

**NL Ost**

Tramper Chaussee 3
16225 Eberswalde

VOIGT INGENIEURE**VOIGT INGENIEURE GmbH**

Kurfürstendamm 217
10719 Berlin

Vierstreif. Ausbau d. L 33 Hönow – Stendaler Straße (Berlin) Generelle Planung der Entwässerungsanlagen



www.berliner-woche.de/marzahn-hellersdorf/c-verkehr/

**Erläuterungsbericht
21.07.2023**

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	1a
2	Unterlagen	2a
3	Bemessung der Entwässerungsanlagen.....	3a
3.1	Ausgangswerte.....	3a
3.2	Konzeption	7a
3.3	Langzeitsimulation.....	10a
4	Vorreinigung.....	12a
4.1	Nachweis nach M153 – Versickerungsmulden	13a
4.2	Nachweis nach A102 – Mulden-Rigolen-Elemente	13a
5	Muldenzuläufe	15a
6	Nachweis der Regenwassersammler	20a
7	Zusammenfassung	22a
8	Quellenverzeichnis	24a

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Gesättigte Wasserleitfähigkeit in Abhängigkeit von Bodenart, Trockenrohdichte und effektiver Lagerungsdichte [2]	5a
Tabelle 2: Flächenzusammenstellung	8a
Tabelle 3: Ergebnis der Langzeitsimulation – Mulden-Rigolen-Elemente	11a
Tabelle 4: Ergebnis der Langzeitsimulation – Versickerungsmulden	11a
Tabelle 5: Gewählte Abmessungen der Behandlungs- und Versickerungsanlagen	12a
Tabelle 6: Mulden-Rigolen-Elemente als Behandlungsanlagen	14a

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: BIRCOprofil / Bordblock, Entwässerungsrinne mit seitlichem Bordeinlauf [8].....	18a
Abbildung 2 ACO DRAIN® KerbDrain [9]	19a

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Auszug aus dem Baugrundgutachten [1]
Anlage 2: Kartenauszüge aus dem Geoportal Berlin der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen (fis-broker) [3]
Anlage 3: Berechnungsprotokolle Langzeitsimulation
Anlage 4: Statistische Auswertungen der Speichervolumina
Anlage 5: Bewertungsschema gemäß DWA-M153 [8]
Anlage 6: Hydraulischer Nachweis der Regenwasserkanäle

BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage 1: Lage- und Flächenplan M1:500
Beilage 2: Systemschnitte M1:25/1:100

1 Veranlassung

Der Landesbetrieb für Straßenwesen Eberswalde plant den Ausbau der L33 von der Stendaler Straße bis zur BAB10, AS Marzahn. Die Straßenentwässerung der vierstreifigen L33 erfolgt außerorts über das Bankett bzw. den Rad- und Gehweg in straßenbegleitende Mulden. Gemäß Aussage des Baugrundgutachtens ist die Versickerung der auf der Fahrbahn anfallenden Regenabflüsse grundsätzlich möglich. Im Bereich des Sicherheitsstreifens wird zusätzlich eine 50 cm breite Mulde zur Versickerung vorgesehen.

Auch in den Ortslagen soll, wenn möglich, eine offene Entwässerung vorgesehen werden. In zwei Abschnitten muss davon abgewichen werden: am Bauanfang in der Ortslage Berlin sowie im Bereich der Ortslage Hönow.

Die Abflüsse von der Kreuzung Stendaler Straße / Landsberger Chaussee werden zurzeit über einen Regenwasserkanal DN200 dem Bereich der Hönoweiherkette zugeleitet. Diese Abflüsse sind bei der Planung zusätzlich zu berücksichtigen.

Die Regenabflüsse, die geschlossen entwässert werden müssen, können aufgrund der ungünstigen Versickerungsbedingungen im Planungsabschnitt nicht am Anfallsort zur Versickerung gebracht werden, sondern müssen in die bestehenden Vorfluter, der Hönoweiherkette und dem Haussee bzw. Hausseegraben, abgeleitet werden. Aufgrund der Schutzbedürftigkeit der Gewässer und der vorhandenen Flora und Fauna ist das Regenwasser vorzureinigen.

Als einfache und wirksame Form einer Regenwasserbehandlungsanlage eignet sich ein Mulden-Rigolen-System. Das Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünten Mulde mit darunter liegender Rigole. Die Versickerungsmulde wird oberirdisch beschickt. Bei Durchsickern der i.d.R. 30 cm mächtigen Mutterbodenschicht erfolgt durch die dort ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge eine Reinigung der Regenwasserabflüsse. Dabei kann die Reinigungsleistung durch die gezielte Zumischung von geeignetem Bodenmaterial noch optimiert.

Entlang des Ausbaubereiches werden insgesamt drei Mulden-Rigolen-Elemente bzw. Mulden-Rigolen-Systeme vorgesehen. Das Regenwasser wird nach dem Durchsickern der Mutterbodenschicht in der darunter liegenden Rigole gesammelt und über das Rigolenrohr bzw. einen anschließenden Regenwasserkanal dem jeweiligen Vorfluter zugeleitet.

Die zur Rückhaltung und Versickerung der Regenwasserabflüsse erforderlichen Speichervolumina aller geplanten Anlagen sind mit Hilfe hydrologischer Berechnungen nachzuweisen.

Die Lage der geplanten Anlagen bedingen im Bereich der Geh- und Radwege oberflächennahe Querungen, die beispielsweise mit Hilfe von Entwässerungsrinnen hergestellt werden können. Die technischen Details dieser Quermöglichkeiten werden beschrieben.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung fanden nachfolgende Unterlagen Verwendung:

- Baugrundgutachten zum Bauvorhaben "L33, vierstreifiger Ausbau Hönow - Landesgrenze", Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, NL Ost,
Ingenieurbüro für Geotechnik Dr. Tischer & Partner, 15.06.2007. [1]
- Vierstreifiger Ausbau der L 33 Hönow – Stendaler Straße (Berlin)
Planfeststellung
Lagepläne M1:500, KuK KREBS UND KIEFER, Mai 2023.
- Vierstreifiger Ausbau der L 33 Hönow – Stendaler Straße (Berlin)
Planfeststellung
Straßenquerschnitte M1:50, KuK KREBS UND KIEFER, Mai 2023.
- Generelle Planung von Regenwasserbehandlungs- und Regenwasser-versickerungsanlagen an der L33 / L339
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft, Februar 2009.
- Überarbeitung der Generellen Planung der Entwässerungsanlagen an der L33
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft, Oktober 2011.
- Überarbeitung der Generellen Planung einer Regenwasserbehandlungs-anlage an der L33, Einleitung in den Hausseeграben
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft, November 2014.

3 Bemessung der Entwässerungsanlagen

3.1 Ausgangswerte

Das Planungsgebiet liegt regionalgeologisch im Bereich des Barnims. Der Barnim ist eine eiszeitlich gebildete Hochfläche und gleichzeitig eine historisch gewachsene Kulturlandschaft im mittleren und nordöstlichen Brandenburg und im Nordosten Berlins. Als Teil der in der Weichseleiszeit gebildeten Zone der Brandenburgischen Platten und Urstromtäler besteht der Barnim aus Grundmoränen, einem Endmoränenzug und Sanderflächen zwischen dem Berliner Urstromtal im Süden und dem Eberswalder Urstromtal im Norden. Die Barnim-Hochfläche zeichnet sich durch mächtige Geschiebemergelschichten mit lokalen Sandeinlagerungen und geringer Überdeckung mit humosem Oberboden aus.

Die Bodenuntersuchungen zur Feststellung der Beschaffenheit und der zulässigen Belastung des Baugrundes sowie der hydrologischen Verhältnisse wurden im Rahmen eines Baugrundgutachtens durch das Ingenieurbüro für Geotechnik Dr. Tischer & Partner im Juni 2007 durchgeführt. Insgesamt wurden im Bereich der gesamten Straßenbaumaßnahme 40 Sondierbohrungen bis in eine Tiefe von i.d.R. 3 m unter GOK abgeteuft. An vier Stellen wurde die bereits vorhandene Fahrbahn durchkernt und der Konstruktionsaufbau der Straße sowie die Untergrundsichtung ermittelt. Eine Auszug aus dem Bodengutachten ist der Erläuterung als Anlage 1 beigefügt.

Im Baubereich wurden Auffüllungen, Sande, Geschiebelehm, -mergel und abschnittsweise holozäne Sedimente erkundet. Die erbohrte Schichtenfolge zeigt einen Auffüllungshorizont, dessen Mächtigkeit i.d.R. bei Werten < 1 m, im Einzelfall auch bis 2 m liegt. Dabei handelt es sich um mehr oder weniger schluffige Sande, die organische Beimengungen aufweisen [1]. Unterhalb der jeweiligen Aufschüttung stehen häufig Decksande (Fein- und Mittelsande) an, die nahezu ausnahmslos Schluffanteile enthalten. Die Sande reichen meist bis in Tiefen von 0,5 m bis 1,5 m unter GOK.

Bis zur Endteufe folgen unterhalb der Decksande bzw. partiell unmittelbar unter der Auffüllung Geschiebelehme und/oder –mergel in Form von sandigem bis stark sandigem Ton an. Teilweise wurden innerhalb des Lehms/Mergels zwischengelagerte Sande nachgewiesen.

Die Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens wurde an einigen Standorten anhand von Kornverteilungskurven (Sieblinien) ermittelt (Anlage 1). Für die am Standort SB2 anstehende Sandschicht ergab sich beispielsweise ein k_f -Wert von $9,4 \cdot 10^{-6}$ m/s (stark feinsandiger, schluffiger, schwach grobsandiger und schwach kiesiger Mittelsand).

Bei der Bemessung der Versickerungsanlagen ist ein sog. Bemessungs- k_f -Wert zugrunde zu legen, damit die Bemessung von Versickerungsanlagen, unabhängig von der Bestimmungsmethode des Durchlässigkeitsbeiwertes, nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann. Der empirisch ermittelte Korrekturfaktor zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes für die Durchlässigkeitsbeiwerte, die mit Hilfe einer Sieblinienauswertung ermittelt wurden, beträgt 0,2. Die Ergebnisse einer Sieblinienauswertung sind deshalb besonders stark zu korrigieren, weil sich die Koeffizienten, die bei der Auswertung von Sieblinien verwendet werden, auf einen gesättigten Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung beziehen. Für die Bemessung von Versickerungsanlagen sind jedoch vertikale Strömungsvorgänge in teilgesättigten Böden signifikant. Für den k_f -Wert am Standort SB2 ergibt sich entsprechend dem beschriebenen Vorgehen ein Bemessungs- k_f -Wert von rd. $2 \cdot 10^{-6}$ m/s.

An vielen Standorten stehen an den untersuchten Standorten neben Auffüllungshorizonten ausschließlich Ton, Geschiebelehm und Geschiebemergel an. Für die hydraulische Leistungsfähigkeit der hier geplanten Versickerungsanlagen ist daher die Durchlässigkeit dieser Schichten maßgebend, da sie nach vollständiger Sättigung der oberhalb anstehenden vorhandenen und zukünftigen Auffüllungshorizonte die Infiltration in den Untergrund begrenzen. Geschiebemergel/-lehm besteht im Allgemeinen aus einer Mischung von Ton, Schluff, Sand und Kies sowie (großen) Geschieben. Aufgrund seines Ton- und Schluffgehaltes überwiegen die bindigen Eigenschaften mit geringen k_f -Werten, die üblicherweise zwischen 10^{-6} und 10^{-7} m/s liegen.

Die im Rahmen der Sondierungen erbohrten Geschiebemergel- und -lehmschichten werden, wie auch die Tonschicht, als stark sandiger Ton klassifiziert. Gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung [2] ist die Wasserdurchlässigkeit eines Bodens nicht nur von der Bodenart, sondern auch von der Trockenrohdichte sowie der effektiven Lagerungsdichte abhängig. Für stark sandigen Ton (Ts4) wird im ungünstigsten Fall ein k_f -Wert von 8 cm/d und damit etwa $9 \cdot 10^{-7}$ m/s angegeben (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Gesättigte Wasserleitfähigkeit in Abhängigkeit von Bodenart,
Trockenrohdichte und effektiver Lagerungsdichte [2]

Bodenart Kurzzeichen	gesättigte Wasserleitfähigkeit in cm/d					
	Trockenrohdichte in Stufen			effektive Lagerungsdichte in Stufen		
	pt1+2	pt3	pt4+5	Ld1+2	Ld3	Ld4+5
Ss	375	340	230	372	270	121
SI2	161	98	52	134	77	43
SI3	98	65	29	96	51	20
SI4	106	42	21	104	38	17
Slu	60	28	13	58	24	10
St2	179	118	68	156	94	53
St3	114	42	24	129	49	21
Su2	174	127	66	157	86	46
Su3	88	59	31	83	40	14
Su4	58	38	17	60	26	7
Ls2	53	23	10	57	24	9
Ls3	74	23	11	82	27	10
Ls4	68	36	11	88	33	11
Lt2	33	13	6	45	18	8
Lt3	20	7	3	32	14	6
Lts	31	10	7	37	17	7
Lu	45	16	6	51	20	6
Uu	32	13	2	28	8	5
Uls	49	20	7	43	17	5
Us	37	22	5	34	10	4
Ut2	32	12	2	35	7	1
Ut3	41	12	3	38	10	4
Ut4	45	13	3	51	14	3
Tt	4	3	2	24	3	2
Tl	8	6	2	35	11	3
Tu2	8	3	2	22	7	3
Tu3	18	9	3	23	14	5
Tu4	33	12	3	44	17	5
Ts2	8	5	3	30	6	1
Ts3	15	11	8	68	15	8
Ts4	51	38	8	108	38	11
Sande						
fS, fSms, fSgs	410	300	200			
mS, mSfs, mSgs	675	490	250			
gS	2100	835	335			

kursiv geschriebene Zahlen = interpolierte Werte

Als **Bemessungs- k_f -Wert** für die geplanten Versickerungsanlagen wird unter Abwägung der bekannten sowie der unbekannten Faktoren ein Wert von $5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ verwendet. Über diesen Wert werden mögliche Inhomogenitäten des anstehenden Bodens berücksichtigt. Die Bemessung der Versickerungsanlagen liegt damit tendenziell auf der sicheren Seite.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes unterhalb einer Versickerungsanlage sollte nach Arbeitsblatt DWA-A138 mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für die eingeleiteten Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Gemäß dem Geoportal Berlin der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen ("FIS-Broker") [3] liegt der Grundwasserflurabstand bei Werten zwischen 20 m und 40 m. In diesem Bereich des Barnims ist der Grundwasserleiter gespannt. Der Hauptgrundwasserleiter befindet sich demnach unterhalb des Geschiebemergelkomplexes. Im Zuge der Bodensondierungen wurde Schichtenwasser in variierender Tiefe angetroffen. Das Schichtenwasser tritt periodisch auf und ist abhängig von den Niederschlägen. Es kann sich auf den geringdurchlässigen Geschiebemergel- bzw. Geschiebelehmschichten sammeln und aufstauen.

Gemäß Aussagen des Natur- und Umweltamtes wurde zwischen den Stationen km 0+100 und km 0+250 insbesondere nach Niederschlagsereignissen und in besonders nassen Jahren oberflächennah Schichtenwasser beobachtet. Bei der Planung ist daher vor allem in diesem Bereich darauf zu achten, dass die straßenbegleitenden Mulden mit nur einem geringen Höhenversatz an die geplante Straße grenzen, so dass auch bei hohen Schichtenwasserständen kein Einstau der Mulden zu besorgen ist.

Die Einflussgrößen auf die Menge und die Verteilung des Schichtenwassers sind so zahlreich, dass eine Festlegung gesicherter Randbedingungen zur Berechnung der Auswirkungen des Schichtenwassers auf die Leistungsfähigkeit von Versickerungsanlagen nicht möglich ist. Das Schichtenwasser kann daher auch nicht als Bemessungsgröße herangezogen werden.

Ergänzende Auszüge aus dem Umweltatlas Berlin, die sich mit der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens, dem Grundwasserflurabstand sowie mit den Bodenarten im Bereich des Planungsgebietes befassen, sind in Anlage 2 zusammengestellt.

3.2 Konzeption

Im Regelfall soll das auf den Straßenflächen, Geh- und Radwegen der L33 anfallende Regenwasser im Straßenseitenbereich oberflächennah in Mulden versickern. In Bereichen mit angrenzender Bebauung sowie in Kreuzungsbereichen ist eine Versickerung über straßenbegleitende Mulden aufgrund der Platz- und Höhenverhältnisse nicht möglich. Das anfallende Oberflächenwasser fließt über das Profil der Fahrbahn in die seitlichen Rinnen und muss über Abläufe und Rinnen sowie ggf. Kanälen zentralen Versickerungs- bzw. Behandlungsanlagen zugeleitet werden.

Zurzeit entwässern der Kreuzungsbereich Stendaler Straße / Landsberger Chaussee sowie die südliche Straßenseite zwischen Station km 0+000 und Station km 0+140 über Straßenabläufe und einen Regenwasserkanal DN200 in einen Graben. Hier versickert das Wasser oder läuft Richtung Hönower Weiherkette ab. Aufgrund des geringen k_f -Wertes des hier anstehenden Bodens ist für den Straßenabschnitt zwischen km 0+000 und ~ km 0+105 im Sinne einer geordneten Entwässerung der Anschluss an einen Vorfluter erforderlich.

Für die Ableitung des Regenwassers steht an diesem Standort mit Ausnahme der Hönower Weiherkette keine Vorflut zur Verfügung. Aufgrund der Schutzbedürftigkeit des Gewässers und der vorhandenen Flora und Fauna muss das Wasser vor Einleitung in das Gewässer vorgereinigt werden. Zudem sind die Zuflüsse stark zu drosseln. Dafür werden sowohl im Bereich der Mittelinsel als auch südlich an die Straße angrenzend Mulden-Rigolen-Systeme vorgesehen. Die Abflüsse aus dem Kreuzungsbereich Stendaler Straße sollen aus Gründen des Gewässerschutzes zukünftig ebenfalls einen Anschluss an die geplanten Anlagen erhalten. Die nördliche Straßenseite wird an das System im Bereich der Mittelinsel angeschlossen (Teilsystem 1a). Diese Anlage besteht wegen des Straßenlängsgefälles aus fünf Einzelmulden. Alle anderen Flächen entwässern in das südliche Mulden-Rigolen-System (Teilsystem 1b), bestehend aus drei Einzelmulden. Die Abläufe beider Anlagen werden dem zur Weiherkette gehörenden Fischteich zugeleitet.

Für den Straßenabschnitt bis km 0+365 (Nord) bzw. km 0+380 (Süd) sind neben den beiden Mulden-Rigolen-Systemen weitere drei Versickerungsmulden vorgesehen (Teilsysteme 2 bis 4). Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des anstehenden Bodens müssen unterhalb der Mulden Kiesrigolen zur Zwischenspeicherung des in den Mulden versickernden Wassers angeordnet werden.

Im Bereich der Tankstelle zwischen km 0+185 und km 0+250 wird eine Ableitung des Regenwassers über Straßenabläufe und Kanal (alternativ: Rinne) erforderlich, da das Wasser hier nicht straßenbegleitend zur Versickerung gebracht werden kann. Die im östlich angrenzenden Bereich anzuordnende Versickerungsmulde muss demzufolge entsprechend größer dimensioniert werden (Teilsystem 4).

Der gesamte anbaufreie Bereich zwischen km 0+365 bzw. 0+380 und Ortslage Hönow wird über straßenbegleitende Mulden entwässert (Teilsystem 5). Unter den Mulden sind aufgrund der anstehenden geringdurchlässigen Geschiebeböden die Anordnung von Rigolen bzw. ein Bodenaustausch erforderlich. Der anstehende Boden ist durch gut durchlässige Böden zu ersetzen. Der Einmündungsbereich der Louis-Lewin-Straße erhält zwei Straßenabläufe, die an zwei bereits vorhandene Mulden angeschlossen werden.

Kurz vor der Ortslage Hönow macht ein Erschließungsweg eine weitere, separate Versickerungsmulde erforderlich (Teilsystem 6).

Im Bereich Hönow erhält die L33 einen durch ein Hochbord gesicherten Fuß- und Radweg, so dass eine Ableitung über einen Regenwasserkanal erforderlich ist. Geplant ist die Ableitung in den Haussee, der in den zur Hönoweiherkette zuzuordnenden Bogensee mündet. Als Standort für das geplante zentrale Mulden-Rigolen-Element eignet sich der Bereich, der unmittelbar an den Haussee angrenzt (Teilsystem 7).

Die an die geplanten Versickerungsmulden und die Mulden-Rigolen-Systeme anzuschließenden Flächen, fasst Tabelle 2 zusammen. Die Elemente der Regenentwässerung und die den einzelnen Elementen zugeordneten Flächen sind in Beilage 1 dargestellt. Systemskizzen zu den geplanten Anlagen finden sich in Beilage 2.

Um unnötige Tiefenlagen zu vermeiden, werden die dezentralen Versickerungsmulden möglichst oberflächennah beschickt, entweder über die Oberfläche oder beispielsweise über Rinnensysteme. Für den Anschluss der Flächen an die geplanten Mulden-Rigolen-Systeme sind Regenwasserkanäle vorgesehen, da die vorhandenen bzw. geplanten Straßenhöhe keine oberflächennahe Zuleitung erlauben. Details zu der möglichen Gestaltung von Muldenzuläufen fasst Kapitel 5 zusammen.

Um einen Einstau der geplanten Versickerungsmulden durch hohe Schichtenwasserstände sicher zu vermeiden, sind die Mulden möglichst ohne Höhenversatz direkt an den Straßenbereich angrenzend anzuordnen.

Tabelle 2: Flächenzusammenstellung

Teilsystem		Stationierung	Lage der Fläche, Straßenseite	Größe [m²]
1a	MRS + Ablauf	km 0+010 – km 0+070	Nord	1.042
1b	MRS + Ablauf	– km 0+010	Kreuzung Stendaler	2.375
		km 0+070 – km 0+105	Nord	606
		km 0+010 – km 0+075	Süd	765
		km 0+075 – km 0+105	Süd	366
2	Mulde + Rigole	km 0+105 – km 0+185	Nord	888
3	Mulde + Rigole	km 0+105 – km 0+380	Süd	2.203
4	Mulde + Rigole	km 0+185 – km 0+365	Nord	2.001
5	straßenbegleitende Mulden*	km 0+365 – km 1+670	Nord	950*
		km 0+380 – km 1+720	Süd	950*
6	Mulde + Rigole	km 1+670 – km 1+720	Nord	347
7	MRE + Ablauf	km 1+720 – km 2+240	Nord	8.415
		km 1+720 – km 2+240	Süd	

*100 m - Abschnitt

Während eine dauerhafte Benetzung der Versickerungsmulden vermieden werden muss, ist ein (Teil-) Einstau der unterhalb der Mulden anzuordnenden Rigolen i.d.R. unproblematisch, sofern dieser nicht von sehr großer Dauer ist. Die Rigolen der geplanten Anlagen wirken aufgrund der zu verwendenden grobkörnigen Materialien grundsätzlich als Dränage für das jeweils angrenzende Einzugsgebiet.

Zur Ableitung des Schichtenwassers und Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit der geplanten Versickerungsanlagen ist ein Anschluss der Rigolen an eine Vorflut ratsam. Als Vorfluter kommen prinzipiell sowohl die Teiche der Hönoweiherkette als auch größere, tiefer liegende Sandvorkommen infrage. Die Verbindung zwischen

den Rigolen und einer Vorflut kann beispielsweise über einen mit großkörnigen Sanden verfüllten Graben hergestellt werden.

In jedem Fall sollte eine unterirdische hydraulische Verbindung sämtlicher straßenbegleitender Versickerungsanlagen untereinander hergestellt werden. Dazu ist lediglich die Verlängerung und damit Verknüpfung benachbarter Rigolen erforderlich.

Die Durchlässigkeit des Oberbodens der Mulden liegt im Allgemeinen bei Werten zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ m/s und $5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Bei allen Anlagen entlang der L33 wird im Rahmen der Bemessung ein k_f -Wert von $2 \cdot 10^{-5}$ m/s berücksichtigt, übereinstimmend mit dem Wert, der gemäß dem Regelblatt 601 der Berliner Wasserbetriebe für oberirdische Versickerungsanlagen in Ansatz gebracht wird [4].

3.3 Langzeitsimulation

Versickerungsanlagen sind gemäß DWA-Arbeitsblatt A138 mittels Langzeitsimulation zu bemessen und wenigstens auf eine Fünffährlichkeit ($n = 0,2$) auszulegen, d.h. sie sollten seltener als 1 mal in 5 Jahren überlaufen [5]. Die Niederschlag-Abfluss-Simulationen zum Nachweis der Mulden-Rigolen-Elemente sowie der Versickerungsmulden entlang der L33 werden mit einer Berliner Regenreihe (Neukölln) über 60 Jahre unter Verwendung des Programms erwin• 4.0 [6] durchgeführt.

Für die Bestimmung der Überlaufhäufigkeit eines Speichers ist es sinnvoll, eine statistische Auswertung direkt an den per Langzeitsimulation berechneten Speichervolumina durchzuführen. Dazu werden die simulierten Summen aus Einstau-, Überlauf- und Überflutungsvolumina aller Regenereignisse der Größe nach sortiert. Mit Hilfe der Plotting-Formel nach dem DWA-Arbeitsblatt A117 [7] wird jedem errechneten Volumen ein Wiederkehrintervall zugeordnet. Die Regression der logarithmisch aufgetragenen 120 maximal erreichten Volumina wird zur Berechnung der Überlaufhäufigkeit verwendet.

In Anlage 4 sind die statistischen Auswertungen der mit Hilfe der Langzeitsimulation ermittelten Speichervolumina und Einstaudauern für die Mulden-Rigolen-Elemente und die Versickerungsmulden dargestellt. Die Ergebnisse der Langzeitsimulation sind in der Tabelle 3 und der Tabelle 4, die daraus resultierenden und gewählten Abmessungen in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 3: Ergebnis der Langzeitsimulation – Mulden-Rigolen-Elemente

Mulden-Rigolen-Elemente		Teilsystem 1a Mittelinsel Stendaler Str.	Teilsystem 1b südl. Straßenseite Stendaler Str.	Teilsystem 7 Haussee
Zuflusswassermenge*	[m³/a]	474	1.750	3.311
Abflusswassermenge	[m³/a]	381	1.510	3.099
verdunstete Wassermenge	[m³/a]	78	233	194
Überlaufwassermenge	[m³/a]	1,3	7	18
mittlere Überlaufhäufigkeit	[1/a]	0,12	0,17	0,20
mittlere Überlaufdauer	[h]	0,8	1,4	3,9
mittlere Einstaudauer	[h]	0,2	0,3	2,3

*inkl. Überregnung

Tabelle 4: Ergebnis der Langzeitsimulation – Versickerungsmulden

Versickerungsmulden		Teilsystem				
		2	3	4	5	6
Zuflusswassermenge*	[m³/a]	413	1.119	904	432	157
versickerte Wassermenge	[m³/a]	331	810	731	344	128
verdunstete Wassermenge	[m³/a]	81	307	169	86	28
Überlaufwassermenge	[m³/a]	1,3	2,2	3,6	1,5	0,6
mittlere Überlaufhäufigkeit	[1/a]	0,16	0,10	0,20	0,20	0,20
mittlere Überlaufdauer	[h]	4,0	8,4	4,6	0,8	2,9
mittlere Einstaudauer	[h]	0,6	0,5	0,5	0,8	0,6

*inkl. Überregnung

Tabelle 5: Gewählte Abmessungen der Behandlungs- und Versickerungsanlagen

Teilsystem		Muldenlänge	Muldenbreite	nutzbare Muldentiefe	Höhe Rigole	vorh. Muldenvolumen*	erforderl. Muldenvolumen für n = 0,2
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m³]	[m³]
1a	Mittelinsel Stendaler	54,4	2,8-6,2	0,30	0,30	40	39
1b	südl. Seite Stendaler	70,5	7,0	0,40	0,30	140	131
7	Haussee	24	16	1,25	0,30	323	323
2		79	2,0	0,30	0,80	33	31
3		160	2,2	0,30	0,30	125	102
4		101	3,0	0,30	**0,50	72	72
5		100	1,5	0,30	0,30	27	27
6		26,8	1,95	0,30	1,00	11	11

* Böschungsneigung 1 : 2 ** Rigolenbreite: 4,2 m

4 Vorreinigung

Bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb von Entwässerungsanlagen sind der Boden- und Grundwasserschutz sowie der Gewässerschutz entscheidend. Es muss eine Beurteilung der Regenwasserabflüsse hinsichtlich ihrer Stoffkonzentration und der möglichen Beeinflussung von Grundwasser und Oberflächengewässer erfolgen. Das zurzeit für Versickerungsanlagen noch gültige DWA-Merkblatt M 153 [8] beinhaltet dazu ein vereinfachtes Bewertungsverfahren, welches es ermöglicht, die Belastung des Grundwassers durch Regenwasser von den Dach- und Verkehrsflächen qualitativ und quantitativ zu berücksichtigen. Die Bewertung der Notwendigkeit und der Umfang einer Behandlung vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer erfolgt auf der Grundlage des DWA-Arbeitsblattes 102-2 [9].

4.1 Nachweis nach M153 – Versickerungsmulden

Die einzelnen Einzugsgebietsflächen werden je nach Art und Nutzung mit Belastungswerten belegt und anschließend die Summe der Belastungswerte mit dem Eingangswert des zu schützenden Gewässers verglichen. Anhand dieses Vergleichs kann entschieden werden, ob eine Behandlung des anfallenden Regenwassers erforderlich und wenn ja, mit welchen Behandlungsmethoden das Grundwasser zu schützen ist.

Anlage 5 beinhaltet das Bewertungsverfahren beispielhaft für die straßenbegleitenden Versickerungsmulden. Demnach bedürfen alle Regenabflüsse einer Vorbehandlung. Der Grund liegt sowohl in der vergleichsweise hohen Luft- als auch in der Flächenverschmutzung im Bereich der Landesstraße, da die DTV hier bei einem Wert > 15.000 Kfz/24 h liegt.

Die Passage durch den 30 cm mächtigen Oberboden aller geplanten oberirdischen Versickerungsanlagen ist als Behandlung ausreichend.

4.2 Nachweis nach A102 – Mulden-Rigolen-Elemente

Nach Tabelle A.1 des DWA A 102-2 werden die Verkehrsflächen der Landesstraße der Flächengruppe V3 und der Belastungskategorie III zugeordnet. Die Geh- und Radwege fallen unter die Belastungskategorie I, sie sind der Flächengruppe VW1 zuzuordnen. Der flächenspezifische Materialabtrag wird nach Tabelle 4 der DWA A 102-2 wie folgt angenommen:

- ▷ Belastungskategorie I: $b_{Ra\ ASF63} = 280 \text{ kg} / (\text{ha} \cdot \text{a})$
- ▷ Belastungskategorie III: $b_{Ra\ ASF63} = 760 \text{ kg} / (\text{ha} \cdot \text{a})$

Der Stoffabtrag von den Teilflächen wird aus dem Produkt des flächenspezifischen Stoffabtrags und der Fläche bestimmt:

$$B_{Ra\ ASF63\ i} = b_{Ra\ ASF63} \cdot A_{ba\ i} \quad [\text{kg/a}]$$

Der resultierende flächenspezifische Stoffabtrag des betrachteten Grundstücks berechnet sich zu:

$$b_{Ra\ ASF63} = \frac{\sum B_{Ra\ ASF63\ i}}{\sum A_{ba\ i}} \quad [\text{kg/a}]$$

Der erforderliche Wirkungsgrad der Behandlungsanlage berechnet sich aus flächen-spezifischem Stoffabtrag in Bezug auf den zulässigen Stoffaustrag.

$$\eta_{\text{erf}} = \left(1 - \frac{b_{\text{R e zul ASF63}}}{b_{\text{R a ASF63}}}\right) \cdot 100 \quad [\%]$$

In Tabelle 6 sind für alle Mulden-Rigolen-Elemente die entsprechenden Werte zusammengestellt.

Tabelle 6: Mulden-Rigolen-Elemente als Behandlungsanlagen

Teilsystem		Fläche Geh- und Radweg [m²]	Fläche Fahrbahn [m²]	Stoffabtrag $B_{\text{R a ASF63}}$ [kg/a]	erforderl. Wirkungsgrad $\eta_{\text{ges, AFS63}}$ [%]
1a	Mittelinsel Stendaler	280	762	631	56
1b	südl. Seite Stendaler	1.128	2.983	628	58
7	Haussee	956	7.459	705	61

Der zulässige Wert nach DWA-A 102-2 von $b_{\text{R e zul ASF63}} = 280 \text{ kg} / (\text{ha} \cdot \text{a})$ wird bei allen Anlagen überschritten. Es werden somit Behandlungsmaßnahmen erforderlich.

Bei der Versickerung über die gewachsene Bodenzone zwischen Mulde und Rigole des Mulden-Rigolen-Elementes finden die gleichen Prozesse wie bei Retentionsbodenfiltern statt. Aus diesem Grund kann hier der gleiche Wirkungsgrad in Ansatz gebracht werden. Er liegt für AFS63 bei 93% [10]. Auch anhand des Durchgangswertes gemäß dem DWA-Merkblatt M153 kann der Wirkungsgrad zu 90% abgeschätzt werden ($D = 0,1$ für Bodenpassage, $A_u : A_s \leq 5:1$).

In der Regel ist der Zufluss zu zentralen Behandlungsanlagen für Regenwasserabflüsse auf eine hydraulisch sinnvolle Größe begrenzt. Statt eines vorgeschalteten Trennbauwerkes ist hier die Anordnung von Überläufen an den Mulden sinnvoll. Der unbehandelte Stoffstrom entspricht damit der Überlaufwassermenge. Die Mulden-Rigolen-Elemente sind auf eine Überlaufhäufigkeit von $n = 0,2$ ausgelegt. Beim Teilsystem 7 wird der Überlauf direkt in das aufnehmende Gewässer, den Haussee, geleitet. Beim Teilsystem 1a erfolgt eine Zuleitung des Überlaufes zum Teilsystem 1b. Das

aufnehmende Gewässer des Teilsystems 1b, die Hönowe Weiherkette bzw. der Fischteich, liegt nicht direkt angrenzend an der Behandlungsanlage. Es wird davon ausgegangen, dass das überlaufende Regenwasser im Bereich der Anlage bzw. angrenzend daran versickert oder, dem natürlichen Geländegefälle folgend, auch dem Fischteich zufließt.

Anhand der Werte in Tabelle 3 kann der Anteil des Jahresregenwasserabflusses, der jeweils den Behandlungsanlagen zugeführt wird, ermittelt werden. Er liegt zwischen 96% (TS 1b) und 99% (TS. Diese Werte werden auch für die den Behandlungsanlagen zugeführten Stofffrachten angenommen. Der erforderliche Gesamtwirkungsgrad der Behandlungsanlagen wird unter Berücksichtigung des zulässigen Grenzwerts für den Stoffeintrag bestimmt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der überlaufende Teilstrom nicht behandelt wird. Der erforderliche Stoffrückhalt der Anlage muss entsprechend größer sein.

$$\eta_{\text{ges,AFS63}} = \left(1 - \frac{(280 - b_{B\ddot{U},AFS63})}{(b_{a,AFS63} - b_{B\ddot{U},AFS63})} \right) \cdot 100 \quad [\%]$$

Der erforderliche Stoffrückhalt liegt zwischen 56% und 61% (vgl. Tabelle 6). Dieser wird durch die geplante Bodenpassage im Bereich der Mulden-Rigolen-Elemente deutlich überschritten.

5 Konstruktive Details

5.1 Mulden-Rigolen-Elemente

Die in den Ortslagen Berlin und Hönow vorgesehenen Mulden-Rigolen-Systeme bzw. -Elemente dienen der Zwischenspeicherung und Vorreinigung der Regenwasserabflüsse, ehe sie den Vorflutern – dem Fischteich und dem Hausseegraben – zugeleitet werden. Die Versickerungsmulden werden oberirdisch beschickt. Bei Durchsickern der i.d.R. 30 cm mächtigen Mutterbodenschicht erfolgt durch die dort ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge eine Reinigung der Regenwasserabflüsse. Die Abflüsse werden nach dem Durchsickern der Mutterbodenschicht in der jeweils darunter liegenden Rigole über Drainagen gesammelt und über das Rigolenrohr bzw. einen anschließenden Regenwasserkanal dem jeweiligen Vorfluter zugeleitet.

Aufgrund der Höhenlage wird das Mulden-Rigolen-System, das in der Ortslage Berlin südlich an die Straße angrenzt (Teilsystem 1b), über sog. Quellschächte beschickt. Der Quellschacht ist ein Betonschacht mit Gitterrostabdeckung, der mit dem Regenwasserkanal verbunden ist. Das Entwässerungssystem funktioniert nach dem "Prinzip der kommunizierenden Röhren": Bei Niederschlag füllt sich zunächst der Regenwasserkanal. Überschreitet der Wasserstand einen Wert, der der Oberkante des Quellschachtes entspricht, entlastet das System über den Schacht in die Versickerungsmulden. Der Vorteil in der Anordnung eines Quellschachtes liegt darin, dass die Versickerungsmulden eine geringere Tiefe aufweisen müssen, auch wenn die Zuleitung über Regenwasserkanäle erfolgt. Nachteilig ist, dass in dem an das System angeschlossenen Regenwasserkanal dauerhaft Wasser steht.

Der maximale Zufluss zum Fischteich errechnet sich über die versickerungswirksame Fläche in den Mulden bei Vollfüllung und dem $k_{f,u}$ -Wert zu:

$$\text{Teilsystem 1a:} \quad 170,9 \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0,5 \times 1.000 = 1,7 \text{ l/s}$$

$$\text{Teilsystem 1b:} \quad 145,1 \text{ m}^2 \times 3 \times 2 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0,5 \times 1.000 = 4,4 \text{ l/s}$$

Die Mulde des Mulden-Rigolen-Elements am Hausseegraben wird im Freigefälle beschickt. Der maximale Ablauf aus der Rigole wird mittels Pumpe in den Hausseegraben gehoben. Der Ablauf errechnet sich zu maximal (Einstau bis Oberkante):

$$\text{Teilsystem 7:} \quad 408,1 \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0,5 \times 1.000 = 4,1 \text{ l/s}$$

Der Überlauf der 1,5 m tiefen Mulde, z.B. als Böschungseinschnitt ausgeführt, wird auf einer Höhe von 1,25 m angeordnet, so dass sich ein Freibord von 25 cm ergibt. Bei einem Gesamtvolumen von 414 m^3 (1,5 m Tiefe) berechnet sich das nutzbare Speichervolumen somit zu 323 m^3 (vgl. Tabelle 5). Der Überlauf erfolgt direkt in den Hausseegraben.

Die erforderliche Pumpe kann in einem Schacht von maximal DN2000 im Bereich des Betriebsweges untergebracht werden. Die Druckrohrleitung DN80 aus dem Pumpwerk wird über ein Druckentspannungsschacht und eine anschließende Freigefälleleitung DN200 spitzwinklig zur Fließrichtung an den Hausseegraben angeschlossen. Bei einem Gefälle der Leitung $\leq 3,5\text{‰}$ beträgt die Fließgeschwindigkeit maximal 0,5 m/s. Im Böschungsbereich des Grabens sollte der Bereich um den Zulauf durch eine Steinschüttung oder einen Böschungskopf gegen Erosion geschützt werden.

5.2 Muldenzuläufe

Ursprünglich sollte der Abfluss des Regenwassers von der Straßenfläche über die Oberfläche des Geh- und Radweges in die angrenzenden Versickerungsmulden erfolgen. Im Straßenausbaubereich bis ~Station 0+250 soll nunmehr ein durch ein Hochbord gesicherter Fuß- und Radweg angeordnet werden. Das Regenwasser kann nicht mehr über die Oberfläche abfließen, sondern muss gefasst und mit Hilfe geeigneter Ableitungssysteme den Versickerungsmulden zugeleitet werden. Da die Tiefe der Versickerungsmulden verhältnismäßig gering ist, muss die Zuleitung möglichst oberflächennah erfolgen. Gleichwohl gebietet die Verkehrssicherungspflicht, dass den Fußgängern und Radfahrern ein unfallfreies Queren der Muldenzuläufe ermöglicht wird.

Entwässerungselemente zur oberflächennahen Ableitung von Regenwasserabflüssen werden hauptsächlich von Rinnenherstellern angeboten. Als Beispiel zeigt Abbildung 1 die vom Hersteller BIRCO angebotenen Elemente. Der Bordblock ist Randstein und Straßenablauf in einem Element. Für die Kastenrinne, die den Bordblock mit der Versickerungsmulde verbindet, können verschiedene Abdeckungen gewählt werden. Die dargestellte Tränengussabdeckung kann problemlos mit Fahrrädern gequert werden. An den Bordblock können Rinnen der Nennweiten 100, 150 und 200 mm angeschlossen werden.

Ein weiteres Beispiel für oberflächennahe Abläufe in Verbindung mit Hochborden zeigt Abbildung 2. Im Bordstein ACO DRAIN® KerbDrain ist eine Entwässerungsrinne integriert. Das Regenwasser kann der Rinne über mehrere Öffnungen im Bordstein zufließen. Die Zuleitung zur Versickerungsmulde kann dann, wie beim Bordblock von BIRCO, über Rinnen mit geeigneten Abdeckungen erfolgen. Bei den Randsteinen der Firma ACO besteht eher die Gefahr, dass die Zulauföffnungen durch Laub etc. verlegt werden, da der Einlaufquerschnitt geringer ist.

Prinzipiell besteht auch die Möglichkeit, die Verkehrsflächen komplett über Rinnen zu entwässern. Diese Lösung ist jedoch sehr kostenintensiv.



Abbildung 1: BIRCOprofil / Bordblock, Entwässerungsrinne
mit seitlichem Bordeinlauf [11]



Abbildung 2: ACO DRAIN® KerbDrain [12]

6 Nachweis der Regenwassersammler

Im Bereich der Stendaler Straße in der Ortslage Berlin wird das anfallende Regenwasser über Regenwasserkanäle ungedrosselt dem geplanten Mulden-Rigolen-Element, das südlich an die L33 angrenzt, zugeleitet (→ Teilsystem 1b). Der Kreuzungsbereich wird über den bereits vorhandenen Sammler an die Behandlungsanlage angeschlossen, weitere Straßenabschnitte entwässern über Straßenabläufe und neu geplante Regenwasserkanäle. Bei allen Regenwasserkanälen ist aufgrund des vergleichsweise geringen Flächenanschlusses ein Durchmesser DN300 ausreichend.

An die Behandlungsanlage am Haussee sind Regenwasserkanäle mit einer Gesamtlänge von rd. 466 m angeschlossen (Teilsystem 7). In Anlage 6 sind die Stammdaten der insgesamt 11 Haltungen zusammengestellt. Die gesamte zu entwässernde Verkehrsfläche berechnet sich zu 8.415 m².

Die Leistungsfähigkeit der geplanten Regenwasserkanäle ist in hohem Maße vom Ausgangswasserspiegel in der Behandlungsanlage als untere Randbedingung abhängig. Es muss davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt des Bemessungsabflusses die Mulden der Mulden-Rigolen-Elemente zumindest teilgefüllt sind, so dass es zu einem Rückstau in die Kanäle kommt. Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Mulden jeweils vollständig gefüllt sind. Die Ergebnisse liegen damit auf der sehr sicheren Seite.

Für den durchgeführten hydraulischen Nachweis der Leistungsfähigkeit der Regenwasserkanäle wird das EDV-Programm HYSTEM-EXTRAN vom Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie (itwh) [15] verwendet. Bei der Berechnung des Oberflächenabflusses werden die nachfolgend zusammengestellten Abflussbildungsparameter angesetzt.

Benetzungsverlust:	0,9 mm
Muldenverlust:	0,4 mm
Anfangsabflussbeiwert:	20%
Endabflussbeiwert:	100%

Das maßgebende Kriterium für die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Regenwasserkanalnetzes ist ein Wasserspiegel, der unterhalb des Geländes liegen sollte. Nach dem DWA-Arbeitsblatt A118 [16], das für die Lage der geplanten Regenwasserkanäle in den Ortslagen anzuwenden ist, wird dazu ein Modellregen der Häufigkeit $n = 0,33$ verwendet. Die Bemessung erfolgt, in Übereinstimmung mit der A118, mit Hilfe eines Modellregens der Häufigkeit $n = 0,5$. Beide Modellregen basieren auf den KOSTRA-DWD-Daten 2020 für das Rasterfeld S193 / Z104.

Bemessung: Euler Typ 2, $D = 15$ min, $n = 0,5$, $N = 13,2$ mm

Nachweis: Euler Typ 2, $D = 15$ min, $n = 0,33$, $N = 15,0$ mm

Die Stammdaten und die Berechnungsergebnisse fasst Anlage 6 zusammen. Trotz des sehr hohen Wasserstandes als untere Berechnungsrandbedingung (→ vollständiger Einstau der Mulden), tritt kein Regenwasser aus den Schächten aus.

7 Zusammenfassung

Die Länder Berlin und Brandenburg planen den vierspurigen Ausbau der L33 zwischen der BAB A10 (AS Marzahn) und der Berlin-Brandenburger Landesgrenze. Im Bereich ohne angrenzende Bebauung soll das von den Verkehrsflächen abfließende Regenwasser im Straßenseitenbereich zur Versickerung gebracht werden. Im Bereich von Kreuzungen sowie bei angrenzender Bebauung ist aufgrund der Platz- und Höhenverhältnisse eine Ableitung der Abflüsse in die Gewässer der Hönow-Weiherkette geplant.

Aufgrund der besonderen Schutzbedürftigkeit der Gewässers müssen die Straßenabflüsse vor Einleitung in die Gewässer vorgereinigt werden. Als Behandlungsanlage eignen sich u.a. Mulden-Rigolen-Systeme bzw. einzelne -Elemente. Die Regenwasserabflüsse erfahren durch die Passage durch den Muldenboden eine Reinigung. Durch die dort ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge werden auch größere Beschaffenheitsschwankungen der anfallenden Niederschlagsabflüsse vor dem Eintritt in das Oberflächengewässer gedämpft. Das versickernde Regenwasser wird in der unterhalb der Mulde anzuordnenden Rigole gesammelt und abgeleitet.

Im Bereich der Ortslagen sind insgesamt drei Mulden-Rigolen-Systeme als Behandlungsanlagen vorgesehen, deren Abläufe in den Fischteich bzw. den Haussee abgeleitet werden. Aufgrund des Straßenlängsgefälles ist bei den im Bereich der Ortslage Berlin geplanten Anlagen eine Kaskadierung erforderlich.

Im anbaufreien Bereich außerhalb der Ortslagen werden die Regenabflüsse in straßenbegleitenden Mulden zur Versickerung gebracht. Wegen der oberflächennah anstehenden Geschiebemergel- und -lehmschichten, für die ein k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-7}$ m/s in Ansatz gebracht werden kann, wird unterhalb der Mulden eine Anordnung von Rigolen erforderlich. Durch die Zwischenspeicherung des Wassers in den Rigolen kann der Muldenboden abtrocknen, die Kolmationsgefahr sinkt und die Funktionstüchtigkeit der Mulden bleibt dauerhaft erhalten. Die Mächtigkeit der anzuordnenden Rigolen liegt zwischen 30 cm und 1 m.

Sofern kein Abfluss direkt über die angeschlossenen Verkehrsflächen möglich ist, stehen hierfür geeignete Entwässerungselemente zur Verfügung. Hochborde, die Straßenablauf und Randstein vereinen, sind für diesen Zweck sehr gut geeignet. Als

Alternative ist die Beschickung der geplanten Anlagen über sog. Quellschächte möglich, wie bei der Anlage im Teilsystem 1b vorgesehen.

Sinnvoll ist sowohl eine oberirdische als auch unterirdische hydraulische Verbindung der straßenbegleitenden Versickerungsanlagen. Überlaufende Mulden sollten die Möglichkeit haben, in tiefer liegende Mulden zu entwässern. Zusätzlich sollten die Versickerungsanlagen über die Rigolen miteinander verbunden werden. Auf diese Weise können ggf. auftretende Heterogenitäten der Versickerungsfähigkeit der Böden ausgeglichen werden.

Ganz allgemein kann der qualitative und quantitative Wirkungsgrad von Versickerungsanlagen durch entsprechende Wartung und Pflege aufrecht erhalten werden. Bei erhöhten Konzentrationen von Schadstoffen mit großem Freisetzungspotenzial sollten die angereicherten Stoffe regelmäßig entfernt werden, um die Funktionen des Bodens als Filter, Puffer und Transformator weitgehend zu erhalten.

Die bemessenen und dargestellten Mulden-Rigolen-Elemente genügen den Anforderungen, die an Versickerungs- und Behandlungsanlagen gestellt werden. Die Grenzwerte gemäß DWA-Merkblatt M153 und DWA-A102 werden eingehalten und die Anlagen läuft seltener als 1 mal in 5 Jahren über. Die Abmessungen bzgl. Länge und Breite sind frei wählbar, sofern das jeweilige Speichervolumen nicht unterschritten und die Tiefen nicht überschritten werden.

Bei der Anordnung und Ausführung der Versickerungs- und Behandlungsanlagen sind zudem folgende zusätzliche Punkte zu beachten:

- Die Sohlebene und Sohllinien der Mulden sollten in horizontaler Ebene hergestellt und unterhalten werden, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des zu versickernden Wassers zu erreichen.
- Ein möglicher Höhenversatz infolge des Straßenlängsgefälles ist durch eine Kaskadierung der Mulde auszugleichen.
- Bei der Herstellung der Mulden ist darauf zu achten, dass es zu keiner Verdichtung infolge eines Maschineneinsatzes kommt.

Darüber hinaus gelten die Empfehlungen und Hinweise gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [5].

8 Quellenverzeichnis

- [1] Baugrundgutachten zum Bauvorhaben "L33, vierstreifiger Ausbau Hönow - Landesgrenze"
Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, NL Ost,
Ingenieurbüro für Geotechnik Dr. Tischer & Partner, Schöneiche, 15.06.2007.
- [2] Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung,
5. verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover 2005.
- [3] Geoportal Berlin
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, Februar 2023
<https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/geoportal/>
- [4] Regelblatt 601 der Berliner Wasserbetriebe:
Mulden-Rigolen-System, Regelquerschnitt, November 2017.
https://www.bwb.de/regelblaetter/rvgl601_11-2017.pdf.
- [5] Arbeitsblatt DWA-A138: "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser",
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,
April 2005.
- [6] erwin• – Regenwasserbewirtschaftung, Version 4.03
Entwickelt von der Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, 2002.
- [7] Arbeitsblatt DWA-A117: "Bemessung von Regenrückhalteräumen",
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,
Dezember 2013 (korrigierter Stand: Februar 2014).
- [8] Arbeitsblatt DWA-M153: "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser",
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,
August 2007.
- [9] Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2: „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen“
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,

BWK Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
e.V., Dezember 2020.

- [10] M WRRL Merkblatt zur Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der
Straßenplanung,
FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln,
Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2021.
- [11] BIRCOprofil | Bordblock, Objekt-Dokumentation, Werneuchen bei Berlin,
Schulwegsicherung mit BIRCOprofil Bordblock, www.birco.de.
- [12] ACO DRAIN® KerbDrain, www.aco-tiefbau.de/entwaesserungsrinnen-ablauf-rinnen/bordstein-mit-entwaesserung/kerbdrain.html.
- [13] Hinweisblatt 1 zur Antragstellung: Einleitungen in Oberflächengewässer sowie
Entnahmen aus Gewässern
Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin,
Stand: September 2022.
- [14] Hinweisblatt 2 zur Antragstellung: Versickerung von Niederschlagswasser
Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin,
Stand: April 2023.
- [15] HYSTEM-EXTRAN 8.5 - Kanalnetzberechnung
Entwickelt vom Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie; Prof. Dr.-
Ing. Sieker und Partner GmbH Hannover.
- [16] Arbeitsblatt DWA-A118: "Hydraulische Bemessung und Nachweis von Ent-
wässerungssystemen",
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,
März 2006.