

ANHANG

3.13. Entwässerungskonzept Regenwasser

Erschließung Freiladebahnhof

CG Gruppe

Leipzig, Entwässerungskonzeption für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers auf dem Gelände des ehemaligen Freiladebahnhofs

PFI Umweltconsult GmbH

Dr.-Ing. Reiner Boll
Dr.-Ing. Richard Rohlfing
Prof. Dr.-Ing. Johannes Müller-Schaper

Seeburgstraße 98
04103 Leipzig

Tel.: 0341 / 1 41 39 -0
Fax: 0341 / 1 41 39 -20

info@pfi.de
www.pfi.de

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2.	Örtliche Verhältnisse / Bestandssituation.....	3
2.1	Lage des Plangebiet.....	3
2.2	Vorhandene Bebauung/ Flächennutzung	4
2.3	Vorhandene Entwässerungsanlagen	5
2.4	Geologie/ Hydrologie.....	6
2.5	Altlasten/ Auffülle	8
2.6	Gewässer	9
3.	Grundlagen und Randbedingungen für die Planung.....	10
3.1	Geplante Bebauung.....	10
3.2	Auswertung der geplanten Flächennutzungen	10
3.3	Auswertung geplanter Topographie	12
3.4	Geplante Straßentypen	13
4.	Betrachtung der öffentlichen Freiflächen.....	15
4.1	Ermittlung der abflusswirksamen Fläche	15
4.2	Ermittlung der anfallenden Niederschlagsabflüsse.....	16
4.3	Bewertung nach DWA-M 153	18
4.4	Untersuchungsvarianten	19
4.5	Variante 1 Zentrale Muldenversickerung	20
4.5.1	Dimensionierung der Mulde	20

4.5.2	Bewertung der Höhenverhältnisse	21
4.5.3	Behandlung des Niederschlagswassers.....	21
4.6	Variante 2 dezentrale Versickerung	22
4.6.1	Überprüfung Mulde	24
4.6.2	Nachweis Rigole	24
4.6.3	Weitere befestigte Freiflächen	25
4.6.4	Anmerkungen zur Reinigung und Gesamtsystem	26
4.7	Variante 3 Semidezentrale Versickerung	28
4.7.1	Dimensionierung der Rigolen.....	28
4.7.2	Reinigung des Niederschlagswassers.....	30
4.8	Sonderlösung für Einzelstandorte	33
4.9	Überflutungsbetrachtung.....	35
4.10	Variantenvergleich	38
4.10.1	Vor- und Nachteile Variante 1	38
4.10.2	Vor- und Nachteile Variante 2	39
4.10.3	Vor- und Nachteile Variante 3	40
4.10.4	Vorzugsvariante.....	41
5.	Betrachtung Musterblock	43
6.	Zusammenfassung und Ausblick	47
7.	Literatur	50

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Variante 1 Zentrale Muldenversickerung
Anlage 2	Variante 2 dezentrale Versickerung
Anlage 3	Variante 3 Semidezentrale Versickerung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Erstellung eines Konzeptes zur Niederschlagswasserbewirtschaftung	1
Abbildung 2: Stadtgebiet Leipzig, Lage Erschließungsgebiet, Quelle: [www.google.com].....	3
Abbildung 3: Ungenutzte Gebäude im Plangebiet	4
Abbildung 4: Gebäude mit Nutzung und gepflasterte Straße	4
Abbildung 5: alte Verladerampe	5
Abbildung 6: Straßeneinlauf im Plangebiet	5
Abbildung 7: Vorhandene Mischwasserkanalisation	5
Abbildung 8: Regenfallrohr an Bestandsgebäude.....	6
Abbildung 9: Grundwasserstände an Messstelle nahe Plangebiet (Umweltinformationssystem Sachsen).....	7
Abbildung 10: Stichprobenhaft ausgewählte Bodenproben im Plangebiet	8
Abbildung 11: beispielhaft ausgewählte Standorte mit Bodenbelastungen (z.B. im Bereich der zentralen Grünfläche)	9
Abbildung 12: Parthe, südlich des Plangebietes	9
Abbildung 13: Anteile öffentlicher und privater Flächen	11
Abbildung 14: a) Bereich zwischen Schule und Bahndamm (links), b) Roschestraße und Bereich unterhalb Stadtbalkon (rechts)	12
Abbildung 15: Entwässerungsrinne in Wohnstraße (Quelle: Strassentypologien Loidl).....	13
Abbildung 16: Substratgefüllte Entwässerungsrinne BIRCOpur (Quelle: BIRCO GmbH).....	14
Abbildung 17: Bsp. Wohnstraßen im Quartier Urbaner Mix (Quelle: Straßentypologien ATELIER LOIDL)	14
Abbildung 18: Lage der befestigten (blau) teilbefestigten (beige) und unbefestigten (grün) öffentlichen Flächen im Plangebiet	16
Abbildung 19: Abflussanteile der befestigten und teilbefestigten öffentlichen Flächen	17
Abbildung 20: Umsetzungsbeispiel Mulde in Wien (Quelle: Wien 2010) (.....)	20
Abbildung 21: Nachweis der Muldendimensionierung	20
Abbildung 22: Systemschnitt durch Baumrigole ohne Ableitung (Quelle: youtube, Sieker)	22

Abbildung 23: Bäume in Versickerungsbereich (Quelle: Sieker)	22
Abbildung 24: Bäume in Versickerungsbereich (Photo Lisa Owens Viani).....	22
Abbildung 25: Systemskizze Innodrain (Quelle: mall- umweltsysteme).....	23
Abbildung 26: Nachweis der Muldendimensionierung	24
Abbildung 27: Nachweis der Rigole	25
Abbildung 28: Nachweis der Muldengrößen für Restflächen	26
Abbildung 29: Beispiel einer Füllkörperrigole.....	28
Abbildung 30: Nachweis der Rigolen für $n=0,1 [1/a]$	29
Abbildung 31: Innodrain Tiefbeet (Quelle: mall umweltsysteme).....	30
Abbildung 32: Innolet Filtereinsatz (Quelle: Funke Kunststoffe).....	30
Abbildung 33: Substratgefüllte Rinne Beispiel BIRCO pur, Quelle BIRCO).....	30
Abbildung 34: Reinigungssystem SediPipe vor Rigole (Quelle: FRÄNKISCHE)	31
Abbildung 35: RAUSIKKO HydroMaxx (Quelle: REHAU)	31
Abbildung 36: Filterschacht (Quelle: Funke Kunststoffe)	32
Abbildung 37: Schematische Darstellung beispielhafter Reinigungsanlagen für semidezentrale Versickerung (Variante 3)	33
Abbildung 38: Substratgefüllte Rinne Beispiel Rainclean (Quelle: Funke)	34
Abbildung 39: Beispiel Wasserrückhalt auf Verkehrsflächen (Quelle H.Güssow, REHAU)	35
Abbildung 40: Beispiel Sportfläche ohne Regen (Quelle: Elke Kruse)	37
Abbildung 41: Beispiel Sportfläche bei Regen (Quelle: Elke Kruse).....	37
Abbildung 42: Reinigungskanal Funktionsbox SC RAUSIKKo (Quelle: Rehau)	42
Abbildung 43: Flächenanteile Musterblock	43
Abbildung 44: Nachweis Mulde Musterblock für $n=0,01$	44
Abbildung 45: RAUSIKKO Box (Quelle: Rehau)	44
Abbildung 46: Systemskizze Retentionsdach mit Drossel (Quelle: Optigrün).....	45
Abbildung 47: Systemskizze Regenspeicher Reto Comfort (Quelle: mall)	46
Abbildung 48: Wasserspeicher in Innenhof (Quelle: Optigrün).....	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berücksichtigte Flächendifferenzierung.....	10
Tabelle 2: Abflussbeiwerte der Flächentypen (Farben siehe Abbildung 18).....	15
Tabelle 3: Abflüsse von den Flächentypen bei $n=0,2$ und $n=0,1$	17
Tabelle 4: Ermittlung der Abflussbelastung.....	18
Tabelle 5: Maximale Leitungslängen für Muldenzuleitung in Abhängigkeit von Geländehöhe und angenommenem Gefälle	21
Tabelle 6: Zuordnung der Flächen zu den 3 Rigolen	28
Tabelle 7: Flächen und Abflüsse am Standort hinter der Schule.....	33
Tabelle 8: Abflüsse bei $n=0,01$ ($1/a$) und Diff. zu Bemessungsabflüssen.....	36

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die CG Gruppe beabsichtigt das Gelände des ehemaligen Freiladebahnhofs nördlich des Leipziger Hauptbahnhofs zu erschließen. Das Erschließungsgebiet enthält zum Teil Bestandsbebauung. Die Erschließungsfläche beträgt ca. 25 ha.

Im Zuge der Erschließung ist u.a. eine ordnungsgemäße Entwässerung sicher zu stellen. Das gesamte anfallende Niederschlagswasser soll vor Ort bewirtschaftet und versickert werden. Als Grundlage für die Untersuchung dient der Siegerentwurf des städtebaulichen Wettbewerbs (Octagon Architekturkollektiv/ Atelier Loidl).

Innerhalb des vorliegenden Entwässerungskonzeptes werden 3 Varianten zur Bewirtschaftung des Niederschlagswassers von öffentlichen Flächen im Plangebiet betrachtet. Weiterhin wird eine Entwässerungslösung für einen Musterblock erarbeitet. Neben den anfallenden Wassermengen wird die stoffliche Belastung der Niederschlagswasserabflüsse ermittelt.

Bei der Auswahl geeigneter Lösungen ist eine Vielzahl von Aspekten zu berücksichtigen (siehe Abbildung 1).

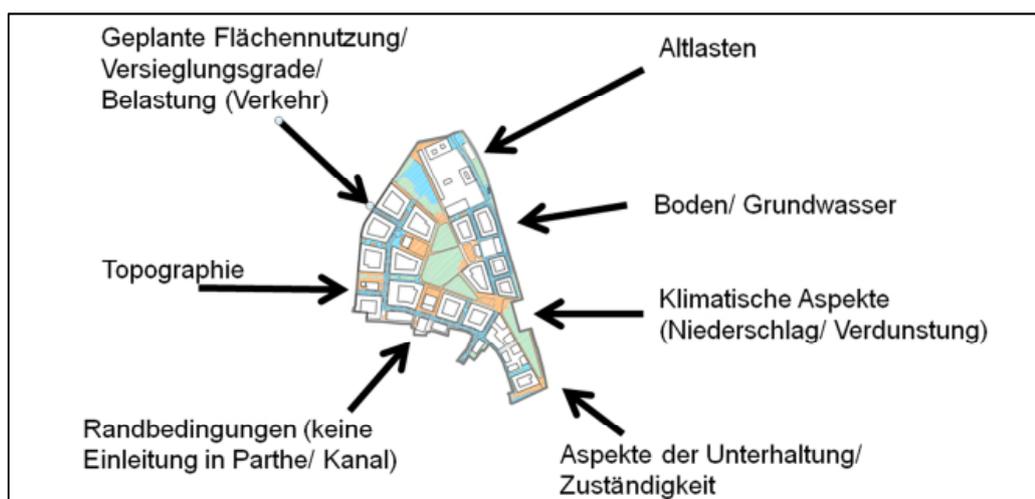


Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Erstellung eines Konzeptes zur Niederschlagswasserbewirtschaftung

Die Umsetzbarkeit der betrachteten Varianten ist insbesondere von den Bodenverhältnissen und der Schadstoffbelastung der Böden abhängig. Als Basis hierfür dienten umfangreiche Untersuchungen zur Bodenbeschaffenheit und Altlastenbelastungen u.a. die Ergebnisse des Büros FCB aus den Jahren 2016 und 2018. Die dargestellten Ergebnisse sind immer im Zusammenhang mit diesen Unterlagen, sowie den getroffenen Annahmen zu betrachten.

2. Örtliche Verhältnisse / Bestandssituation

2.1 Lage des Plangebiet

Der ehemalige Freiladebahnhof befindet sich nördlich des Leipziger Hauptbahnhofs (Abbildung 2). Das Plangebiet wird östlich von der S-Bahn Trasse Richtung Schkeuditz und westlich von der Eutritzscher und Delitzscher Straße begrenzt. Es reicht zum Teil bis zur Roscherstraße und südlich bis zur Berliner Straße.

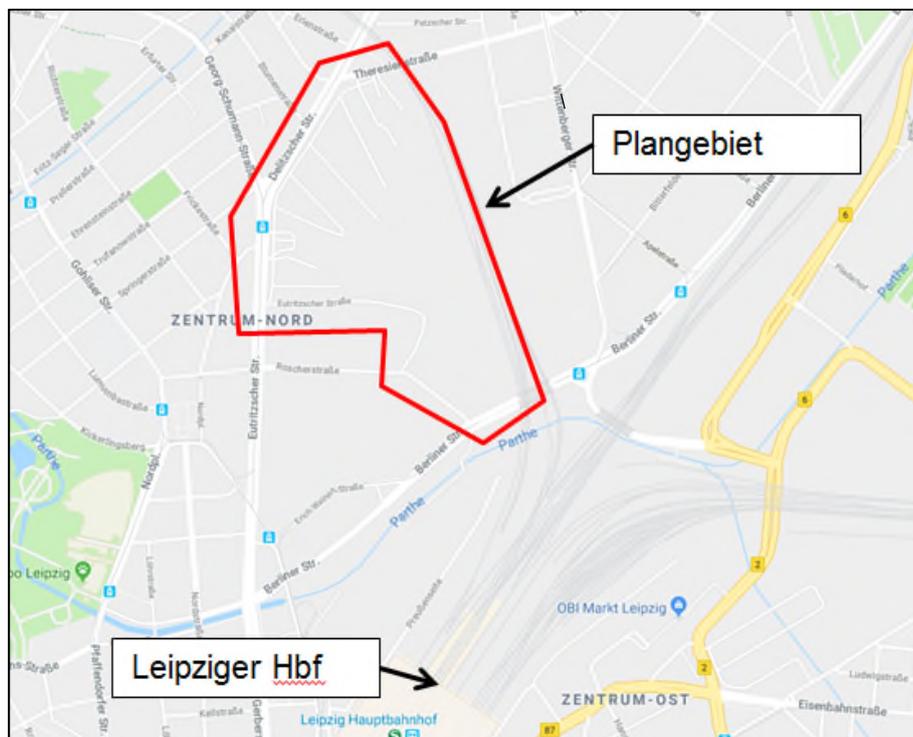


Abbildung 2: Stadtgebiet Leipzig, Lage Erschließungsgebiet, Quelle: [www.google.com]

2.2 Vorhandene Bebauung/ Flächennutzung

Auf dem Erschließungsgebiet befand sich der ehemalige Leipziger Freiladebahnhof. Das Plangebiet enthält sowohl ungenutzte (Abbildung 3) als auch genutzte Gebäude (Abbildung 4). Weiterhin sind versiegelte / teilversiegelte Flächen in Form von Straßen, Parkflächen und alten Rampen vorhanden (Abbildung 5).



Abbildung 3: Ungenutzte Gebäude im Plangebiet



Abbildung 4: Gebäude mit Nutzung und gepflasterte Straße



Abbildung 5: alte Verladerampe

2.3 Vorhandene Entwässerungsanlagen

In den an das Plangebiet angrenzenden Straßen befinden sich Mischwasserkanäle der Leipziger Wasserwerke (Abbildung 7). Auf dem Gelände befinden sich ebenfalls Entwässerungsleitungen, über deren Zustand und angeschlossene Flächen keine Aussagen vorliegen (Abbildung 6, Abbildung 8). Derzeit erfolgen Kanalbefahrungen zur genauen Quantifizierung der angeschlossenen Flächen.



Abbildung 7: Vorhandene Mischwasserkanalisation

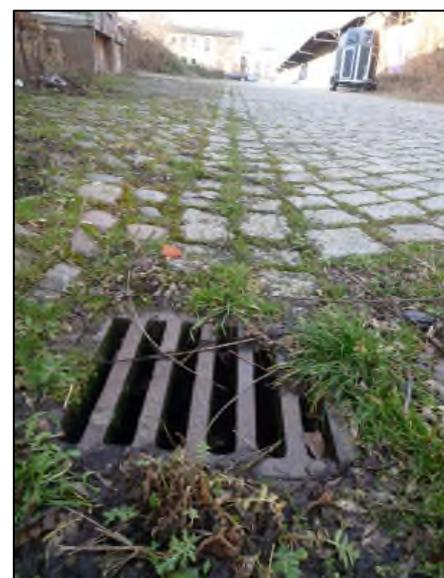


Abbildung 6: Straßeneinlauf im Plangebiet



Abbildung 8: Regenfallrohr an Bestandsgebäude

Innerhalb der vorliegenden Untersuchung wird keine Einleitung von Niederschlagswasser in das Netz der Leipziger Wasserwerke berücksichtigt. Dies würde aus hydraulischer Sicht eine Entlastung im Vergleich zur heutigen Bestandssituation bedeuten. Mögliche Reserven für eine Einleitung von Niederschlagswasser in das Bestandsnetz können nur im Zusammenhang mit einer Schmutzfrachtbetrachtung (deutliche Erhöhung der angeschlossenen Einwohnerzahlen durch geplante Bebauung) ermittelt werden. Dies ist nicht Inhalt der vorliegenden Untersuchung.

2.4 Geologie/ Hydrologie

Für das Gebiet liegen umfangreiche Bodenuntersuchungen vor, welche unter anderem im Hinblick auf die vorhandenen Altlasten durchgeführt wurden. Die Bestandsunterlagen wurden durch aktuelle Ergebnisse der FCB GmbH ergänzt. Bei der obersten Bodenschicht handelt es sich um Auffüllmaterial mit einer Stärke von bis zu 4 m. Darunter befindet sich Mittel- bis Grobsande, teilweise feinsandig oder schwach schluffig, teilweise fein- bis mittelkiesig. Lokal sind geringmächtige Schlufflagen anzutreffen. Nach Trischler [2] ist zum Teil keine eindeutige Abgrenzung zwischen Auffüllung und natürliche anstehenden Sedimenten möglich, da dieses oft zur Auffüllung verwendet wurde.

Nach der „Grundwasserstichtagsmessung Mai 2012 für den Großraum Leipzig“ (Stadt Leipzig, Leipzig“, Amt für Umweltschutz, November 2012) befindet sich das Gebiet des Freilade-Bhf. in einem Bereich mit gespannten Grundwässern in quartären Flussschottern (GWL 1.5 bzw. 1.8). Das regionale Grundwasserniveau liegt zwischen +107 m NHN im Norden des Geländes bis +105 m NHN im Süden des Geländes (Aussage FCB GmbH).

Abbildung 9 zeigt die Grundwasserstände an der südöstlich des Plangebietes liegenden Grundwassermessstelle 46402326.

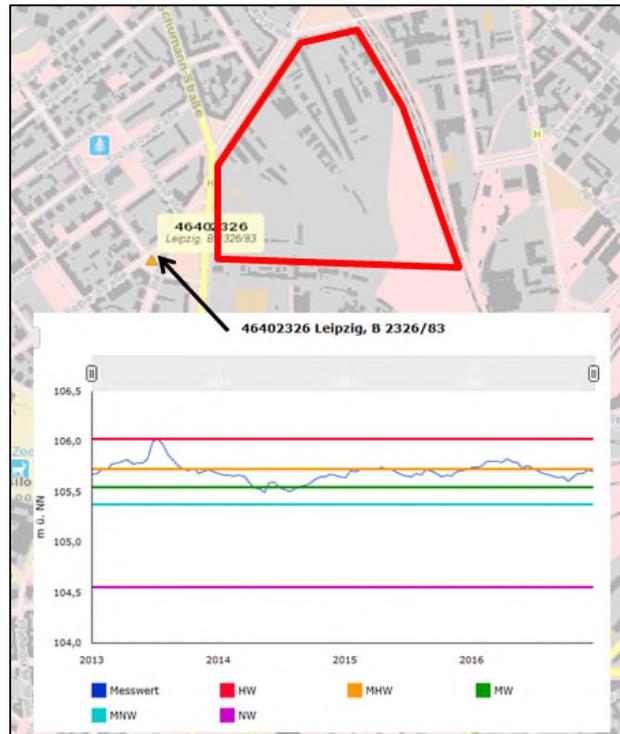


Abbildung 9: Grundwasserstände an Messstelle nahe Plangebiet (Umweltinformationssystem Sachsen)

Es wurden stichprobenhaft Bodenprofile insbesondere in den geplanten Versickerungsrelevanten Bereichen betrachtet. Dabei zeigte sich ein sehr inhomogenes Bild hinsichtlich der Stärke der Schluffschichten (Abbildung 10) und der Auffüllhöhen.

Durch die FCB GmbH wurden die unterhalb der Auffüllschicht (bzw. dem Geschiebemergel) anstehenden Sande als gut durchlässige (versickerungsfähig) ausgewiesen.

Innerhalb der vorliegenden Untersuchung wird ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s vorausgesetzt.

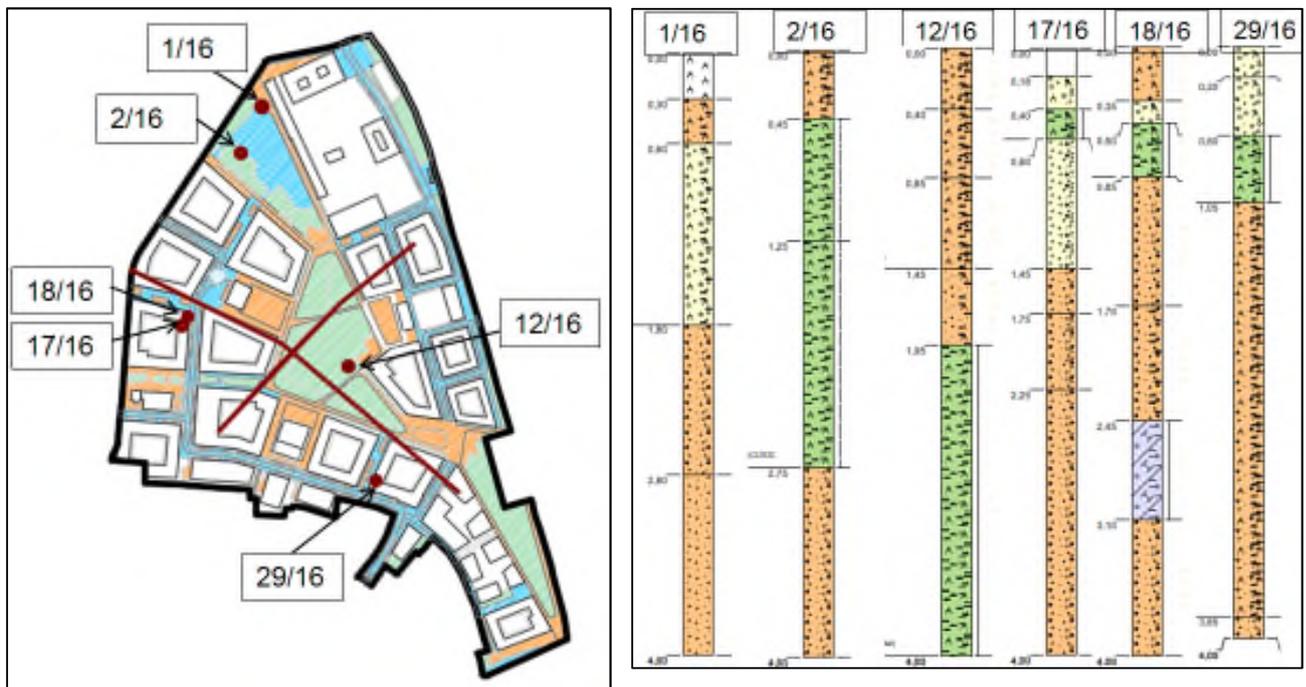


Abbildung 10: Stichprobenhaft ausgewählte Bodenproben im Plangebiet

2.5 Altlasten/ Auffülle

Auf dem Gebiet des Freiladebahnhofs wurden bereits umfangreiche Untersuchungen zum Altlastenbestand durchgeführt. Abbildung 11 zeigt ausgewählte Standorte mit Bodenbelastungen (Grundlage: Lageplan schadstoffliche Zuordnung gemäß LAGA, FCB GmbH 2016). Eine Versickerung durch belastete Böden ist nicht zulässig. Das belastete Material müsste entsprechend ausgetauscht werden. Im Zusammenhang mit weiteren Bodenuntersuchungen erfolgten derzeit auch weitere verdichtende Untersuchungen zur Verteilung der Schadstoffe (Fläche und Tiefe) am Standort Freiladebahnhof. Im Ergebnis ist festzustellen, dass der gewachsene Boden unter Auffüllschicht keine Belastungen enthält und sich die Belastungen auf den Auffüllboden beschränken.

Große Bereich des Geländes wurden aufgefüllt mit Mächtigkeiten von 0,5m bis zu 4m. Bei einer Versickerung in diesen inhomogenen Bereichen besteht die Gefahr von Kurzschlussströmungen und ein ausreichender Schutz des Grundwassers wäre damit nicht gegeben. Deswegen ist unabhängig von möglichen Bodenbelastungen im Bereich von Auffüllmaterial ein Bodenaustausch von mind. 1m durchzuführen, sodass die Passage eines mindestens 1 m mächtigen Sickerraums sichergestellt wird (DWA-A 138).

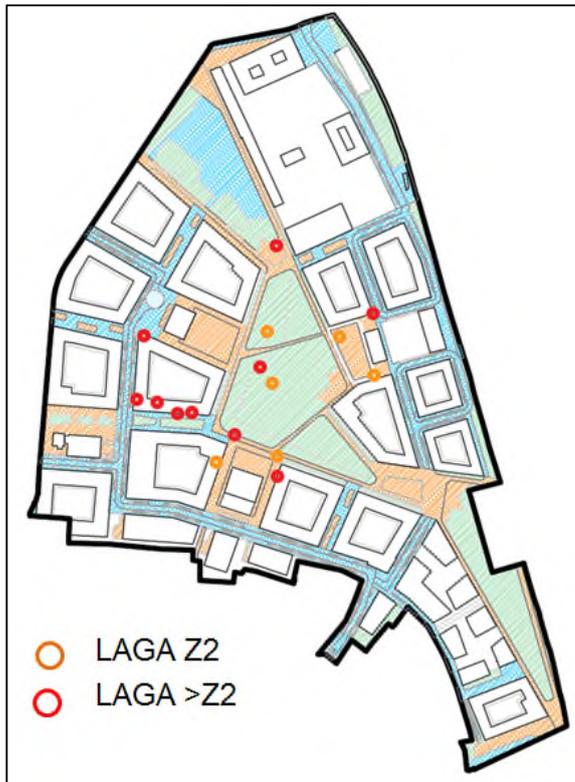


Abbildung 11: beispielhaft ausgewählte Standorte mit Bodenbelastungen (z.B. im Bereich der zentralen Grünfläche)

2.6 Gewässer

Weniger als 100 m südlich des Plangebietes verläuft die Parthe (Abbildung 12). Prinzipiell ist eine gedrosselte Einleitung in ein Gewässer beispielsweise der Einleitung in das Mischsystem vorzuziehen. Im betroffenen Bereich ist die Parthe bereits stark urban geprägt. Zusätzliche Einleitungen sind, insbesondere im Hinblick auf eine Gefährdung des stromabwärts gelegenen Leipziger ZOOs zu prüfen. Dies ist nicht Inhalt der vorliegenden Untersuchung, in welcher ausschließlich Varianten zur Versickerung geprüft werden.



Abbildung 12: Parthe, südlich des Plangebietes

3. Grundlagen und Randbedingungen für die Planung

3.1 Geplante Bebauung

Auf dem Plangebiet soll ein komplett neues Quartier entstehen. Der Siegerentwurf des städtebaulichen Wettbewerbs (Octagon Architekturkollektiv und Atelier Loidl) weist eine zentrale Grünfläche auf, um welche die Wohn- und Gewerbequartiere angeordnet sind. Im nördlichen Bereich ist eine Sport- und Freizeifläche angeordnet direkt neben dem geplanten Schulcampus. Weiterhin sind 2 Kindergärten und 3 Spielplätze vorgesehen. Aussagen zu den geplanten Straßentypen finden sich im Kapitel 3.4.

3.2 Auswertung der geplanten Flächennutzungen

Die geplanten Flächennutzungen wurden einschließlich Flächengrößen und Befestigungsart durch das Atelier Loidl übergeben. Für das Plangebiet wurden 19 Nutzungsarten ausgewiesen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Berücksichtigte Flächendifferenzierung

Nr.	Flächentyp
1	Straßenflächen Asphalt
2	Nebenstraßen und Mischverkehr Betonsteinpflaster mit kleiner Fuge
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein
4	Parkplätze Betonsteinpflaster mit großer Fuge
5	öffentliche Parkwege wassergebundene Wegedecke
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege
8	öffentliche Sportflächen EPDM
9	öffentliche Spielplätze
10	Rasenflächen
11	Wiesen
12	Grünflächen entlang Bahn
13	Grünflächen in Wohnstraßen (z.T. mit Rasenfugenpflaster)
14	Grünflächen (Gebäudevorzonen und Boulevard)
15	Baumscheiben entlang Straßen
16	Schulhofflächen
17	Kita Freiflächen
18	private Grünflächen / Höfe
19	Terrassen privat

Neben der Unterteilung in Abhängigkeit von der Flächennutzung erfolgt eine Trennung zwischen öffentlichen und privaten Flächen. Von den 249.569 m² des Plangebietes sind knapp die Hälfte öffentliche Flächen (47,2%). Abbildung 13 vermittelt einen ersten Eindruck über die für eine Regenwasserbewirtschaftung zur Verfügung stehenden Freiflächen.

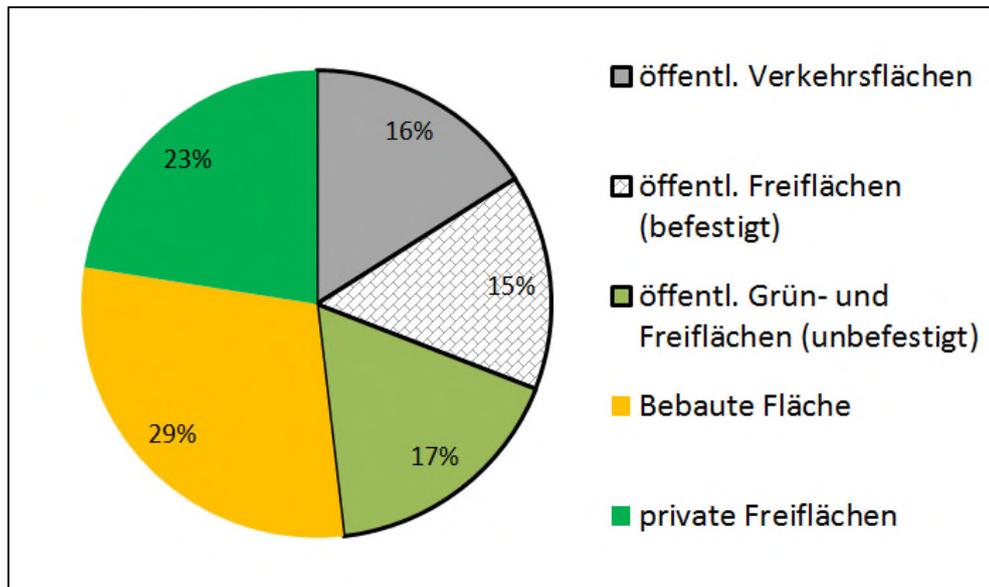


Abbildung 13: Anteile öffentlicher und privater Flächen

In den Anteilen der bebauten Fläche und der privaten Fläche sind auch Flächen des Schulstandortes enthalten. Eine separate Betrachtung des Schulstandortes ist in der vorliegenden Untersuchung nicht vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass das gesamte auf dem Schulstandort anfallende Regenwasser auf diesem zurückgehalten/ bewirtschaftet wird. Dies gilt ebenfalls für die geplanten Kindergartenstandorte. Insbesondere hinsichtlich der Überflutungsbetrachtung erscheint eine Berücksichtigung des Schulcampus notwendig, da die Möglichkeit des Wasserrückhalts bei seltenen Ereignissen (100 jährig) ausschließlich auf dem Schulgelände angezweifelt wird.

3.3 Auswertung geplanter Topographie

Die Darstellung der geplanten Höhenschichten wurde durch das Atelier LOIDL übergeben (Arbeitsstand 29.05.2018). Der zentrale Parkbereich stellt mit einer Höhe von 109,5 m NN die niedrigste Fläche dar. Westlich und südlich des Parks steigt das Gelände auf 111,0 m NN an. Auf dieser Höhe befinden sich die Haupterschließungsstraße und ein großer Teil der geplanten Bebauung. Östlich der zentralen Parkfläche steigt das Gelände steiler an bis auf 113,5 m NN. Die höchste Fläche liegt im Süden des Plangebietes, der sogenannte Stadtbalkon weist eine Höhe von 114,5 m NN auf. Aus entwässerungstechnischer Sicht ungünstig erweist sich die Höhe im nordöstlichen Plangebiet, für den Bereich zwischen Schulstandort und Bahnanlagen (Abbildung 14a). Der Bereich stellt mit 111,0 m NN eine Senke dar, aus der das Wasser nicht im Freigefälle abfließen kann (beispielsweise in den Park) und Sonderlösungen werden notwendig (siehe Kapitel 4.8). Die südliche Zufahrtsstraße fällt von den geplanten 111,0 m NN bis zur Roscherstraße deutlich ab. Ein weiterer Tiefpunkt befindet sich im Süden an der Berliner Straße. Beide letztgenannte Flächen sind Bestandsflächen (Abbildung 14b).



Abbildung 14: a) Bereich zwischen Schule und Bahndamm (links), b) Roschestraße und Bereich unterhalb Stadtbalkon (rechts)

3.4 Geplante Straßentypen

Innerhalb des Plangebietes gibt es verschiedene Straßentypen (Arbeitsstand 12.03.2018 übergeben von Loidl). Hinsichtlich der Regenwasserbewirtschaftung wurde die Anordnung der Flächen geprüft. Bei allen Straßentypen haben die Gehwegfläche zur Straße einen Abstand von < 3 m. Damit muss nach DWA- M 153 [4] (siehe Kapitel 4.3) auch für die Gehwege der erhöhte Belastungswert der Straßen angesetzt werden (Spritzwasser).

Weiterhin wurden die angedachten Straßenausführungen geprüft. So ist z.B. für Wohnstraßen im Quartier Experimentelle Wohnen beispielhaft eine Entwässerungsrinne dargestellt (Abbildung 15).

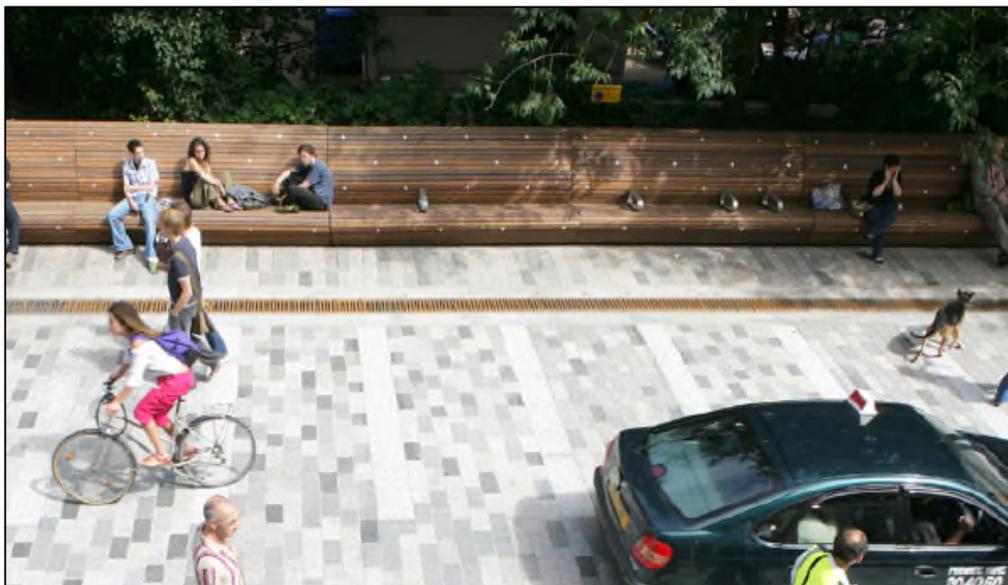


Abbildung 15: Entwässerungsrinne in Wohnstraße (Quelle: Strassentypologien Loidl)

Hier würde sich der Einsatz von Entwässerungsrinnen mit Reinigungssubstrat anbieten. Weitere notwendige Anlagen zur Reinigung des Niederschlagswassers könnten dadurch kleiner ausfallen und zum Teil evtl. ganz wegfallen. Die Substratgefüllten Rinnen gibt es sowohl in abgedichteter Form (Abbildung 16), als auch zur direkten Versickerung (Abbildung 38).

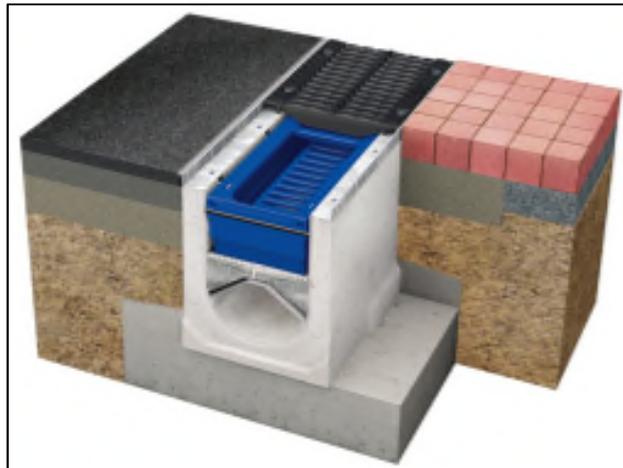


Abbildung 16: Substratgefüllte Entwässerungsrinne BIRCOpur (Quelle: BIRCO GmbH)

Hinsichtlich einer Überflutungsbetrachtung fallen die Wohnstraßen ohne Borde auf. Bei einem Starkregenereignis besteht hier ein Schadenspotential, sowohl für die Kellergeschosse, als auch für die Eingangsbereiche (Abbildung 17).



Abbildung 17: Bsp. Wohnstraßen im Quartier Urbaner Mix (Quelle: Straßentypologien ATELIER LOIDL)

In der weiteren Planung sollte im Zuge detaillierterer Überflutungsbetrachtungen Lösungen für eine schadlose Ableitung des Niederschlagswassers erarbeitet werden (siehe auch Kapitel 4.9).

4. Betrachtung der öffentlichen Freiflächen

4.1 Ermittlung der abflusswirksamen Fläche

Bei den öffentlichen Flächen werden 15 Flächentypen unterschieden. Diese lassen sich in die 3 Gruppen befestigt, teilbefestigt und unbefestigt unterteilen. Von den 117.717 m² öffentlichen Flächen sind 35% befestigt, 32% teilbefestigt und 33% unbefestigt. Den einzelnen Flächentypen wurden Abflussbeiwerte zugeordnet (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Abflussbeiwerte der Flächentypen (Farben siehe Abbildung 18)

Nr.	Flächentyp	A [m ²]	Abf.Bw	
1	Straßenflächen Asphalt	6.490	0,9	Verkehrsflächen
2	Nebenstraßen und Mischverkehr Betonsteinpflaster mit kleiner Fuge	19.570	0,75	
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	8.903	0,75	
4	Parkplätze Betonsteinpflaster mit großer Fuge	4.083	0,5	
5	öffentliche Parkwege wassergebundene Wegedecke	12.262	0,5	Wege, Plätze, Sport- und Spielflächen
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster	12.892	0,5	
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege	4.947	0,5	
8	öffentliche Sportflächen EPDM	6.413	1	
9	öffentliche Spielplätze	1.975	0,5	Grün- und Freiflächen
10	Rasenflächen	13.168	0,1	
11	Wiesen	13.012	0,1	
12	Grünflächen entlang Bahn	7.298	0,1	
13	Rasenfugenpflaster)	1.376	0,5	
14	Grünflächen (Gebäudevorzonen und Boulevard)	3.800	0,3	
15	Baumscheiben entlang Straßen	1.528	0,1	

Bei der geplanten Sportfreifläche aus EPDM hängt der Abflussbeiwert entscheidend von dem verwendeten Unterbau ab. Für eine erste Abschätzung wird von den ungünstigsten Bedingungen (Asphaltunterbau) ausgegangen.

Die Verteilung der Flächen im Plangebiet zeigt Abbildung 18. Man erkennt deutlich die zentral angeordnete Grünfläche in deren Randbereich sich auch ein Großteil der teilbefestigten Flächen befindet.

In Abhängigkeit von den vorhandenen Bodenbelastungen (siehe Kapitel 2.5) kann es notwendig werden, teilbefestigte Flächen komplett zu befestigen, um eine Belastung des Grundwassers zu verhindern.

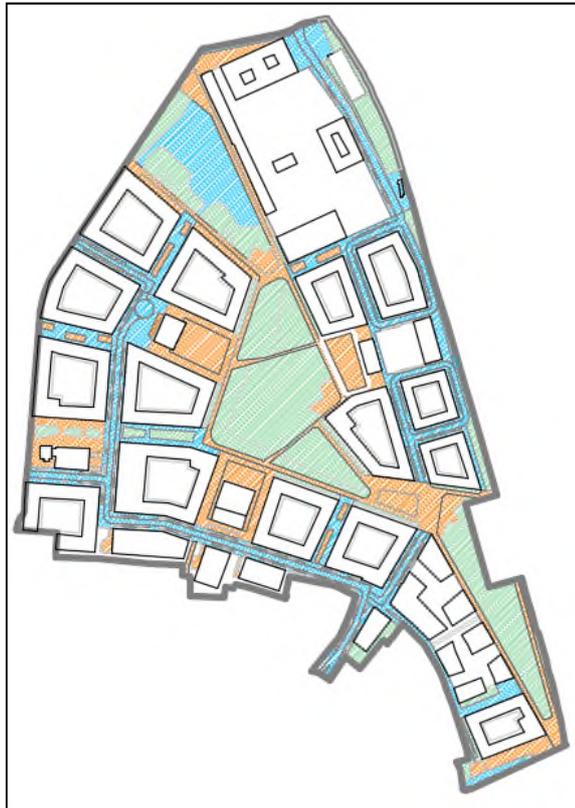


Abbildung 18: Lage der befestigten (blau) teilbefestigten (beige) und unbefestigten (grün) öffentlichen Flächen im Plangebiet

4.2 Ermittlung der anfallenden Niederschlagsabflüsse

Für eine erste Einschätzung der anfallenden Niederschlagsmengen wurden die Kostra-DWD 2010 Daten für Leipzig verwendet (Spalte: 55, Zeile: 50). Die Bemessung der Versickerungsanlagen erfolgt jedoch unter Verwendung einer Langzeitregenreihe (siehe Kapitel 4.4).

Die für die Bemessung zu verwendenden Jährlichkeiten sind $n=0,2$ [1/a] für dezentrale Versickerungsanlagen und $n=0,1$ [1/a] für zentrale Versickerungsanlagen. Unter Verwendung der Abflussbeiwerte aus Tabelle 2 ergeben sich die Abflüsse in Tabelle 3.

Abbildung 19 zeigt die Abflussanteile der befestigten und teilbefestigten (schraffiert) Flächen für $n=0,1$. Mehr als die Hälfte der Abflüsse fallen auf Straßen einschließlich Gehwegen an. Die Abflüsse von den Parkwegen (12%) müssen nicht

in allen Varianten mit bewirtschaftet werden (siehe Kapitel 4.4). Auffällig ist noch der hohe Abflussanteil von der Sportfläche, der sich durch den angenommenen Asphaltunterbau erklärt. Inwieweit hierfür durchlässige Materialien verwendet werden können hängt insbesondere von den Ergebnissen der Altlastenauswertung ab. Die im Überflutungsfall anfallenden Wassermengen werden im Kapitel 4.9 betrachtet.

Tabelle 3: Abflüsse von den Flächentypen bei n=0,2 und n=0,1

Nr.	Flächentyp	A [m ²]	A _u [m ²]	Q bei r _{10;0,2} [m ³]	Q bei r _{10;0,1} [m ³]
1	Straßenflächen Asphalt	6.490	5.841	84,8	99,7
2	Nebenstr./ Mischverkehr kl. Fuge	19.570	14.678	213,0	250,5
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	8.903	6.677	96,9	114,0
4	Parkplätze Betonsteinpfl. mit großer Fuge	4.083	2.042	29,6	34,8
5	öffentliche Parkwege wassergeb. Wegedecke	12.262	6.131	89,0	104,7
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster	12.892	6.446	93,6	110,0
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege	4.947	2.474	35,9	42,2
8	öffentliche Sportflächen EPDM	6.413	6.413	93,1	109,5
9	öffentliche Spielplätze	1.975	988	14,3	16,9
10	Rasenflächen	13.168	1.317	19,1	22,5
11	Wiesen	13.012	1.301	18,9	22,2
12	Grünflächen entlang Bahn	7.298	730	10,6	12,5
13	Grünflächen in Wohnstraßen (z.T. mit Rasenfugenpflaster)	1.376	688	10,0	11,7
14	Grünflächen (Gebäudevorzonen und Boulevard)	3.800	1.140	16,5	19,5
15	Baumschscheiben entlang Straßen	1.528	153	2,2	2,6
	Summe:	117.717	57.017	827,5	973,3

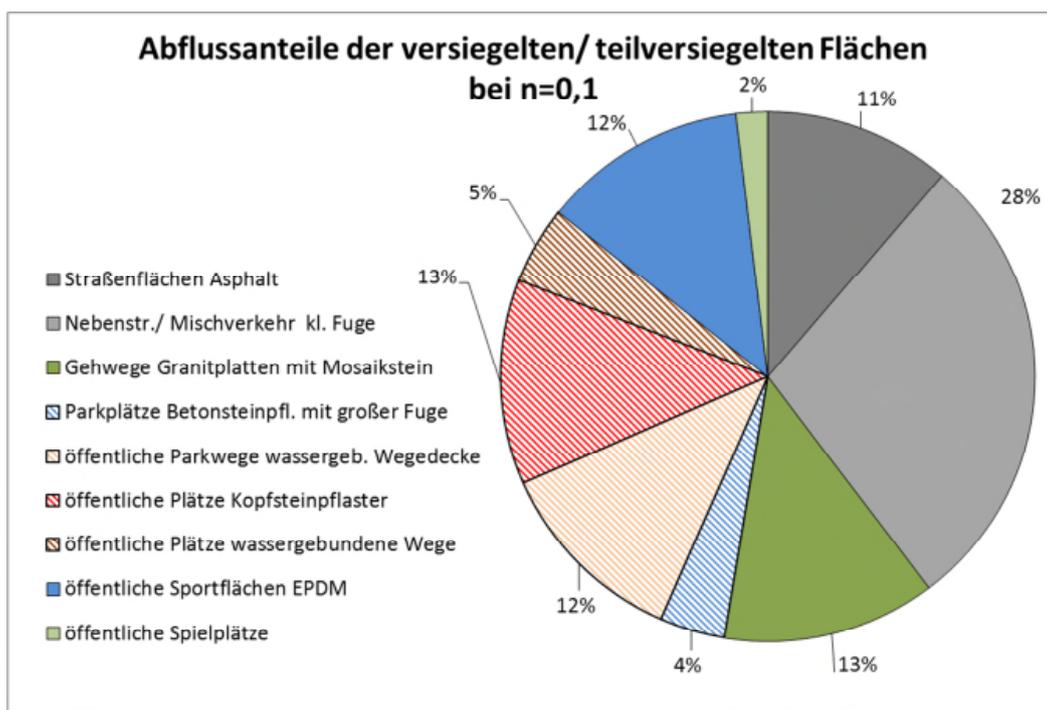


Abbildung 19: Abflussanteile der befestigten und teilbefestigten öffentlichen Flächen

4.3 Bewertung nach DWA-M 153

Die notwendige Behandlung des Niederschlagswassers richtet sich nach dem Schutzbedürfnis des Gewässers und den vorhandenen Flächen- und Luftbelastungen (entsprechen DWA-M 153 [4]).

Das Niederschlagswasser soll komplett versickert werden. Der Standort wird dem Gewässertyp Grundwasser außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten zugeordnet (G12). Dies entspricht 10 Gewässerpunkten.

Den einzelnen Flächen wurden Bewertungspunkte zugeordnet. Hierfür wurden unter anderem die Straßentypen ausgewertet (siehe Kap.3.4). Die Angaben zu den prognostizierten Fahrzeugzahlen wurden den Unterlagen von Brenner BERNARD ingenieure GmbH (2/2018) entnommen.

Bei der Bewertung des Regenabflusses ergeben sich unterschiedliche Werte in Abhängigkeit von der gewählten Bewirtschaftungsvariante. Maximale Belastungen treten auf, wenn der Abfluss von den Straßen direkt vor Ort (Variante 2 siehe Kapitel 4.6) versickert wird. Bei Betrachtung der zentralen Muldenversickerung führen die Abflussanteile von teil- und unversiegelten Flächen zu geringen Belastungen.

Tabelle 4: Ermittlung der Abflussbelastung

Nr.	Flächentyp	Au [m ²]	Flächenanteil fi	Belastung Luft		Belastung Fläche		Belastung Bi
				Typ	Punkte	Typ	Punkte	
1	Straßenflächen Asphalt	5.841	0,102	L3	4	F4	19	2,4
2	Nebenstraßen und Mischverkehr Betonsteinpflaster mit kleiner Fuge	14.678	0,257	L3	4	F4	19	5,9
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	6.677	0,117	L3	4	F4	19	2,7
4	Parkplätze Betonsteinpflaster mit großer Fuge	2.042	0,036	L3	4	F4	19	0,8
5	öffentliche Parkwege wassergebundene Wegedecke	6.131	0,108	L3	4	F3	12	1,7
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster	6.446	0,113	L3	4	F3	12	1,8
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege	2.474	0,043	L3	4	F3	12	0,7
8	öffentliche Sportflächen EPDM	6.413	0,112	L3	4	F3	12	1,8
9	öffentliche Spielplätze	988	0,017	L3	4	F3	12	0,3
10	Rasenflächen	1.317	0,023	L3	4	F1	5	0,2
11	Wiesen	1.301	0,023	L3	4	F1	5	0,2
12	Grünflächen entlang Bahn	730	0,013	L3	4	F1	5	0,1
13	Grünflächen in Wohnstraßen	688	0,012	L3	4	F1	5	0,1
14	Grünflächen (Gebäudevorzonen und Boulevard)	1.140	0,020	L3	4	F1	5	0,2
15	Baumschscheiben entlang Straßen	153	0,003	L3	4	F1	5	0,0
							Summe:	18,9

Die maximale Belastung liegt bei $4 + 19 = 23$ Punkten, die minimale Belastung bei 18,9 Punkten (siehe Tabelle 4). Damit ergeben sich für die notwendigen Behandlungsmaßnahmen folgende maximal zulässige Durchgangswerte:

$$D_{\max} = G / B = 10 / 23 = 0,43$$

$$D_{\max} = G / B = 10 / 18,9 = 0,53$$

Für die Variante 3 schwanken die Belastungswerte je nach den an die Rigolen angeschlossenen Flächen. Im Mittel ergeben sich 20 Belastungspunkte, der Durchgangswert einer Reinigungsanlage muss entsprechen bei 0,5 liegen. Auf geeignete Reinigungsmöglichkeiten wird bei den einzelnen Varianten eingegangen.

4.4 Untersuchungsvarianten

Es wurden folgende 3 Varianten untersucht, welche in den folgenden Kapiteln detaillierter erläutert werden:

- Variante 1 zentrale Muldenversickerung
- Variante 2 dezentrale Versickerung
- Variante 3 semizentrale Versickerung

Die Dimensionierung der notwendigen Versickerungsanlagen erfolgt mit dem Modell KOSIM 7.5. Es wird eine Langzeitsimulation über 30 Jahre durchgeführt. Verwendet wird die Regenreihe der Station Leipzig 4600 (01.01.1960 bis 31.12.1990). Es wird von einem k_f Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s ausgegangen.

4.5 Variante 1 Zentrale Muldenversickerung

Die Variante einer zentralen Muldenversickerung wurde im städtebaulichen Entwurf vorgeschlagen. Die Dimensionierung erfolgt nach DWA-A 138 auf eine Widerkehrhäufigkeit von $n=0,1 [1/a]$. Die Anordnung der Mulde ist in Anlage 1 dargestellt, Abbildung 20 zeigt ein Umsetzungsbeispiel.

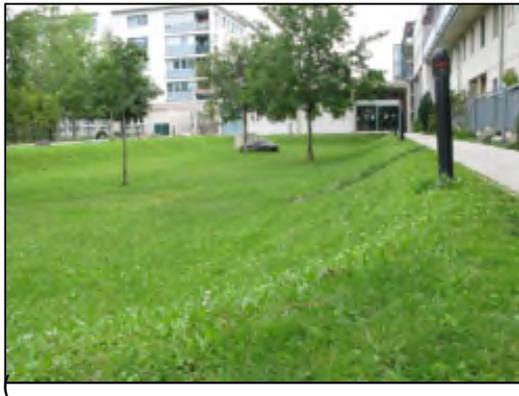


Abbildung 20: Umsetzungsbeispiel Mulde in Wien (Quelle: Wien 2010)

4.5.1 Dimensionierung der Mulde

Aufgrund der zentralen Lage und der geplanten Geländebeziehungen ist davon auszugehen, dass die Abflüsse der angrenzenden Grünflächen ebenfalls der Mulde zufließen. Von den 117.717 m² öffentlichen Flächen werden 103.715 m² bei der Dimensionierung der Mulde berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Abflüsse von Grünflächen entlang der Bahn, Grünflächen in Wohnstraßen, im Boulevard und Gebäudevorzonen sowie von den Baumscheiben entlang der Straßen. Bei Annahme einer Einstauhöhe von 30 cm ergibt sich die notwendige Muldenfläche zu 6.561 m² (siehe Abbildung 21).

Mulden						
Modus: Nachweis						
Mulden						
Mulde	Länge	81,00 m	A _{E,b}	4,1376 ha	V,Verd	1.409 m ³
	Breite	81,00 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	V,Vers	514.852 m ³
	Tiefe	0,30 m	Q _{sick}	118.098,0 l/h	VQue	2.301 m ³
	Neigung 1:	2,50 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	708,06 l/s
	Oberfläche	6.561,00 m ²	Vvorh	1.932,08 m ³	Verf	1.906,48 m ³
	Sohlfläche	6.320,25 m ²	n _{erf}	0,10 1/a	n _{vorh}	0,10 1/a
	Gesamt	Länge	81,00 m	A _{E,b}	4,1376 ha	V,Verd
	Breite	81,00 m	Q _{sick}	118.098,00 l/h	V,Vers	514.852 m ³
	Oberfläche	6.561,00 m ²	Vvorh	1.932,08 m ³	VQue	2.301 m ³
	Sohlfläche	6.320,25 m ²	Vvorh	1.932,08 m ³	Verf	1.906,48 m ³

Abbildung 21: Nachweis der Muldendimensionierung

4.5.2 Bewertung der Höhenverhältnisse

Die Muldenfläche stellt einen zentralen Tiefpunkt mit einer Höhe von 109,5 m NN dar (siehe Kapitel 3.3). Für die Prüfung der Zuleitungslängen wurde von einer frostfreien Verlegung (Überdeckung 0,80 m) und einem Mindestgefälle von 1/ DN ausgegangen. In Tabelle 5 sind die in Abhängigkeit von den Höhenschichten möglichen Leitungslängen aufgezeigt.

Tabelle 5: Maximale Leitungslängen für Muldenzuleitung in Abhängigkeit von Geländehöhe und angenommenem Gefälle

Geländehöhe [müNN]/ Gefälle [-]	111	111,5	112	112,5
0,005	140	240	340	440
0,00333	210	360	511	661

Einzelne Flächen, insbesondere die bahndammnahen Verkehrsflächen hinter dem Schulstandort können nicht im freien Gefälle in die zentrale Mulde entwässert werden. Für diese Standorte werden im Kapitel 4.8 Sonderlösungen betrachtet.

4.5.3 Behandlung des Niederschlagswassers

Das Flächenverhältnis zwischen an die Mulde angeschlossener undurchlässiger Fläche und Sickerfläche ist $A_u : A_s \leq 15:1$. Der erforderliche Durchgangswert von $\leq 0,53$ (siehe Kapitel 4.3) kann durch die Passage einer bewachsenen Oberbodenschicht von mindestens 20 cm erreicht werden (Tabelle A.4a DWA A 153 [4]).

Vor der Versickerungsanlage sind Sedimentationsbereiche vorzusehen (z.B. Absetzschächte), um ein schnelles Zusetzen bzw. eine Verschlämzung der Sickerschicht zu verhindern.

4.6 Variante 2 dezentrale Versickerung

Die Variante 2 untersucht eine dezentrale Regenwasserversickerung am Ort des Anfalls. In der Diskussion ist der Einsatz von Baumrigolen (Abbildung 22). In Baumrigolen wird Bäumen ein zusätzlicher unterirdischer Wasserspeicher zur Verfügung gestellt. Dies hat zahlreiche positive Effekte auf das lokale Kleinklima und die Wasserbilanz (u.a. erhöhte Verdunstung, Verschattung). Weiterer Vorteil insbesondere in stark urbanen geprägten Bereichen ist eine Mehrfachnutzung der Fläche (Baumstandort und Fläche zur Regenwasserbewirtschaftung).



Abbildung 22: Systemschnitt durch Baumrigole ohne Ableitung (Quelle: youtube, Sieker)

In der Praxis gibt es Beispiele für mit Bäumen bepflanzte Versickerungsbereiche (Abbildung 23, Abbildung 24), für Baumrigolen mit zusätzlichem unterirdischem Speicher liegen bisher kaum Erfahrungen vor.



Abbildung 23: Bäume in Versickerungsbereich (Quelle: Sieker)

Abbildung 24: Bäume in Versickerungsbereich (Photo Lisa Owens Viani)

Entsprechend fehlen konkrete Bemessungsvorgaben. Im Folgenden wird folgende Herangehensweise gewählt:

Es wird davon ausgegangen, dass die Baumrigolen ohne Böschung im Straßenrandbereich eingebaut werden. Modelltechnisch erfolgt eine Abbildung der Baumrigolen als Mulden-Rigolen Element.

Die durchschnittliche in der Planung vorgesehene Baumscheibe hat eine Fläche von $A = 6,00 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$ (Vorgabe ATELIER LOIDL).

Die Gesamtfläche der Baumrigolen im Plangebiet wurde mit 1528 m^2 vorgegeben. Es wird von 100 Baumrigolen ausgegangen ($1500 \text{ m}^2 / 15 \text{ m}^2 = 100$). Die Baumrigolen sind für die Bewirtschaftung der Abflüsse von den Verkehrsfläche (Straßen, Nebenstraßen, Gehwege) gedacht. Diese beträgt 39.046 m^2 , unter Berücksichtigung der Versiegelungsgrade ergeben sich 29.237 m^2 versiegelte Fläche. Pro Baumrigole sind damit $\sim 300 \text{ m}^2$ versiegelte Fläche anzuschließen.

Die Dimensionierung der Baumrigole erfolgt auf $n=0,2$ [(1/a) für das Gesamtsystem, die Mulde wird auf $n=1$ [(1/a) bemessen (Überlauf erfolgt in Rigole). Diese Vorgehensweise wurde bereits durch zahlreiche Behörden z.B. im Zuge des Einbaus von Innodrain Elementen (siehe Abbildung 25) genehmigt.

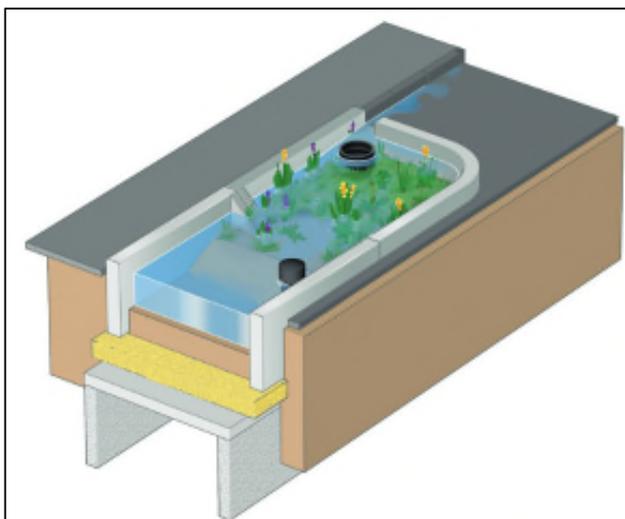


Abbildung 25: Systemskizze Innodrain (Quelle: mall- umweltsysteme)

Auf die Bewirtschaftung der außerhalb der Verkehrsflächen anfallenden Niederschläge wird im Kapitel 4.6.3 eingegangen. Die Variante 2 ist in der Anlage 2 dargestellt.

4.6.1 Überprüfung Mulde

In einem ersten Berechnungsschritt wird für die Mulde ein kf-Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Damit ergibt sich eine Wiederkehrhäufigkeit von 1,83 [1/a], welche nicht der Anforderung $n=1$ [1/a] entspricht. Der kf-Wert in der Mulde kann durch den Einsatz von speziellem Reinigungssubstrat verbessert werden. In den Inno-drain Elementen (siehe Abbildung 25) wird ein Substrat mit einem kf-Wert von $3 \cdot 10^{-5}$ m/s eingesetzt (Herstellerangaben mall-umweltsysteme). Unter Verwendung des kf-Wertes von $3 \cdot 10^{-5}$ m/s ergibt sich eine Wiederkehrhäufigkeit von 0,98 [1/a] (siehe Abbildung 26).

Mulden						
Modus: Nachweis				Stand: Mittwoch, 13. Juni 2018		
Mulden						
Mulde (Baumrigole)	Länge	6,00 m	A _{E,b}	0,0300 ha	V,Verd	4 m³
	Breite	2,50 m	kf-Wert	$3 \cdot 10^{-05}$ m/s	V,Vers	3.500 m³
	Tiefe	0,30 m	Qsick	810,0 l/h	VQue	53 m³
	Neigung 1:	1,00 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	8,97 l/s
	Oberfläche	15,00 m²	Vvorh	3,77 m³	Verf	3,72 m³
	Sohlfläche	10,26 m²	n,erf	1,00 1/a	n,vorh	0,98 1/a
	Gesamt	Länge	6,00 m	A _{E,b}	0,0300 ha	V,Verd
	Breite	2,50 m	Qsick	810,00 l/h	V,Vers	3.500 m³
	Oberfläche	15,00 m²			VQue	53 m³
	Sohlfläche	10,26 m²	Vvorh	3,77 m³	Verf	3,72 m³

Abbildung 26: Nachweis der Muldendimensionierung

4.6.2 Nachweis Rigole

Die Rigole befindet sich unter der Mulde und enthält das Wasserreservoir für den Baum. Für jeden Baum soll ein durchwurzelbares Bodenvolumen von 12 m³ und eine Mindesttiefe von 1,50 m zur Verfügung stehen [9].

Die Versickerung erfolgt seitlich aus der Rigole, sobald das Reservoir gefüllt ist. Es wird eine Höhe der Sickerfläche von 0,90 cm angesetzt, damit ergibt sich bei Berücksichtigung gleicher Bauwerksabmessungen (6,00 m x 2,50 m) eine seitliche Sickerfläche von ~ 15 m². Diese wird bei der Modellierung als Versickerungsfläche angesetzt (Länge 17 m = Umfang, Breite 0,90 m entspricht Höhe).

Für das Substrat einzubauende Substrat wird von einem mittleren Porenvolumen von 25% ausgegangen.

Mit dem angesetzten Rigolenvolumen ergibt eine Wiederkehrhäufigkeit von $n=0,13$ [1/a] (siehe Abbildung 27).

Rigolen						
Rigole (Baumrigole)	Länge	17,00 m	AE,b,kum	0,0300 ha	V,Vers	3.372 m ³
	Breite	0,90 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	VQ _{Dr}	0 m ³
	H	1,50 m	Qsick	734,4 l/h	VQue	9 m ³
	Q _{Dr}	0,00 l/s	Drosselspende	0,00 l/s/ha	Que,max	2,99 l/s
	DN Dränrohr	0 mm	Vvorh	5,74 m ³	Verf	5,06 m ³
	Höhe Dränrohr	0,00 m	n,erf	0,20 1/a	n,vorh	0,13 1/a
	Gesamt	Länge	17,0 m	Qsick	734,4 l/h	V,Vers
	Breite	0,9 m	Vvorh	5,74 m ³	VQue	9 m ³
			Verf	5,06 m ³		

Abbildung 27: Nachweis der Rigole

4.6.3 Weitere befestigte Freiflächen

Neben den Verkehrsflächen, für welche eine Bewirtschaftung des Regenwassers in Baumrigolen betrachtet wird (siehe Kapitel 4.6.1 und 4.6.2), sind die Abflüsse von folgenden öffentlichen Flächen zu betrachten:

- Parkwege
- Plätze (Kopfsteinpflaster/ wassergeb. Decke)
- Sportflächen
- Spielplätze

Für die Parkwege aus wassergebundener Decke ist vom Landschaftsplaner (Atelier Loidl) eine flächige Versickerung in den angrenzenden Grünflächen angedacht. Diese wird nicht separat geprüft (vorhandene Fläche ist ausreichend, Bodenbelastungen dürfen nicht vorliegen).

Auch für die weiteren Flächen wird von einer ortsnahen dezentralen Versickerung ausgegangen. Für eine grobe Einschätzung des erforderlichen Flächenbedarfs werden für die unterschiedlichen Flächennutzungen Mulden dimensioniert (siehe Abbildung 28).

Das Wasser der Plätze kann im Randbereich des Parks versickert werden, die Abflüsse der Spielplätze sind vor Ort zu versickern. Eine größere Mulde wird für die Versickerung des Abflusses von der Sportfläche erforderlich.

Mulden						
Modus: Nachweis						
Stand: Donnerstag, 14. Juni 2018						
Mulden						
Mulde Plätze	Länge	29,80 m	ÄE,b	0,0000 ha	V,Verd	57 m³
	Breite	29,80 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	V,Vers	21.062 m³
	Tiefe	0,30 m	Qsick	15.984,7 l/h	VQue	381 m²
	Neigung 1:	2,50 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	115,73 l/s
	Oberfläche	888,04 m²	Vvorh	253,23 m³	Verf	252,62 m³
	Sohlfläche	800,89 m²	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a
	Mulde Spielplätze	Länge	7,70 m	ÄE,b	0,0000 ha	V,Verd
Breite		7,70 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	V,Vers	1.010 m³
Tiefe		0,30 m	Qsick	1.067,2 l/h	VQue	24 m²
Neigung 1:		2,50 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	8,41 l/s
Oberfläche		59,29 m²	Vvorh	14,55 m³	Verf	14,32 m³
Sohlfläche		38,44 m²	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a
Mulde Sportfläche		Länge	27,70 m	ÄE,b	0,8413 ha	V,Verd
	Breite	27,70 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	V,Vers	81.288 m³
	Tiefe	0,30 m	Qsick	13.811,2 l/h	VQue	212 m²
	Neigung 1:	2,50 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	66,37 l/s
	Oberfläche	767,29 m²	Vvorh	217,95 m³	Verf	216,95 m³
	Sohlfläche	686,44 m²	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a

Abbildung 28: Nachweis der Muldengrößen für Restflächen

4.6.4 Anmerkungen zur Reinigung und Gesamtsystem

Die Baumrigolen als auch die darüber hinaus notwendigen Versickerungsmulden sind in der Anlage 2 dargestellt.

Die Reinigung in den Baumrigolen erfolgt durch Passage eines Substrates. Die Abflüsse von den weiteren Flächen werden beim Durchsickern der belebten Bodenzone in den Mulden gereinigt.

Aufgrund der fehlenden Bemessungsvorgaben und Erfahrungen für die Dimensionierung von Baumrigolen sollten die aufgeführten Werte nur als Orientierungsgröße betrachtet werden. Sie zeigen, dass die Verkehrsflächen über straßenbegleitende Baumrigolen bei Annahme des angesetzten Durchlässigkeitsbeiwerts entwässert werden können. Im Untersuchungsgebiet liegen in einzelnen Bereichen

mit schluffigen Böden deutlich schlechtere Versickerungsbedingungen vor (siehe Kapitel 2.4). In diesen Bereichen müssten die Baumrigolen mit einer gedrosselten Ableitung ausgestattet werden (eine Versickerung könnte dann an einem geeigneten Standort unterirdisch, oder in einer der für die Restflächen vorgesehenen Mulden erfolgen).

Zu bedenken ist weiterhin, dass für jeden Einzelstandort eine Altlastenfreiheit und eine mindestens 1 m starke ungestörte Bodenpassage (keine Auffülle) oberhalb des Grundwassers sichergestellt werden muss.

4.7 Variante 3 Semidezentrale Versickerung

In der Variante 3 wird eine Rigolenversickerung unterhalb der an den Park grenzenden drei Plätzen untersucht (Beispiel Abbildung 29). Es wird auf eine Versickerung im zentralen Parkbereich verzichtet. Dieser soll ausschließlich als Puffer für Starkregenereignisse genutzt werden.



Abbildung 29: Beispiel einer Füllkörperrigole

4.7.1 Dimensionierung der Rigolen

Es erfolgte eine überschlägige Aufteilung der Flächen auf die Rigolen 1-3 (Tabelle 6). Die asphaltierten Verkehrsflächen wurden auf die Rigolen 1 und 2 aufgeteilt, die Abflüsse von der Sportfläche geht ausschließlich in Rigole 1. Alle weiteren Flächen wurden zu einem Drittel den Rigolen zugeordnet. Abflüsse von unversiegelten Flächen werden nicht mit bewirtschaftet. Die Bemessung der Rigolen erfolgt auf $n=0,1 [1/a]$.

Tabelle 6: Zuordnung der Flächen zu den 3 Rigolen

Nr.	Flächentyp	Ages. [m ²]	A Rigole 1 [m ²]	A Rigole 1 [m ²]	A Rigole 1 [m ²]
1	Straßenflächen Asphalt	6490	2163	4327	
2	Nebenstraßen und Mischverkehr	19570	6523	6523	6523
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	8903	2968	2968	2968
4	Parkplätze Betonsteinpflaster mit großer Fuge	4083	1361	1361	1361
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster	12892	4297	4297	4297
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege	4947	1649	1649	1649
8	öffentliche Sportflächen EPDM	6413	6413		
9	öffentliche Spielplätze	1975	658	658	658

Rigolen						
Rigole 1	Länge	35,50 m	AE,b,kum	3,1114 ha	V,Vers	317.662 m ³
	Breite	35,50 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	VQ _{Dr}	0 m ³
	H	1,00 m	Qsick	23.323,5 l/h	VQue	1.019 m ³
	Q _{Dr}	0,00 l/s	Drosselspende	0,00 l/s/ha	Que,max	380,37 l/s
	DN Dränrohr	0 mm	Vvorh	1.197,24 m ³	Verf	1.190,19 m ³
	Höhe Dränrohr	0,00 m	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a
Rigole 2	Länge	24,30 m	AE,b,kum	1,3818 ha	V,Vers	136.113 m ³
	Breite	24,30 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	VQ _{Dr}	0 m ³
	H	1,00 m	Qsick	11.066,2 l/h	VQue	546 m ³
	Q _{Dr}	0,00 l/s	Drosselspende	0,00 l/s/ha	Que,max	194,90 l/s
	DN Dränrohr	0 mm	Vvorh	560,97 m ³	Verf	562,17 m ³
	Höhe Dränrohr	0,00 m	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a
Rigole 3	Länge	20,80 m	AE,b,kum	0,9491 ha	V,Vers	92.440 m ³
	Breite	20,80 m	kf-Wert	1*10 ⁻⁰⁵ m/s	VQ _{Dr}	0 m ³
	H	1,00 m	Qsick	8.161,9 l/h	VQue	397 m ³
	Q _{Dr}	0,00 l/s	Drosselspende	0,00 l/s/ha	Que,max	149,37 l/s
	DN Dränrohr	0 mm	Vvorh	411,01 m ³	Verf	407,93 m ³
	Höhe Dränrohr	0,00 m	n,erf	0,10 1/a	n,vorh	0,10 1/a

Abbildung 30: Nachweis der Rigolen für n=0,1 [1/a]

Die notwendigen Flächengrößen (siehe Abbildung 30) stehen unter den Plätzen zur Verfügung. Die Lage der Rigolen ist in der Anlage 3 dargestellt.

4.7.2 Reinigung des Niederschlagswassers

Das Niederschlagswasser muss vor der Versickerung in den Rigolen gereinigt werden. Dies kann sowohl dezentral als auch zentral erfolgen. Eine dezentrale Reinigung kann beispielsweise erfolgen durch:

- belebte Bodenpassage (z.B. Innodrain Tiefbeet siehe Abbildung 31)
- Reinigungseinsätze für Gullys (z.B. Innolet Filterpatrone Abbildung 32)
- substratgefüllte Rinnen (z.B. BIRCO pur siehe Abbildung 33)



Abbildung 31: Innodrain Tiefbeet (Quelle: mall umweltsysteme)



Abbildung 32: Innolet Filtereinsatz (Quelle: Funke Kunststoffe)



Abbildung 33: Substratgefüllte Rinne Beispiel BIRCO pur, Quelle BIRCO)

Eine semizentrale bis zentrale Reinigung kann durch technische Reinigungssysteme erfolgen, die zum Teil bereits direkt als Kombinationslösung mit Sickerrigolen angeboten werden. Beispiele für in Frage kommende Systeme sind:

- SediPipe (siehe Abbildung 34)
- HydroMaxx (siehe Abbildung 35)
- Filterschächte (siehe Abbildung 36)

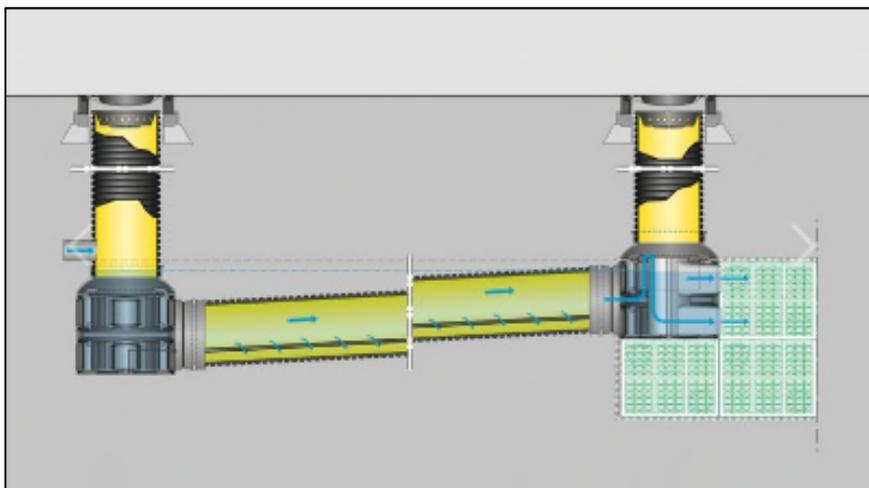


Abbildung 34: Reinigungssystem SediPipe vor Rigole (Quelle: FRÄNKISCHE)

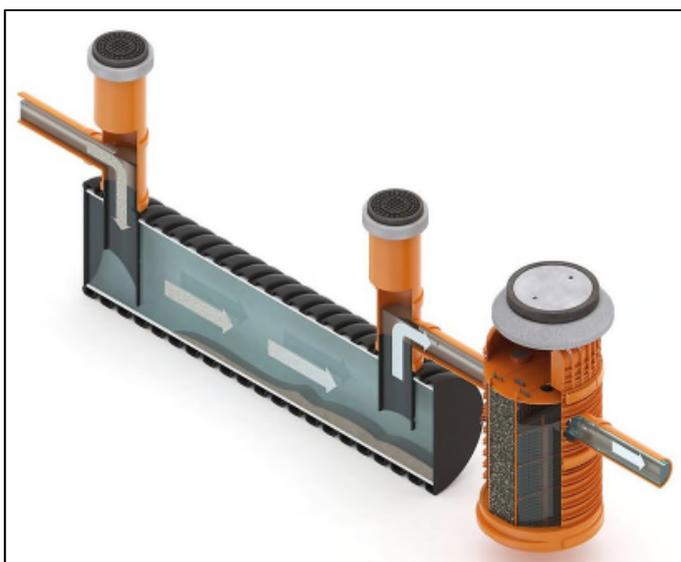


Abbildung 35:
RAUSIKKO HydroMaxx
(Quelle: REHAU)

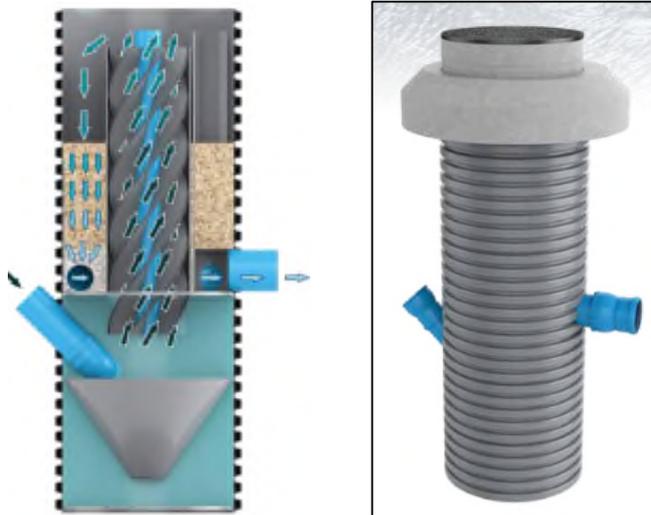


Abbildung 36: Filterschacht (Quelle: Funke Kunststoffe)

Bei der Entscheidung für ein Reinigungssystem spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Neben der höhenabhängigen Einsatzmöglichkeit, der anschließbaren Fläche (entsprechend unterschiedliche Standortanzahl) und unterschiedlichen Investitions- und Betriebskosten müssen die Belange der für eine spätere Betreuung zuständigen Stellen (z.B. VTA, AfU, Leipziger Wasserwerke) berücksichtigt werden. Dies muss in der weiteren Planung detailliert betrachtet werden.

Vorschlag für Reinigungssysteme

Da auf den straßenbegleitenden Grünflächen Baumstandorte vorgesehen sind wird eine Bodenpassage als Vorreinigung als weniger geeignet eingeschätzt. Bei der Haupterschließungsstraße wird der Einsatz von substratgefüllten Entwässerungsrinnen nicht erwartet. Für die Reinigung der Abflüsse von den Verkehrsflächen wird eine semizentrale oder zentrale Reinigungsanlage empfohlen. Für die weniger belasteten Bereiche u.a. auf den Plätzen erscheint der Einsatz von substratgefüllten Rinnen sinnvoll, insbesondere im Hinblick auf die Einbautiefen der Rigolen. Abbildung 37 zeigt schematisch eine beispielhafte Kombination aus zentraler Vorreinigung und Entwässerungsrinnen.

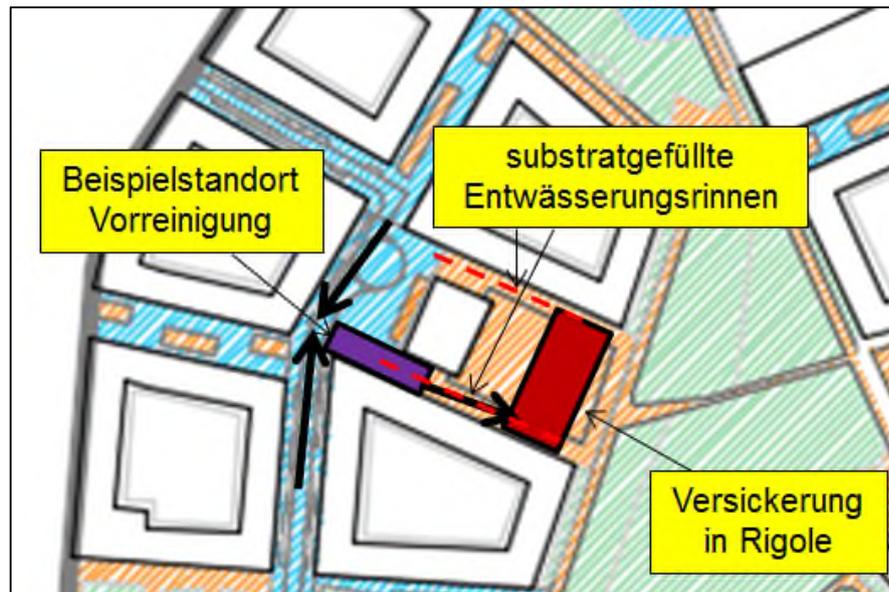


Abbildung 37: Schematische Darstellung beispielhafter Reinigungsanlagen für semidezentrale Versickerung (Variante 3)

4.8 Sonderlösung für Einzelstandorte

Die Auswertung der geplanten Höhenverhältnisse hat gezeigt, dass sich in Abhängigkeit von den Varianten Bereiche ergeben, von denen das Niederschlagswasser den geplanten Behandlungs- und Versickerungsanlagen nicht im Freigefälle zufließen kann. Dies betrifft insbesondere für die Variante 1 die bahndammnahen Verkehrsflächen hinter dem Schulstandort.

Eine Lösung muss für den Bemessungsfall gefunden werden, aber auch für extreme Überflutungsereignisse muss sichergestellt sein, dass keine Gefährdungen bestehen. Tabelle 7 zeigt die betroffenen Flächen und die anfallenden Wassermengen. Aufgrund der begrenzten Flächengröße wurde als Regendauer 5 Minuten angesetzt (in Kapitel 4.9 wird mit 10 Minuten gerechnet).

Tabelle 7: Flächen und Abflüsse am Standort hinter der Schule

Nr.	Flächentyp	Ages [m ²]	Au [m ²]	Q bei r _{5,0,2} [m ³]	Q bei r _{5,0,01} [m ³]
1	Straßenflächen Asphalt	1737	1563	32,4	65,7
2	Nebenstraßen und Mischverkehr Betonsteinpflaster mit kleiner Fuge	1307	980	20,3	49,4
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	837	628	13,0	31,6
4	Parkplätze Betonsteinpflaster mit großer Fuge	173	87	1,8	6,5
12	Grünflächen entlang Bahn	845	85	1,7	31,9
15	Baumschscheiben entlang Straßen	72	7	0,1	2,7
Summe:		4971	3350	69	188

Für die Bewirtschaftung der Bemessungsabflüsse kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

1. Anordnung von Pumpen welche das anfallende Niederschlagswasser in das zu den Versickerungsanlagen führende Netz pumpen
2. Einleitung im Freigefälle in das Netz der kommunalen Wasserwerke (siehe Kapitel 2.3), sofern möglich. Es ist davon auszugehen, dass hierfür ein zusätzlicher Stauraum zur Gewährleistung einer gedrosselten Einleitung erforderlich ist.
3. Vorbehaltlich einer genaueren Boden- und Grundwasserstandprüfung ist auch eine dezentrale Versickerung der Bemessungsabflüsse denkbar. Die vorgesehenen Baumscheiben könnten dabei durch substratgefüllte Entwässerungsrinnen (z.B. Abbildung 38) ergänzt werden, welche eine Versickerung vor Ort ermöglichen würden. Ausreichende Abstände zu den Anlagen der Deutschen Bahn müssen eingehalten werden.



Abbildung 38: Substratgefüllte Rinne Beispiel Rainclean (Quelle: Funke)

Die Differenz zwischen Bemessungsabfluss und 100 jährigem Überflutungsereignis beträgt 119 m^3 . Zieht man aufgrund des Gefälles die Grünflächen an der Bahn ab, muss diese Wassermenge schadlos auf einer Fläche von 4.126 m^2 verbleiben können. Bei gleichmäßigem Einstau ergibt sich ein Wasserstand von 3 cm. Insbesondere auf den Park- und Straßenflächen können kurzzeitig deutlich höhere Wasserstände problemlos zwischengespeichert werden (Beispiel siehe Abbildung 39). Durch bauliche Maßnahmen (z.B. Hochborde) muss sichergestellt sein, dass es zu keiner Überflutung des angrenzenden Schulgrundstücks kommt.



Abbildung 39: Beispiel Wasserrückhalt auf Verkehrsflächen (Quelle H.Güssow, REHAU)

4.9 Überflutungsbetrachtung

Eine Überflutungsbetrachtung ist nach DIN EN 752 [6] für ein 30 jähriges Niederschlagsereignis durchzuführen, durch die Stadt Leipzig wird jedoch der Nachweis für ein 100 jähriges Ereignis gefordert. Nach DWA-A 118 [3] wird als kürzestes Regendauer für das Gebiet von 10 min ausgegangen. Der Abflussbeiwert wird für die Überflutungsbetrachtung für alle Flächen auf 1 gesetzt. Unter dieser Voraussetzung ergeben sich die Abflussvolumen in Tabelle 8.

Tabelle 8: Abflüsse bei $n=0,01$ ($1/a$) und Diff. zu Bemessungsabflüssen

Nr.	Flächentyp	Q bei $r_{10;0,01}$	Q Diff zu $r_{10;0,2}$	Q Diff $r_{10;0,1}$
		[m ³]	[m ³]	[m ³]
1	Straßenflächen Asphalt	166	81	66
2	Nebenstr./ Mischverkehr kl. Fuge	500	287	250
3	Gehwege Granitplatten mit Mosaikstein	228	131	114
4	Parkplätze Betonsteinpfl. mit großer Fuge	104	75	70
5	öffentliche Parkwege wassergeb. Wegedecke	314	225	209
6	öffentliche Plätze Kopfsteinpflaster	330	236	220
7	öffentliche Plätze wassergebundene Wege	127	91	84
8	öffentliche Sportflächen EPDM	164	71	55
9	öffentliche Spielplätze	51	36	34
10	Rasenflächen	337	318	314
11	Wiesen	333	314	311
12	Grünflächen entlang Bahn	187	176	174
13	Grünflächen in Wohnstraßen (z.T. mit Rasenfugenpflaster)	35	25	23
14	Grünflächen (Gebäudevorzonen und Boulevard)	97	81	78
15	Baumscheiben entlang Straßen	39	37	36
	Summe:	3.010	2.183	2.037

Je nach Bewirtschaftungsvariante müssen 2.183 m³ bzw. 2.037 m³ im Gebiet schadlos zurückgehalten werden. Aufgrund der geplanten Gefällegegebenheiten (siehe Kapitel 3.3) werden die Abflüsse der natürlichen Flächen, sowie der meisten Plätze und Wege der zentralen Parkfläche zufließen. Die Straßenflächen weisen zum Teil kein Gefälle auf.

Geprüft wurden die maximal zu bewirtschaftenden Überflutungsmengen von den Flächentypen 1 - 4 (574 m³- siehe Tabelle 8).

Wird das Wasser im Bereich von Straßen und Parkflächen ($A= 30.143 \text{ m}^2$) z.B. durch Hochborde gezielt zurückgehalten, ergibt sich auf diesen Flächen ein Wasserstand von 0,07 m. Bei einer Straßenausbildung mit Dachgefälle kann der Wasserstand im Bereich der Bordsteine weiter ansteigen und eine Überflutung von Gehwegbereiche kann nicht ausgeschlossen werden.

In Bereichen ohne Bordsteinen (siehe Abbildung 17) muss eine gezielte Ableitung von Starkniederschlagswasser, oder schadlos einstaubaren Bereiche vorgesehen werden, um Schäden (z.B. Kellerüberflutung) zu vermeiden.

Eine zumindest teilweise Ableitung der Straßenabflüsse im Überflutungsfall ist vorzusehen. Hierfür kommt, sofern keine Ableitung in Richtung Parthe erfolgen darf, der zentrale Park in Frage.

Leitet man das maximale Überstauvolumen in die für die Variante 1 dimensionierte Mulde ein, würde der dortige Wasserstand um 0,31 m ansteigen (= 0,60 m). Die Mulde füllt nicht die gesamte geplante Parkfläche aus. Durch eine gezielte Geländeausbildung (z.B. Terrassen) können hohe Wasserstände vermieden werden.

In den Varianten 2 und 3, welche keine zentrale Mulde enthalten ergeben sich entsprechend geringere Wasserstände im Parkbereich.

Um eine Vernässung des Parks zu vermeiden sollten weitere Möglichkeiten des temporären Wasserrückhaltes berücksichtigt werden. In Frage kommt hierfür beispielsweise ein schadloser Einstau der Sportflächen (siehe Abbildung 40, Abbildung 41).



Abbildung 40: Beispiel Sportfläche ohne Regen (Quelle: Elke Kruse)



Abbildung 41: Beispiel Sportfläche bei Regen (Quelle: Elke Kruse)

Abhängig von der gewählten Bewirtschaftungsvariante ist ein detaillierter Überflutungsnachweis zu führen. Hierbei muss eine enge Abstimmung mit der Straßen- und Freiraumplanung erfolgen.

4.10 Variantenvergleich

4.10.1 Vor- und Nachteile Variante 1

Vorteile	Nachteile
nur 1 Standort für Reinigung und Versickerung	Vorreinigung notwendig (z.B. Absetzschächte)
Wartungsarm	Herstellung der kompletten Mulde notwendig, auch wenn erst ein Teil des Baugebietes erschlossen wird.
Keine Einschränkungen für Medienverlegung in Straßen- und Gehwegbereich	bei Überflutung steht im Bereich der Mulde weniger Rückhaltevolumen zur Verfügung
Verdunstung über begrünte Muldenfläche (positive klimatische Wirkung)	Dominanz der Muldenfläche im Parkbereich (Anpassung durch strukturierte Muldenausbildung möglich- erhöhter Planungsaufwand)
Verringerung der Versickerungsfläche möglich bei zusätzlicher Anordnung von Speicher (z.B. Stauraumkanäle)	keine Baumpflanzungen im Bereich der Mulde möglich (nach Regelwerk Leipziger Wasserwerke)
	Bereich hinter Schulstandort kann aufgrund Gefälleverhältnisse nicht in Mulde entwässert werden- Sonderlösung notwendig
	Zusätzlich fließen Abflüsse von natürlichen Flächen in Mulde (aufgrund Gefälle)

4.10.2 Vor- und Nachteile Variante 2

Vorteile	Nachteile
Bau der Baumrigolen in Abhängigkeit vom Baufortschritt möglich.	Variierende Bodenbedingungen können zu teils eingeschränkten Versickerungsbedingungen führen- (Verbindungsleitungen zwischen Baumrigolen könnten dies ev. ausgleichen-würde Planungsaufwand erhöhen)
Verbesserung des Kleinklimas durch erhöhte Verdunstungsleistung der Bäume (Verdunstungsleistung größer als bei Muldenversickerung)	Frage der Genehmigungsfähigkeit für Abflüsse von Erschließungsstraße (erhöhte Abflussbelastung) -ggf. erhöhte Aufwendungen für Vorreinigung bzw. für Einbringen von Reinigungssubstrat in Baumrigolen notwendig
Keine Einschränkungen zur Ausbildung des Parkbereiches	Konfliktpotential mit Leitungsverlegung-Versickerungsbereiche müssen freigehalten werden
Parkbereich kann als Puffer für Überflutungsereignisse genutzt werden	Eingeschränkte Aussagen zum Wartungsaufwand möglich, da bisher nur begrenzte Erfahrungen mit Baumrigolen vorliegen
	Zusätzliche Lösungen für Plätze und Sportflächen notwendig
	Sonderlösung für Bereich hinter Schule notwendig

4.10.3 Vor- und Nachteile Variante 3

Vorteile	Nachteile
Kein oberirdischer Flächenverbrauch für Versickerung	Erhöhter Planungsaufwand, erhöhte Investitionskosten
Anlagenbau (zum Teil) in Abhängigkeit vom Baufortschritt möglich (Baugebiet am Bahndamm kann separat entwickelt werden)	Unterschiedliche Standorte für Reinigung und Versickerung
Wartungsmöglichkeit der Versickerungsanlage (Spülung von Rigolen/ Rohrrigolen möglich)	Aufgrund der Gefälleverhältnisse Sonderlösung für Fläche hinter Schulstandort notwendig
Keine Einschränkungen für Medienverlegung in Straßen- und Gehwegbereich	Verdunstung erfolgt nur bei dezentraler Reinigung (z.B. Baumrigolen)
Keine Einschränkungen zur Ausbildung des Parkbereiches	
Parkbereich kann als Puffer für Überflutungsereignisse genutzt werden	
geringerer Platzbedarf in Abhängigkeit von der Umsetzungsvariante (z.B. bei Verwendung von Füllkörperrigolen)	

4.10.4 Vorzugsvariante

Die drei betrachteten Varianten zu Versickerung des Niederschlagswassers von den öffentlichen Flächen weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf (siehe Kapitel 4.10.1 - 4.10.3).

Der Entwurf der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Regenwasser“ (BLAG 2008) für zukünftige Regelungen für „Abwasser aus Niederschlägen“ enthält das Gebot des weitgehenden Erhalts des örtlichen Wasserhaushalts. Von den drei Varianten würde die dezentrale Lösung (Variante 2) dieser Forderung am nächsten kommen.

Die auf dem Gelände des Freiladebahnhofs vorhandenen Altlastenbelastungen sprechen jedoch gegen diese Variante. Für jeden der ~100 Baumrigolenstandorte muss ein Versickerung zulässig und möglich sein (Bodenbelastung, Auffülle, Schluffschichten).

Eine Versickerung in genau festgelegten Bereichen (Variante 1 und Variante 3) erscheint eher umsetzbar. Möglicherweise vorhandene Bodenbelastungen können gezielt entfernt werden und die für eine Versickerung notwendigen Voraussetzungen geschaffen werden (Austausch Auffülle).

Der Bau einer zentralen Mulde (Variante 1) ist prinzipiell denkbar unter der Voraussetzung ausreichender Versickerungsbedingungen. Im Hinblick auf zunehmende Niederschlagsmengen bzw. Starkregenereignisse werden im Plangebiet auch Bereiche für einen temporären Wasserrückhalt der Überflutungswassermengen notwendig. Aufgrund der geplanten Gefälle wird ein Großteil der Abflüsse der zentralen Parkfläche zufließen.

Die Schwierigkeit wird darin gesehen, die Versickerungsbedingungen in der Mulde sicher zu stellen. Bei regelmäßiger Überflutung der Versickerungsanlage kann eine Kolmation der Bodenschichten nicht ausgeschlossen werden. In der Folge könnte es zu längeren Einstauzeiten kommen, was wiederum zu Nutzungseinschränkungen führen kann.

Für den Standort Freiladebahnhof wird eine Trennung der Bewirtschaftung des Regenwassers für den Bemessungsfall und der Abflüsse im Überflutungsfall empfohlen. Dies ist mit der Variante 3, einer semidezentralen Versickerung möglich. Die örtlich begrenzte technische Versickerung gestattet eine Kontrolle und Wartung der Anlagen (z.B. Rückspülmöglichkeit siehe Abbildung 42). Die Fläche

oberhalb der Versickerungsanlagen kann dabei vielfältig genutzt werden. In den vorgeschalteten Reinigungsanlagen können Verunreinigungen gezielt entfernt und der Schutz des Grundwassers somit dauerhaft sichergestellt werden.

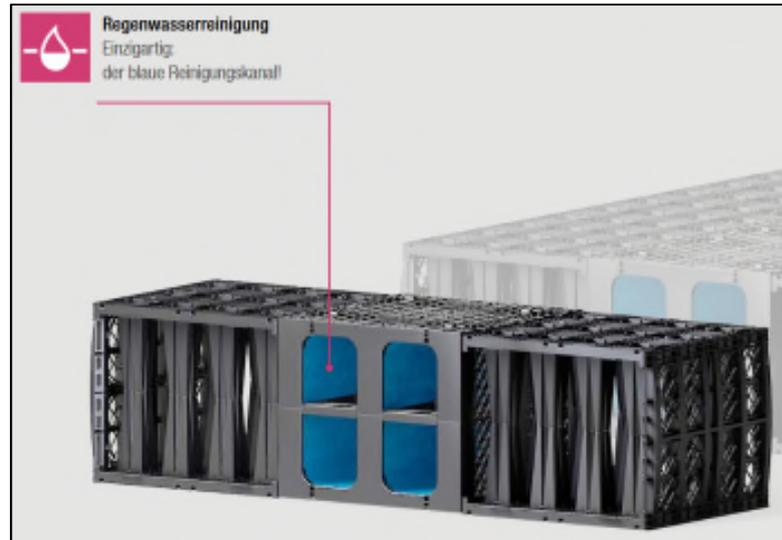


Abbildung 42: Reinigungskanal Funktionsbox SC RAUSIKKo (Quelle: Rehau)

5. Betrachtung Musterblock

Für die privaten Grundstücke wird beispielhaft ein Musterblock betrachtet. In dem durch das Architekturkollektiv OCTAGON übergebenen Musterblock (Abbildung 43) sind 20 % der Fläche unbebaut. Bei den Flächen über den Tiefgaragen ist zum Teil mit einer gewerblichen Nutzung zu rechnen. Aufgrund der fehlenden Abflussmöglichkeiten im Innenhof wird für diesen sensiblen Bereich eine Bemessung der Versickerungsanlage auf $n=100$ [1/a] durchgeführt. Damit wird gleichzeitig der Überflutungsnachweis DIN 1986-100 [7] erbracht.

Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge des Tiefgaragenbaus ein Bodenaustausch auch im Innenhofbereich stattfindet. Als Durchlässigkeitsbeiwert wird von $K_f=1 \cdot 10^{-5}$ m/s ausgegangen.

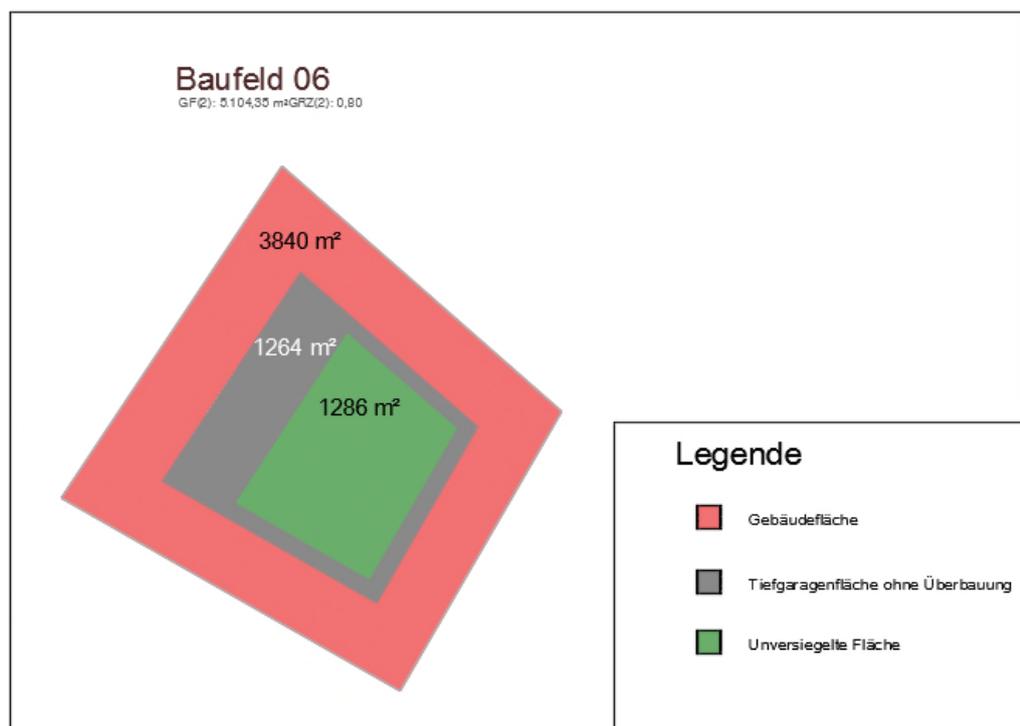


Abbildung 43: Flächenanteile Musterblock

In einem ersten Schritt wurde geprüft, ob die von den versiegelten Flächen anfallenden Wassermengen theoretisch in einer Mulde versickern könnten.

Es wird davon ausgegangen, dass die Tiefgaragen ohne wasserdruckhaltende Abdichtung ausgeführt werden. Entsprechend muss in Abhängigkeit von der Bautiefe nach DWA- A 138 [4] ein Mindestabstand von der Außenkante des Bauwerks eingehalten werden.

Die notwendige Muldenfläche für $K_f=1 \cdot 10^{-5}$ m/s wurde zu 950 m² ermittelt (siehe Abbildung 44). Geht man nach DWA-A 138 von einem notwendigen Abstand $1,50 \cdot \text{Bauwerkstiefe}$ aus, wäre die Versickerungsfläche bei Tiefgaragen bis ~3 m ausreichend. Sollten die Garagen tiefer werden muss die Sickerfläche verringert werden und durch einen unterirdischen Speicher ergänzt werden. Alternativ kann eine Abdichtung der Wandflächen erfolgen.

Mulden						
Mulde Musterblock	Länge	38,00 m	$A_{E,b}$	0,5104 ha	V,Verd	184 m ³
	Breite	25,00 m	kf-Wert	$1 \cdot 10^{-05}$ m/s	V,Vers	69.416 m ³
	Tiefe	0,30 m	Qsick	17.100,0 l/h	VQue	0 m ³
	Neigung 1:	2,50 -	Mächtigkeit	0,30 m	Que,max	0,00 l/s
	Oberfläche	950,00 m ²	Vvorh	271,05 m ³	Verf	264,73 m ³
	Sohlfläche	857,75 m ²	n,erf	0,01 1/a	n,vorh	0,01 1/a
	Gesamt	Länge	38,00 m	$A_{E,b}$	0,5104 ha	V,Verd
	Breite	25,00 m	Qsick	17.100,00 l/h	V,Vers	69.416 m ³
	Oberfläche	950,00 m ²			VQue	0 m ³
	Sohlfläche	857,75 m ²	Vvorh	271,05 m ³	Verf	264,73 m ³

Abbildung 44: Nachweis Mulde Musterblock für $n=0,01$

Eine ausschließliche Muldenversickerung im Innenhofbereich birgt jedoch Risiken. Sobald es zu einer Reduktion der Sickerleistung kommt (z.B. Zusetzen/ Verschlammen der Sickerschicht durch ungenügenden Grobstoffrückhalt) könnte es zu einem Wasseraufstau kommen. Erhöhte Sicherheit bieten hier technische Systeme, welche eine Inspektion und Wartung zulassen (z.B. Boxrigolen – siehe

Abbildung 45).



Abbildung 45: RAUSIKKO Box (Quelle: Rehau)

Insbesondere bei vollständig geschlossener Bebauung, wie im Beispiel des Musterblocks sollte eine Verbindung zwischen im Innenhofbereich liegenden Versickerungsanlagen und dem äußeren Bereich vor den Gebäuden als Notüberlauf (bei Versagen der Anlage) vorgesehen werden. In Abhängigkeit von der Bauweise der Fundamente können diese Leitungen beispielsweise parallel zu Streifenfundamenten angeordnet werden. Eine Inspektions- und Reinigungsmöglichkeit dieser Verbindungsleitungen ist sicher zu stellen (2 Schächte).

Eine Verringerung der notwendigen Sickerfläche bzw. eine Retention bei ggf. ungünstigeren Bodenverhältnissen ist beispielsweise durch folgende Maßnahmen möglich:

- Retentionsdächer (siehe Abbildung 46)
- Wasserretentionsboxen für Innenhofflächen (befahrbar)
- Regenwassernutzung mit Speicherlamelle (z.B. siehe Abbildung 47)
- Wasserflächen mit Speicherlamelle (z.B. siehe Abbildung 48)

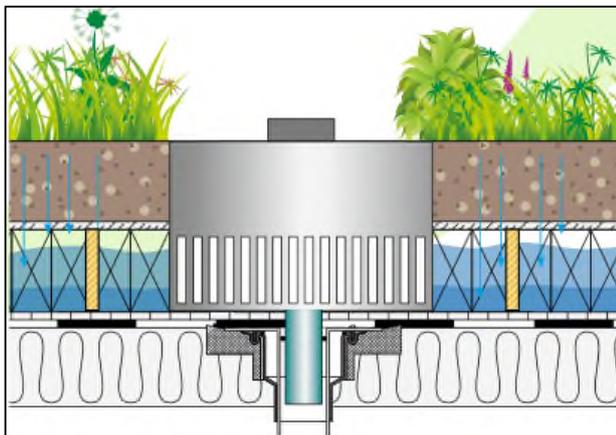


Abbildung 46: Systemskizze Retentionsdach mit Drossel (Quelle: Optigrün)

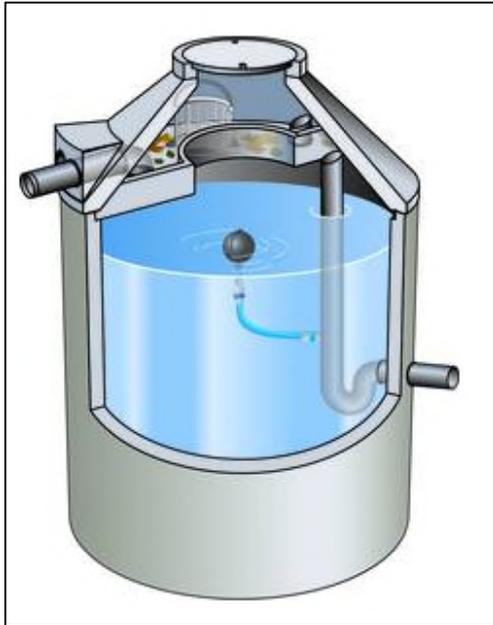


Abbildung 47: Systemskizze Regenspeicher Reto Comfort (Quelle: mall)



Abbildung 48: Wasserspeicher in Innenhof (Quelle: Optigrün)

Unter den angenommenen Versickerungsbedingungen ist eine Bewirtschaftung des anfallenden Niederschlagswassers im Musterblock möglich. Die Schadstofffreiheit der durchsickerten Bodenbereiche muss dabei gewährleistet werden.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Voraussetzung für die Erschließung des ehemaligen Freiladebahnhofs in Leipzig ist unter anderem eine ordnungsgemäße Niederschlagsentwässerung. Im vorliegenden Konzept wird die Bewirtschaftung des Regenwassers durch Versickerung untersucht. Es wird ein Vorschlag für die Bewirtschaftung des auf den öffentlichen Flächen anfallenden Regenwassers erarbeitet, die privaten Flächen werden beispielhaft für einen Musterblock untersucht.

In einem ersten Schritt wurden die örtlichen Gegebenheiten ausgewertet. Unterhalb von unterschiedlich starken Auffüllschichten, die an geplanten Versickerungsstandorten ersetzt werden müssen, befinden sich gut durchlässige Schichten (günstige Versickerungsbedingungen), in einzelnen Bereichen wurden Schlufflagen angetroffen.

Die vorliegenden Altlastenuntersuchungen wurden ausgewertet. Es wird davon ausgegangen, dass mögliche vorhandene Bodenbelastungen im Bereich von Versickerungsanlagen durch einen Bodenaustausch entfernt werden können. In den darunter liegenden gewachsenen Böden wurden in den bisherigen Untersuchungen keine Belastungen nachgewiesen.

Die geplanten Flächengrößen, Flächennutzungen, sowie die Topographie wurden ausgewertet und die zu bewirtschaftenden Niederschläge ermittelt. Für die Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse von den öffentlichen Flächen wurden 3 Varianten untersucht:

Variante 1: zentrale Muldenversickerung (im Parkbereich)

Variante 2: dezentrale Versickerung mit Baumrigolen (straßenbegleitend)

Variante 3: semidezentrale Rigolenversickerung (Versickerung in Rigolen an 3 Standorten unter öffentlichen Plätzen).

Die zu entwässernden Flächen wurden nach DWA-M 153 bewertet und für jede Variante notwendige Behandlungsanlagen ermittelt.

Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich Flächenverbrauch, Anpassungsfähigkeit an den Baufortschritt (sukzessives bauen möglich), Wartungsaufwand und -möglichkeit, Planungsaufwand, klimatischer Wirkung (Verdunstung), sowie mög-

lichem Konfliktpotential zu anderen Medien und dem Einfluss auf für eine schadlose Überflutung benötigte Flächen.

Als Vorzugslösung stellt sich die Variante 3 mit den unterhalb der öffentlichen Plätze angeordneten Rigolen dar. Ausschlaggebend hierfür sind vor allem die variierenden Bodenbedingungen und Altlastenbelastungen. Bei Variante 2 mehr als 100 Baumrigolen müsste für jeden Standort die Versickerungsfähigkeit und Altlastenfreiheit sichergestellt werden. Durch die Konzentration auf 3 Standorte kann bei Notwendigkeit ein gezielter Bodenaustausch erfolgen. Aufgrund der geplanten Gefälleausprägung wird im Überflutungsfall ein Großteil der Abflüsse dem zentralen Parkbereich zufließen. Bei einer zentralen Muldenversickerung im Parkbereich (Variante 1) verringert sich das hier zur Verfügung stehende Rückhaltevolumen. Die Nutzung des Parkbereiches würde durch die Anordnung einer Versickerungsmulde eingeschränkt.

Für die Vorreinigung insbesondere der Abflüsse von den Verkehrsflächen vor der unterirdischen Rigolenversickerung (Variante 3) eignen sich semizentrale oder zentrale technische Reinigungssysteme.

Für die öffentlichen Bereiche wurde außerdem eine erste überschlägige Überflutungsbetrachtung durchgeführt. Allein von den Straßenflächen sind in diesem Fall bis zu 574 m³ zurückzuhalten (z.B. im Straßenbereich durch Hochborde und im zentralen Parkbereich). In Abhängigkeit von der gewählten Bewirtschaftungsvariante sind hier weitere Untersuchungen notwendig.

Die Betrachtung des Musterblocks zeigt, dass unter Voraussetzung der angenommenen Versickerungseigenschaften das Niederschlagswasser auf der in den Blöcken vorhanden Innenhoffläche versickert und bewirtschaftet werden kann. Im Hinblick auf zunehmende Starkregenereignisse sollten jedoch insbesondere bei geschlossenen Blockbebauungen Maßnahmen für den Versagensfall vorgesehen werden (z.B. Verbindungsleitung nach Außen) um Überflutungsschäden zu vermeiden.

Das vorliegende Konzept zeigt, dass das Niederschlagswassers am Standort Freiladebahnhof mit einer semizentralen unterirdischen Versickerung einschließlich effektiver technischer Vorreinigung zukunftsfähige bewirtschaftet werden kann. Die vorgestellte Vorzugslösung bietet die Möglichkeit den Standort sukzessive zu entwickeln, minimiert den oberirdischen Flächenverbrauch und stellt für Überflutungsereignisse maximale Rückhaltevolumen zur Verfügung.

Sobald weitere Untersuchungen und Planungen des Gebietes erfolgt sind, kann eine vertiefende Untersuchung von ein oder mehreren Varianten erfolgen. Dabei sollten auch die Abflüsse von dem bisher nicht berücksichtigtem Schulstandort einbezogen werden, da insbesondere im Überflutungsfall ein ausschließlicher Rückhalt auf dem Schulgelände fraglich ist.

7. Literatur

- [1] Stadt Wien (2010): Integratives Regenwassermanagement: Beispielsammlung
- [2] Trischler und Partner Consult GmbH (1997):“ Historische Erkundung / Bestandsaufnahme
- [3] DWA-A 118 (3/2006): Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
- [4] DWA-M 153 (8/2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- [5] DWA-A 138 (4/2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [6] DIN EN 752 (7/2017): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden-Kanalmanagement
- [7] DIN 1986-100 (12/2016): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke- Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
- [8] FLL (2010): FLL-Baumkontrollrichtlinie