau-km 0+394 Achse 10 befindet sich der Planungsbereich im Rasterfeld 2 Spalte 15 / Zeile 75. Für die Berechnung der Entwässerungseinrichtungen wird mit den höheren Werten des Rasterfeldes 2 gerechnet.

Die Ergebnisse der KOSTRA - Auswertung sind dem Anhang 18.1.1 Blatt 1 bis 4 zu entnehmen.

Für die Ermittlung des Oberflächenabflusses der Verkehrsflächen und Verkehrsnebenflächen werden nach der aktuelle REwS „Richtlinien für die Entwässerung von Straßen“ Ausgabe 2021 die Abflussbeiwerte gemäß Tabelle 3 gewählt:

Fahrbahn, Wege asphaltiert $\psi = 0,9$

Wege unbefestigt $\psi = 0,6$

Entgegen den früheren Vorgaben der REwS werden für Bankette, Böschungen und Mulden keine Abflussbeiwerte angesetzt. Zur Ermittlung des Oberflächenabflusses von bewachsenen Flächen im Straßenraum (z.B. Seitenstreifen, Böschungen) werden nach der aktuell gültigen REwS 2021 gemäß den Untersuchungen von Lecher und Ludwig (1987)

Versickerraten herangezogen. Folgende spezifische Versickerraten können als Mindestwerte angesetzt werden:

Bankett, Böschungen	$q_{s, \min} = - 100 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$
Mulden	$q_{s, \min} = - 150 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

3.2. Berechnungen

Die Berechnung des Oberflächenabflusses erfolgt nach dem Zeitbeiwertverfahren. Die Ermittlung des Oberflächenabflusses von Außeneinzugsgebieten erfolgt nach dem Verfahren von Kalweit.

Die Dimensionierung von Rohrleitungen erfolgt anhand der Formeln von Prandtl-Colebrook. Die Betriebsrauigkeiten werden entsprechend dem Rohrmaterial wie folgt gewählt:

Stahlbetonrohre	$k_b = 1,5 \text{ mm}$
Kunststoffrohre	$k_b = 0,4 \text{ mm}$.

Das Gefälle der Leitungen wird so gewählt, dass eine minimale Fließgeschwindigkeit von $v = 0,5 \text{ m/s}$ möglichst nicht unter- und eine maximale Fließgeschwindigkeit von $v = 8,0 \text{ m/s}$ nicht überschritten wird.

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit geplanter Mulden erfolgt nach Formel (9), REwS:

$$Q = k_{st} \cdot h^{8/3} \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{b}{2h} \quad [\text{m}^3/\text{s}].$$

Mulden werden entsprechend der REwS in Abhängigkeit des Muldengefälles wie folgt ausgeführt:

$I_{\text{Mulde}} < 4 \%$	Rasenmulde
$4 \% < I_{\text{Mulde}} < 10 \%$	raue Sohlbefestigung
$10 \% < I_{\text{Mulde}}$	Raubettmulde

Zur Bestimmung der Muldenleistung werden die Strickler-Beiwerte k_{st} gewählt zu:

Rasenmulde	$k_{st} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
raue Sohlbefestigung	$k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Raubettmulde	$k_{st} = 45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Durchlässe mit offenem Einlauf (Böschungsstücke) werden anhand der Formel (11) REwS von Manning Strickler bemessen.

$$Q = \left(\frac{\frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d^4} \cdot \left(\frac{\Delta h}{1,5 + \frac{2 \cdot g \cdot I}{k_{st}^2 \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{4}{3}}} \right)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Durchlässe mit Einlaufschacht werden als Rohrleitungen nach Formel (10) REwS bemessen.

$$Q = \frac{\pi * d^2}{4} * \left[-2 * \lg * \left(\frac{2,51 * \nu}{d * \sqrt{2g * I_r * d}} + \frac{k_b}{3,71 * d} \right) \right] * \sqrt{2g * I_r * d} \quad (10)$$

Die Bemessung von Durchlässen erfolgt für ein 5-jährliches Starkregenereignis.

Die Bemessung von Sickerbecken, Sickermulden und Rigolen erfolgt nach dem noch gültigen Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ vom Januar 2002 unter Beachtung des künftigen Arbeitsblattes DWA-A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“ (Gelbdruck Nov. 2020).

4. WASSERTECHNISCHE BERECHNUNGEN

4.1. Oberflächenabfluss vorher, Q_v

aus Fahrbahn

$$Q = 0,256 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 27,4 \text{ l/s}$$

Wirtschaftsweg unbef.

$$Q = 0,404 \text{ ha} * 0,7 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 33,6 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 3,722 \text{ ha} * 0,4 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 177,0 \text{ l/s}$$

Unbefestigte Fläche

$$Q = 0,976 \text{ ha} * 0,1 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = \underline{11,6 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_v = 249,6 \text{ l/s}$$

4.2. Oberflächenabfluss nachher, Q_n

aus Fahrbahn

$$Q = 1,920 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 205,5 \text{ l/s}$$

Wirtschaftsweg unbef.

$$Q = 0,003 \text{ ha} * 0,7 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 0,2 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 2,626 \text{ ha} * 0,4 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = \underline{124,9 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_v = 330,6 \text{ l/s}$$

4.3. Änderung Oberflächenabfluss, Q_m

$$Q_m = Q_n - Q_v$$

$$= 330,6 \text{ l/s} - 249,6 \text{ l/s}$$

$$= 81,0 \text{ l/s}$$

Aufgrund des Baus des Rad- und Gehweges ergibt sich eine Erhöhung des Abflusses von ca. 81 l/s.

4.4. Bemessung Trennstreifen als Mulde

4.4.1. Bauanfang bis 0+057,50 Achse 100

aus L 369

$$Q = 0,043 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 4,7 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,012 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 1,3 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,010 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{0,2 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 6,2 \text{ l/s}$$

Mulde $b=0,95 \text{ m}$, $t=0,1 \text{ m}$, $I_{\min} = 3,051 \%$

$$Q_{\text{Mulde}} = 35,8 \text{ l/s} > Q_{zu} = 6,2 \text{ l/s}$$

4.4.2. Bau-km 0+005,584 bis 0+075 Achse 10

aus Rad- und Gehweg

$$Q = 0,018 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 1,9 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,013 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{0,2 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 2,1 \text{ l/s}$$

Mulde $b=1,10 \text{ m}$, $t=0,1 \text{ m}$, $I_{min} = 0,5 \%$, $I_{max} = 1,7359$

$$Q_{Mulde,min} = 16,75 \text{ l/s} > Q_{zu} = 2,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{Mulde,max} = 31,22 \text{ l/s} > Q_{zu} = 2,1 \text{ l/s}$$

4.4.3. Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075 HP Achse 10

aus L 369

$$Q = 0,144 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 15,4 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,052 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 5,6 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,137 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{2,6 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 23,6 \text{ l/s}$$

Mulde $b=1,75 \text{ m}$, $t=0,175 \text{ m}$, max Abflusstiefe $0,10 \text{ m}$, $I_{min} = 0,195 \%$

$$Q_{Mulde,min} = 12,7 \text{ l/s} < Q_{zu} = 23,6 \text{ l/s}$$

Verrohrung unter der Mulde erforderlich

4.4.4. Bau-km 0+745,075 HP bis 1+034 Achse 10

aus L 369

$$Q = 0,217 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 23,2 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,072 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 7,7 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,051 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{1,0 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 31,9 \text{ l/s}$$

Mulde $b=1,75 \text{ m}$, $t=0,175 \text{ m}$, max. Abflusshöhe $0,10 \text{ m}$, $I_{min} = 0,932 \%$, $I_{max} = 1,472$

$$Q_{Mulde,min} = 27,7 \text{ l/s} < Q_{zu} = 31,9,2 \text{ l/s}$$

$$Q_{Mulde,max} = 34,8 \text{ l/s} \geq Q_{zu} = 31,9 \text{ l/s}$$

Verrohrung unter der Mulde erforderlich

4.4.5. Bau-km 1+034 Achse 10 bis 1+070 Pflastermulde Zufahrt

aus L 369

$$Q = 0,033 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 3,5 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,009 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 1,0 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{zu} = \underline{4,5 \text{ l/s}}$$

Pflastermulde $b=1,00 \text{ m}$, $t=0,04 \text{ m}$, $I_{min} = 0,932 \%$

$$Q_{Pfl.Mulde,min} = 14,7 \text{ l/s} > Q_{zu} = 4,5 \text{ l/s}$$

4.4.6. Bau-km 1+070 bis 1+368,047 Achse 10 ($q_{L369} = 0$)

aus L 369

$$Q = 0,224 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 24,0 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,075 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 8,0 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,052 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{1,0 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 33,0 \text{ l/s}$$

Mulde $b=1,75 \text{ m}$, $t=0,175 \text{ m}$, max. Abflusshöhe $0,10 \text{ m}$, $I_{min} = 0,427 \%$, $I_{max} = 1,4$

$$Q_{Mulde,min} = 18,7 \text{ l/s} < Q_{zu} = 33,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{Mulde,max} = 33,9 \text{ l/s} \geq Q_{zu} = 33,0 \text{ l/s}$$

Verrohrung unter Mulde erforderlich

4.4.7. Bau-km 1+368,047 ($q_{L369} = 0$) bis 1+480 Achse 10

aus Rad- und Gehweg

$$Q = 0,028 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 3,0 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,020 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = \underline{0,4 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 3,4 \text{ l/s}$$

Mulde $b=0,95 \text{ m}$, $t=0,175 \text{ m}$, max. Abflusshöhe $0,10 \text{ m}$, $I_{min} = 0,1 \%$, $I_{max} = 0,427 \%$

$$Q_{Mulde,min} = 9,0 \text{ l/s} < Q_{zu} = 33,0 \text{ l/s}$$

$$Q_{Mulde,max} = 18,7 \text{ l/s} < Q_{zu} = 33,0 \text{ l/s}$$

4.5. Bemessung Trennstreifenmulde als Sickermulde mit Rigole

Die Trennstreifenmulde wird als Sickermulde mit Rigole ausgebildet. Die Sickermulde mit Rigole wird für ein HQ100 bemessen. In der Sickermulde werden Erdschwellen m eingebaut, so dass das eingeleitete Oberflächenwasser eingestaut wird. Der Abstand der Erdschwellen wird in Abhängigkeit des Längsgefälles der Sickermulde festgelegt.

Zur besseren Versickerung wird im Bereich der geplanten Sickermulde ein Oberbodengemisch mit Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10^{-4} \text{ m/s}$ eingebaut. Unter der Sickermulde wird zusätzlich eine Kiesrigole angeordnet.

Für die Bemessung der bestehenden Sickermulden entlang der alten Bahntrasse im Zuge der Planung zum Hospital wurde der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angegeben und angesetzt. Dieser Wert wird für die Bemessung der Rigole angesetzt.

4.5.1. Bau-km 0+005,584 bis 0+075 Achse 10 Trennstreifen

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$$A_u = 0,018 \text{ ha} \cdot 0,9 = 0,0162 \text{ ha}$$

- **Versickerungsfläche A_s**

A_s ca. 128 m²

- **vorhandenes Stauvolumen**

V_{Mu} ca. 3,6 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.2-1 ergibt sich ein erforderliches Stauvolumen von

$$V_{erf.} = 3,58 \text{ m}^3$$

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole

Kiesrigole mit Breite $b = 1,50$ m, Höhe $h = 0,60$ m, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$, gewählte Rigolenlänge $L = 69$ m

$$\text{vorh. Stauvolumen Rigole: } V = 69 \cdot 1,5 \cdot 0,60 \cdot 0,35 = 21,74 \text{ m}^3$$

- erforderliche Rigole

gemäß Bemessung Anhang 18.1.2-2 ergibt sich:

$$\text{erf. Rigolenlänge } L_R = 44,3 \text{ m}$$

$$\text{erf. Rigolenvolumen } V_R = 13,94 \text{ m}^3$$

4.5.2. Bau-km 0+075 bis 0+140 Achse 10 Sickerfläche

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$$A_u = 162,5 \text{ m}^2 \cdot 0,9 = 146,25 \text{ m}^2$$

- **Versickerungsfläche A_s**

A_s ca. 260 m²

- **vorhandenes Stauvolumen (Einstautiefe 0,08 m)**

V_{Mu} ca. 20,8 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.3 ergibt sich für $k_f = 10^{-5}$ m/s ein erforderliches Stauvolumen von

$$V_{\text{erf.}} = 17,58 \text{ m}^3$$

Auf die Ausbildung einer Rigole wird verzichtet.

4.5.3. Bau-km 0+140 bis 0+220 Achse 10

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$$A_u = 200 \text{ m}^2 * 0,9 = 180 \text{ m}^2$$

- **Versickerungsfläche A_s**

A_s ca. 150 m²

- **vorhandenes Stauvolumen (Einstautiefe 0,03 m)**

V_{Mu} ca. 4,5 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.4-1 ergibt sich ein erforderliches Stauvolumen von

$$V_{\text{erf.}} = 3,95 \text{ m}^3$$

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole

Kiesriegole mit Breite $b = 1,75$ m, Höhe $h = 0,30$ m, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$, gewählte Rigolenlänge $L = 79$ m

$$\text{vorh. Stauvolumen Rigole: } V = 79 * 1,75 * 0,30 * 0,35 = 14,51 \text{ m}^3$$

- erforderliche Rigole

gemäß Bemessung Anhang 18.1.4-2 ergibt sich:

$$\text{erf. Rigolenlänge } L_R = 77,8 \text{ m}$$

$$\text{erf. Rigolenvolumen } V_R = 14,51 \text{ m}^3$$

4.5.4. Bau-km 0+270 bis 0+320

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$$A_u = 125 \text{ m}^2 * 0,9 = 112,5 \text{ m}^2$$

- **Versickerungsfläche A_s**

A_s ca. 116 m²

- **vorhandenes Stauvolumen (Einstautiefe 0,03 m)**

V_{Mu} ca. 3,48 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.5-1 ergibt sich ein erforderliches Stauvolumen von

$V_{erf.} = 2,37$ m³

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole

Kiesriegole mit Breite $b = 2,0$ m, Höhe $h = 0,30$ m, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$, gewählte Rigolenlänge $L = 50$ m

vorh. Stauvolumen Rigole: $V = 50 \cdot 2,0 \cdot 0,30 \cdot 0,35 = 10,50$ m³

- erforderliche Rigole

gemäß Bemessung Anhang 18.1.5-2 ergibt sich:

erf. Rigolenlänge $L_R = 49,3$ m

erf. Rigolenvolumen $V_R = 10,36$ m³

4.5.5. Bau-km 0+411 bis 0+480 Achse 10 Sickerfläche

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$A_u = 172,5 \text{ m}^2 \cdot 0,9 = 155,25 \text{ m}^2$

- **Versickerungsfläche A_s**

A_s ca. 353 m²

- **vorhandenes Stauvolumen (Einstautiefe 0,02 m)**

V_{Mu} ca. 7,1 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.6-1 ergibt sich ein erforderliches Stauvolumen von

$V_{erf.} = 3,80$ m³

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole

Kiesriegole mit Breite $b = 5,0$ m, Höhe $h = 0,30$ m, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$,

gewählte Rigolenlänge $L = 69 \text{ m}$

vorh. Stauvolumen Rigole: $V = 69 * 5,0 * 0,20 * 0,35 = 24,15 \text{ m}^3$

- erforderliche Rigole
gemäß Bemessung Anhang 18.1.6-2 ergibt sich:
erf. Rigolenlänge $L_R = 64,4 \text{ m}$
erf. Rigolenvolumen $V_R = 22,52 \text{ m}^3$

4.5.6. Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075 Achse 10

Der ausgemuldete Trennstreifen wird als Sickermulde mit Rigole ausgebildet, so dass ein Teil des Oberflächenzuflusses des Rad- und Gehweges versickern kann und ein Teil des Oberflächenabflusses des Rad- und Gehweges mit zum RRB abgeleitet wird..

- **angeschlossene Flächen**

Rad- und Gehweg

$$A_U = 524,11 \text{ m}^2 * 0,9 = 471,70 \text{ m}^2$$

- **Versickerungsfläche A_S**

A_S ca. 144 m^2

- **vorhandenes Stauvolumen (Einstautiefe 0,08 m)**

V_{Mu} ca. $6,3 \text{ m}^3$

- **Fläche deren Abfluss versickert werden kann**

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.7-1 kann für ein vorhandenes Stauvolumen von $V = 6,3 \text{ m}^3$ eine Fläche von

$$A_U = 266 \text{ m}^2$$

Versickert werden.

Somit wird der Oberflächenabfluss von

$$A_{U,RRB} = 471,70 - 266 = 205,7 \text{ m}^2$$

dem RRB zugeführt.

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 * 10^{-5} \text{ m/s}$ angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole
Kiesriegole mit Breite $b = 1,5 \text{ m}$, Höhe $h = 0,60 \text{ m}$, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$,
gewählte Rigolenlänge $L = 209 \text{ m}$
vorh. Stauvolumen Rigole mit Abzug des Kanals:
 $V = 209 * 1,5 * 0,60 * 0,35 - 209 * \pi * 0,44^2 / 4 = 34,05 \text{ m}^3$
- erforderliche Rigole
gemäß Bemessung Anhang 18.1.8-2 ergibt sich:

erf. Rigolenlänge $L_R = 59,3$ m

erf. Rigolenvolumen $V_R = 18,96$ m³

4.6. Bemessung Grünstreifenmulde Hinterkante Rad- und Gehweg Bereich Einschnitt Bau-km 2+050 bis ca. Bau-km 2+448,80

Der Grünstreifen zwischen Rad- und Gehweg und Einschnittsböschung dient weiterhin der Entwässerung der L 369 und des Rad- und Gehweges.

Von Bau-km 2+050 bis Gradientenhochpunkt des Rad- und Gehweges bei Bau-km 2+140,417 wird der Grünstreifen leicht ausgemuldet und dient zum einen der Versickerung bzw. zum anderen der Ableitung überschüssigen Oberflächenwassers in Richtung Bau-km 2+050 wo das Oberflächenwasser wie bisher in das angrenzende Gelände abfließt und versickert.

Von Bau-km 2+140,417 Gradientenhochpunkt des Rad- und Gehweges bei Bau-km 2+140,417 bis Einschnittsende bei Bau-km 2+448,80 entwässert der neue Rad- und Gehweg in den Grünstreifen entlang der Hinterkante des Rad- und Gehweges. Die L 369 entwässert unverändert über den Trennstreifen und den Rad- und Gehweg ebenfalls in den Grünstreifen.

Bei Bau-km 2+400 quert künftig ein Kleintierdurchlass die L 369 und den Rad- und Gehweg. Damit dieser nicht über den ankommenden Grünstreifen durch den Oberflächenabfluss der L 369 und des Rad- und Gehweges geflutet wird, wird der Grünstreifen vom Gradientenhochpunkt bis zum Kleintierdurchlass als Sickermulde mit darunterliegender Sickerrigole ausgebildet. Bei Volleinstau der Sickermulde kann Oberflächenwasser über eine Kastenrinne am Kleintierdurchlass vorbei in den weitergehenden Grünstreifen östlich des Durchlasses abgeleitet werden. Der Grünstreifen nach dem Kleintierdurchlass entwässert am Einschnittsende in das angrenzende Gelände.

4.6.1. Bau-km 2+050 bis 2+140,417 HP Achse 100

aus L 369

$$Q = 0,069 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 7,3 \text{ l/s}$$

Rad- und Gehweg

$$Q = 0,022 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} = 2,4 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,055 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} = 1,0 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{zu} = 10,7 \text{ l/s}$$

Mulde $b=1,0$ m, $t=0,2$ m, $I_{min} = 0,406$ %

$$Q_{Mulde} = 43,6 \text{ l/s} > Q_{zu} = 10,7 \text{ l/s}$$

4.6.2. Sickermulde mit Rigole Bau-km 2+140,417 HP bis 2+400

Der Grünstreifen zwischen Rad- und Gehweg und Einschnittsböschung von Bau-km 2+140,417 bis Keintierdurchlass bei Bau-km 2+400 wird als Sickermulde mit Rigole ausgebildet. Vorgesehen ist die Sickermulde mit Rigole für ein HQ100 zu bemessen.

- **angeschlossene Flächen**

aus L 369

$$\begin{aligned}A_u &= 0,201 \text{ ha} * 0,9 = 0,1810 \text{ ha} \\ \text{Rad- und Gehweg} \\ A_u &= 0,064 \text{ ha} * 0,9 = 0,0576 \text{ ha} \\ \text{Bankett, Trennstreifen} \\ A_u &= 0,057 \text{ ha} * 0,4 = \underline{0,0228 \text{ ha}} \\ \Sigma A_u &= 0,2164 \text{ ha}\end{aligned}$$

- **Versickerungsfläche**

A_s ca. 340 m²

- **vorhandenes Stauvolumen**

V_{Mu} ca. 65,7 m³

- **erforderliches Stauvolumen Mulde**

Für die Bemessung der bestehenden Sickermulden entlang der alten Bahntrasse im Zuge der Planung zum Hospital wurde der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s angegeben und angesetzt.

Zur besseren Versickerung wird im Bereich der geplanten Sickermulde ein Oberbodengemisch mit Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10^{-4}$ m/s eingebaut. Unter der Sickermulde wird zusätzlich eine Kiesrigole angeordnet.

Gemäß Bemessung Anlage 18.1.8-1 ergibt sich ein erforderliches Stauvolumen von

$$V_{\text{erf.}} = 64,50 \text{ m}^3$$

für ein 50 jährliches Starkregenereignis.

Wie den Berechnungen Anhang 18.1.8-1 zu entnehmen ist, kann bei einem 100-jährlichen Starkregenereignis für die Starkregen der Dauerstufe D = 20, 30, 45, und 60 Minuten nur ein Teil des Oberflächenabflusses in der Sickermulde versickert werden, ein weiterer Teil wird über die Kastenrinne abgeleitet.

- HQ100, D = 20

$$\begin{aligned}r_{20,0,01} &= 295 \text{ l/sxha}, V_{\text{erf}} = 68,24 \text{ m}^3 A_u = 2164 \text{ m}^2 \\ \text{für } V &= 64,50 \text{ m}^3 A_u = 2050 \text{ m}^2, A_{\text{Abfl}} = 114 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{ab}} &= 0,0114 \text{ ha} * 295 \text{ l/s*ha} = 3,4 \text{ l/s}\end{aligned}$$

- HQ100, D = 30

$$\begin{aligned}r_{30,0,01} &= 232,8 \text{ l/sxha}, V_{\text{erf}} = 74,33 \text{ m}^3 A_u = 2164 \text{ m}^2 \\ \text{für } V &= 64,50 \text{ m}^3 A_u = 1920 \text{ m}^2, A_{\text{Abfl}} = 244 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{ab}} &= 0,0244 \text{ ha} * 295 \text{ l/s*ha} = 7,7 \text{ l/s}\end{aligned}$$

- HQ100, D = 45

$$\begin{aligned}R_{45,0,01} &= 182,2 \text{ l/sxha}, V_{\text{erf}} = 77,28 \text{ m}^3 A_u = 2164 \text{ m}^2 \\ \text{für } V &= 64,50 \text{ m}^3 A_u = 1900 \text{ m}^2, A_{\text{Abfl}} = 264 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{ab}} &= 0,0264 \text{ ha} * 182,2 \text{ l/s*ha} = 4,8 \text{ l/s}\end{aligned}$$

- HQ100, D = 60
 $R_{45,0,01} = 152,2 \text{ l/s*ha}$, $V_{\text{erf}} = 76,00 \text{ m}^3$ $A_U = 2164 \text{ m}^2$
für $V = 64,50 \text{ m}^2$ $A_U = 1950 \text{ m}^2$, $A_{\text{Abfl}} = 214 \text{ m}^2$
 $Q_{\text{ab}} = 0,0214 \text{ ha} * 152,2 \text{ l/s*ha} = 3,3 \text{ l/s}$

- **erforderliches Stauvolumen Rigole**

Für die Bemessung der Rigole wird der Durchlässigkeitsbeiwert gemäß Bodengutachten mit $k_f = 1 * 10^{-5} \text{ m/s}$ angesetzt. Die Versickerung erfolgt über die Rigolensohle und die Seitenflächen der Rigole. Ermittelt wird das Stauvolumen für ein HQ100.

- Gewählte Rigole
Kiesrigole mit Breite $b = 1,30 \text{ m}$, Höhe $h = 1,0 \text{ m}$, Hohlraumgehalt $S_R = 0,35$,
gewählte Rigolenlänge $L = 240 \text{ m}$
vorh. Stauvolumen Rigole: $V = 240 * 1,3 * 1,0 * 0,35 = 109,2 \text{ m}^3$
- erforderliche Rigole
gemäß Bemessung Anhang 18.1.8-2 ergibt sich:
erf. Rigolenlänge $L_R = 219,8 \text{ m}$
erf. Rigolenvolumen $V_R = 100,0 \text{ m}^3$

4.7. Bemessung Längsverrohrungen

4.7.1. Bauanfang Verlängerung vorh. Durchlass

Aus vorhandenem Durchlass DN 400

(Einlaufhöhe 252,569, Auslaufhöhe 242,210, $L = 11,229 \text{ m}$, $I = 3,197 \%$
Durchfluss bei Vollfüllung

$$Q = \quad \quad \quad = 210,2 \text{ l/s}$$

Mulde 4.4.1

$$Q = \quad \quad \quad = \underline{\underline{6,2 \text{ l/s}}}$$

$$\Sigma Q_t = 216,2 \text{ l/s}$$

gew. SB DN 400, $I_{\text{min}} = 2,5572 \%$

$$Q_V = 355,8 \text{ l/s} \quad v_V = 2,83 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 216,2 \text{ l/s} \quad v_t = 2,96 \text{ m/s}$$

4.7.2. Bau-km 0+005,584 bis 0+073,461 Achse 10, Strang 2

aus Graben

Farbahn

$$Q = 0,321 \text{ ha} * 0,9 * 118,9 \text{ l/(s*ha)} \quad \quad \quad = 34,4 \text{ l/s}$$

Bankett, Böschung, Mulde

$$Q = 0,317 \text{ ha} * (118,9 - 100) \text{ l/(s*ha)} \quad \quad \quad = \underline{\underline{6,0 \text{ l/s}}}$$

$$\Sigma Q_t = 40,4 \text{ l/s}$$

gew. SB DN 400, $I_{\min} = 0,4891 \%$

$$Q_V = 154,9 \text{ l/s} \quad v_V = 1,23 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 40,4 \text{ l/s} \quad v_t = 1,04 \text{ m/s}$$

4.7.3. Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075 HP Achse 10, Strang 3

aus Mulde 4.4.3

$$Q = \quad \quad \quad = \underline{23,6 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_t = 23,6 \text{ l/s}$$

gew. PP DN 300, $I_{\min} = 0,3 \%$

$$Q_V = 61,5 \text{ l/s}, \quad v_V = 0,87 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 23,6 \text{ l/s} \quad v_t = 0,79 \text{ m/s}$$

4.7.4. Bau-km 0+745,075 HP bis 1+494 Achse 10, Strang 4

aus Mulde 4.4.4

$$Q = \quad \quad \quad = 31,9 \text{ l/s}$$

Mulde 4.4.5

$$Q = \quad \quad \quad = 4,5 \text{ l/s}$$

Mulde 4.4.6

$$Q = \quad \quad \quad = \underline{33,0 \text{ l/s}}$$

$$\Sigma Q_t = 69,4 \text{ l/s}$$

gew. SB DN 300, $I_{\min} = 1,377 \%$

$$Q_V = 121,9 \text{ l/s}, \quad v_V = 1,72 \text{ m/s}$$

$$Q_t = 69,4 \text{ l/s} \quad v_t = 1,78 \text{ m/s}$$

4.8. Zusätzlicher Abfluss zu bestehendem Rückhaltebecken

Im Bererich von Bau-km 0+220 bis 0+270 und Bau-km 0+320 bis Bau-km 0+411 entwässert der Rad- und Gehweg in die Entwässerungsmulde der L 369. Im Bererich von Bau-km 0+535,43 bis Bau-km 0+745,075 wird ein Teil des Oberflächenabflusses des Rad- und Gehweges im Trennstreifen versickert und ein Teil mit dem Oberflächenabfluss der L 369 zum RRB abgeleitet.

- **Flächen R+G mit Entwässerung zum vorh. RRB**

Bau-km 0+220 bis 0+270: $A_U = 50 * 2,5 * 0,9 = 112,5 \text{ m}^2$

Bau-km 0+320 bis 0+410: $A_U = 90 * 2,5 * 0,9 = 202,5 \text{ m}^2$

Bau-km 0+535,43 bis 0+745,075: $A_U = \quad \quad \quad = \underline{205,7 \text{ m}^2}$

$$A_{U,\text{ges.}} = 520,7 \text{ m}^2$$

- **Am vorh. RRB angeschlossene Fläche A_U**

Gemäß Planfeststellungsverfahren zum US Hospital sind an das RRB

$$A_U = 2,027 \text{ ha}$$

Angeschlossen.

- **Stauvolumen RRB**

Der Drosselabfluss beträgt 23 l/s. Das RRB hat ein Stauvolumen für ein 10 jährliches Starkregenereignis von

$$V = 741,5 \text{ m}^3.$$

Das geplante Stauvolumen bis zum Stauwasserspiegel von 238,00 müNN beträgt

$$V = 811,2 \text{ m}^3.$$

Das erforderliche Stauvolumen bei HQ 100 beträgt

$$V = 1.198,84 \text{ m}^3.$$

Das vorhandene Stauvolumen des gebauten RRB bis zum Stauwasserspiegel von 238,50 müNN beträgt

$$V = 1.254,85 \text{ m}^3.$$

- **Neues Stauvolumen RRB**

Der Drosselabfluss von 23 l/s bleibt unverändert. Die angeschlossene Fläche an das RRB erhöht sich auf

$$A_U = 2,027 \text{ ha} + 0,052 \text{ ha} = 2,079 \text{ ha}$$

Das Stauvolumen für ein 10 jährliches Starkregenereignis beträgt nach Anhang 18.1.9:

$$V = 764,3 \text{ m}^3.$$

Das Stauvolumen für ein 100 jährliches Starkregenereignis beträgt nach Anhang 18.1.9:

$$V = 1.234,69 \text{ m}^3 < V_{\text{vorh.}} = 1.254,85$$

Das Rückhaltebecken ist somit in der Lage den zusätzlichen Oberflächenabfluss des Rad- und Gehweges aufzunehmen.