

10.09.2018



Vertragsnummer (AG): 0301/2018
Projektnummer (AN): 10560

Regenwasserbewirtschaftungskonzept im Plangebiet des Bebauungsplanes Nr. 392

Wilhelm-Leuschner-Platz



Auftraggeber: STADT LEIPZIG
STADTPLANUNGSAMT
Martin-Luther-Ring 4–6, 04109 Leipzig
☎ 0341 123 4834

Auftragnehmer:


WASSERBAU
INFRASTRUKTUR
GEOTECHNIK
UMWELTSCHUTZ
An der Pikardie 8, 01277 Dresden
☎ 0351 21 683 30

Projektleiter:

Bearbeiter:

aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielstellung	4
2	Grundlagen der Bearbeitung	6
3	Konventionelle Regenwasserbewirtschaftung	8
3.1	Allgemeine Ziele	8
3.2	Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung	8
3.3	Unterirdische Regenwasserrückhaltung	8
3.4	Anwendbarkeit.....	8
4	Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung	9
4.1	Allgemeine Ziele	9
4.2	Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung	9
4.3	Versickerung	13
4.3.1	Versickerungsanlagen	13
4.3.2	Maßnahmen zur Vorbehandlung des Regenwassers	15
4.4	Anwendbarkeit.....	16
5	Regenwasserbewirtschaftung der Freifläche	17
5.1	Randbedingungen	17
5.1.1	Geologische/geotechnische Verhältnisse	17
5.1.2	Grundwasserverhältnisse	17
5.1.3	Bemessungsgrundlagen	18
5.2	Möglichkeiten der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung	19
5.2.1	Multifunktionale Flächennutzung	19
5.2.2	Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung	19
5.2.3	Vorbehandlung und Versickerung.....	20
5.3	Szenarien	21
5.3.1	Szenario 1: Retentionsbodenfilter.....	21
5.3.2	Szenario 2: Versickerungsmulde	21
5.3.3	Szenario 3: Modifiziertes Mulden-Rigolen-System.....	21
5.3.4	Bewertung der Szenarien	22
6	Regenwasserbewirtschaftung der Planstraße	24
6.1	Randbedingungen	24
6.1.1	Geologische/geotechnische Verhältnisse	24
6.1.2	Grundwasserverhältnisse	24
6.1.3	Bemessungsgrundlagen	24
6.2	Möglichkeiten der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung	24
7	Regenwasserbewirtschaftung mittels Dachbegrünung	26
7.1	Abfluss und Rückhaltevermögen	26
7.2	Spezifische Masse.....	27

7.3	Spezifische Kosten	27
7.4	Textliche Festsetzung für den Bebauungsplan	28
7.4.1	Festsetzungsvorschlag	28
7.4.2	Erläuterung des Festsetzungsvorschlages	28
8	Zusammenfassung	29

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Bewertungsverfahren zur Regenwasserbehandlung nach DWA-M 153 und DWA-A 102
Anlage 2	Kostenschätzung Freifläche (Szenarien 2 und 3)
Anlage 3.1	Berechnungen für die Freifläche
Anlage 3.2	Berechnungen für die Planstraße

Zeichnungsverzeichnis

Zeichnung 1	Prinzipdarstellung mod. Mulden-Rigolen-System	ohne Maßstab
Zeichnung 2	Lageplan mod. Mulden-Rigolen-System Variante 1	1:1.500
Zeichnung 3	Lageplan mod. Mulden-Rigolen-System Variante 2	1:1.500
Zeichnung 4	Bestandsplan Entwässerungsanlagen	1:1.500

1 Veranlassung und Zielstellung

Für die künftige Bebauung des Wilhelm-Leuschner-Platzes in Leipzig wurde das Aufstellungsverfahren für den Bebauungsplan Nr. 392 „Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost“ durch die Stadtverwaltung Leipzig eingeleitet.

Das Areal wird durch die Straßen „Roßplatz“ im Norden, die „Grünwaldstraße“ im Osten, die „Windmühlenstraße“ im Süden sowie den „Peterssteinweg“ im Westen begrenzt. In früheren Jahren befand sich auf dem östlichen Teil des Platzes eine Markthalle. Von der Markthalle existiert nur noch der Keller. Auch früher an die Markthalle angrenzende Gebäude sind nicht mehr vorhanden. Lediglich im Norden des Platzes befindet sich noch ein turmartiges Gebäude mit flächenmäßig deutlich weiter ausgedehntem Kellergeschoss, welches früher als Bowlingzentrum genutzt wurde.

Ganz im Westen des Wilhelm-Leuschner-Platzes befand sich früher der Königsplatz, welcher auch damals schon unbebaut war. Die Flurstücke, welche sich westlich an die Markthallenstraße anschließen, lassen hingegen auf eine vorausgehende Bebauung schließen („Markthallenquartier“). Im vorliegenden Regenwasserbewirtschaftungskonzept wird diese Fläche fortlaufend als Freifläche bezeichnet. Sie diente bisher verschiedenen Nutzungen – zuletzt zur Durchführung von Märkten oder auch als Veranstaltungsfläche. Quer unter der Freifläche verläuft von Südsüdost nach Nordnordwest die Trasse der städtischen S-Bahn („City-Tunnel“). Etwa in der Mitte steht das Gebäude des S-Bahn-Haltepunkts „Leipzig Wilhelm-Leuschner-Platz“.

Im östlichen Bereich des Areals soll wieder eine Bebauung stattfinden, wobei sich Art und Funktion der künftigen Bebauung am früher existierenden Zustand orientieren. Im Zuge dieses Vorhabens sollen auch Vorgaben für die Regenwasserbewirtschaftung dieser Gebäude festgelegt werden. Hierfür ist zu untersuchen, welche Möglichkeiten des Regenwasserrückhaltes mittels begrünten Dächern bestehen.

Die Freifläche soll auch künftig von Bebauung freigehalten werden und für verschiedene öffentliche Nutzungen (Markt, Events, Aufenthalt, Freizeitnutzung etc.) verfügbar gestaltet werden.

Zur ausreichenden Berücksichtigung von Umweltbelangen sowie zur Vermeidung von nicht notwendigen Regenwassereinleitungen in die städtische Kanalisation soll ein Regenwasserbewirtschaftungskonzept nach dem Stand der Technik und im Sinne zeitgemäßer ökologischer Zielvorgaben aufgestellt werden. Seit vielen Jahren wird in Leipzig nun schon verstärkt Wert auf Themen wie Gesundheitsvorsorge und Wohlbefinden, Naturschutz, Ressourcenschutz und Schadstoffemissionen (durch die Stadt) gelegt /18/. Besonders Aspekte der Klimaerwärmung, wie die Zunahme der Anzahl von Hitzetagen und Wetterextremen (z. B. Starkniederschläge), sind in Leipzig von immer größer werdender Relevanz /20/. Im „Energie- und Klimaschutzprogramm der Stadt Leipzig 2014–2020“ wird zusätzlich das Ziel einer erheblichen Senkung von Treibhausgasemissionen beworben /19/. Im Sinne dieser Grundsätze sollen folgende Themen untersucht werden:

- Oberirdische Regenwasserrückhaltung
- Versickerung bzw. Teilversickerung
- Unterirdische Regenwasserrückhaltung
- Multifunktionale Flächennutzung
- Berücksichtigung der Starkregenproblematik, auch hinsichtlich Notwasserwege

Auftraggeber dieses Regenwasserbewirtschaftungskonzeptes ist die Stadt Leipzig, vertreten durch den Oberbürgermeister, endvertreten durch den amtierenden Amtsleiter des Stadtplanungsamtes Herrn Stefan Heinig.

2 Grundlagen der Bearbeitung

- /1/ Deutscher Wetterdienst (DWD), 2017. Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD, Stand: KOSTRA-DWD-2010R. URL: https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte.html, Letzter Zugriff: 16.07.2018.
- /2/ DIN 1986-100:2016-12. Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056.
- /3/ DIN EN 752:2017-07. Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement.
- /4/ DWA, 2005. Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /5/ DWA, 2005. Merkblatt DWA-M 178 „Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /6/ DWA. 2006. Arbeitsblatt DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /7/ DWA, 2007. Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /8/ DWA, 2013. Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /9/ DWA, Gelbdruck: 2016. Arbeitsblatt DWA-A 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“. Herausgegeben von „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.“ (DWA).
- /10/ FLL, 2018. Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen. Bonn. Herausgegeben von „Forschungsgesellschaft für Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e. V.“ (FLL).
- /11/ Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, 2018. Orientierende Untersuchung Wilhelm-Leuschner-Platz, 04109 Leipzig – Altlastenkennziffer: 650033107.
- /12/ Landeshauptstadt Dresden, 2014. Informationen zur Begrünung von Dächern. URL: <https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/dachgruen.pdf>, Letzter Zugriff: 02.07.2018.
- /13/ LfULG, 2018. Auskunft über vergangene Aufschlüsse im Gebiet des Wilhelm-Leuschner-Platzes. Herausgegeben von „Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie“ (LfULG).
- /14/ LfULG, 2018. iDA – interdisziplinäre Daten und Auswertungen. Herausgegeben von „Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie“ (LfULG).

- /15/ Optigrün, 2018. Systemlösungen zur Dachbegrünung. URL: <https://www.optigruen.de/systemloesungen/>, Letzter Zugriff: 11.06.2018.
- /16/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, 2016. Stadtentwicklungsplan Klima – KONKRET – Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt. URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_konkret.pdf, Letzter Zugriff: 03.07.2018.
- /17/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin, 2016. Umweltatlas Berlin – Zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand. URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d220_01.htm, Letzter Zugriff: 26.07.2018.
- /18/ Stadt Leipzig, 2003. Umweltqualitätsziele und -standards für die Stadt Leipzig.
- /19/ Stadt Leipzig, 2014. Energie- und Klimaschutzprogramm der Stadt Leipzig 2014–2020 – Auf dem Weg zur europäischen Energie- und Klimaschutzkommune.
- /20/ Stadt Leipzig, 2016. Klimawandel – Anpassungsstrategien für Leipzig.

3 Konventionelle Regenwasserbewirtschaftung

3.1 Allgemeine Ziele

Die konventionelle Regenwasserbewirtschaftung beschäftigt sich vordergründig mit der Verdunstung, Nutzung und (ggf. verzögerten) Ableitung von Regenwasser (durch Regenwasserrückhaltung).

3.2 Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung

Auf Dachflächen eignet sich die Teilrückhaltung und Verdunstung des Regenwassers mittels **Kiesdächern**.

Regenrückhaltebecken (RRB) sind besonders vielfältig einsetzbar. Neben offenen Beckenformen in Massivbauweise, gibt es oberirdische RRB auch als Grünbecken (ggf. mit Versickerung). Sie helfen dabei, den Abfluss verzögert abzuleiten.

3.3 Unterirdische Regenwasserrückhaltung

RRB werden auch als geschlossene unterirdische Massivbauwerke ausgeführt, um Regenwasser zwischenzuspeichern und der Kanalisation verzögert zuzuführen.

Ansonsten kann das Regenwasser auch direkt über die bestehende **Kanalisation** (Misch- oder Trennsystem) abgeführt werden.

In ähnlicher Weise wie RRB werden **Zisternen** eingesetzt. Diese unterirdischen Sammelbehälter speichern anfallendes Regenwasser zwischen. Dieses wird anschließend verzögert abgeleitet oder steht zur weiteren Nutzung zur Verfügung.

Auch sogenannte **Stauraumkanäle** sind unterirdische Rückhalteeinrichtungen mit planmäßig gedrosselter Entlastungsfunktion (langgestreckte Wasserspeicher).

3.4 Anwendbarkeit

Die in Kapitel 3.2 und 3.3 aufgeführten Anlagen entsprechen grundsätzlich nicht den Anforderungen an Nachhaltigkeit und leisten damit keinen Beitrag zum Umweltschutz, wie es die Aufgabenstellung fordert. Die maximale Regenwasserrückhaltung auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz kann so nicht erreicht werden, da der größte Teil des Regenwassers lediglich verzögert abgeleitet wird. Außerdem ermöglichen die Anlagen keine natürliche Vorbehandlung und Reinigung der Regenwasserabflüsse.

Die konventionelle Regenwasserbewirtschaftung liegt somit nicht im Fokus des Regenwasserbewirtschaftungskonzeptes und stellt ausschließlich dann eine Alternative dar, wenn die Anlagen der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung aus besonderen Gründen nicht umsetzbar sind.

4 Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung

4.1 Allgemeine Ziele

Zu den Zielen der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung zählen Verdunstung, Regenwasserrückhaltung und Versickerung. Dabei ist das Ideal der natürliche Wasserkreislauf und damit der unmittelbare Verbleib von großen Teilen des Regenwassers am Ort des Auftretens (Verdunstung, Rückhaltung (z. B. Benetzung) und Versickerung). Die Ableitung des Regenwassers in die Kanalisation und damit die Verdünnung des Schmutzwassers ist zu vermeiden.

Weiterhin gibt es Anforderungen an die Qualität des Regenwassers. Sobald dieses oberirdisch abfließt, ist davon auszugehen, dass es sich mit Schadstoffen anreichert und ohne Vorbehandlung nicht mehr dem Grundwasserleiter zugeführt werden darf (vgl. Kapitel 4.3.2). Nach DWA-M 153 ist dafür neben der Flächenbelastung (z. B. Straßen, Gehwege, Hof- und Dachflächen; sogar Grünflächen (wenn auch gering)) auch die Luftverschmutzung (z. B. Verkehrsaufkommen) von Bedeutung /7/.

4.2 Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung

Zu den Möglichkeiten der oberirdischen Regenwasserrückhaltung zählen neben blaugrünen Dächern (oder Fassaden) auch pflanzenbestandene Wasserflächen, Verdunstungsbeete, wasserversorgtes Grün, schwimmende Vegetationsinseln, Wasserspiele, Brunnen sowie Wasserflächen. Diese werden auch als „Urban Wetlands“ (städtische Feuchtgebiete) bezeichnet. Bei dieser oberirdischen Regenwasserrückhaltung können intensive Verdunstungseffekte eine kühlende Wirkung auf das Stadtklima hervorrufen (vgl. Abbildung 1) /16/.

Pflanzenbestandene Wasserflächen ermöglichen die höchste Verdunstungs- und damit Kühlleistung. Je besser die Pflanzen mit Wasser versorgt werden, desto stärker die Transpiration. Bestimmte Pflanzenarten verbessern diesen Effekt durch permanent offene Spaltöffnungen. Im Gegensatz zu **Wasserflächen** ohne Bewuchs kann so die Kühlleistung nahezu verdoppelt werden. **Verdunstungsbeete** und **wasserversorgtes Grün** verfolgen denselben Ansatz. Bei einzeln stehenden Bäumen oder kleinen dauerstaunassen Verdunstungsbeeten im Straßenraum oder auf Plätzen, sorgt der Oaseneffekt für eine intensivere Verdunstung /16/.

Schwimmende Vegetationsinseln sind im Wasser schwimmende Konstruktionen, die mit Pflanzen des Gewässerrands und der Uferzonen bepflanzt sind. Sie lassen sich grundsätzlich auf allen städtischen Wasserflächen einsetzen. – Oft selbst dann, wenn sich die Gewässerränder nicht bepflanzen lassen. Wasserstandsschwankungen sind in der Regel unproblematisch /16/.

Gründächer können ökologische, funktionale und gestalterische Aspekte eines Gebäudes verbessern. Diese lassen sich in Intensiv-, einfache Intensiv- und Extensivbegrünung unterteilen, wobei die Unterschiede in den Bauweisen, Baustoffen sowie der Pflanzenverwendung und damit auch in der Leistungsfähigkeit bzw. in den Herstellungs- und Unterhaltungskosten liegen /10/.

Grundsätzlich kann bei **Intensivbegrünungen** eine Vegetation bestehend aus Stauden, Gräsern (auch Rasenflächen), Blumenzwiebeln, Sommerblumen und Gehölzen hergestellt werden. In besonderen Fällen sind auch Bäume möglich.

Der Herstellungsaufwand ist bei Intensivbegrünungen am größten. Da die verwendeten Pflanzen hohe Ansprüche an den Schichtaufbau erfordern, sind Instandhaltungsmaßnahmen unverzichtbar. Vor allem die regelmäßige Wasser- und Nährstoffversorgung ist für den dauerhaften Erhalt der Vegetation von Bedeutung. Es können Aufbaudicken zwischen 15 cm (vgl. Abbildung 2) und über 50 cm (vgl. Abbildung 3) erforderlich sein.

Die Nutzung von Intensivbegrünungen kann bei entsprechender Ausstattung mit der Nutzung ebenerdiger Flächen vergleichbar sein /10/.

Einfache Intensivbegrünungen stellen den Übergang zwischen Intensiv- und Extensivbegrünung dar. Daran orientiert sich auch die Wahl des Bewuchses, die Nutzungs- und Gestaltungsvielfalt sowie der Kosten- und Unterhaltungsaufwand /10/.

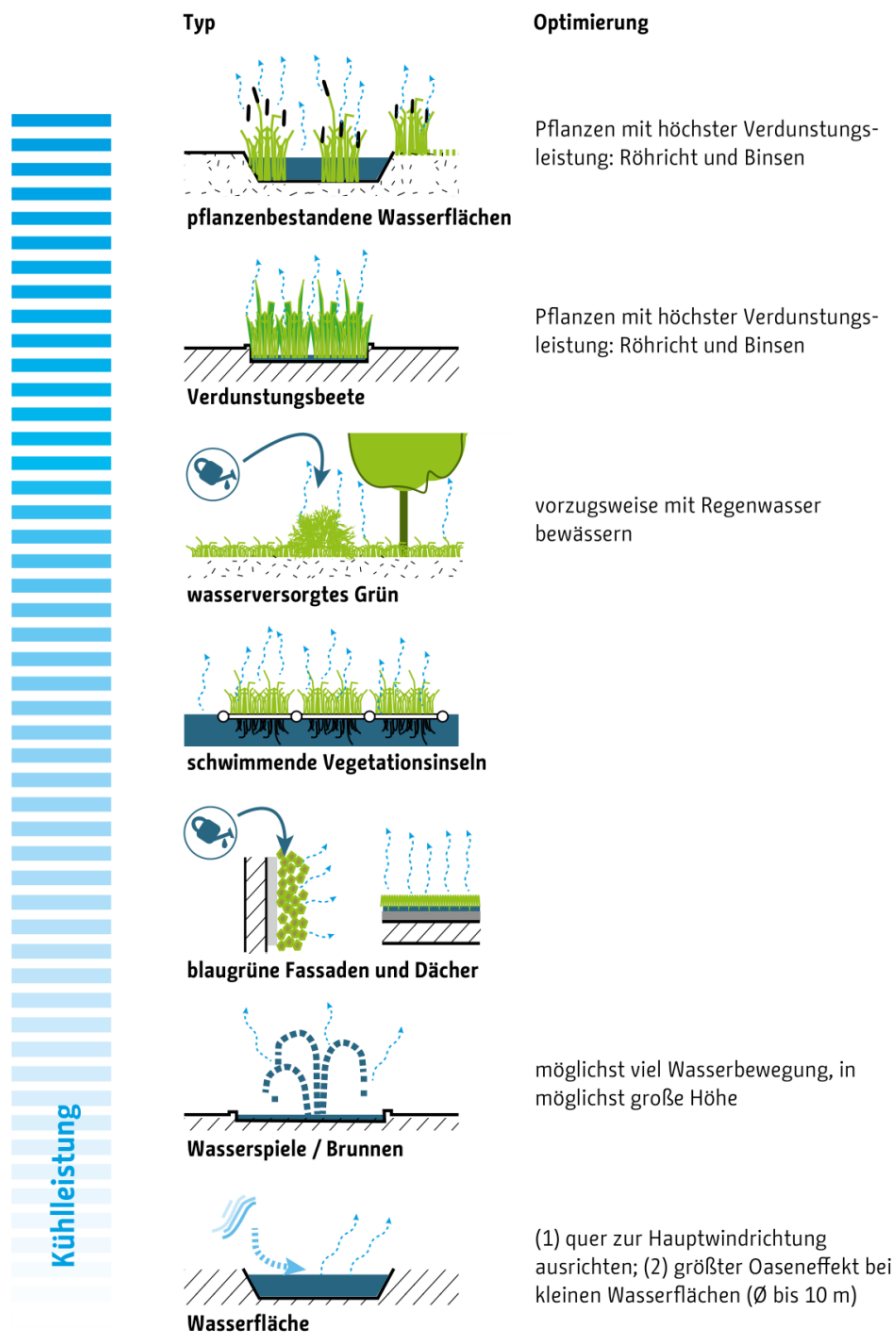


Abbildung 1: Städtische Feuchtgebiete und deren potenzielle Kühlleistung aus /16/

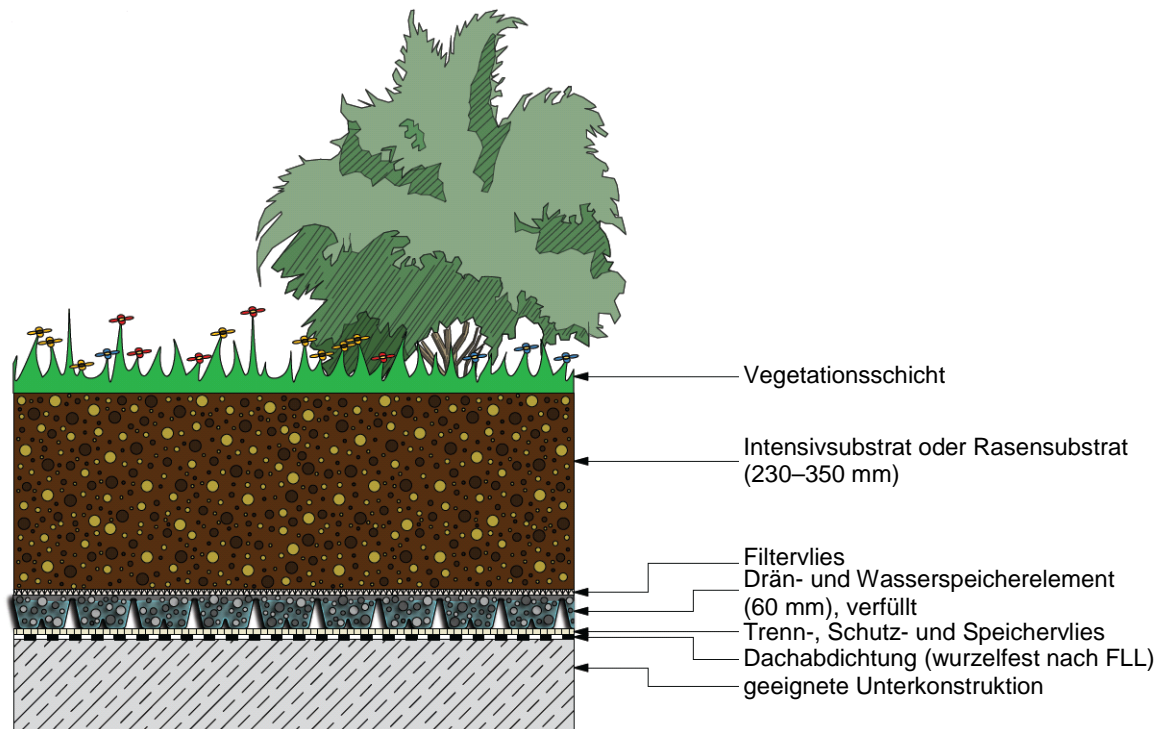


Abbildung 2: Beispielhafter Aufbau einer Intensivbegrünung (Modell „Gartendach“, Aufbaudicke: 26–47 cm) /15/

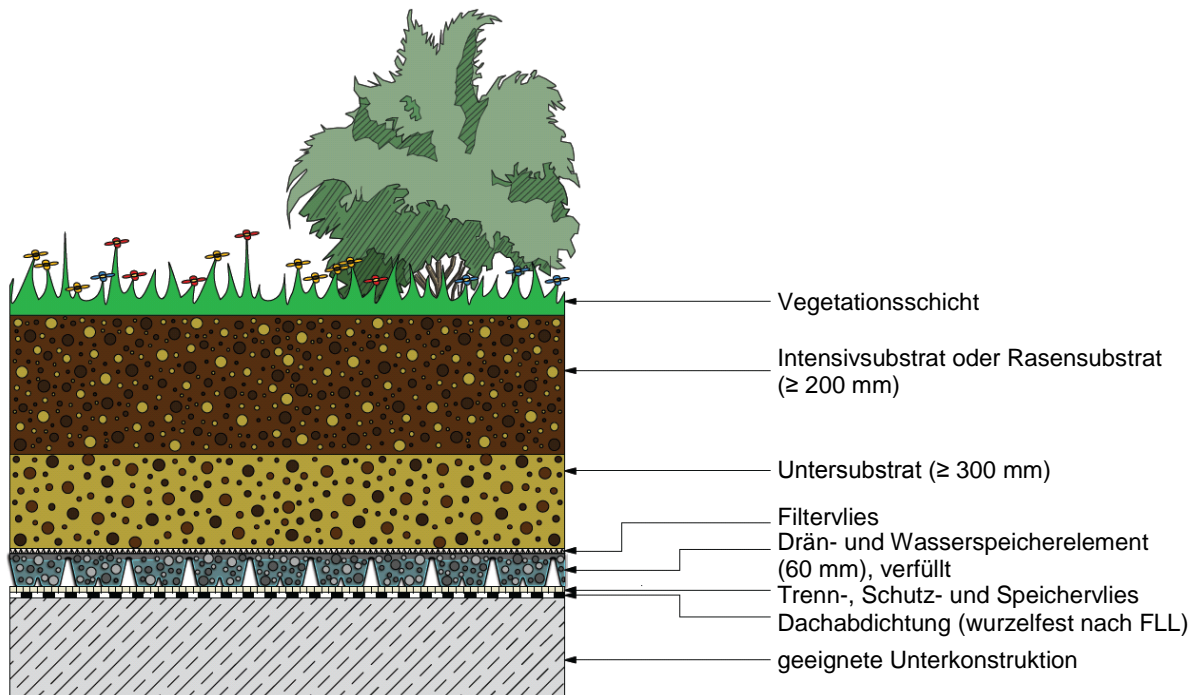


Abbildung 3: Beispielhafter Aufbau einer bis zu 100 cm dicken Intensivbegrünung (Modell „Landschaftsdach“, Aufbaudicke: 42–100 cm) /15/

Bei **Extensivbegrünungen** ist oftmals die spontane Selbstbegrünung das Ziel. Andernfalls kann diese zur Beschleunigung zusätzlich initiiert werden. Dabei sind vorzugsweise robuste Pflanzen mit hoher Regenerationsfähigkeit zu verwenden. Neben Moosen fallen darunter auch Sukkulenten, Kräuter und Gräser. Ergänzend sind auch Zwiebel- und Knollenpflanzen möglich.

Der Aufwand zur Herstellung und Unterhaltung einer Extensivbegrünung ist gering, da sich die gewählten Vegetationsformen weitgehend selbst erhalten und weiterentwickeln. Die Aufbaudicken von Extensivbegrünungen bewegen sich zwischen 2 cm und 20 cm. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen Dachbegrünungen unterschiedlicher Aufbaudicken.

Soll ein vorgegebenes Vegetationsbild erhalten oder der Erosionsschutz dauerhaft sichergestellt werden, kann eine geringe regelmäßige Nährstoffversorgung und Pflege sowie eine witterungsabhängige Wasserversorgung erforderlich werden.

Typischerweise entfällt die weitere Nutzung von Extensivbegrünungen /10/.

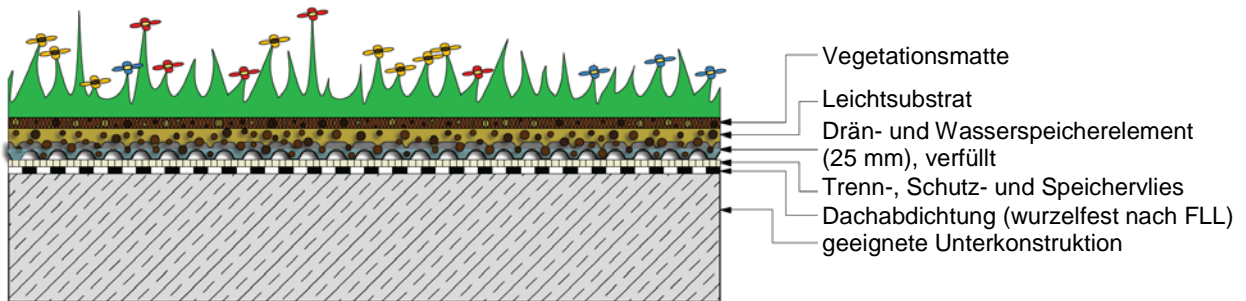


Abbildung 4: Beispiel einer Extensivbegrünung minimaler Aufbaudicke (Modell „Leichtdach“, Aufbaudicke: 5 cm) /15/

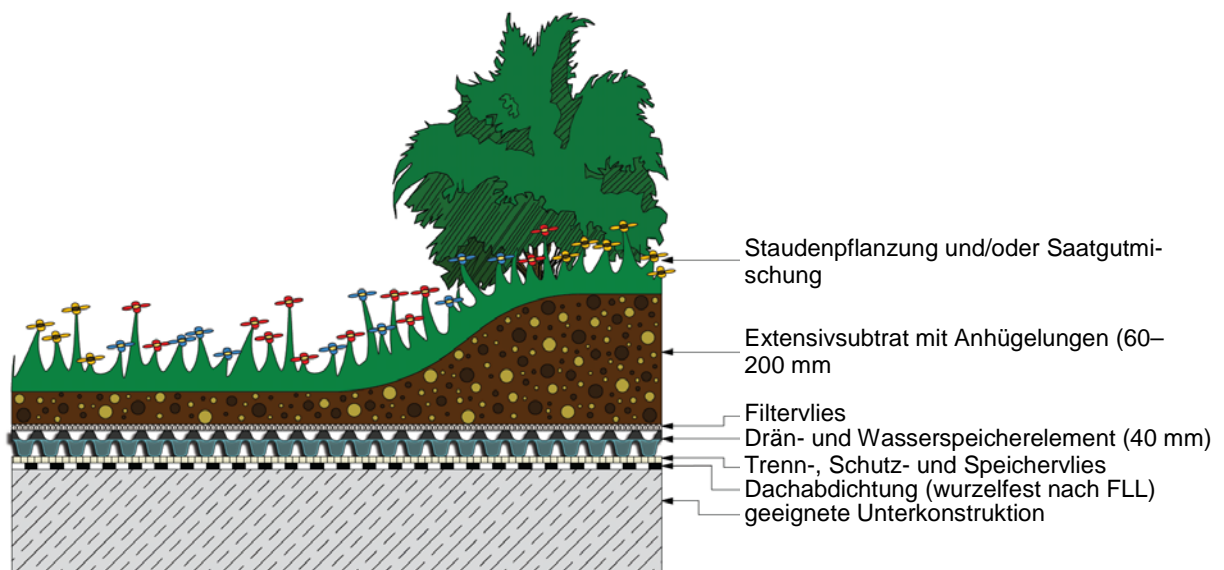


Abbildung 5: Beispielhafter Aufbau einer Extensivbegrünung (Modell „Naturdach“, Aufbaudicke: 10–25 cm) /15/

4.3 Versickerung

4.3.1 Versickerungsanlagen

Anlagen zur Versickerung bzw. Teilversickerung sind nach dem DWA-A 138 /4/ zu bemessen. Wichtig für die Dimensionierung und entscheidend für die Wahl einer Versickerungsanlage sind unter anderem Bodeneigenschaften (Durchlässigkeit), bestehende Bebauung im Untergrund, mögliche Schadstoffbelastung, Grundwasserverhältnisse und Flächenverfügbarkeit. Versickerungsanlagen eignen sich ebenfalls zur temporären Regenwasserrückhaltung (außer Flächenversickerung; sowohl oberirdisch als auch unterirdisch) und zur Verdunstung (nur bei Flächen-, Mulden- und Beckenversickerung).

Versickerungsmulden können das Regenwasser in einer bis zu 30 cm tiefen Geländemulde kurzzeitig speichern (vgl. Abbildung 6). Ihre Hauptaufgabe besteht aber in der Versickerung des Regenwassers durch den bewachsenen Oberboden. Versickerungsmulden eignen sich bis zu einer Mindest-Durchlässigkeit von $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Der Bewuchs sorgt für eine anhaltende Durchsickerbarkeit des Bodens. Große Mulden sind insbesondere bei abschüssigen Geländebeziehungen durch Bodenschwellen zu unterbrochen. Das Wasser hat außerdem möglichst gleichmäßig verteilt zuzufießen damit es ebenso gleichmäßig versickern kann. Oftmals eignen sich befestigte Wege und Plätze gleichzeitig als Regenwasserzuleitung zur Versickerungsmulde /4/.

Versickerungsbecken oder Versickerungsteiche lassen auch größere Einstauhöhen als Versickerungsmulden zu. Ihnen ist in der Regel eine Absetzanlage vorzuschalten, um übermäßige Kolmation (oberflächige Abdichtung) durch im Wasser mitgeführte Stoffe zu verhindern /4/.

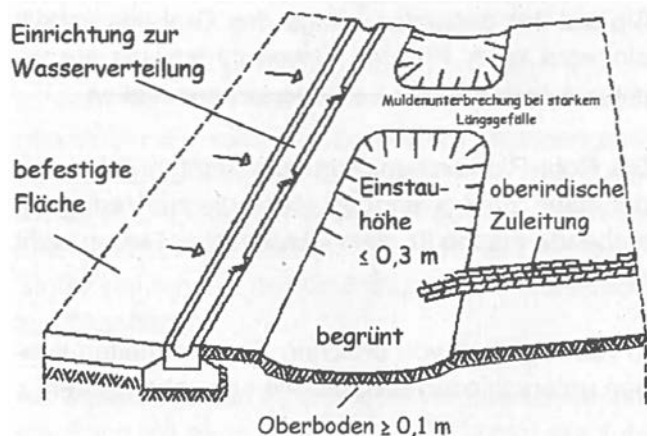


Abbildung 6: Versickerungsmulde /4/

Bei der **Flächenversickerung** rinnt das Wasser, im Gegensatz zur Versickerungsmulde, ohne zwischenzeitliche Speicherung durch den bewachsenen Boden (Rasen, teildurchlässige Terrassen- oder Verkehrsflächen) in den Untergrund /4/. Die Leistungsfähigkeit der Anlage ist maßgeblich von der Flächenverfügbarkeit abhängig und eignet sich daher besonders, wenn diese sehr groß ist.

Ein **Rigolen-Element** ist ein mit einem Material mit großer Speicherfähigkeit (z. B. Kies) gefüllter Graben oder auch flächiger Aushub. Neben der Speicherung versickert das Wasser von dort aus verzögert in den umgebenden Boden. Bei **Rohr-Rigolen-Elementen** wird das Wasser unterirdisch durch einen perforierten Rohrstrang in die Rigole geleitet (vgl. Abbildung 7). Hinsichtlich der vom Regenwasser mitgeführten absetzbaren Stoffe ist bei Rohr-Rigolen

mit unterirdischer Zuleitung stets eine Absetzeinrichtung vorzuschalten. Außerdem ist ein Spülschacht am Ende der Rigole sinnvoll, um ggf. Spülgut zu entnehmen /4/.

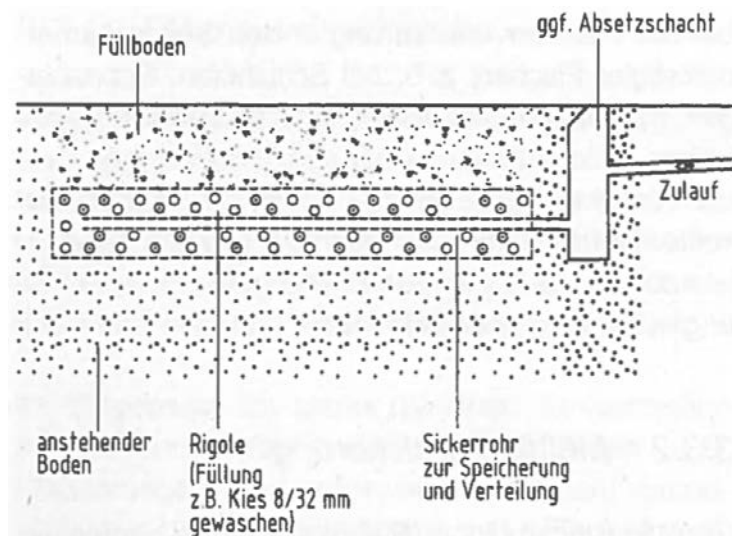


Abbildung 7: Rohr-Rigolen-Element /4/

Die Kombination von Mulden und darunterliegenden Rigolen ermöglicht die verzögerte Versickerung bis zu einer Durchlässigkeit des anstehenden Bodens von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, da die geringere Versickerungsrate durch ein vergrößertes Speichervolumen ausgeglichen werden kann. Der Querschnitt eines solchen **Mulden-Rigolen-Elements** ist in Abbildung 8 dargestellt. Der bewachsene Oberboden darf eine Durchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s nicht unterschreiten, um ein schnelles Versickern des Regenwassers aus der Mulde in die Rigole sicherzustellen und zu lange Einstauzeiten zu vermeiden. Ein Überlauf zwischen Mulde und Rigole wird im Allgemeinen empfohlen. Dazu eignen sich beispielsweise schon einfache kiesgefüllte Rohre. Bei einem Überlauf fällt zwar die Reinigungswirkung der Versickerung durch den bewachsenen Oberboden weg, jedoch ist dies für die verhältnismäßig geringen Überlaufmengen unbedenklich. Dennoch ist der Überlauf möglichst weit entfernt von der Zulaufstelle zur Mulde vorzusehen, um den Eintrag von Verschmutzungen nach besten Kräften zu vermeiden /4/.

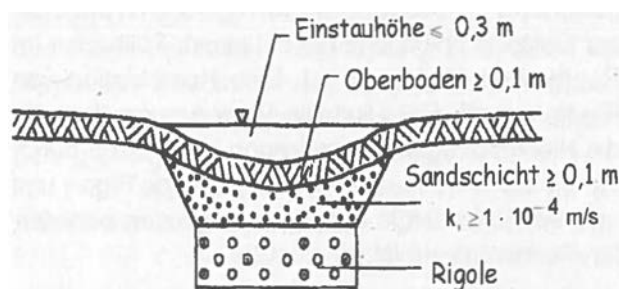


Abbildung 8: Querschnitt eines Mulden-Rigolen-Elements /4/

Mehrere Mulden-Rigolen-Elemente können in einem **Mulden-Rigolen-System** zusammengefasst werden. Diese sind bei einer Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zu empfehlen, da nun die Zwischenspeicherung der Abflüsse nicht mehr ausreicht, um die geringe Versickerungsrate zu kompensieren. Mulden-Rigolen-Systeme verfügen deshalb über eine gedrosselte Abflusseinrichtung in ein Rohrsystem (z. B. Mischwasserkanal) oder einen offenen Graben. In der Regel befindet sich der Rigolenüberlauf in demselben Schacht,

In DWA-M 153 wird ein Punktebewertungssystem eingesetzt (gewichtet), um die Belastung von unterirdischen und oberirdischen Gewässern durch zuströmendes Regenwasser qualitativ und quantitativ zu berücksichtigen /7/. Hingegen wird in DWA-M 102 jeder Anlage ein Wirkungsgrad hinsichtlich der Abtrennung abfiltrierbarer Stoffe zugewiesen. Von diesem Wirkungsgrad und von der Belastung der Fläche (je nach passender Kategorie) hängt ab, ob weitere Behandlungsmaßnahmen nötig werden. Im Gegensatz zur DWA-M 153 interessieren hier allerdings weder das Verhältnis von undurchlässiger Fläche zur Versickerungsfläche noch das Verfahren der Behandlung.

Nach dem DWA-M 178 ist ein **Retentionsbodenfilter** ein mit Schilf bepflanztes Filterbecken zur Abtrennung partikulärer Stoffe sowie zum biologischen Abbau gelöster Stoffe, „bei dem der zugehörige Speicherraum über dem Filterkörper bzw. der Deckschicht angeordnet wird“ (Retention) /5/. Da Retentionsbodenfilter in besonderem Maße auf Filtration ausgelegt werden und dafür nach DWA-A 102 ein Wirkungsgrad von $\eta_{\text{RBF}} = 0,95$ anzusetzen ist, wird für Versickerungsmulden im Folgenden von einem Wirkungsgrad von $\eta_{\text{Mulde}} \geq 0,8$ ausgegangen. Die Reinigungswirkung von Retentionsbodenfiltern und **Versickerungsmulden** (Versickerung durch bewachsenen Oberboden) ist sehr gut /9/.

4.4 Anwendbarkeit

In diesem Regenwasserbewirtschaftungskonzept wird besonderes Augenmerk auf die nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung gelegt, da sich diese sehr gut eignet, um Regenwassereinleitungen in die städtische Kanalisation zu minimieren und den Belangen des Umweltschutzes gerecht wird.

5 Regenwasserbewirtschaftung der Freifläche

5.1 Randbedingungen

5.1.1 Geologische/geotechnische Verhältnisse

Im gegenwärtigen Zustand des Wilhelm-Leuschner-Platzes (Istzustand) kommt es auf den unversiegelten bzw. teilweise versiegelten Bereichen der Freifläche zur Verdunstung und Teilversickerung des Regenwassers (aktuell liegt der Versiegelungsgrad bei ca. 52 %). Der größte Teil des Regenwassers wird allerdings über unterirdische Rohrleitungen in die Kanalisation abgeführt. Für das Regenwasserbewirtschaftungskonzept soll gemäß Aufgabenstellung die Annahme getroffen werden, dass in Zukunft jeweils 50 % der Freifläche unversiegelt bzw. versiegelt sein werden. Dadurch kann die Betrachtung insofern vereinfacht werden, dass die undurchlässige Fläche A_u etwa die Hälfte der Freifläche beträgt (ca. 11600 m²).

Die zu betrachtende Freifläche weist einen Höhenunterschied von 1–2 m mit einem entsprechenden Nord-Süd-Gefälle von ca. 1–2 % auf. Zusätzlich neigt sich die Freifläche Richtung Südosten. Die vorliegenden Daten zu Bodenaufschlüssen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) /13/ lassen außerdem folgende Schlussfolgerungen zu:

- wahrscheinlich befindet sich in weiten Teilen der Freifläche innerhalb der ersten 2–3 m unter Geländeoberkante großflächig Bauschutt, welcher sich nicht zur Versickerung eignet
 - o unbekannte, möglicherweise schädliche Substanzen könnten ausgewaschen werden
 - o die Zusammensetzung und damit die Versickerungsfähigkeit wären sehr inhomogen
- der unterhalb davon anstehende Boden bis zum Grundwasserleiter besteht ansonsten größtenteils aus gut durchsickerbarem Mittelsand ($k_f = 10^{-3}–10^{-4}$ /4/)
(Hinweis: bei inhomogenem Untergrund (je nach Platzierung der Anlagen) sind nach DWA-A 138 Versickerungsversuche empfehlenswert /4/)

5.1.2 Grundwasserverhältnisse

Der Wilhelm-Leuschner-Platz befindet sich nicht in einer Wasserschutzzone.

Gemäß einer Altlastenuntersuchung /11/ in Vorbereitung auf die zukünftige Wiederbebauung des Wilhelm-Leuschner-Platzes, lag der Grundwasserstand im Bereich des Wilhelm-Leuschner-Platzes zum Zeitpunkt der letzten großflächigen Erfassung im Jahr 2012 bei ca. 107 m ü. NHN. Bei Geländehöhen von flächendeckend mindestens 114 m ü. NHN ergibt sich daher ein minimaler Grundwasserflurabstand von 7 m. Bei Versickerungsanlagen ist nach DWA-A 138 ein Abstand zur Grundwasseroberkante des mittleren höchsten Grundwasserstandes (MHGW) von mindestens 1,5 m sicherzustellen (vgl. Kapitel 4.3.1) /4/. Der MHGW ist nach /17/ „als der Mittelwert der Jahreshöchstwerte des beobachteten Grundwasserstands definiert“. Infolge der Prüfung der mittleren höchsten Grundwasserstände (MHGW) im Datenportal iDA („interdisziplinäre Daten und Auswertungen“) des LfULG /14/ ließ sich ein ähnlicher Grundwasserstand wie in /11/ ermitteln (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: MHGW an in der Nähe des Wilhelm-Leuschner-Platzes gelegenen Grundwassermessstellen /14/

Grundwassermessstelle	Lage bzgl. Wilhelm-Leuschner-Platz	MHW [m NN]*
Leipzig, B 7/62 (46400026)	ca. 800 m im Westen	105,79
Leipzig, Geo004b/4d, B 1/87 (46401403)	ca. 630 m im Südosten	109,50
Afu 1/95 Naschmarkt (46400415)	ca. 580 m im Norden	105,60
Floßplatz, Geo 0001/3d/04107 (46400038)	ca. 560 m im Südwesten	106,75
im Mittel		106,91

* Abweichungen von m NHN sind insbesondere im Flachland vernachlässigbar

(Hinweis: Eine Stichtagsmessung aus dem Jahr 2017 zeugt von einem Grundwasserflurabstand von knapp 6 m. Für in ca. 4 m Tiefe liegende Versickerungsebenen ist auch dafür der Mindestflurabstand von 1,5 m eingehalten.)

5.1.3 Bemessungsgrundlagen

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) ermöglicht mit den KOSTRA-DWD-Rasterdaten (Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD) eine Anpassung aktueller Planungen an Starkniederschläge regionaler Bedeutung. Dabei werden die Intensitäten der Starkniederschläge nach der Dauerstufe D (5 min bis 72 h) und der Wiederkehrzeit T in Jahren („einmal in 1–100 a“) geordnet. Verfügbar sind Regenhöhen $h_N(D;T)$ (in mm bzw. l/m²) und -spenden $r_N(D;T)$ (in l/(s·ha)). Die Regendaten können für Rasterfelder einer Fläche von jeweils etwa 67 km² abgerufen werden /1/.

Der Wilhelm-Leuschner-Platz befindet sich auf der Grenze zweier Rasterflächen nach KOSTRA-DWD-2010R. Diese verläuft in West-Ost-Richtung etwa auf Höhe der Brüderstraße. Da sich demnach der größte Teil des Bearbeitungsgebietes innerhalb der nördlichen Rasterfläche befindet und die Regendaten im Vergleich keine gravierenden Unterschiede zeigen, wird vereinfachend angenommen, dass für das gesamte Gebiet die Daten der nördlichen Rasterfläche (index_rc = 50055) maßgebend sind.

Nach DWA-A 117 /8/, DWA-A 118 /6/, DWA-A 138 /4/ und der DIN EN 752 /3/ ist für die Bemessung von Versickerungsanlagen eine Wiederkehrzeit T von zehn Jahren in der Kategorie „Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen“ ausreichend.

Der Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 ist nach DWA-A 118 sowie DIN EN 752 für eine Wiederkehrzeit von T = 50 a zu führen. Wegen des erhöhten Sicherheitsbedarfs vor Ort, wurde der Überflutungsnachweis für 100 a geführt (von AG empfohlen). Für die Freifläche wird dabei die Differenz der auf der undurchlässigen Fläche anfallenden Regenwassermenge, zwischen dem 100-jährigen Regenereignis und dem 10-jährigen Bemessungsregen betrachtet (Dauerstufe D = 10 min; für 1–4 % Gefälle). Der Überflutungsnachweis gilt als erbracht, sobald genügend Stauraum für diese Regenwassermenge verfügbar ist (hier eine Differenz von ca. 100 m³) /2/.

Grundsätzlich wurde für alle Szenarien ein Überflutungsnachweis geführt und der Stauraum kann zur Verfügung gestellt werden. Wichtig dafür ist die dauerhafte Lenkung des Abflusses entlang des Gefälles über befestigte Wege (Hochborde, befestigte Entwässerungsmulden o. dgl.) oder auf sonstigen Oberflächen. Unmittelbar vor den Gebäudekomplexen würde sich

Ersteres besser eignen und ist im Rahmen der Planung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen diese Notwasserwege nach einem Starkregenereignis ertüchtigt werden. Sollen kritische Bereiche mit Versiegelung möglichst schnell entwässert werden (z. B. Marktfläche), so kann an dieser Stelle eine klassische Entwässerung über unterirdische Leitungen vorgesehen werden. Unter Nutzbarmachung der Höhenunterschiede auf der Freifläche müsste diese in einen offenen Graben münden, um anschließend der Versickerung zuzufließen (vgl. Kapitel 5.3).

Für die überschlägige Bemessung der Anlagen wurden stets größere Sicherheiten angenommen. So wurde zum Beispiel gemäß DWA-A 138 für den Zuschlagsfaktor f_z zur Bestimmung des erforderlichen Muldenvolumens ein Wert von $f_z = 1,2$ gewählt /4/.

5.2 Möglichkeiten der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung

5.2.1 Multifunktionale Flächennutzung

Städtische Freiflächen, wie Verkehrs- oder Grünflächen, bergen oftmals ungenutzte Potenziale zur Zwischenspeicherung von Starkregenabflüssen. Diese Flächen gezielt zur Retention von Abflussspitzen einzusetzen hilft, Bereiche mit größerem Schadenspotenzial zu schützen. Dabei soll der Hauptnutzen der Flächen zwar erhalten aber um die Funktion gezielter Retention erweitert werden. Auf diese Weise wird innerstädtisch multifunktionale Flächennutzung gefördert. Die Freifläche auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz soll in möglichst hohem Maße dem Prinzip der multifunktionalen Flächennutzung entsprechen.

5.2.2 Oberirdische Regenwasserrückhaltung und Verdunstung

Gegebenenfalls pflanzenbestandene Wasserflächen und schwimmende Vegetationsinseln eignen sich nicht für die Flächennutzung aufgrund der erforderlichen Begehbarkeit des Wilhelm-Leuschner-Platzes. Allerdings ist die Wasserrückhaltung in Verdunstungsbeeten und wasserversorgtem Grün für die weitere Planung in Betracht zu ziehen, da der kühlende Einfluss auf das Stadtklima enorm ist. – Allerdings nur, solange diesen Flächen auch ausreichend Wasser zur Verfügung gestellt wird. Es wird daher empfohlen, die Freifläche mit Verdunstungsbeeten und wasserversorgtem Grün zu durchsetzen. Die in Kapitel 5.1.3 genannten Fließwege sind dazu so anzulegen, dass dabei auch diese Grünflächen über den Oberflächenabfluss feucht gehalten werden können. Außerdem empfiehlt es sich, diese Grünflächen leicht einzutiefen, um über längere Zeiträume Dauerstaunässe zu gewährleisten.

Im Sinne der multifunktionalen Flächennutzung und zur Steigerung der Verdunstung (Kühlung) können auch Brunnen oder Wasserspielplätze auf der Freifläche vorgesehen werden. Bestenfalls kann auch dafür auf der Freifläche stets ein Anteil des Regenwasserabflusses gezielt für diese Zwecke bereitgestellt werden.

Verdunstungsbeete, Wasserspielplätze und ähnliche Flächen, welche auch nach Niederschlagsereignissen noch eine gewisse Zeit wasserbestanden sein sollen, müssen so angelegt/konstruiert sein, dass nicht das gesamte Regenwasser direkt ablaufen kann. Das heißt Abläufe sollten als über den tiefliegenden Bereichen liegende Überläufe angeordnet werden.

5.2.3 Vorbehandlung und Versickerung

Aufgrund der Belastung der Oberflächenabflüsse ist eine Vorbehandlung des Wassers vor der Abgabe in das Grundwasser unbedingt erforderlich (vgl. Kapitel 4.1). Die Bewertung der Notwendigkeit einer Vorbehandlung für die Freifläche nach DWA-M 153 und DWA-A 102 ist in Anlage 1 detailliert dargestellt.

Auf der Freifläche eignet sich besonders die Versickerung durch eine bewachsene Oberbodenschicht (Muldenversickerung) zur Vorbehandlung des Regenwassers. Retentionsbodenfilter sind zwar hinsichtlich ihrer Reinigungswirkung herausragend, allerdings sind Bauwerke dieser Art nicht im Sinne der multifunktionalen Flächennutzung vor Ort, denn Retentionsbodenfilter sind nicht begehbar oder anderweitig nutzbar. – Im Gegenteil: Aus Unfallschutzgründen ist eine Einzäunung erforderlich. Sie erfordern außerdem eine intensive Unterhaltung und haben einen großen Flächenverbrauch. Nichtsdestotrotz sind sowohl die Versickerung durch den bewachsenen Oberboden als auch der Retentionsbodenfilter in der Lage, die Qualitätsanforderungen nach DWA-M 153 und DWA-A 102 zu erfüllen.

Sobald die geplante Flächennutzung der Freifläche bekannt ist, sind auch die Belastungen genauer zu differenzieren. Dadurch werden sich in der Planung vermutlich etwas niedrigere Belastungswerte ergeben (nur ein Teil der Freifläche wird tatsächlich (unter anderem) als Marktplatz genutzt). Im Rahmen dieser Untersuchung sind somit die erforderlichen Behandlungsanlagen zwangsläufig leicht überbewertet.

In Abbildung 11 sind die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Versickerungsanlagen dargestellt. Für die Freifläche eignet sich keine Flächenversickerung, da diese eine große Platzverfügbarkeit voraussetzt. Versickerungsbecken oder -teiche sind für den Wilhelm-Leuschner-Platz ebenfalls uninteressant, da es mit der Versickerungsmulde eine besser geeignete Lösung für den Wilhelm-Leuschner-Platz gibt. Diese ist nicht nur flacher auszuführen und damit weniger auffällig, sondern schafft auch bessere Voraussetzungen für die multifunktionale Flächennutzung. Im Gegensatz zu einem Becken oder Teich schließen sich eine Mulde, die zugleich als Spielplatz, Liegewiese usw. genutzt wird, nicht zwangsläufig aus.

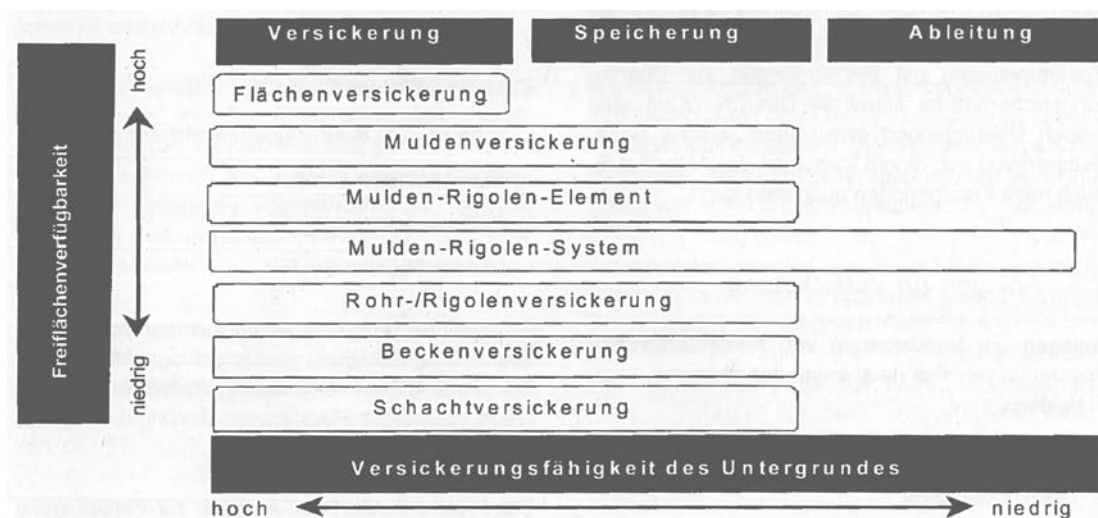


Abbildung 11: Einsatzmöglichkeiten von Versickerungsanlagen /4/

Aufgrund der vorhandenen geologischen Verhältnisse (vgl. Kapitel 5.1.1) muss davon ausgegangen werden, dass die oberen Bodenschichten nicht versickerungsg geeignet und daher je nach Szenario auszutauschen sind (Kapitel 5.3). Daher eignen sich grundsätzlich auch Sickerschächte und (Rohr-)Rigolen. Allerdings ist dabei stets eine Anlage zur Behandlung vor-

zuschalten (keine integrierte Reinigung durch bewachsene Oberbodenzone). Absatzschächte bieten zwar auch eine gewisse Reinigungswirkung, allerdings lässt sich diese auf der Grundlage derzeit verfügbarer Regeln der Technik nicht sicher nachweisen. Die Erteilung einer wasserrechtlichen Genehmigung ist insofern fraglich.

5.3 Szenarien

5.3.1 Szenario 1: Retentionsbodenfilter

Szenario 1 umfasst eine Kombination von oberirdischem Speicherraum, einem Retentionsbodenfilter und mehreren Sickerschächten. Der oberirdische Speicherraum soll die Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage ersetzen, welche zur Reinigung des Regenwassers vor der Versickerung in den Sickerschächten benötigt wird. Im Ergebnis zur Umsetzung dieses Szenarios sind

- ein 4000 m² großer Speicherraum mit einer temporär verfügbaren Einstauhöhe von mindestens 14 cm (überflutungssicher, auch Versiegelung möglich),
- ein 1500 m² großer Retentionsbodenfilter sowie
- ca. zehn Sickerschächte (Typ A, gemäß DWA-A 138) mit je einem Durchmesser von 1,5 m und einer Tiefe von etwa 4,5 m

notwendig. Außerdem müssen zwischen Speicherraum und Retentionsbodenfilter oberflächliche oder oberflächennahe Fließwege bereitgestellt werden, um das natürliche Gefälle ausnutzen zu können. Die Sickerschächte dürfen hingegen unterirdisch angebunden sein. Die Einstauzeit des Speicherraumes würde für diese Anlagenkombination wenige Stunden betragen.

5.3.2 Szenario 2: Versickerungsmulde

Im zweiten Szenario soll eine Versickerungsmulde die gesamte Regenmenge zwischenspeichern und durch die bewachsene Oberbodenschicht versickern. Aufgrund der unsicheren Bodenverhältnisse, muss gemäß Kapitel 5.1 der Boden im Mittel vermutlich bis in ca. 3 m Tiefe ausgetauscht und verwertet werden. Neben einer 1200 m² großen und 30 cm tiefen Versickerungsmulde muss zusätzlich noch Stauraum zur Herstellung der Überflutungssicherheit gemäß DIN 1986-100 bereitgehalten werden. Dieser entspräche einer Fläche von 1500 m² mit einem Regenwasser-Einstau von knapp 7 cm (Versickerungsmulde kann sich innerhalb befinden). Sowohl die Mulde, als auch der zusätzliche Stauraum können auf der Freifläche relativ flexibel in kleinere Bereiche aufgeteilt werden, soweit Gesamtfläche und Volumen der Mulden den vorgenannten Angaben mindestens entsprechen.

5.3.3 Szenario 3: Modifiziertes Mulden-Rigolen-System

Für Szenario 3 wurde ein System mehrerer Versickerungsanlagen erarbeitet, welches sich aufgrund der gegebenen Bodenbeschaffenheit zur Versickerung und Zwischenspeicherung des Regenwassers auf der Freifläche eignete. Dabei stellen drei Versickerungsmulden einer Fläche von jeweils 400 m² und einer Tiefe von 30 cm an der Oberfläche sicher, dass nur Wasser mit zulässigem Reinigungsgrad in die unteren Bodenschichten eindringen kann. In einer Tiefe von 1,5 m unter den Mulden wird dieses Wasser, vor Erreichen der nicht zur Versickerung geeigneten Bodenschichten, über Drainageelemente (z. B. DN 150) erfasst und abgeleitet. Bei der Planung der Versickerungsanlagen muss außerdem geprüft werden, in-

wieweit eine Abdichtung zum umliegenden Boden erforderlich wird. Die für die Planung der Entwässerungsanlagen noch durchzuführenden Baugrunduntersuchungen bilden hierfür die Grundlage. Das drainierte Wasser fließt daraufhin in mehreren Schächten (z. B. DN 1000) zusammen und wird – vorbei an Bodenschichten schlechterer Qualität – in größere Tiefen geleitet. Dort wird es zur Versickerung auf Rohrrigolen verteilt, welche sich zwischen den Schächten aufspannen (z. B. DN 150 in ca. 4 m Tiefe).

Die Anordnung der Bauwerke ist örtlich relativ flexibel möglich und vorrangig von den Gefälleverhältnissen vor Ort abhängig. Maßgebend sind vor allem die Abmessungen der Mulden von insgesamt mindestens 1200 m² Fläche und die Länge der Rohrrigolen von mindestens zwei mal 7,5 m. Die Flexibilität der räumlichen Anordnung gestattet auch eine weitgehend „freie“ Gestaltung des Platzes im Rahmen des geplanten Gestaltungswettbewerbs für die Freifläche. Gleichzeitig können die Kosten verhältnismäßig niedrig gehalten werden, da nur auf das nötigste reduzierte Erdarbeiten erforderlich sind. Überflutungssicherheit kann durch eine flächige Absenkung der Mulden um wenige Zentimeter erreicht werden (z. B. 1500 m² knapp 7 cm absenken; siehe Grundriss in Zeichnung 1). Die Einstauzeit kann beim modifizierten Mulden-Rigolen-System durchaus bei über einem Tag liegen. Die Rohrrigolen weisen durch ihre geringere Sickerfläche eine deutlich verringerte Sickergeschwindigkeit gegenüber der Mulde auf. Daher kommt es infolge der Wassersättigung des Untergrundes und der Vollfüllung von Rohrrigolen und Schächten zum Rückstau in die Mulden. Diese entleeren sich von da an mit der langsameren Sickergeschwindigkeit der Rohrrigolen. Die Wartung der Rohrrigolen kann über die Schächte stets von zwei Seiten erfolgen (z. B. Spülung).

In der Zeichnung 1 wurde das modifizierte Mulden-Rigolen-System aus Szenario 3 in verschiedenen Ansichten dargestellt (nicht maßstabsgetreu). Weiterhin sollen die Flexibilität der räumlichen Anordnung und die Größenverhältnisse beispielhaft mit den Zeichnungen 2 und 3 verdeutlicht werden.

5.3.4 Bewertung der Szenarien

Nachfolgend wurden einander wichtige Parameter der drei Szenarien gegenübergestellt (vgl. Tabelle 2). Alle Szenarien erreichen die nötige Retentionswirkung und der Überflutungsnachweis kann unter geringen Mehraufwendungen erbracht werden. Die Reinigungswirkung ist in allen Szenarien sehr hoch und die Vorschriften zur Einleitung des Regenwassers ins Grundwasser werden nach dem Stand der Technik vollumfänglich erfüllt.

Sowohl der komplexe technische Aufbau und der damit verbundene Investitions- und Wartungsaufwand als auch der Retentionsbodenfilter als großflächiges technisches Bauwerk sprechen gegen eine Umsetzung des ersten Szenarios. Daraus ergibt sich, dass Szenario 1 nur dann weiter zu verfolgen ist, wenn sich die Szenarien 2 und 3 aus besonderen Gründen als nicht umsetzbar erweisen.

Die Versickerungsmulde in Szenario 2 erfordert einen sehr einfachen technischen Aufbau und der Wartungsaufwand fällt äußerst gering aus. Die Einstauzeit ist wie beim Retentionsbodenfilter sehr kurz. Allerdings sind deutlich mehr Erdarbeiten erforderlich (Aushub für Austauschboden bis ca. 3 m Tiefe). Da die Schadstoffbelastung des auszutauschenden Bodens nicht bekannt ist, ist derzeit auch keine verlässliche Angabe der für die Entsorgung dieser Böden anfallenden Kosten möglich. Das Kostenrisiko für dieses Szenario ist insofern deutlich größer als für Szenario 3.

Szenario 3 ist gegenüber Szenario 2 dahingehend im Nachteil, dass die Anlage weniger einfach im Aufbau ist und dadurch gewisse Wartungsarbeiten erforderlich sind. Die Einstauzeit ist ebenfalls höher als in den ersten beiden Szenarien. Allerdings sollten auch ca. 29 h (maximal) bei einer Wiederkehrzeit T von „einmal in zehn Jahren“ kein Problem darstellen. Weiterhin ermöglichen längere Einstauzeiten auch einen verbesserten Kühleffekt (Dauerstaunässe). Die größten Vorteile von Szenario 3 sind sowohl die geringen Kosten, welche sich vor allem aus den viel geringeren Aufwendungen für Erdarbeiten und damit verringerten potenziellen Kosten für die Verwertung des belasteten Bodens ergeben, als auch die Flexibilität der räumlichen Anordnung auf der Freifläche.

Eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Form einer Kostenschätzung befindet sich in Anlage 2.

Tabelle 2: Vergleich grundlegender Parameter

Parameter	Szenario 1: Retentionsboden- filter	Szenario 2: Versickerungs- mulde	Szenario 3: mod. Mulden- Rigolen-System
Retentionswirkung	ausreichend gegeben		
Reinigungswirkung	sehr hoch (alle erfüllen DWA-M 153 und DWA-A 102, vgl. Anlage 1)		
Überlastungssicherheit	gewährleistet		
technischer Aufbau	komplex	sehr einfach	moderat
Wartungsaufwand	hoch	niedrig	moderat
Multifunktionale Nutz- barkeit	Retentionsbodenfil- ter nicht anderwei- tig nutzbar, auch Versiegelung des Speicherraums möglich	möglich, solange bewachsener Oberboden erhal- ten bleibt; durch flächenhaf- ten Verbau visuell nicht wahrnehmbar	möglich, solange bewachsener Oberboden erhal- ten bleibt; durch flächenhaf- ten Verbau visuell nicht wahrnehmbar
Flexibilität der räumli- chen Anordnung	niedrig	moderat	moderat
erwartete Bruttokosten (vgl. Anlage 2)	teuerste Lösung; Kosten nicht ge- schätzt	ca. 125000 €	ca. 85000 €
längster Einstau des Re- tentionsraumes	sehr kurz (4 h)	sehr kurz (3 h)	mittel (29 h)

6 Regenwasserbewirtschaftung der Planstraße

6.1 Randbedingungen

6.1.1 Geologische/geotechnische Verhältnisse

Auf der Fläche der zukünftigen Planstraße existiert ein Gefälle in Richtung der Grünwaldstraße. Hinsichtlich des Bodenaufbaus existieren weniger eindeutige Angaben als auf der Freifläche im Westen. Rings um die Grünfläche, welche von der Planstraße umschlossen wird, sind drei Bodenaufschlüssen bekannt. Der erste zeigt eine Aufschüttung unbekanntem Materials bis in 5 m Tiefe, ein weiterer 2,8 m und der dritte lediglich 50 cm tief. Für dieses Konzept wird davon ausgegangen, dass der Boden im Mittel (wie auf der Freifläche) bis in ca. 3 m Tiefe zur Versickerung ungeeignet ist und ggf. ausgetauscht werden muss (vgl. Kapitel 5.1.1). Darunter besteht der Untergrund voraussichtlich zu großen Teilen aus sickerfähigem Feinsand ($k_f = 10^{-4}$ – 10^{-5} m/s). Die undurchlässige Fläche A_u beträgt hier etwa 1670 m².

Hinweis: Weitere Bodenaufschlüsse des Leipziger Amtes für Umweltschutz standen im Bearbeitungszeitraum bis Ende Juli 2018 nicht zur Verfügung. Die nachträglich zur Verfügung gestellten Unterlagen (27.08.2018) weisen keine schlechteren Randbedingungen bezüglich des vorgeschlagenen Versickerungskonzeptes auf.

6.1.2 Grundwasserverhältnisse

Grundwasserstand und Grundwasserflurabstand entsprechen den Angaben in Kapitel 5.1.2. Das heißt, es kann auch hier von einem Grundwasserflurabstand von mindestens 7 m ausgegangen werden. Die Planstraße befindet sich außerdem nicht in einer Wasserschutzzone.

6.1.3 Bemessungsgrundlagen

Die in Kapitel 5.1.3 bereits getroffenen Aussagen zu den KOSTRA-DWD-Rasterdaten, der Wiederkehrzeit T , dem Zuschlagsfaktor f_z und dem Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 (hier allerdings nur eine Differenz von ca. 16 m³), treffen ebenso auf die Planstraße zu.

6.2 Möglichkeiten der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung

Aufgrund der natürlichen Gefälleverhältnisse kann ein Großteil des auf der Planstraße anfallenden Regenwassers nicht einer potenziellen Versickerungsanlage auf der Grünfläche (im Zentrum der Planstraße) zugeführt werden. Daher empfiehlt sich die Überlegung, das Gefälle der Planstraße planerisch in Richtung der Grünfläche umzukehren.

Die Bewertung der Notwendigkeit einer Vorbehandlung für die Planstraße nach DWA-M 153 und DWA-A 102 ist in Anlage 1 detailliert dargestellt. Auf der gut 300 m² großen Grünfläche würden eine Versickerungsmulde (wie Szenario 2) oder ein modifiziertes Mulden-Rigolen-System (wie Szenario 3) ebenso gut funktionieren, wie auf der Freifläche (auch hinsichtlich der Vorbehandlung, vgl. Kapitel 5.3). Dafür sind Muldentiefen von ca. 20 cm (inklusive Stauraum für Überflutungsnachweis) nötig. Die Einstauzeit liegt für eine Versickerungsmulde bei maximal 2 h. Kommt es im modifizierten Mulden-Rigolen-System bei besonders langanhaltenden Starkregenereignissen zu Rückstau aus der 10 m langen Rigole in die Mulde, sind Einstauzeiten von bis zu 10 h möglich.

Wenn die bei inhomogenem Untergrund nach DWA-A 138 empfohlenen Versickerungsversuche Rückschlüsse auf eine deutlich geringere Durchlässigkeit zulassen (Schluff, Ton), so bleibt für die Planstraße nur noch die Möglichkeit eines dauerstaunassen Wetlands im Bereich der Grünfläche (anschließend beschränkte Nutzbarkeit) und/oder die ökologisch jedoch viel ungünstigere Entwässerung über Straßenabläufe mit Anschluss an die Kanalisation /4/.

7 Regenwasserbewirtschaftung mittels Dachbegrünung

7.1 Abfluss und Rückhaltevermögen

Je nach Begrünungsart kann mehr oder weniger Wasser in den Schichten einer Dachbegrünung zurückgehalten werden. Tabelle 3 zeigt die deutliche Abnahme des abflusswirksamen Wasseranteils (Spitzenabflussbeiwert C_s sowie Jahresabflussbeiwert Ψ_a) mit zunehmender Aufbaudicke. Gleichzeitig vergrößern sich das Rückhaltevermögen der Dachbegrünung sowie die Wasserrückhaltung im Jahresmittel ($1-\Psi_a$).

Der der Bestimmung der Spitzenabflussbeiwerte in Tabelle 3 zugrunde liegende 15-minütige Blockregen (Regenspende $R_N(D = 15 \text{ min}) = 300 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \triangleq$ Regenhöhe $h_N(D = 15 \text{ min}) = 27 \text{ mm} = 27 \text{ l/m}^2$) entspricht nach KOSTRA-DWD-2010R in etwa einem 50-jährigen Starkregenereignis auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz (zum Vergleich 100-jährig: $h_N(15;100) = 30 \text{ mm}$) /1/. Das spezifische Rückhaltevermögen steht für das Regenvolumen pro Fläche, welches aufgrund der Dachbegrünung nicht sofort zum Abfluss kommt, sondern zurückgehalten werden kann. Dem gegenüber steht das (möglicherweise größere) maximale Speichervolumen des Gesamtaufbaus der Dachbegrünung (Substrat, ggf. mit zusätzlichem Speicherelement), welches unabhängig von der Intensität des Regenereignisses grundsätzlich zur Verfügung steht. Bezogen auf die gemäß des Bebauungsplanes Nr. 392 „Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost“ zu begrünende Dachfläche von derzeit ca. 18200 m², lässt sich aus dem spezifischen Rückhaltevermögen das absolute Rückhaltevermögen herleiten. Für eine korrekte Anpassung der Spitzenabflussbeiwerte an Starkregenereignisse anderer Wiederkehrzeiten sowie anderer Dauerstufen, bezogen auf den Wilhelm-Leuschner-Platz, sind weitere Modellversuche in Anlehnung an die Dachbegrünungsrichtlinien der FLL (Anhang B) empfehlenswert /10/.

Zur Information wurde außerdem das spezifische Rückhaltevermögen bei einer für die Bemessung eines Gründaches am Wilhelm-Leuschner-Platz angemesseneren Regenhöhe nach KOSTRA-DWD-2010R auf Grundlage der Spitzenabflussbeiwerte errechnet (Dauerstufe $D = 15 \text{ min}$; Wiederkehrzeit $T = 10 \text{ a}$). Da diese jedoch mithilfe des viel stärkeren Blockregens aus den Dachbegrünungsrichtlinien bestimmt wurden, wird das Rückhaltevermögen für kleinere Regenereignisse nach KOSTRA-DWD-2010R aller Voraussicht nach leicht unterschätzt. Generell ist zu erwarten, dass bei geringeren Regenhöhen derselben Dauerstufe auch der Spitzenabfluss etwas niedriger ausfällt. Daher ist für das spezifische Rückhaltevermögen bei dieser Betrachtung mit etwas größeren Werten zu rechnen. Über dem KOSTRA-Regen mit 20,2 l/m² kann das spezifische Rückhaltevermögen dabei selbstverständlich nicht liegen.

Der Einbau einer Dränschicht (optional) ermöglicht die Abführung des zurückgehaltenen Regenwassers, wobei dadurch größere Wassermengen abflusswirksam werden (z. B. statische/dynamische Drossel) /10/. Überschüssiges Regenwasser der Gründachanlagen wird entweder in den Mischwasserkanal eingeleitet oder auf anderem Wege zwischengespeichert, versickert oder verdunstet.

Eine weitere Verbesserung des Rückhaltevermögens von Gründachflächen kann durch den zusätzlichen Einbau von Drosseleinrichtungen vor dem Ablauf zum Regenwasser-Fallrohr erreicht werden. Hier existieren bereits elektronisch gesteuerte Elemente, die den Rückhalt bzw. das Entwässern in Abhängigkeit von Regenereignissen organisieren. Allerdings wächst mit zunehmender technischer Ausstattung auch das Risiko von Anlagenstörungen. Eine Vorgabe solcher Elemente wird daher für die textlichen Festsetzungen mit dem B-Plan nicht empfohlen.

7.2 Spezifische Masse

Die spezifische Masse bezeichnet das Gewicht der Dachbegrünung in kg/m². Die Spannbreiten der spezifischen Masse wurden anhand von Herstellerangaben abgeschätzt (vgl. Tabelle 3, letzte Zeile) /15/. Erhebliche Unterschiede der Minimal- und Maximalwerte ergeben sich aus der Variabilität des Schichtaufbaus. In erster Linie wirken sich beispielsweise die Aufbaudicke und die Wahl der Schichten, Materialien und Pflanzen auf das Gewicht aus.

Tabelle 3: Technische Daten von Extensiv- und Intensivbegrünungen gemäß /1/, /10/ und /15/

Begrünungsart	Extensivbegrünung					Intensivbegrünung		
	2–4	> 4–6	> 6–10	> 10–15	> 15–20	15–25	> 25–50	> 50
Aufbaudicke [cm]	2–4	> 4–6	> 6–10	> 10–15	> 15–20	15–25	> 25–50	> 50
Spitzenabflussbeiwert C_s (Dachneigung $\leq 5^\circ$)¹⁾	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
Spezifisches Rückhaltevermögen bei Blockregen [l/m²]^{2) 3)}	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	18,9	21,6	24,3
Absolutes Rückhaltevermögen bei Blockregen [m³]^{2) 3) 5)}	147	196	245	294	344	344	393	442
Spezifisches Rückhaltevermögen bei KOSTRA-Regen [l/m²]^{2) 4)}	6,1	8,1	10,1	12,1	14,1	14,1	16,2	18,2
Jahresabflussbeiwert Ψ_a (Versiegelungsfaktor)⁶⁾	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	0,30	$\leq 0,10$
Wasserrückhaltung im Jahresmittel $(1-\Psi_a)$⁶⁾	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,60	0,70	$\geq 0,90$
Spezifische Masse [kg/m²]⁷⁾	16–72	32–108	48–180	80–270	120–360	120–450	200–900	> 400–900

¹⁾ Bestimmung von Spitzenabflussbeiwerten bei zweiprozentigem Gefälle und einem 15-minütigen Blockregen von $R_N(D = 15 \text{ min}) = 300 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \triangleq h_N(D = 15 \text{ min}) = 27 \text{ mm} = 27 \text{ l/m}^2$ (nach vorheriger Wassersättigung und 24-stündigem abtropfen lassen); Spitzenabflussbeiwerte können bei Verwendung von Dränschichten deutlich höher liegen

²⁾ Ermittlung auf Grundlage der Spitzenabflussbeiwerte und gewählter Regenhöhe: $(1 - C_s) \cdot h_N$

³⁾ $h_N :=$ Blockregen $h_N(D = 15 \text{ min}) = 27 \text{ l/m}^2$ gemäß Dachbegrünungsrichtlinie

⁴⁾ $h_N :=$ KOSTRA-Regen für Wilhelm-Leuschner-Platz $h_N(D = 15 \text{ min}; T = 10 \text{ a}) = 20,2 \text{ l/m}^2$

⁵⁾ bezogen auf die potenzielle Gründachfläche des Wilhelm-Leuschner-Platzes (WLP): 18178 m²; absolute Regenmenge: $27 \text{ l/m}^2 \cdot 18178 \text{ m}^2 = 491 \text{ m}^3$

⁶⁾ bezogen auf Standorte mit 650–800 mm Jahresniederschlag (jeweils mehrjährige Ermittlungen); bei geringeren Jahresniederschlägen ist die Wasserrückhaltung höher, ansonsten niedriger

⁷⁾ Gewichtsangaben beziehen sich auf den wassergesättigten Zustand, das Trockengewicht beträgt ca. 60–70 % davon

7.3 Spezifische Kosten

Da die Kosten direkt vom gewählten Schichtaufbau und den örtlichen Gegebenheiten abhängen, ist die pauschale Abschätzung mit großen Unsicherheiten behaftet. Intensivbegrünungen sind sowohl beim Einbau als auch bei der Unterhaltung aufwändiger und verursachen daher höhere Kosten. Die spezifischen Kosten bezeichnen dabei die Kosten der Dachbegrünung in €/m². Sie wurden unter anderem aus Herstellerangaben abgeleitet. Grundsätzlich sind auch bei zunehmender Aufbaudicke höhere Kosten zu erwarten, ähnlich der Zunahme der spezifischen Masse. Für Intensivbegrünungen beginnen diese bei rund 50 €/m² aber können je nach Anspruch oftmals auch bei mehreren Hundert €/m² liegen. Extensivbegrünungen sind hingegen schon für 15–50 €/m² herzustellen /12/.

Neben den Herstellungs- und Unterhaltungskosten sind allerdings weitere Kosten zu erwarten. Infolge einer veränderten Dachkonstruktion des Gebäudes zur statisch wirksamen Aufnahme der höheren Dachlasten sind erhebliche Mehrkosten möglich. Dies ist stark abhängig von der Bauart und der Konstruktion des Gebäudes und nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Außerdem können bei gewünschter Unterhaltung und Nutzung zusätzlich Sicherheitseinrichtungen (wie beispielsweise Geländer) erforderlich werden.

7.4 Textliche Festsetzung für den Bebauungsplan

7.4.1 Festsetzungsvorschlag

In den Teil-Baugebieten MK 1 bis MK 7 des Kerngebietes sowie im Sondergebiet „Überbaute Markthalle“ sind sämtliche Dächer mit einer mindestens 15 cm mächtigen Substratschicht **intensiv zu begrünen** (Schichtdicke mindestens 15 cm). Davon ausgenommen sind die Flächen notwendiger technischer Anlagen auf diesen Dächern.

7.4.2 Erläuterung des Festsetzungsvorschlages

Die Festsetzung zur Herstellung einer Dachbegrünung hat (neben ihrer klimawirksamen Funktion) die Aufgabe, das anfallende Regenwasser zurückzuhalten und Verdunstung zu ermöglichen. Mit dieser Maßnahme können die Beeinträchtigungen des Wasserhaushaltes durch die Neubebauung und die zusätzliche Versiegelung des Plangebietes gemindert werden.

In Kapitel 7.1 und 7.2 wurden die verschiedenen Aufbaudicken der Dachbegrünung von 2 bis > 50 cm gemäß der aktuellen Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018, Anlage B.4.1) untersucht. Bei der exemplarischen Anwendung der Spitzenabflussbeiwerte und rechnerischen Ermittlung des absoluten Rückhaltvermögens wurde ein 15-minütiges Blockregenereignis mit einer Regenspende von 300 l/(s·ha) zugrunde gelegt. Dieses ist nach KOSTRA-DWD-2010R in etwa einem 50-jährigen Starkregenereignis auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz gleichzusetzen. Im Ergebnis ist festzustellen, dass mit einer Aufbaudicke von mindestens 15 cm ein spezifisches Rückhaltevermögen von ca. 18,9 l/m² erreicht werden kann (bzw. ca. 60-prozentiger Rückhalt des anfallenden Regenwassers im Jahresmittel). Damit können die Ziele der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung (hier die Verdunstung und die Regenwasserrückhaltung) für den hochbaulichen (östlichen) Teil des Plangebietes angemessen umgesetzt werden.

Die Nutzung der Dachflächen für Photovoltaikanlagen ist auch mit intensiver Dachbegrünung möglich.

Darüber hinaus wird der zusätzliche Einbau von diffusionsoffenen Wasserspeicherelementen empfohlen, welche einerseits die absolute Regen-Speicherkapazität weiter erhöhen und andererseits den Zustand von Dauerstaunässe herstellen. Dadurch können die Pflanzen des Gründaches auch bei längeren Trockenphasen weiter mit Wasser versorgt werden.

8 Zusammenfassung

Auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz kann durch das modifizierte Mulden-Rigolen-System (Szenario 3) mit moderatem Kostenaufwand eine Versickerungsanlage geschaffen werden, die zum einen eine sichere und ausreichend überlastbare Flächenentwässerung gewährleistet und zum anderen gleichzeitig die Aspekte des Umweltschutzes hinreichend berücksichtigt.

Eine flächenhafte Dachbegrünung auf den zukünftigen Gebäudekomplexen verstärkt diese Wirkung noch (vgl. Beispiel für Intensivbegrünung in Abbildung 12). Außerdem haben die vorgestellten Maßnahmen gleichzeitig einen kühlenden Effekt auf das Stadtklima. Weitere positive Effekte auf das Stadtklima haben auch Verdunstungsbeete, wasserversorgtes Grün, Brunnen und Wasserspielplätze (multifunktionale Flächennutzung, vgl. Kapitel 5.2.2). Diesem Umstand sollte im Rahmen des geplanten Gestaltungswettbewerbs für die Freifläche ausreichend Rechnung getragen werden.

aus urheberrechtl. Gründen abgedeckt



Abbildung 12: Hundertwassers „Grüne Zitadelle“ in Magdeburg – Intensivbegrünung (Quelle: <http://gruene-zitadelle.de>, Letzter Zugriff: 17.07.2018)

Tritt bei Starkregen der Fall ein, dass die Gründachflächen überlastet werden, muss das überschüssige Regenwasser durch Überläufe (statische Drossel) abgeführt werden. Dabei ist es denkbar, dass im Falle einer ausreichenden Dimensionierung der Versickerungsanlagen auf der Freifläche und der Grünfläche inmitten der Planstraße, Teile dieses Regenwassers ebenfalls den Versickerungsanlagen zugeführt werden (Synergieeffekt). Dadurch können der Regenanteil, welcher der kommunalen Entwässerung zukommt, noch weiter verringert und Abwasserbehandlungskosten eingespart werden.

Entlang der Maßnahmenkomplexe sind bereits Baumstreifen geplant. Diese sollten mit schmalen Mulden kombiniert werden und dadurch im Sinne von „Urban Wetlands“ bei Regen ebenfalls (kleinere Mengen) Wasser zwischenspeichern. Besonders über einzeln stehende Bäume wird sehr viel Wasser verdunstet und es tritt der sogenannte Oaseneffekt ein (vgl. Kapitel 4.2). Mit steigender Höhe der Verdunstungsleistung steigt auch die allgemeine Kühlleistung im Hinblick auf das Stadtklima.

Bewertungsverfahren zur Regenwasserbehandlung nach DWA M 153 und DWA A 102

Kürzel DWA-M 153:

- G12: Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten
- L3: Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr über 15000 Kfz/d)
- F4: Straßen mit 300 bis 5000 Kfz/d, z. B. Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen
- F6: Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung, z. B. durch Landwirtschaft, Fuhrunternehmen, Reiterhöfe, Märkte
Pkw-Parkplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel, z. B. vor Einkaufszentren

Kürzel DWA-A 102:

- W2: Einkaufsstrassen, Marktplätze, Flächen, auf denen Freiluftveranstaltungen stattfinden
- V2b: Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mäßigem Kfz-Verkehr (300-2000 Kfz/d), ohne Umgang mit wassergefährdenden Stoffen oder sonstigen Beeinträchtigungen der Niederschlagswasserqualität
- V3: Park- und Stellplätze mit hoher Frequentierung (z. B. bei Einkaufsmärkten)
Verkehrsflächen außerhalb von Misch- und Gewerbe- und Industriegebieten mit hohem Kfz-Verkehr (DTV > 15000)

Freifläche: Retentionsbodenfilter (Szenario 1)

DWA-M 153:			
Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)		Typ	Gewässer- punkte G
Leipzig, Grundwasser		G12	G = 10,00
Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)	Luft L_i (Tabelle A.2)	Flächen F_i (Tabelle A.3)	
A _{u,i} f _i	Typ Punkte	Typ Punkte	Abfluss- belastung B_i
11611 1	L3 4	F6 35	B _i = f _i * (L _i + F _i)
Σ = 11611	Σ = 1	Abflussbelastung B = Σ B _i : B = 39,00	
Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn B ≤ G			
maximal zulässiger Durchgangswert D _{max} = G/B:			D _{max} = 0,26
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)		Typ	Durchgangs- werte D_i
Retentionsbodenfilteranlage zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Trennsystem nach Merkblatt DWA-M 178		D11	0,15
Durchgangswert D = Produkt aller D _i (Abschnitt 6.2.2):			D = 0,15
Emissionswert E = B * D:			E = 5,85
E = 5,85; G = 10,00; Anzustreben: E ≤ G			
Behandlungsbedürftigkeit genauer Prüfen, wenn: E > G			

DWA-A 102:				
A_{E,b,a,i} [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	b_{R,a,i} [kg/(ha*a)]	B_{R,a,i} [kg/a]
5805	W2	II	530	308
5805	V3	III	760	441
Σ = 11611			B _{R,a} = 749	
b _{R,a,ges} = 645 kg/(ha*a) > b _{R,e,zul} = 280 kg/(ha*a)				
Erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlung η _{erf} = 0,57				
Nach erfolgter Behandlung mit η = 0,95:				
A_{E,b,a,i} [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	b_{R,a,i} [kg/(ha*a)]	B_{R,e,i} [kg/a]
5805	W2	II	27	15
5805	V3	III	38	22
Σ = 11611			B _{R,e} = 37	
b _{R,a,ges} = 32 kg/(ha*a) ≤ b _{R,e,zul} = 280 kg/(ha*a)				

Freifläche: Sickermulde (Szenarien 2 und 3)

DWA-M 153:			
Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)		Typ	Gewässer- punkte G
Leipzig, Grundwasser		G12	G = 10,00
Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)	
Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abfluss- belastung B_i	
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte
11611	1	L3	4
$\Sigma = 11611$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$	
		35	
		B = 39,00	
Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$			
maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B$:			$D_{max} = 0,26$
Flächenbelastung $A_u/A_S = 9,7$ -> Spalte b in Tabelle A.4a			
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)		Typ	Durchgangs- werte D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden		D1	0,20
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2)}$:			$D = 0,20$
Emissionswert $E = B * D$:			$E = 7,80$
$E = 7,80$; $G = 10,00$; Anzustreben: $E \leq G$			
Behandlungsbedürftigkeit genauer Prüfen, wenn: $E > G$			

DWA-A 102:				
$A_{E,b,a,i}$ [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	$b_{R,a,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,a,i}$ [kg/a]
5805	W2	II	530	308
5805	V3	III	760	441
$\Sigma = 11611$				$B_{R,a} = 749$
$b_{R,a,ges} = 645 \text{ kg/(ha*a)} > b_{R,e,zul} = 280 \text{ kg/(ha*a)}$				
Erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlung $\eta_{erf} = 0,57$				
Nach erfolgter Behandlung mit $\eta = 0,80$:				
$A_{E,b,a,i}$ [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	$b_{R,a,i}$ [kg/(ha*a)]	$B_{R,e,i}$ [kg/a]
5805	W2	II	106	62
5805	V3	III	152	88
$\Sigma = 11611$				$B_{R,e} = 150$
$b_{R,a,ges} = 129 \text{ kg/(ha*a)} \leq b_{R,e,zul} = 280 \text{ kg/(ha*a)}$				

Planstraße: Sickermulde

DWA-M 153:			
Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)		Typ	Gewässer- punkte G
Leipzig, Grundwasser		G12	G = 10,00
Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)	
Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abfluss- belastung B_i	
A _{u,i}	f _i	Typ	Punkte
1666	1	L3	4
∑ = 1666	∑ = 1	Abflussbelastung B = ∑ B _i :	
		B = 23,00	
Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn B ≤ G			
maximal zulässiger Durchgangswert D _{max} = G/B:		D _{max} = 0,43	
Flächenbelastung A_u/A_S = 5,6 -> Spalte b in Tabelle A.4a			
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)		Typ	Durchgangs- werte D_i
Versickerung durch 20 cm bewachsenen Oberboden		D2	0,35
Durchgangswert D = Produkt aller D _i (Abschnitt 6.2.2):		D = 0,35	
Emissionswert E = B * D:		E = 8,05	
E = 8,05; G = 10,00; Anzustreben: E ≤ G			
Behandlungsbedürftigkeit genauer Prüfen, wenn: E > G			

DWA-A 102:				
A_{E,b,a,i} [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	b_{R,a,i} [kg/(ha*a)]	B_{R,a,i} [kg/a]
1666	V2b	II	530	88
∑ = 1666				B _{R,a} = 88
b _{R,a,ges} = 530 kg/(ha*a) > b _{R,e,zul} = 280 kg/(ha*a)				
Erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlung η _{erf} = 0,47				
Nach erfolgter Behandlung mit η = 0,80:				
A_{E,b,a,i} [m²]	Gruppe [-]	Kategorie [-]	b_{R,a,i} [kg/(ha*a)]	B_{R,e,i} [kg/a]
1666	W2	II	106	18
∑ = 1666				B _{R,e} = 18
b _{R,a,ges} = 106 kg/(ha*a) ≤ b _{R,e,zul} = 280 kg/(ha*a)				

**Regenwasserbewirtschaftungskonzept B-Plan Nr. 392, Wilhelm-Leuschner-Platz
Kostenschätzung Freifläche**

Szenario 2: Versickerungsmulde

Nr.	Leistung	Menge	Einheit	Einheitspreis €	Gesamtpreis €
1.	Aushub, Abbruch				63.450,00
	Asphaltabtrag	1.500	m ²	6,00	9.000,00
	Bodenaushub	3.630	m ³	5,00	18.150,00
	Verwertung Bodenaushub	3.630	m ³	10,00	36.300,00
2.	Erd- und Gründungsarbeiten				26.670,00
	Bodeneinbau	2.880	m ³	8,00	23.040,00
	Auftrag bewachsener Oberboden, d = 30 cm	360	m ³	8,00	2.880,00
	Rasenansaat	1.500	m ²	0,50	750,00
3.	Leitungsbau				0,00
	Stromkabel sichern bzw. umverlegen		m	20,00	0,00
4.	Zuschlag für Kleinleistungen	10%	von	90.120,00	9.012,00
5.	Zuschlag für Baustelleneinrichtung	5%	von	99.132,00	4.960,00
Gesamtkosten (netto)					104.092,00
MwSt.					19%
Gesamtkosten (brutto)					123.869,48

**Regenwasserbewirtschaftungskonzept B-Plan Nr. 392, Wilhelm-Leuschner-Platz
Kostenschätzung Freifläche**

Szenario 3: Modifiziertes Mulden-Rigolen-System

Nr.	Leistung	Menge	Einheit	Einheitspreis €	Gesamtpreis €
1.	Aushub, Abbruch				37.400,00
	Asphaltabtrag	1.500	m ²	6,00	9.000,00
	Bodenaushub	1.920	m ³	5,00	9.600,00
	Verwertung Bodenaushub	1.880	m ³	10,00	18.800,00
2.	Erd- und Gründungsarbeiten				11.950,00
	Bodeneinbau Aushubmaterial	40	m ³	8,00	320,00
	Oberbodenauftrag	1.000	m ³	8,00	8.000,00
	Auftrag bewachsener Oberboden, d = 30 cm	360	m ³	8,00	2.880,00
	Rasenansaat	1.500	m ²	0,50	750,00
3.	Leitunasbau				12.015,00
	Stromkabel sichern bzw. umverlegen		m	20,00	0,00
	Einbau Schacht DN 1000 inkl. Abdeckung	3	St	1.800,00	5.400,00
	Rigolenrohr DN 150	15	m	21,00	315,00
	Dränleitung DN 150	300	m	21,00	6.300,00
4.	Zuschlag für Kleinleistungen	10%	von	61.365,00	6.137,00
5.	Zuschlag für Baustelleneinrichtung	5%	von	67.502,00	3.380,00
Gesamtkosten (netto)					70.882,00
MwSt.					19%
Gesamtkosten (brutto)					84.349,58

Berechnungen für die Freifläche

Berechnungsgrundlagen gemäß DWA-A 138

Freifläche gesamt A_F =	23221 m ²	
versiegelte Fläche A_u =	11611 m ²	(gemäß Aufgabenstellung: $A_u = 0,5 \cdot A_F$)
Zuschlagsfaktor f_Z =	1,2	
Wiederkehrzeit Bemessungsfall T =	10 a	
Grundwasserflurabstand =	7,0 m	
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW $h_{S,min} \geq$	1,5 m	

Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100

Wiederkehrzeit für Extremereignis T_E =	100 a	
Dauerstufe Überflutungsnachweis $D_{\ddot{U}}$ =	10 min	
Regenspende Extremereignis $R_N(D_{\ddot{U}} = 10; T_E = 100)$ =	428 L/(s*ha)	
Regenspende Bemessungsfall $R_N(D_{\ddot{U}} = 10; T = 10)$ =	283 L/(s*ha)	
$V_{Rück}$ =	101 m ³	$(V_{Rück} = (R_N(10; 100) - R_N(10; 10)) \cdot A_u \cdot D_{\ddot{U}})$

Berechnungen zu Szenario 1: Retentionsbodenfilter (DWA-M 178)

oberirdischer Speicherraum (SR)

Fläche des Speicherraums A_{SR} =	4000 m ²
Abstand UK Anlage - GW h_S =	6,9 m
Abfluss aus Speicherraum $Q_{ab,SR} = Q_{Dr,RBF}$ =	30 l/s

Retentionsbodenfilter (RBF)

spezif. Drosselabfluss $q_{Dr,RBF}$ =	0,02 l/(s*m ²)
Bodenfilteroberfläche A_F =	1500 m ²
Drosselabfluss $Q_{Dr,RBF}$ =	30 l/s
nutzbare Tiefe h_{RBF} =	1 m
Böschungsneigungen (1:m) m =	ohne
Retentionsvolumen V_{RBF} =	1500 m ³

Sickerschacht Typ A

Durchlässigkeitsbeiwert $k_f =$	5E-04 m/s	$\left(Q_{S,Schacht} = N_{Schacht} \cdot \frac{k_f}{2} \cdot A_{S,Schacht} \right)$
Versickerungsrate $Q_{S,Schacht} =$	30,9 l/s	
$Q_{S,Schacht} \geq Q_{Dr,RBF} =$	WAHR	
Außendurchmesser Schacht $d_a =$	1,50 m	
Innendurchmesser Schacht $d_i =$	1,35 m	
Abstand Zulauf - Beginn Filterschicht $z =$	4,5 m	$\left(A_S = \pi \cdot \frac{d_a^2}{4} + \pi \cdot d_a \cdot \frac{z}{2} \right)$
Sickerfläche Schacht $A_{S,Schacht} =$	12,4 m ²	
Schachtzahl $N_{Schacht} =$	10	
Abstand Beginn Filterschicht - GW =	2,5 m	

Dauerstufe D [min]	Regenspende R_N(D;T) [l/(s*ha)]	Zufluss Q_zu [l/s]	Volumen Speicher- raum V_SR,erf [m ³]	Höhe Speicher- raum h_SR [m]	maximale Einstau- zeit t_E,max [h]	
5	407	635	218	0,08	2	$(Q_{zu} = (A_u + A_{SR}) \cdot R_N(D;T))$
10	283	442	297	0,10	3	
15	224	350	346	0,11	3	$(V_{SR,erf} = (Q_{zu} - Q_{ab,SR}) \cdot D \cdot f_Z)$
20	188	294	380	0,12	4	
30	144	225	422	0,13	4	$\left(h_{SR} = \frac{V_{SR,erf}}{A_{SR}} + \frac{V_{Rück}}{A_{SR}} \right)$
45	109	170	454	0,14	4	
60	89	138	468	0,14	4	
90	64	100	456	0,14	4	$\left(t_{E,max} = \frac{V_{SR,erf}}{Q_{ab,SR}} \right)$
120	2	51	80	0,13	4	
180	3	37	58	0,12	3	
240	4	30	46	0,10	3	
360	6	21	33	0,05	1	
540	9	16	24	-0,03	-2	
720	12	12	19	-0,11	-5	
1080	18	9	14	-0,28	-11	
1440	24	7	11	-0,46	-18	
2880	48	4	7	-1,18	-44	
4320	72	3	5	-1,91	-72	

Berechnungen zu Szenario 2: Versickerungsmulde

Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5E-05$ m/s
 Fläche der Versickerungsmulde $A_S = 1200$ m²
 Abstand UK Anlage - GW $h_S = 6,7$ m
 Minimale Spezifische Versickerungsrate $q_{s,min} = 2$ L/(s*ha)
 Versickerungsrate $Q_S = 30$ l/s
 Spezifische Versickerungsrate $q_s = 26$ L/(s*ha)

$$\left(Q_S = \frac{k_f}{2} \cdot A_S \right)$$

Dauerstufe D		Regenspende	Zufluss	Volumen Mulde	Höhe Mulde	maximale Einstau-	
[min]	[h]	R_N(D;T)	Q_zu	V_Mu	h_Mu	zeit t_E,max	
		[l/(s*ha)]	[L/s]	[m³]	[m]	[h]	
5		407	521	177	0,15	2	$(Q_{zu} = (A_u + A_S) \cdot R_N(D;T))$
10		283	363	240	0,20	2	
15		224	288	278	0,23	3	$(V_{Mu} = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot f_Z)$
20		188	241	304	0,25	3	
30		144	185	335	0,28	3	$\left(h_{Mu} = \frac{V_{Mu}}{A_S} \right)$
45		109	139	355	0,30	3	
60		89	114	361	0,30	3	$\left(t_{E,max} = \frac{2 \cdot h_{Mu}}{k_f} \right)$
90		64	82	339	0,28	3	
120	2	51	65	307	0,26	3	
180	3	37	48	228	0,19	2	
240	4	30	38	136	0,11	1	
360	6	21	27	-66	-0,05	-1	
540	9	16	20	-390	-0,33	-4	
720	12	12	16	-731	-0,61	-7	
1080	18	9	12	-1435	-1,20	-13	
1440	24	7	9	-2157	-1,80	-20	
2880	48	4	6	-5057	-4,21	-47	
4320	72	3	4	-8037	-6,70	-74	

Berechnungen zu Szenario 3: Modifiziertes Mulden-Rigolen-System

Sickermulde (Mu)

Durchlässigkeitsbeiwert k_f, Mu =	5E-05 m/s	
Fläche der Versickerungsmulde A_S, Mu =	1200 m ²	
Abstand UK Anlage - GW h_S =	6,7 m	
Minimale Spezifische Versickerungsrate $q_{s, min}$ =	2 l/(s*ha)	$\left(Q_S = \frac{k_f}{2} \cdot A_S \right) \left(q_s = \frac{Q_{S, Mu}}{A_u} \right)$
Versickerungsrate Q_S, Mu =	30 l/s	
Spezifische Versickerungsrate q_s =	26 l/(s*ha)	

Rohrrigolen (RR)

Durchlässigkeitsbeiwert k_f, RR =	5E-04 m/s	
Effektives Porenvolumen n_e, RR =	0,5	$\left(Q_{S, RR} = N_{RR} \cdot \frac{k_{f, RR}}{2} \cdot A_{S, RR} \right)$
Versickerungsrate Q_S, RR =	3,1 l/s	
Rohrdurchmesser d_{RR} =	DN150 (= 150 mm)	
Breite der Rohrrigole b_{RR} =	0,6 m	
Höhe der Rohrrigole h_{RR} =	0,4 m	$\left(b_{RR, S} = b_{RR} + \frac{h_{RR}}{2} \right)$
Versickerungswirksame Breite der Rohrrigole $b_{RR, S}$ =	0,8 m	
Länge der Rohrrigole l_{RR} =	7,5 m	
Sickerfläche Rohrrigole A_S, RR =	6,2 m ²	$\left(A_{S, RR} = b_{RR, S} \cdot l_{RR} \right)$
Anzahl der Rohrrigolen N_{RR} =	2	

Schächte

Außendurchmesser Schacht d_a =	1,00 m	$\left(SV_{Boden} = (1,5m + 0,3m) \cdot \frac{(A_{S, Mu} + A_{G, Boden})}{2} \cdot n_{e, Boden} \right)$
Innendurchmesser Schacht d_i =	0,88 m	
Schachttiefe $z_{Schacht}$ =	4 m	
Schachanzahl $N_{Schacht}$ =	3	
Abstand UK Schacht - GW =	3 m	

Bodenaustausch

Abstand Muldenoberkante - Drainage =	1,5 m	$\left(SV_{RR} = N_{RR} \cdot \left(b_{RR} \cdot h_{RR} \cdot l_{RR} \cdot n_{e, RR} + (1 - n_{e, RR}) \cdot l_{RR} \cdot \pi \cdot \frac{d_{RR}^2}{4} \right) \right)$
Effektives Porenvolumen $n_e, Boden$ =	0,2	
Grundfläche des Bodenaustauschkeils $A_G, Boden$ =	300 m ²	
Speichervolumen Boden SV_{Boden} =	270 m ³	$\left(SV_{Schächte} = N_{Schacht} \cdot z_{Schacht} \cdot \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} \right)$
Speichervolumen Rohrrigole SV_{RR} =	2 m ³	
Speichervolumen Schächte $SV_{Schächte}$ =	10 m ³	
Speichervolumen Gesamtsystem SV_G =	282 m ³	$\left(SV_G = SV_{Boden} + SV_{RR} + SV_{Schächte} \right)$

D	R_N(D;T)	Q_zu	V_zu	V_S,Mu	V_S,Mu,real	V_Mu	V_S,RR	V_ÜS	V_ÜS,real	V_ÜS,ges	V_Mu,erf	h_Mu	t_E,Mu	t_E,ÜS	t_E,max	
[min]	[h]	[l/(s*ha)]	[L/s]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m]	[h]	[h]	[h]	
5		407	521	156	9	9	177	1	8	0	0	177	0,15	2	0	2
10		283	363	218	18	18	240	2	16	0	0	240	0,20	2	0	2
15		224	288	259	27	27	278	3	24	0	0	278	0,23	3	0	3
20		188	241	290	36	36	304	4	32	0	8	304	0,25	3	1	4
30		144	185	333	54	54	335	6	48	0	58	335	0,28	3	5	8
45		109	139	377	81	81	355	8	73	0	107	355	0,30	3	10	13
60		89	114	409	108	108	361	11	97	0	142	361	0,30	3	13	16
90		64	82	445	162	162	339	17	145	0	178	339	0,28	3	16	19
120	2	51	65	471	216	216	307	22	194	0	204	307	0,26	3	18	21
180	3	37	48	514	324	324	228	33	291	11	241	241	0,20	2	22	24
240	4	30	38	546	432	432	136	45	387	108	266	266	0,22	1	24	25
360	6	21	27	593	648	593	0	67	526	247	296	296	0,25	0	27	27
540	9	16	20	647	972	647	0	100	547	267	321	321	0,27	0	29	29
720	12	12	16	687	1296	687	0	134	553	274	328	328	0,27	0	29	29
1080	18	9	12	748	1944	748	0	200	548	268	322	322	0,27	0	29	29
1440	24	7	9	794	2592	794	0	267	527	248	297	297	0,25	0	27	27
2880	48	4	6	970	5184	970	0	535	435	156	187	187	0,16	0	17	17
4320	72	3	4	1079	7776	1079	0	802	277	0	0	0	0,00	0	0	0

D	... Dauerstufe	h_Mu	... Höhe Mulde
R_N(D;T)	... Regenspende	t_E,Mu	... Entleerungszeit der Mulde
Q_zu	... Zufluss	t_E,ÜS	... Entleerungszeit durch Rückstau aus Gesamtsystem
V_zu	... Zuflussvolumen	t_E,max	... maximale Einstauzeit (Sicherheit durch Addition)
V_S,Mu	... Sickervolumen		
V_S,Mu,real	... Sickervolumen (durch V_zu gedeckelt)		
V_Mu	... Volumen Mulde (beachtet f_Z)		
V_S,RR	... Sickervolumen Rohrrigole		
V_ÜS	... Überstauvolumen		
V_ÜS,real	... Überstauvolumen (beachtet SV_G)		
V_ÜS,ges	... Gesamt-Überstauvolumen (beachtet SV_G und f_Z)		
V_Mu,erf	... erforderliches Volumen Mulde (das größere: V_Mu oder V_ÜS,ges)		

$$(Q_{zu} = (A_u + A_s) \cdot R_N(D; T))$$

$$(V_{zu} = Q_{zu} \cdot D)$$

$$(V_{S,Mu} = Q_{S,Mu} \cdot D)$$

$$(V_{S,Mu,real} = \max(V_{zu}))$$

$$(V_{Mu} = (V_{zu} - V_{S,Mu,real}) \cdot f_Z \text{ mit } V_{Mu} \geq 0)$$

$$(V_{S,RR} = Q_{S,RR} \cdot D)$$

$$(V_{\ddot{u}S} = V_{S,Mu,real} - V_{S,RR})$$

$$(V_{\ddot{u}S,real} = V_{\ddot{u}S} - SV_G \text{ mit } V_{\ddot{u}S,real} \geq 0)$$

$$(V_{\ddot{u}S,ges} = (V_{zu} - V_{S,RR} - SV_G) \cdot f_Z \text{ mit } V_{\ddot{u}S,ges} \geq 0)$$

$$\left(h_{Mu} = \frac{V_{Mu,erf}}{A_{S,Mu}} \right)$$

$$\left(t_{E,Mu} = \frac{V_{Mu}}{Q_{S,Mu}} \text{ mit } t_{E,Mu} \geq 0 \right)$$

$$\left(t_{E,\ddot{u}S} = \frac{V_{\ddot{u}S,ges}}{Q_{S,RR}} \text{ mit } t_{E,\ddot{u}S} \geq 0 \right)$$

$$(t_{E,max} = t_{E,Mu} + t_{E,\ddot{u}S})$$

Berechnungen für die Planstraße

Berechnungsgrundlagen gemäß DWA-A 138

	Teilflächen (ohne Mulde) [m ²]	Abflussbeiwerte [-]	versiegelte Teilflächen [m ²]
Planstraße	1850	0,9	1665
Grünland	10	0,1	1
	A _E = 1860		A _u = 1666

Zuschlagsfaktor f _Z =	1,2
Wiederkehrzeit Bemessungsfall T =	10 a
Grundwasserflurabstand =	7,0 m
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW h _{S,min} >=	1,5 m

Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100

Wiederkehrzeit für Extremereignis T _E =	100 a	
Dauerstufe Überflutungsnachweis D _Ü =	10 min	
Regenspende Extremereignis R _N (D _Ü = 10; T _E = 100) =	428 L/(s*ha)	
Regenspende Bemessungsfall R _N (D _Ü = 10; T = 10) =	283 L/(s*ha)	
V _{Rück} =	16 m ³	$(V_{Rück} = (R_N(10; 100) - R_N(10; 10)) \cdot A_u \cdot D_{Ü})$

Berechnungen analog Szenario 2: Versickerungsmulde

Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5E-05$ m/s
 Fläche der Versickerungsmulde $A_S = 300$ m²
 Abstand UK Anlage - GW $h_S = 6,8$ m
 Minimale Spezifische Versickerungsrate $q_{s,min} = 2$ L/(s*ha)
 Versickerungsrate $Q_S = 30$ l/s
 Spezifische Versickerungsrate $q_s = 45$ L/(s*ha)

$$\left(Q_S = \frac{k_f}{2} \cdot A_S \right)$$

Dauerstufe D		Regenspende	Zufluss	Volumen Mulde	Höhe Mulde	maximale Einstau-	
[min]	[h]	R_N(D;T)	Q_zu	V_Mu	h_Mu	zeit t_E,max	
		[l/(s*ha)]	[L/s]	[m ³]	[m]	[h]	
5		407	80	26	0,14	2	$(Q_{zu} = (A_u + A_s) \cdot R_N(D;T))$
10		283	56	35	0,17	2	
15		224	44	40	0,19	2	$(V_{Mu} = (Q_{zu} - Q_S) \cdot D \cdot f_z)$
20		188	37	43	0,20	2	
30		144	28	45	0,20	2	$\left(h_{Mu} = \frac{V_{Mu}}{A_S} + \frac{V_{Rück}}{A_S} \right)$
45		109	21	45	0,20	2	
60		89	17	43	0,20	2	$\left(t_{E,max} = \frac{2 \cdot h_{Mu}}{k_f} \right)$
90		64	13	33	0,16	2	
120	2	51	10	22	0,13	1	
180	3	37	7	-3	0,04	0	
240	4	30	6	-29	-0,04	0	
360	6	21	4	-85	-0,23	-3	
540	9	16	3	-172	-0,52	-6	
720	12	12	2	-262	-0,82	-9	
1080	18	9	2	-445	-1,43	-16	
1440	24	7	1	-631	-2,05	-23	
2880	48	4	1	-1377	-4,54	-50	
4320	72	3	1	-2134	-7,06	-78	

Berechnungen analog Szenario 3: Modifiziertes Mulden-Rigolen-System

Sickermulde (Mu)

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,Mu}$ =	5E-05 m/s	
Fläche der Versickerungsmulde $A_{S,Mu}$ =	300 m ²	
Abstand UK Anlage - GW $h_{S,Mu}$ =	6,8 m	
Minimale Spezifische Versickerungsrate $q_{s,min}$ =	2 l/(s*ha)	$\left(Q_S = \frac{k_f}{2} \cdot A_S \right)$
Versickerungsrate $Q_{S,Mu}$ =	7,5 l/s	
Spezifische Versickerungsrate q_s =	45 l/(s*ha)	$\left(q_s = \frac{Q_{S,Mu}}{A_u} \right)$

Rohrrigolen (RR)

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,RR}$ =	1E-04 m/s	
Effektives Porenvolumen $n_{e,RR}$ =	0,5	$\left(Q_{S,RR} = N_{RR} \cdot \frac{k_{f,RR}}{2} \cdot A_{S,RR} \right)$
Versickerungsrate $Q_{S,RR}$ =	0,4 l/s	
Rohrdurchmesser d_{RR} =	DN150 (= 150 mm)	
Breite der Rohrrigole b_{RR} =	0,6 m	
Höhe der Rohrrigole h_{RR} =	0,4 m	$\left(b_{RR,S} = b_{RR} + \frac{h_{RR}}{2} \right)$
Versickerungswirksame Breite der Rohrrigole $b_{RR,S}$ =	0,8 m	
Länge der Rohrrigole l_{RR} =	10,0 m	
Sickerfläche Rohrrigole $A_{S,RR}$ =	8,2 m ²	$\left(A_{S,RR} = b_{RR,S} \cdot l_{RR} \right)$
Anzahl der Rohrrigolen N_{RR} =	1	

Schächte

Außendurchmesser Schacht d_a =	1,20 m	$\left(SV_{Boden} = (1,5m + 0,3m) \cdot \frac{(A_{S,Mu} + A_{G,Boden})}{2} \right)$
Innendurchmesser Schacht d_i =	1,05 m	
Schachttiefe $z_{Schacht}$ =	4 m	$\cdot n_{e,Boden}$
Schachanzahl $N_{Schacht}$ =	2	
Abstand UK Schacht - GW =	3 m	

Bodenaustausch

Abstand Muldenoberkante - Drainage =	1,5 m	$\left(SV_{RR} = N_{RR} \cdot \left(b_{RR} \cdot h_{RR} \cdot l_{RR} \cdot n_{e,RR} \right) \right)$
Effektives Porenvolumen $n_{e,Boden}$ =	0,2	
Grundfläche des Bodenaustauschkeils $A_{G,Boden}$ =	75 m ²	$+ (1 - n_{e,RR}) \cdot l_{RR} \cdot \pi \cdot \frac{d_{RR}^2}{4}$
Speichervolumen Boden SV_{Boden} =	68 m ³	
Speichervolumen Rohrrigole SV_{RR} =	1 m ³	$\left(SV_{Schächte} = N_{Schacht} \cdot z_{Schacht} \cdot \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} \right)$
Speichervolumen Schächte $SV_{Schächte}$ =	7 m ³	
Speichervolumen Gesamtsystem SV_G =	76 m ³	$\left(SV_G = SV_{Boden} + SV_{RR} + SV_{Schächte} \right)$

D	R_N(D;T)	Q_zu	V_zu	V_S,Mu	V_S,Mu,real	V_Mu	V_S,RR	V_ÜS	V_ÜS,real	V_ÜS,ges	V_Mu,erf	h_Mu	t_E,Mu	t_E,ÜS	t_E,max
[min]	[h]	[l/(s*ha)]	[L/s]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m]	[h]	[h]	[h]
5	407	80	24	2	2	26	0	2	0	0	26	0,14	1	0	1
10	283	56	33	5	5	35	0	4	0	0	35	0,17	1	0	1
15	224	44	40	7	7	40	0	6	0	0	40	0,19	1	0	1
20	188	37	44	9	9	43	0	9	0	0	43	0,20	2	0	2
30	144	28	51	14	14	45	1	13	0	0	45	0,20	2	0	2
45	109	21	58	20	20	45	1	19	0	0	45	0,20	2	0	2
60	89	17	63	27	27	43	1	26	0	0	43	0,20	2	0	2
90	64	13	68	41	41	33	2	38	0	0	33	0,16	1	0	1
120	2	51	10	72	54	22	3	51	0	0	22	0,13	1	0	1
180	3	37	7	79	81	0	4	74	0	0	0	0,05	0	0	0
240	4	30	6	84	108	84	0	6	78	2	2	0,06	0	2	2
360	6	21	4	91	162	91	0	9	82	6	8	0,08	0	5	5
540	9	16	3	99	243	99	0	13	86	10	12	0,09	0	8	8
720	12	12	2	105	324	105	0	18	88	12	14	0,10	0	10	10
1080	18	9	2	115	486	115	0	27	88	12	15	0,10	0	10	10
1440	24	7	1	122	648	122	0	36	86	10	13	0,10	0	8	8
2880	48	4	1	149	1296	149	0	71	78	2	2	0,06	0	1	1
4320	72	3	1	166	1944	166	0	107	59	0	0	0,05	0	0	0

D	... Dauerstufe	h_Mu	... Höhe Mulde
R_N(D;T)	... Regenspende	t_E,Mu	... Entleerungszeit der Mulde
Q_zu	... Zufluss	t_E,ÜS	... Entleerungszeit durch Rückstau aus Gesamtsystem
V_zu	... Zuflussvolumen	t_E,max	... maximale Einstauzeit (Sicherheit durch Addition)
V_S,Mu	... Sickervolumen		
V_S,Mu,real	... Sickervolumen (durch V_zu gedeckelt)		
V_Mu	... Volumen Mulde (beachtet f_Z)		
V_S,RR	... Sickervolumen Rohrrigole		
V_ÜS	... Überstauvolumen		
V_ÜS,real	... Überstauvolumen (beachtet SV_G)		
V_ÜS,ges	... Gesamt-Überstauvolumen (beachtet SV_G und f_Z)		
V_Mu,erf	... erforderliches Volumen Mulde (das größere: V_Mu oder V_ÜS,ges)		

$$(Q_{zu} = (A_u + A_s) \cdot R_N(D; T))$$

$$(V_{zu} = Q_{zu} \cdot D)$$

$$(V_{S,Mu} = Q_{S,Mu} \cdot D)$$

$$(V_{S,Mu,real} = \max(V_{zu}))$$

$$(V_{Mu} = (V_{zu} - V_{S,Mu,real}) \cdot f_Z \text{ mit } V_{Mu} \geq 0)$$

$$(V_{S,RR} = Q_{S,RR} \cdot D)$$

$$(V_{\ddot{u}S} = V_{S,Mu,real} - V_{S,RR})$$

$$(V_{\ddot{u}S,real} = V_{\ddot{u}S} - SV_G \text{ mit } V_{\ddot{u}S,real} \geq 0)$$

$$(V_{\ddot{u}S,ges} = (V_{zu} - V_{S,RR} - SV_G) \cdot f_Z \text{ mit } V_{\ddot{u}S,ges} \geq 0)$$

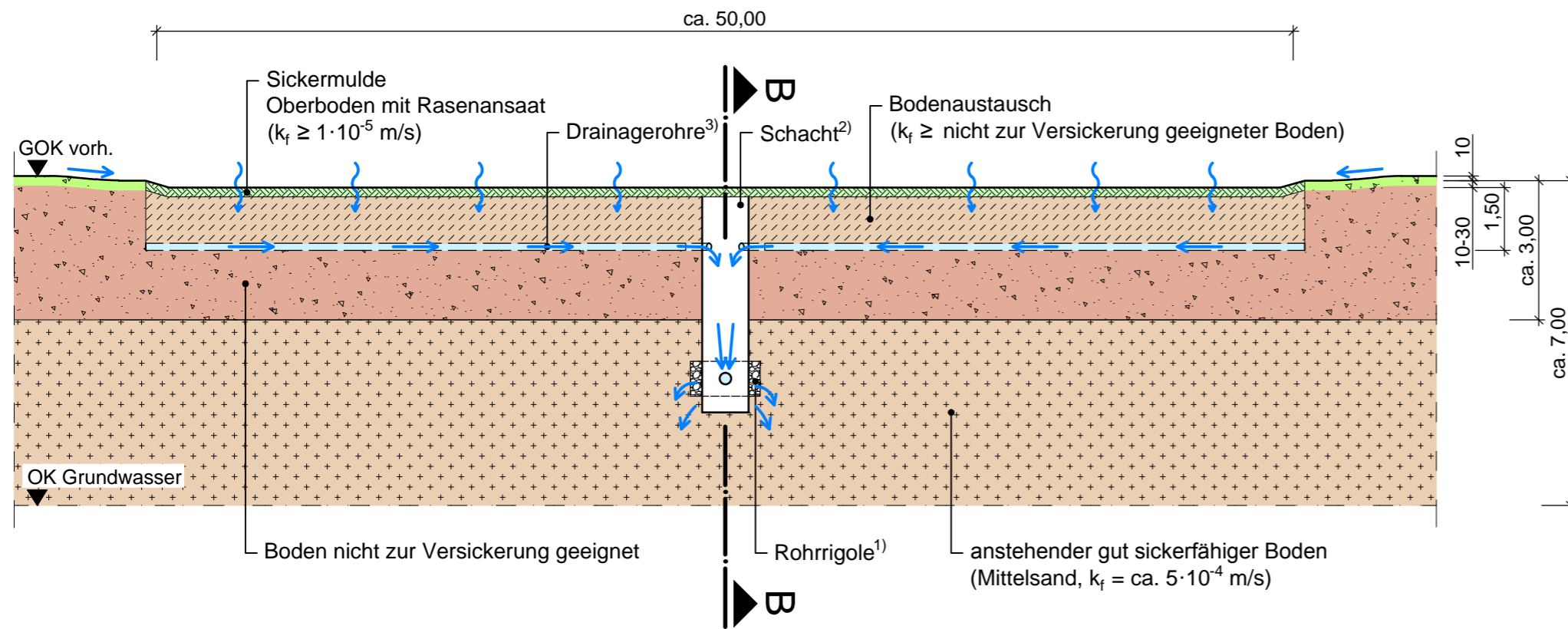
$$\left(h_{Mu} = \frac{V_{Mu,erf}}{A_{S,Mu}} + \frac{V_{Rück}}{A_{S,Mu}} \right)$$

$$\left(t_{E,Mu} = \frac{V_{Mu}}{Q_{S,Mu}} \text{ mit } t_{E,Mu} \geq 0 \right)$$

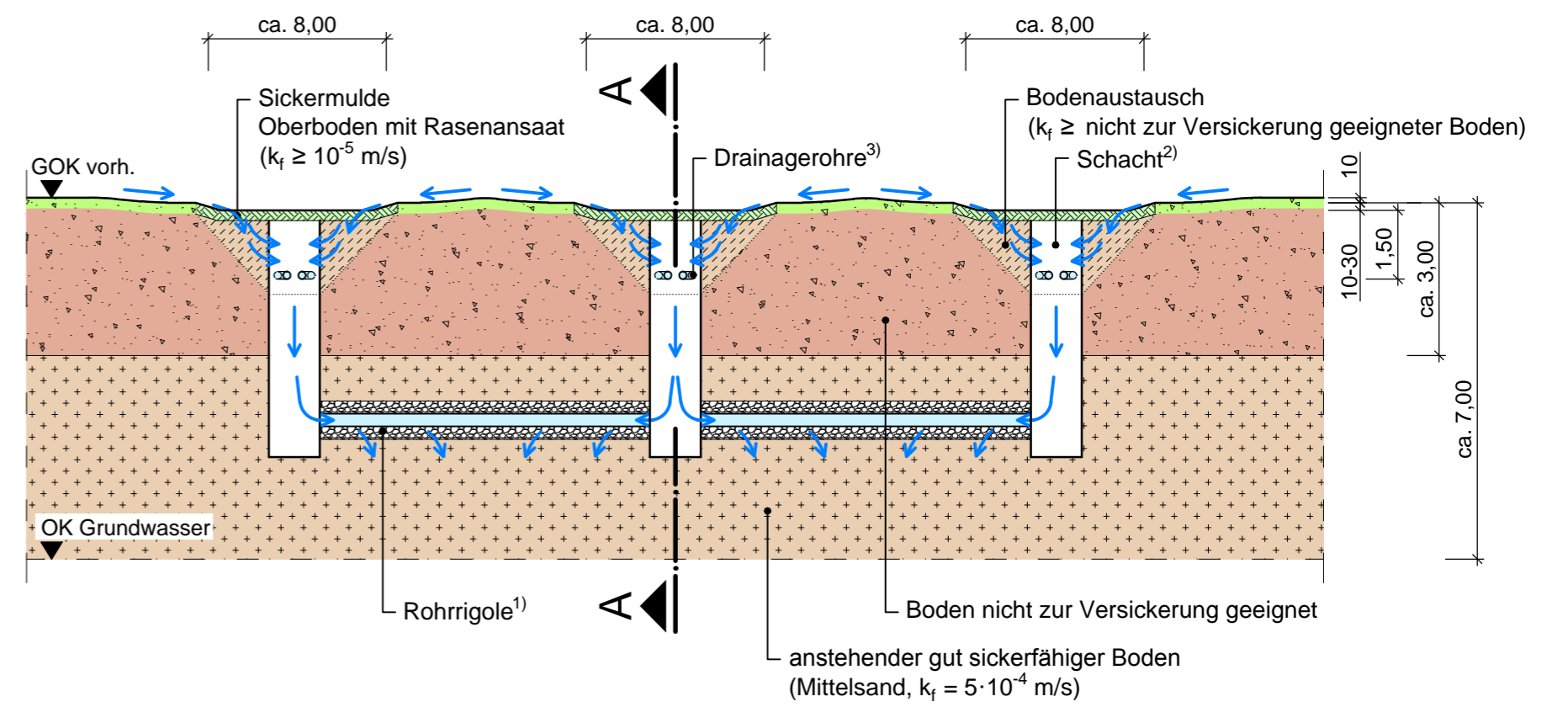
$$\left(t_{E,\ddot{u}S} = \frac{V_{\ddot{u}S,ges}}{Q_{S,RR}} \text{ mit } t_{E,\ddot{u}S} \geq 0 \right)$$

$$(t_{E,max} = t_{E,Mu} + t_{E,\ddot{u}S})$$

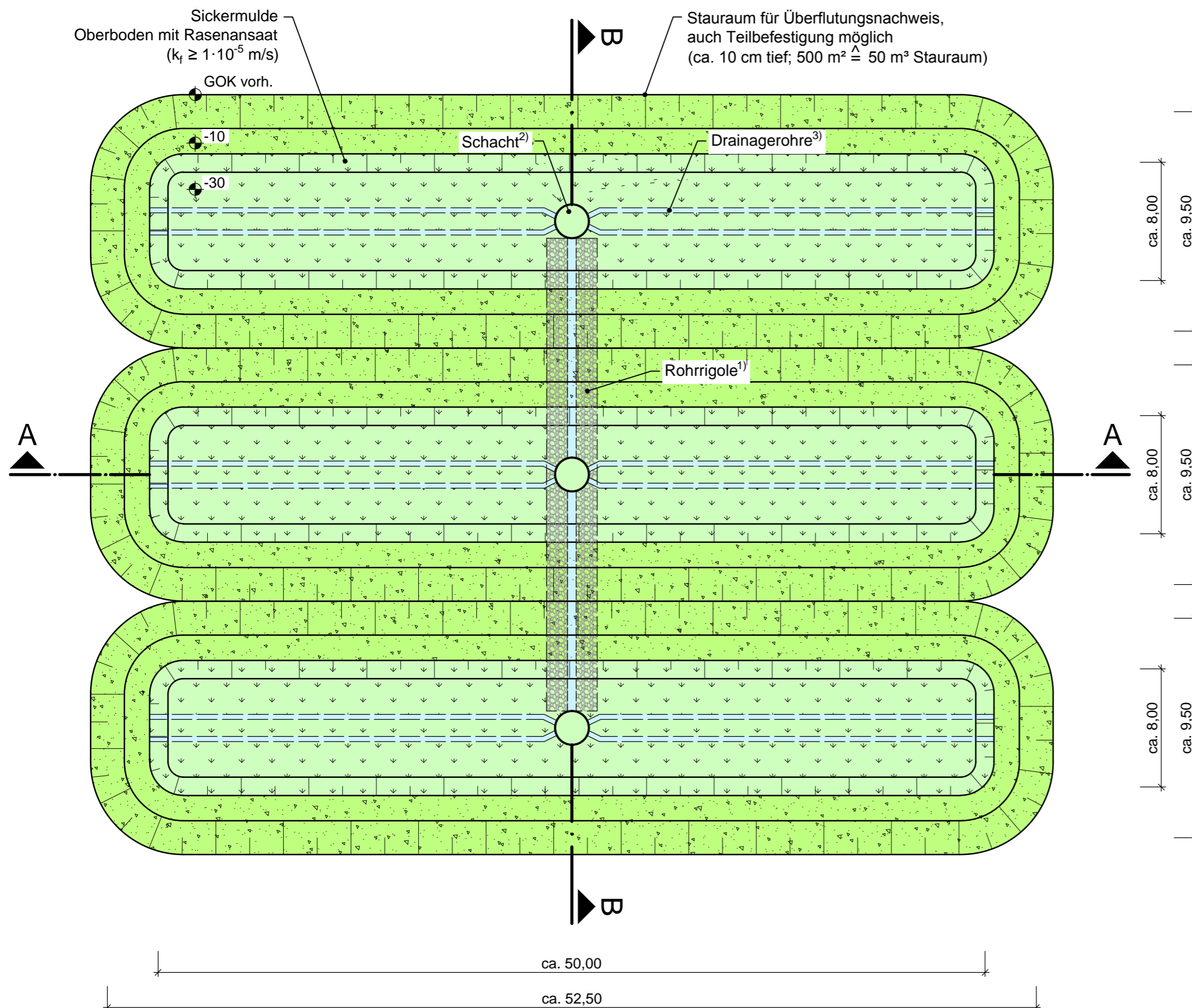
Schnitt A - A



Schnitt B - B



Grundriss



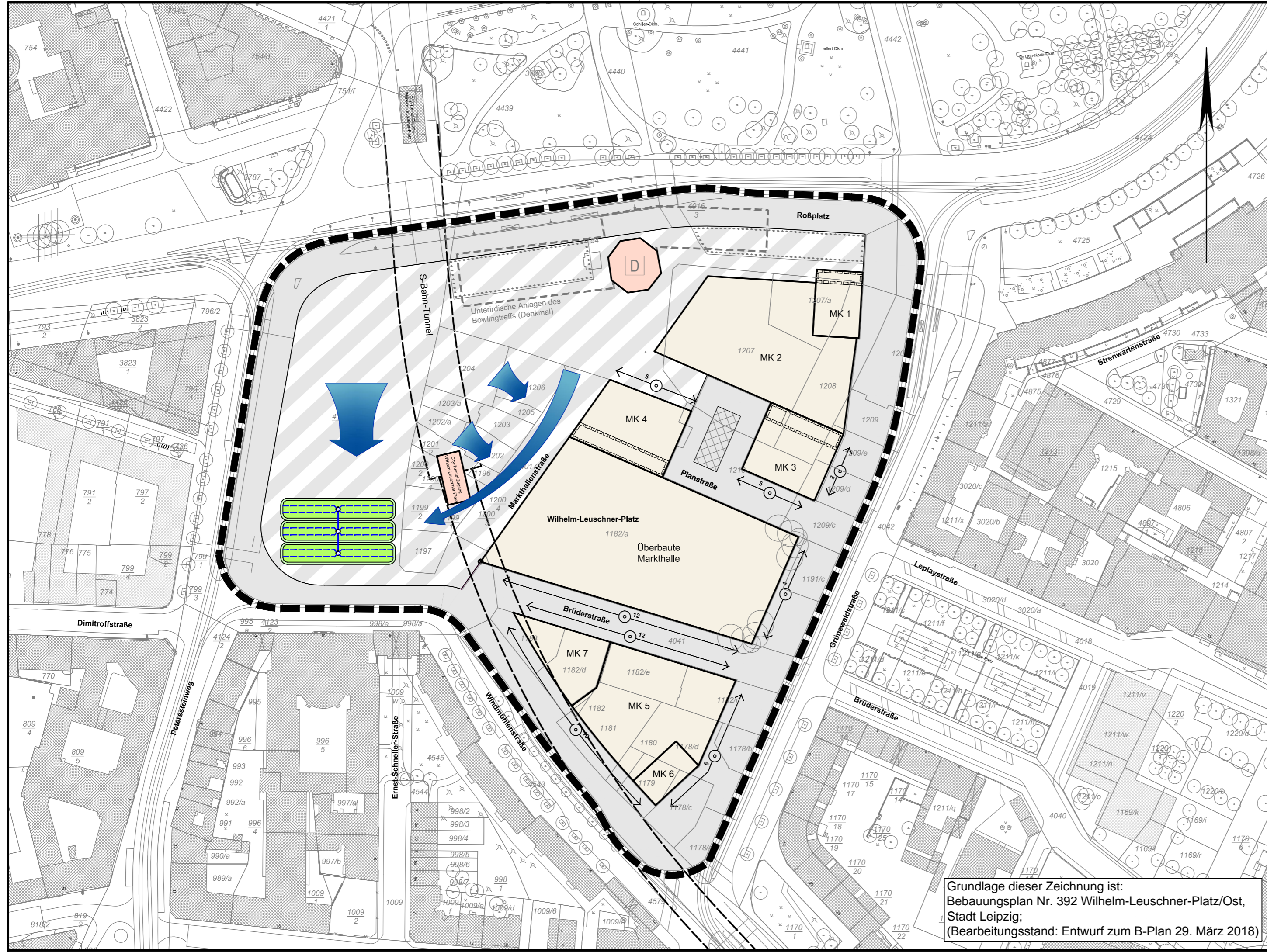
Erläuterung:

- 1) **Rohrrigole:**
 - gelochte Rohrleitung z.B. DN 150
 - verlegt in Rigole aus Kies
 - Abmessungen im Querschnitt ca. BxH = 60 x 40 cm
- 2) **Schacht:**
 - ca. 4 m tief
 - z.B. DN 1000
- 3) **Drainage:**
 - gelochte Rohrleitung, z.B. DN 150
 - verlegt in Kies

Achtung:

Prinzipdarstellung ohne Maßstab,
teilweise Längen / Höhen verzerrt

Änderungen				
Index	Datum	Name	Signum	Bemerkung
Auftraggeber		 Stadt Leipzig Stadtplanungsamt		
Auftragnehmer		 An der Pikardie 8, 01277 Dresden Tel. 0351/2 16 83-30 Fax 0351/2 16 83-31 e-mail: info@pgs-dresden.de		
Lagebezug:		Höhenbezug:		
Landkreis:		Gemeinde:		
Gemarkung:		Flurstück:		
aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt		RW-Bewirtschaftungskonzept für Plangebiet		
Datum	18-07-17	B-Plan Nr. 392, Wilhelm-Leuschner Platz, Leipzig		
Gezei.	18-07-17	Zeichnung 1:		
Bearb.	18-07-17	Prinzipdarstellung modifiziertes Mulden-Rigolen-System		
Gepr.	18-07-17	(Anlage zur RW-Versickerung)		
Auftragsnr.: 0301/2018		Plan-Nr.: 10560-K-84-010		Maßstab(m, cm) Blatt 1
Konzept		Ers. f.:		ohne 1 Bl.



Legende


- Flurstücksgrenze mit Nr.
- Legende Plangrundlage¹⁾**
- Bebauungplangrenze
- Kerngebiet (MK) mit laufender Nr. des Teil-Baugebiets
- vorh. Gebäude
- Einzelanlage, die dem Denkmalschutz unterliegt
- Straßenverkehrsflächen
- Öffentliche Freifläche
- Öffentliche Grünfläche
- Baumpflanzungen und Angabe der Zahl zu pflanzender Bäume (z.B. 10 Stück)

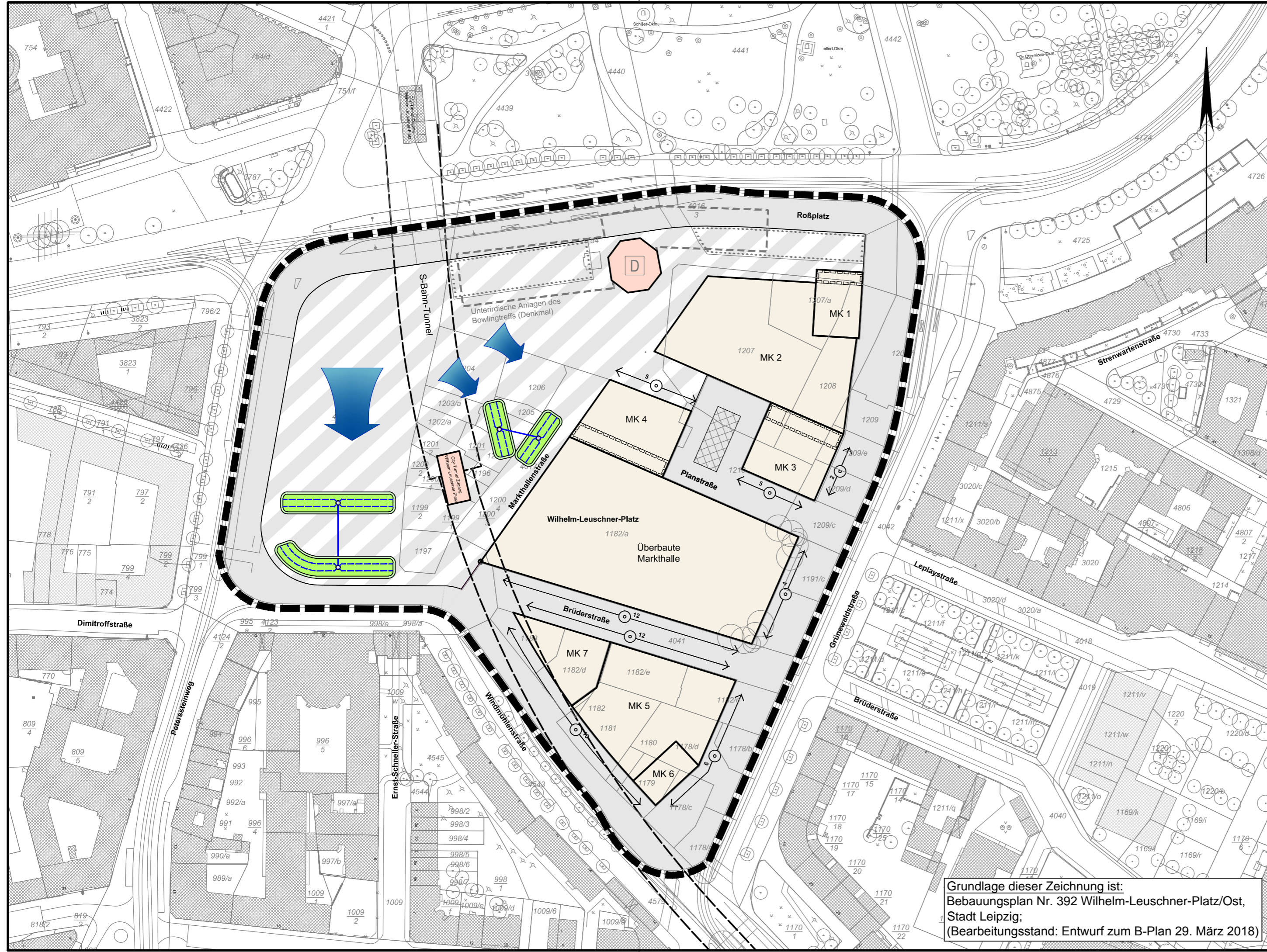
Legende Konzept

- Sickermulde (überflutungssicher)
- Drainage
- Schacht mit Rigole
- Fließrichtung Oberflächenabfluss

1) übernommen aus Entwurf zum B-Plan (Bearbeitungsstand: 29. März 2018)

Grundlage dieser Zeichnung ist:
 Bebauungsplan Nr. 392 Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost,
 Stadt Leipzig;
 (Bearbeitungsstand: Entwurf zum B-Plan 29. März 2018)

Änderungen				
Index	Datum	Name	Signum	Bemerkung
Auftraggeber				
Auftragnehmer				
Lagebezug:		An der Pikardie 8, 01277 Dresden		
Landkreis:		Tel. 0351/2 16 83-30		
Gemarkung:		Fax 0351/2 16 83-31		
		e-mail: info@pgs-dresden.de		
Höhenbezug:				
Gemeinde:				
Flurstück:				
Datum	RW-Bewirtschaftungskonzept für Plangebiet			
Gez.	18-07-17	B-Plan Nr. 392, Wilhelm-Leuschner Platz, Leipzig		
Bearb.	18-07-17	Zeichnung 2:		
Gepr.	18-07-17	Lageplan modifiziertes Mulden-Rigolen-System		
		Variante 1		
Auftragsnr.:	0301/2018	Plan-Nr.:	10560-K-80-020	Maßstab(m, cm)
Phase:	Konzept	Ers. f.:	1 : 1.500	Blatt 1
				1 Bl.



Grundlage dieser Zeichnung ist:
 Bebauungsplan Nr. 392 Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost,
 Stadt Leipzig;
 (Bearbeitungsstand: Entwurf zum B-Plan 29. März 2018)

Legende

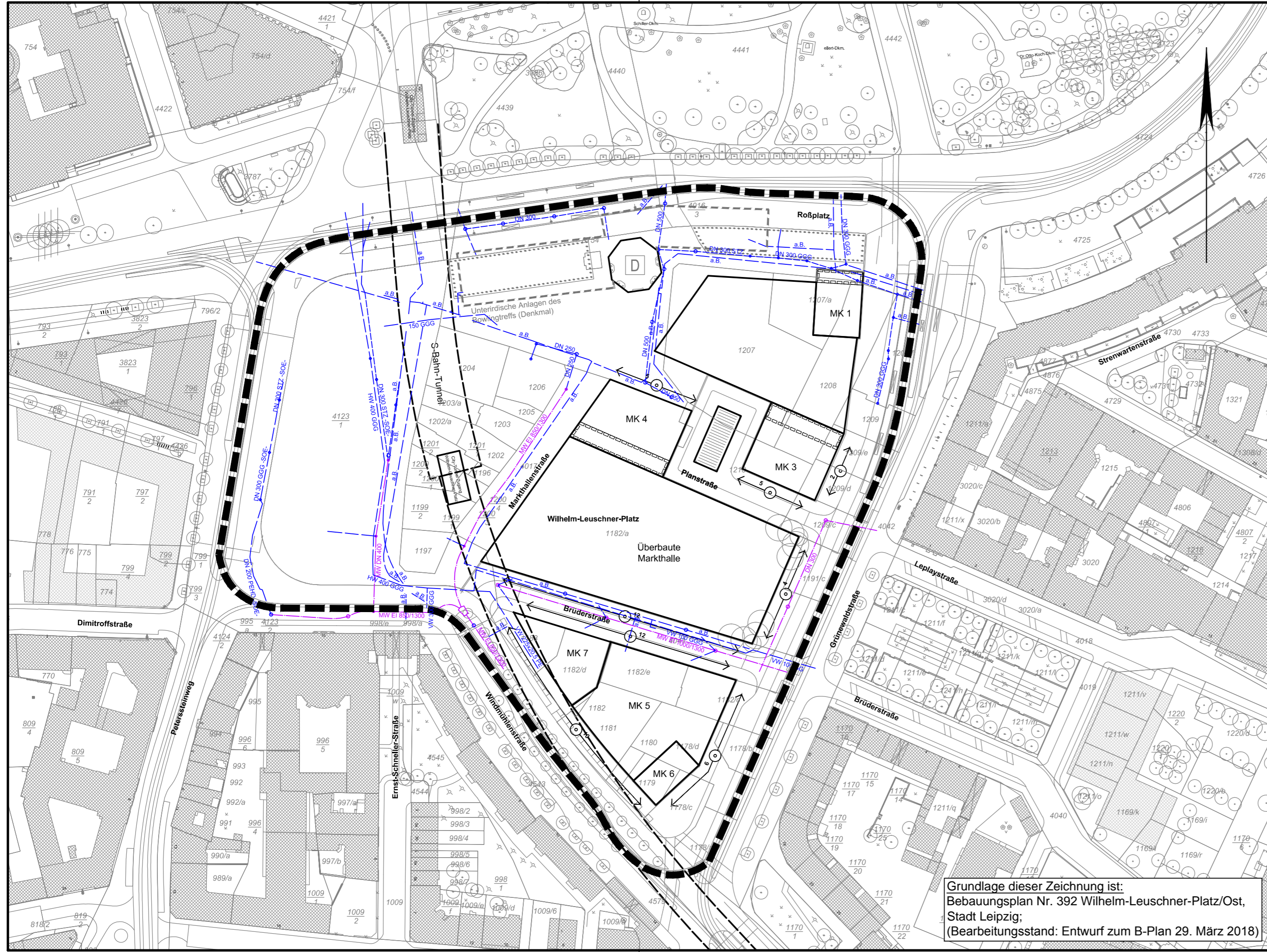
- Flurstücksgrenze mit Nr.
- Legende Plangrundlage¹⁾**
- Bebauungplangrenze
- Kerngebiet (MK) mit laufender Nr. des Teil-Baugebiets
- vorh. Gebäude
- Einzelanlage, die dem Denkmalschutz unterliegt
- Straßenverkehrsflächen
- Öffentliche Freifläche
- Öffentliche Grünfläche
- Baumpflanzungen und Angabe der Zahl zu pflanzender Bäume (z.B. 10 Stück)

Legende Konzept

- Sickermulde (überflutungssicher)
- Drainage
- Schacht mit Rigole
- Fließrichtung Oberflächenabfluss

1) übernommen aus Entwurf zum B-Plan (Bearbeitungsstand: 29. März 2018)

Änderungen				
Index	Datum	Name	Signum	Bemerkung
Auftraggeber				
		Stadt Leipzig Stadtplanungsamt		
Auftragnehmer				
An der Pikardie 8, 01277 Dresden Tel. 0351/2 16 83-30 Fax 0351/2 16 83-31 e-mail: info@pgs-dresden.de				
Lagebezug:		Höhenbezug:		
Landkreis:		Gemeinde:		
Gemarkung:		Flurstück:		
		aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt		
Datum				
Gez.	18-07-17			
Bearb.	18-07-17			
Gepr.	18-07-17			
Auftragsnr.: 0301/2018		Plan-Nr.: 10560-K-80-030		Maßstab(m, cm)
Phase: Konzept		Ers. f.:		Blatt 1
		1 : 1.500		1 Bl.



Grundlage dieser Zeichnung ist:
 Bebauungsplan Nr. 392 Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost,
 Stadt Leipzig;
 (Bearbeitungsstand: Entwurf zum B-Plan 29. März 2018)

Legende

- Flurstücksgrenze mit Nr.
- Bebauungsplangrenze
- Baumpflanzungen und Angabe der Zahl zu pflanzender Bäume (z.B. 10 Stück)

Legende Ver- und Entsorgungsleitungen

- vorhanden Mischwasserkanal
- Regenwasserkanal

Eintragung des Leitungsbestandes nach Angaben der zuständigen Ver- und Entsorgungsunternehmen nur zur Information. Vor Baubeginn sind die verbindlichen Leitungsauskünfte aller zuständigen Unternehmen einzuholen.

Änderungen

Index	Datum	Name	Signum	Bemerkung

Auftraggeber



Stadt Leipzig
 Stadtplanungsamt

Auftragnehmer



An der Pikardie 8, 01277 Dresden
 Tel. 0351/2 16 83-30
 Fax 0351/2 16 83-31
 e-mail: info@pgs-dresden.de

Lagebezug: aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt
Landkreis: **Höhenbezug:**
Gemarkung: **Gemeinde:**
Flurstück:

Datum	Gez.	Bearb.	Gepr.	Datum
18-07-17	18-07-17	18-07-17	18-07-17	18-07-17

RW-Bewirtschaftungskonzept für Plangebiet
 B-Plan Nr. 392, Wilhelm-Leuschner Platz, Leipzig

Zeichnung 4:
 Bestandsplan Entwässerungsanlagen

Auftragsnr.: 0301/2018	Plan-Nr.: 10560-K-84-040	Maßstab(m, cm)	Blatt 1
Phase: Konzept	Ers. f.:	1 : 1.500	1 Bl.