1 022 010

Regenwassermanagement für den Bebauungsplan Nr. 70 "GI/GE Merkwitz" (Gemarkung Taucha)

Abschlussbericht

Auftraggeber:

Stadt Leipzig
Amt für Wirtschaftsförderung

Stadt Leipzig
Amt für Wirtschaftsförderung

04092 Leipzig

Auftragnehmer:

Leipzig, den 18.09.2025

IWS

IWS - Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH
Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke

Lausener Dorfplatz 7A
04207 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **2**

Abbildungsverzeichnis **4**

Tabellenverzeichnis **6**

Planverzeichnis **7**

Anlagenverzeichnis **7**

Bearbeitungsgrundlagen **8**

1 Veranlassung **10**

2 Grundlagenermittlung **11**

2.1 Verwendete Software 11
2.1.1 Wasserhaushaltsmodellierung – Langzeitsimulation 11
2.1.2 Sturzflutsimulation 11

2.2 Wasserbilanzmodell 12
2.2.1 Naturnahe Urbane Wasserbilanz (NatUrWB) [P] 12
2.2.2 Klimawandel und Wasserhaushalt in Sachsen - KliWES [N] 15

2.3 Niederschlag 16

2.4 Untersuchungsgebiet 18

2.5 Besondere örtliche Gegebenheiten 19

2.6 Planzustand – Festlegung Flächenaufteilung 19
2.6.1 Variante 1 – Stand 10/2024 20
2.6.2 Variante 2 – Stand 06/2025 22
2.6.3 Variante 3 – erste Ansiedlung 24

2.7 Planzustand – Ansätze 24

2.8 k_f-Werte 25

3 Technische Lösungen **28**

3.1 Entwässerung der befestigten Flächen 28

3.2 Gründach 29

3.3 Bewässerung der Gründächer 30

3.4 Südwestlicher Entwässerungsgraben 31

3.5 Muldenkaskade 32

4 Modellaufbau KOSIM-Planzustand 33

4.1 Allgemeines 33

4.2 Modelltechnische Abbildung der Teilgebiete 33

5 Berechnungen 36

5.1 Ergebnis der Langzeitberechnungen – potentiell naturnaher IST-Zustand 36

5.2 Ergebnis der Langzeitberechnungen – Planzustand 38
5.2.1 Auswertung max. Abfluss am Systemauslass 38
5.2.2 Auswertung Parkplatzmulden 40
5.2.3 Auswertung Rigolen 41
5.2.4 Auswertung Zisternen 41
5.2.5 Auswertung Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen 42
5.2.6 Auswertung Muldenkaskade 43
5.2.7 Auswertung Dränagen 44
5.2.8 Auswertung Wasserbilanz 45

5.3 Hydrodynamische Sturzflutberechnung 46
5.3.1 Modellgrenze 46
5.3.2 Geometrie 47
5.3.3 Niederschlag 47
5.3.4 Kaskaden – Disabled Fläche 48
5.3.5 Rauheit 48
5.3.6 Simulationszeit 49
5.3.7 Qualität des Berechnungsnetzes 49
5.3.8 Ergebnisse 49

5.4 Betrachtungen zur DWA-A 102-2 / DWA-A 138-1 56

5.5 Betrachtungen zur DWA-M 102-3 57

6 Zusammenfassung 58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Betrachtungsgebiet mit Bodengesellschaft zur Ermittlung der naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB)[P] 13
Abbildung 2-2: Landnutzungsverteilung für die Ermittlung des naturnahen urbanen Wasserhaushalts (NatUrWB) [P].....14
Abbildung 2-3: Ergebnis der Berechnungen zum naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB) [P].....14
Abbildung 2-4: Ergebnis der Wasserflussberechnung zum naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB) [P].....15
Abbildung 2-5: Ergebnis der KLiWES Modellierung für den OWK Weiße Elster-11 [N] 16
Abbildung 2-6: Langjähriges Mittel der Jahresniederschlagssumme von 1981-2010 [I] 17
Abbildung 2-7: Festlegung Flächenaufteilung.....20
Abbildung 2-8: schematische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 1 (Stand 10/2024) [B].....21
Abbildung 2-9: schematische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 2 (Stand 06/2024) [C].....23
Abbildung 2-10: Querschnitt der öffentlichen Planstraße [B] 25
Abbildung 2-11: Kennzeichnung interpolierter, versickerungsrelevanter Fläche im Untersuchungsgebiet [A] 26
Abbildung 2-12: laboratив und in-situ ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f der Böden [A] 27
Abbildung 3-1: Regeldarstellung für das geplante Mulden-Rigolen-System auf zwei Entwässerungsebenen, Bild IWS 28
Abbildung 3-2: Regeldarstellung für das geplante Mulden-Rigolen-System mit Einstauebenen für die Aktivierung des Rückhaltevolumens nach DIN 1986-100, Bild IWS 29
Abbildung 3-3: Aufbau Gründach FKD25 [Q].....30
Abbildung 3-4: Systemschnitt Solargründach Optigrün-Solar FKD [Q].....30
Abbildung 3-5: Höhe des westlichen Grabens.....32
Abbildung 3-6: Prinzip Längsschnitt der Muldenkaskade 32
Abbildung 4-1: Systembild KOSIM für ein Teilgebiet 34
Abbildung 5-1: Systembild KOSIM potentiell naturnaher IST-Zustand 36
Abbildung 5-2: Ergebnis der Kalibrierung der Abflussbildungsparameter.....36
Abbildung 5-3: Ergebnis Q_{max} aus der KOSIM-Berechnung pot.-nat. Istzustand.....37
Abbildung 5-4: Ergebnis Q_{max} bis T = 100 a, aus der KOSIM-Berechnung Planzustand vs. pot. Istzustand.....38

Abbildung 5-5: Ergebnis Q_{max} bis T = 2 a, aus der KOSIM-Berechnung Planzustand vs. pot. Istzustand 39
Abbildung 5-6: Modellgrenze Sturzflutmodellierung mit Darstellung der Landnutzung 46
Abbildung 5-7: Niederschlag und Effektivniederschlag für Sturzflutberechnung (Flächen mit < 4 % Gefälle) 48
Abbildung 5-8: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Istzustand 50
Abbildung 5-9: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Planzustand Variante 1 51
Abbildung 5-10: Differenzkarte Wasserspiegellage Planzustand Variante 1 abzüglich Istzustand 52
Abbildung 5-11: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Planzustand Variante 2 53
Abbildung 5-12: Differenzkarte Wasserspiegellage Planzustand Variante 2 abzüglich Istzustand 54
Abbildung 5-13: schamtische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 3 – Teilmodell der Variante 2 55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KLiWES - IST-Zustand 16
Tabelle 2-2: Mastertabelle der angesetzten Flächen in GI/GE (Variante 1 – Stand 10/2024) 20
Tabelle 2-3: Mastertabelle der angesetzten Flächen außerhalb GI/GE (Variante 1 – Stand 10/2024) 20
Tabelle 2-4: Mastertabelle der angesetzten Flächen in GI/GE (Variante 2 – Stand 06/2025) 22
Tabelle 2-5: Mastertabelle der angesetzten Flächen außerhalb GI/GE (Variante 2 – Stand 06/2025) 22
Tabelle 5-1: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KOSIM pot.-nat- IST-Zustand ..37
Tabelle 5-2: Vorhandenes und erforderliches Parkplatzmuldenvolumen bei T = 1 a, Variante 1.....40
Tabelle 5-3: Vorhandenes und erforderliches Muldenvolumen bei T = 1 a, Variante 2.....40
Tabelle 5-4: Vorhandenes und erforderliches Rigolenvolumen bei T = 10 a, Variante 1.....41
Tabelle 5-5: Vorhandenes und erforderliches Rigolenvolumen bei T = 10 a, Variante 2.....41
Tabelle 5-6: Vorhandenes und erforderliches Zisternenvolumen I bei T = 0,5 a, Variante 1.....41
Tabelle 5-7: Vorhandenes Zisternenvolumen II, Variante 1.....42
Tabelle 5-8: Vorhandenes und erforderliches Zisternenvolumen I bei T = 0,5 a, Variante 2.....42
Tabelle 5-9: Vorhandenes Zisternenvolumen II, Variante 2.....42
Tabelle 5-10: Vorhandenes und erforderliches Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen bei T = 100 a, Variante 1 –synth. Regenreihe.....42
Tabelle 5-11: Vorhandenes und erforderliches Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen bei T = 100 a, Variante 2 –synth. Regenreihe.....43
Tabelle 5-12: Vorhandenes und erforderliches Kaskadenvolumen, Variante 1.....44
Tabelle 5-13: Vorhandenes und erforderliches Kaskadenvolumen, Variante 2.....44
Tabelle 5-14: Vorhandenes und erforderliches Dränagenvolumen, Variante 1.....44
Tabelle 5-15: Vorhandenes und erforderliches Dränagenvolumen, Variante 2.....45
Tabelle 5-16: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KOSIM pot.-nat- IST und Planzustand.....45
Tabelle 5-17: Rauheit.....48
Tabelle 5-18: Verhältnis angeschlossener Fläche zur Sickerfläche – Variante 1.....56
Tabelle 5-19: Verhältnis angeschlossener Fläche zur Sickerfläche – Variante 2.....56

Planverzeichnis

Plan 1 Systemplan (digital)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 KOSIM-Ergebnisberichte (digital)

Anlage 2 Animation der Sturzflutsimulationsergebnisse (digital)

Bearbeitungsgrundlagen

[A] **BAUGRUNDBÜRO KLEIN GMBH:** Geotechnischer Bericht über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse für das Bauvorhaben Entwicklung Industriegebiet Merkwitz, Stand 15.11.2024

[B] **BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE:** Stadt Taucha – Bebauungsplan Nr. 70,“Industrie- und Gewerbegebiet Merkwitz“ – Vorentwurf, Stand 12.09.2024

[C] **BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE:** Stadt Taucha – Bebauungsplan Nr. 70,“Industrie- und Gewerbegebiet Merkwitz“ – Entwurf, Stand 18.03.2025

[D] **DIN 1986-100:** Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Dezember 2016

[E] **DWA-M 102-3/BWK-M 3-3:** Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 3: Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Oktober 2021

[F] **DWA-M 102-4/BWK-M 3-4:** Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, März 2022

[G] **DWA-A 118**: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, März 2006

[H] **DWA-A 138-1 (GD):** Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser –Teil 1: Planung, Bau, Betrieb, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, November 2020

[I] **DWD-1:** https://www.dwd.de/DE/wetter/wetterundklima_vorort/sachsen/leipzig/_node.html

[J] **FLL:** Bewässerungsrichtlinien - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn, 2015

[K] **FLL:** Dachbegrünungsrichtlinien, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn, 2018

[L] **ITWH:** Niederschlagsdaten für ganz Deutschland, itwh - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover, https://regen.itwh.de

[M] **IWS:** KOSIM-Modell, Nachweis über die geplante Regenwasserbehandlung und Betriebsweise der Regenklärbecken I und II im EZG Kalter Born, Stand 11/2022

[N] **KliWES 2.0** – Klimawandel und Wasserhaushalt 2022, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) Schriftenreihe, Heft 17/2022, https://whh-kliwes.de

[O] **KOSTRA:** Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020 Spalte: 178 Zeile: 130

[P] **NATURWB:** Naturnahe Urbane Wasserbilanz, Professur für Hydrologie - Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br, Max Schmit, www.naturwb.de

[Q] **OPTIGRÜN:** Dachbegrünungssystem SOLARGRÜNDACH Solar FKD, https://www.optigruen.de/systemloesungen/solargruendach/solar-fkd/, Abgerufen am 28.04.2023

[R] **REWS:** Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS 21), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ausgabe 2021

[S] **STADT LEIPZIG:** Bebauungsvarianten auf Basis Ansiedlungsanfragen, Präsentation, Seite 2, Anordnung Gebäude, Stadt Leipzig, Amt für Wirtschaftsförderung, Standortentwicklung, Stand 12.05.2022

[T] **SYNOPSE II:** Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen, Zweite Phase des INIS-Forschungsprojektes Juli 2017 bis Dezember 2019 Universität Hannover / Universität Stuttgart / itwh / Pecher&Partner / HAMBURG WASSER, Hannover 02.07.2020 abrufbar https://doi.org/10.2314/KXP:1756251746

[U] **STADT LEIPZIG, AMT FÜR WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG:** Aufforderung zur Abgabe eines Angebots im beschränkten Verfahren (VOF) für die Ausschreibung des Regenwassermanagements für den Bebauungsplan Nr. 70 „GI/GE Merkwitz“ (Gemarkung Taucha) der Stadt Leipzig gemäß Vergabeverordnung (VgV). Stand Juni 2024

[V] **WHG:** Wasserhaushaltsgesetz: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021, BGBl. I S. 3901

1 Veranlassung

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 70 durch die Stadt Taucha und Stadt Leipzig ist ein Regenwasserbewirtschaftungskonzept unter Berücksichtigung aktuell geltender Regelwerke und unter Bezugnahme der Stellungnahmen von Fachbehörden zu erstellen. Das Regenwasserbewirtschaftungskonzept soll sicherstellen, dass die zukünftige Bebauung nicht nur den städtebaulichen, sondern auch den ökologischen Anforderungen gerecht wird. Das Regenwassermanagement spielt eine entscheidende Rolle, um die Auswirkungen der Bebauung auf den natürlichen Wasserhaushalt zu minimieren und nachhaltige Lösungen für die Abwasser- und Regenwasserbewirtschaftung zu integrieren.

Hierbei geht es insbesondere um folgende Punkte:

- Analyse der bestehenden Wasserbilanzen und -verhältnisse: Erfassung der aktuellen Wasserflüsse und -qualitäten sowie der vorhandenen Infrastruktur.
- Prognose der zukünftigen Wasserbilanz: Modellierung der zu erwartenden Veränderungen durch die Bebauung und deren Auswirkungen auf die Wasserbilanz.
- Maßnahmen zur Regenwassernutzung und -versickerung: Entwicklung von Konzepten zur Nutzung des Regenwassers als Ressource sowie zur Versickerung, um Überflutungen zu vermeiden und die Belastung der Kanalisation zu reduzieren bzw. zu vermeiden.
- Integration in die städtebauliche Planung: Sicherstellung, dass die Wasserwirtschaftsmaßnahmen effektiv in den Gesamtplan integriert werden, um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern.

Die Bearbeitung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) in Leipzig.

2 Grundlagenermittlung

2.1 Verwendete Software

2.1.1 Wasserhaushaltsmodellierung – Langzeitsimulation

Für die Langzeitkontinuumssimulation wurde mit KOSIM Version 7.8 ein Softwareangebot der itwh GmbH verwendet. Das Programm berechnet Abflüsse und Schmutzfrachten mittels kontinuierlicher Simulation zum Nachweis bzw. zur Bemessung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen der Stadtentwässerung.
Im ersten Schritt wird ein Ersatzsystem auf der Grundlage eines detaillierten hydronumerischen Berechnungsmodells erzeugt. Dies besteht im Wesentlichen aus den Gebieten mit Flächenangaben, den Transportsammlern und den Regenwasserbewirtschaftungsanlagen.
Im zweiten Schritt werden die erforderlichen Nachweise mit Hilfe einer langjährigen Niederschlagsreihe geführt. Dabei werden sowohl die Regen- als auch die Trockenphasen mit modelliert.

2.1.2 Sturzflutsimulation

Für die vorliegende Untersuchung wurde das Modell HYDRO_AS-2D von Dr. Nujić verwendet, welches mittlerweile von Hydrotec weiterentwickelt und vertrieben wird. Dieses Strömungsmodell wurde ursprünglich für die Simulation von Damm- und Deichbruchwellen konzipiert, kann jedoch auch für andere wasserwirtschaftliche Problemstellungen, bspw. der Sturzflutsimulation, eingesetzt werden.
Die Generierung des Berechnungsnetzes erfolgte mit Hilfe des Programms Mapwork (preproc Batchdatei) von der Firma Hydrotec, welches für die Generierung von Berechnungsnetzen aus dem digitalen Geländemodell (DGM) entwickelt wurde. Dadurch kann für jeden Punkt des DGM ein Punkt im Netz erzeugt werden. Da in diesem Fall eine Vielzahl an Punkten erzeugt wird, wird auf die Ausgabe einer 2dm-Datei verzichtet, diese kann im Bedarfsfall aber zusätzlich erzeugt werden. Durch die Erstellung einer Geo-DataBase (gdb) in einem GIS-Programm werden alle weiteren Parameter (Rauheiten, Niederschlag, Neigung, etc.) den entsprechenden Punkten zugewiesen. Daraus wird mit Hilfe von Mapwork das Rechennetz erstellt. Die Berechnung erfolgt, wie oben beschrieben, mit HYDRO_AS-2D. Da keine 2dm-Dateien erzeugt werden, müssen die Ergebnisse mit Mapwork (results Batchdatei) in Rasterdaten umgewandelt werden, um in einem GIS-Programm ausgewertet werden zu können.
Zusätzlich kann eine hmv-Datei erzeugt werden, welche die Fließwege und Wasserstände als Video darstellt. Diese kann mit mithilfe der frei zugänglichen MapView-Anwendung geöffnet werden.

2.2 Wasserbilanzmodell

2.2.1 Naturnahe Urbane Wasserbilanz (NatUrWB) [P]

Generell führt die Versiegelung zu einem erhöhten Oberflächenabfluss, was zu einer geringeren Grundwasserneubildung und Evapotranspiration führt. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, wurden inzwischen Maßnahmen zur Förderung von Versickerungsanlagen eingeführt. Vor 2010 war es üblich, Niederschlagswasser aus städtischen Gebieten in Mischwasserkanäle zu leiten. Seit 2009 verpflichtet das Bundes-Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [V] in § 55, bei Neubauten das anfallende Niederschlagswasser separat zu sammeln und nach Möglichkeit vor Ort versickern zu lassen, zu berieseln oder über getrennte Kanalisationssysteme in Oberflächengewässer einzuleiten. In den meisten Fällen ist jedoch nicht bekannt, ob diese Versickerungsanlagen den "natürlichen" Infiltrationsprozess übersteigen, was potenziell negative Auswirkungen haben könnte.

Die Gesamtheit dieser Effekte verdeutlicht, dass der anthropogene Einfluss auf den Wasserhaushalt mit zunehmender Urbanisierung wächst. Allerdings bleibt diese Veränderung bisher unquantifiziert, da der "natürliche" Wasserhaushalt in städtischen Gebieten nicht einheitlich definiert ist. Ohne Kenntnis des "natürlichen" Zustands als Referenzwert ist eine Quantifizierung der Auswirkungen der Urbanisierung erschwert, was die Festlegung von Zielen und die Bewertung getroffener Maßnahmen in der Stadtplanung kompliziert. Mit der Einführung des DWA-M 102-4 [F] wurde erstmals die Zielgröße des natürlichen Wasserhaushaltes in das Regelwerk eingeführt. Auf der Grundlage des Merkblattes wurde von der Professur für Hydrologie der Universität Freiburg ein Modell entwickelt, mit dem der Referenzwert für den naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB) für einzelne Gebiete in Deutschland ermittelt werden kann [P]. Dieses Modell baut auf dem Wasserbilanzmodell RoGeR_WB_1D der Universität Freiburg auf und simuliert den naturnahen Wasserhaushalt für alle Flächen in Deutschland. Im Rahmen dieses Projekts wurde ein Web-Tool erstellt, mit dem eine einheitliche NatUrWB-Referenz für jede Fläche in Deutschland abgefragt werden kann.

Wie in Abbildung 2-1 ersichtlich, wurde auf der Grundlage von wasserwirtschaftlichen Betrachtungsgrenzen für das B-Plangebiet 70 die Ermittlung des naturnahen urbanen Wasserhaushaltes durchgeführt.

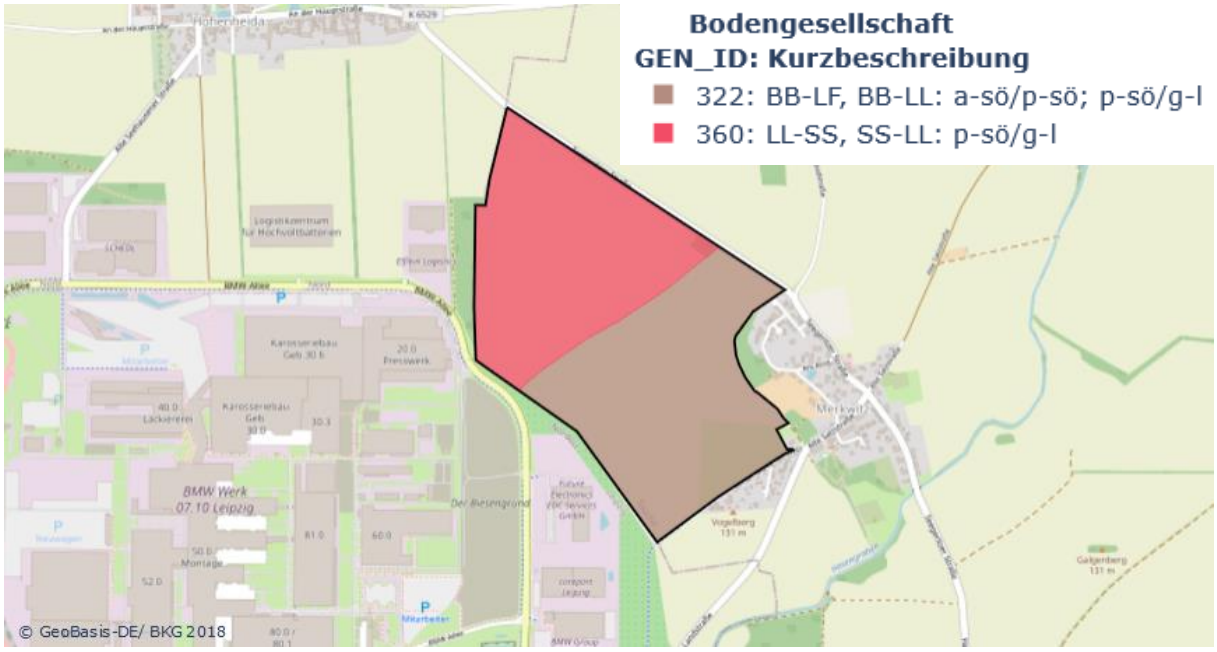


Abbildung 2-1: Betrachtungsgebiet mit Bodengesellschaft zur Ermittlung der naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB)[P]

Für jedes dieser Bodenprofile wurden Wasserbilanz-Simulationen mithilfe des RoGeR_WB_1D-Modells durchgeführt. Dabei wurde in den jeweiligen Naturraumeinheiten nach nicht-urbaner Landnutzung auf gleichen Bodentypen gesucht. Die erzielten Modellergebnisse wurden, unter Berücksichtigung dieser Landnutzungsverteilung, anschließend gewichtet und gemittelt. Auf diese Weise wurde der NatUrWB-Referenzwert ermittelt, welcher die Wasserbilanz darstellt, die in Abwesenheit städtischer Eingriffe vorliegen würde. Die Verteilung der angenommenen Landnutzung ist in der folgenden Abbildung 2-2 einsehbar.

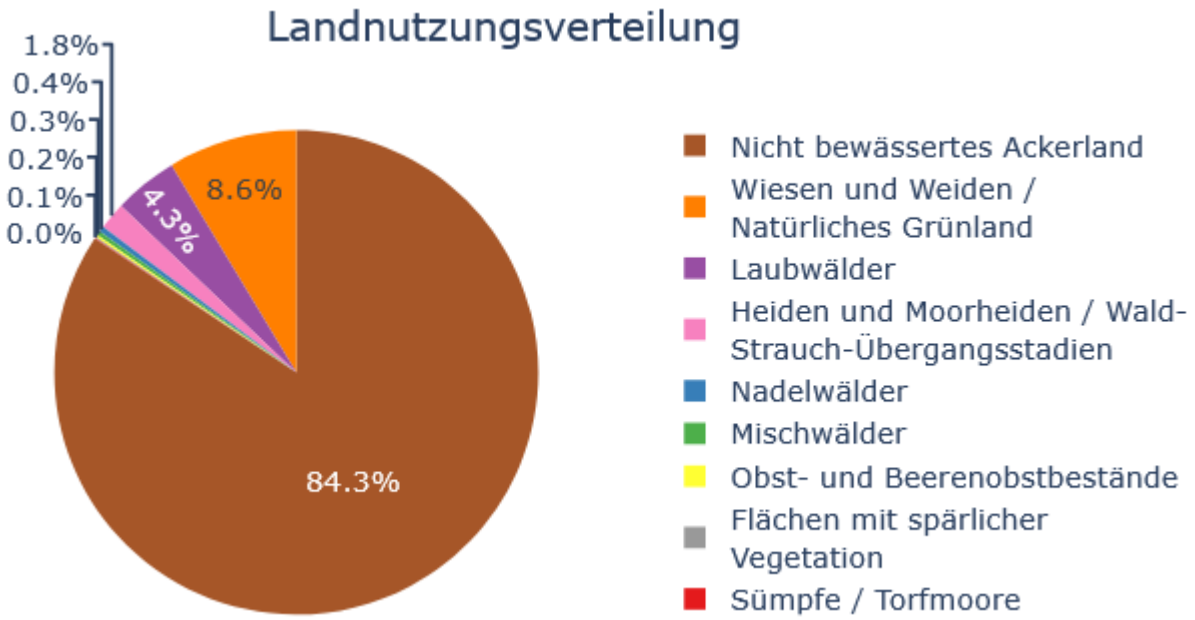


Abbildung 2-2: Landnutzungsverteilung für die Ermittlung des naturnahen urbanen Wasserhaushalts (NatUrWB) [P]

Zusätzlich wurden die Hauptkomponenten dieser NatUrWB-Referenz in Form eines Tortendiagramms (siehe Abbildung 2-3) grafisch dargestellt. Dieses Diagramm verdeutlicht, welcher Anteil des Niederschlags verdunsten (71,5 %), welcher abfließen (2,1 %), und welcher dem Grundwasser zugeführt werden sollte (26,4 %), um in diesem Gebiet einen naturnahen Wasserhaushalt zu gewährleisten. Diese Werte sollten als Ziel angestrebt werden, um den städtischen Wasserhaushalt wieder in einen naturnahen Zustand zu versetzen.

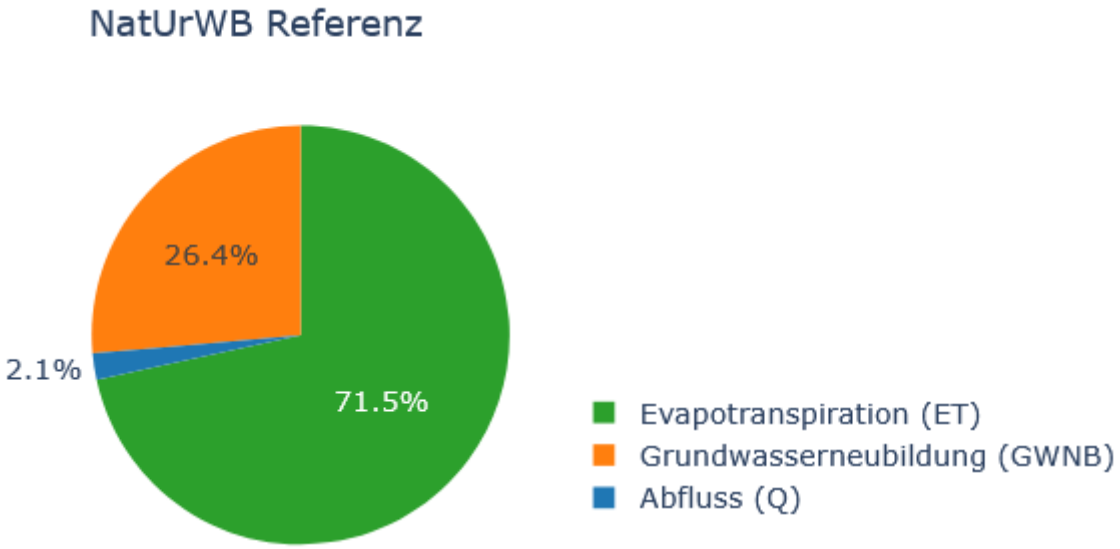


Abbildung 2-3: Ergebnis der Berechnungen zum naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB) [P]

Abbildung 2-4 stellt die verschiedenen Wasserflüsse dar, aus denen sich die NatUrWB-Referenz zusammensetzt. Aufgeführt sind die jährlichen Wassermengen, die durch das Modell ermittelt wurden. Ebenso setzt sich die Grundwasserneubildung aus der direkten Tiefenperkolation und dem grundwasserfernen Zwischenabfluss zusammen.

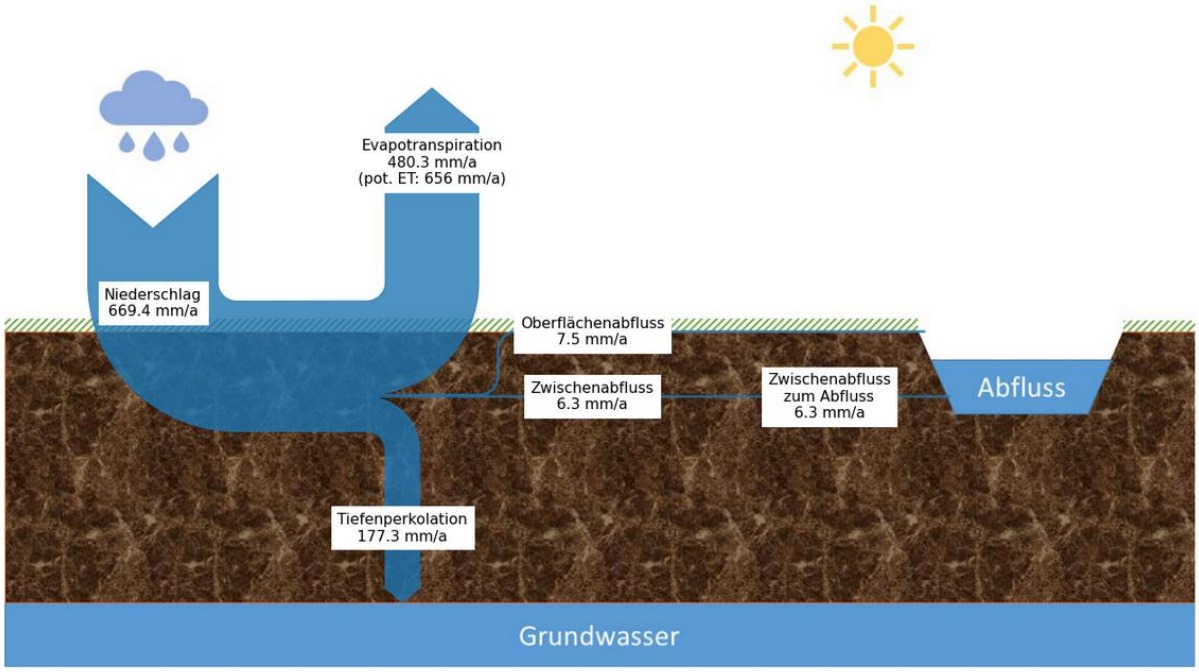


Abbildung 2-4: Ergebnis der Wasserflussberechnung zum naturnahen urbanen Wasserhaushalt (NatUrWB) [P]

2.2.2 Klimawandel und Wasserhaushalt in Sachsen - KliWES [N]

Darüber hinaus gibt es für Sachsen eine weitere Datenquelle, um den Wasserhaushalt zu ermitteln. Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) hat im Rahmen des Projektes "Klimawandel und Wasserhaushalt in Sachsen - KliWES" ein Konzept entwickelt, um die komplexen Prozesse des Wasserhaushalts umfassend zu beschreiben. Dieses Konzept basiert auf einer Kombination von sich gegenseitig ergänzenden und unabhängigen Verfahren. Es integriert verschiedene Herangehensweisen zur Berechnung des Wasserhaushalts, darunter Differenz-Ganglinien (DIFGA)-Analysen und Modellierungen mithilfe des komplexen Wasserhaushaltsmodells ArcEGMO. Diese Methode spiegelt zwar annähernd den aktuellen Wasserhaushalt wieder, bezieht sich allerdings nicht explizit auf den naturnahen Wasserhaushalt. Dennoch sollen die Daten als Vergleichswerte zur Plausibilität mit herangezogen werden (siehe Abbildung 2-5).

OWK Parthe-4 [DESN_5668-4]

Begleitparameter | Parameterverlauf

Parameter	KLiWES 2.1 IST-Zustand 1988-2015	Einheit	
Niederschlag	684.13	mm/a	100 %
Potentielle Verdunstung	621.04	mm/a	
Reale Verdunstung	528.18	mm/a	77%
Landoberflächenabfluss	6.6	mm/a	2 %
Hypodermischer Abfluss	8.05	mm/a	
Sickerwasser	88.43	mm/a	
Schneller Grundwasserabfluss	38.55	mm/a	
Langsamer Grundwasserabfluss	49.88	mm/a	
Grundwasserneubildung	87.37	mm/a	13 %
Klimatische Wasserbilanz	63.47	mm/a	
Gesamtabfluss	157.87	mm/a	
Kanalisationsabfluss	54.79	mm/a	8%

Abbildung 2-5: Ergebnis der KLiWES Modellierung für den OWK Weiße Elster-11 [N]

Im Vergleich der Ergebnisse aus dem KLiWES und NatUrWB ergeben sich ähnliche Größenordnungen bzw. plausible Differenzen. So ist die Verdunstung um 5 % im KLiWES mehr und die Versickerung um 13 % geringer. Der Abfluss ist im KLiWES um 8 % größer, dies ist plausibel, da KLiWES die vorhandene Versiegelung (Istzustand) mitberücksichtigt, während NatUrWB keine Versiegelung anrechnet.

Tabelle 2-1: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KLiWES - IST-Zustand

	NatUrWB	KLiWES	Differenz
Verdunstung [%]	72	77	-5
Versickerung [%]	26	13	13
Abfluss [%]	2	10 (8+2)	-8

Für die weiteren Betrachtungen werden die Daten aus NatUrWB als Zielwerte definiert.

2.3 Niederschlag

Zur Ermittlung der erforderlichen Retentionsvolumina ist die Berechnung mittels Langzeitkontinuumssimulation (Lzks) erforderlich. Dafür wurde eine Regenreihe (RR) für den Standort Leipzig/Halle (Stationskennung 42544) für den Zeitraum von 1985-2022 verwendet [I]. Aufgrund der Nähe des Regenschreibers zum Untersuchungsgebiet kann diese 38-jährige Regenreihe für statistische Aussagen bis

zum zwölfjährigen Ereignis herangezogen werden. Gekennzeichnet ist diese Regenreihe mit einem mittleren jährlichen Niederschlag von 511 mm/a. Die Ergebnisse passen gut zu dem langjährigen Mittel von 527,7 mm pro Jahr (von 1981-2010, siehe Abbildung 2-6).

Niederschlagshöhe

Leipzig/Halle, 01.01.1934 - 06.10.2023

Mittel- und Extremwerte	extrem trocken		normal	extrem nass	
	Minimum	Datum	Mittel	Maximum	Datum
Jahressummen (mm)	305,8	1982	527,7	755,5	1994
absolut niedrigste und höchste Monatssumme (mm)	0,2	Nov 2011	-	157,6	Aug 2010
absolut niedrigste und höchste Tagssumme (mm)	0,0	-	-	77,1	12. Apr 1994

Hinweis:
Alle Mittel beziehen sich auf den Zeitraum 01.01.1981 bis 31.12.2010 und alle Extrema auf den Zeitraum 01.01.1934 bis 06.10.2023. Ist ein Minimum oder Maximum mehrfach aufgetreten, wird nur das Datum für das letztmalige Auftreten genannt und mit * gekennzeichnet. Für die niedrigste Tagessumme (0,0 mm) wird kein Datum angegeben, da niederschlagsfreie Tage relativ häufig beobachtet werden.

Abbildung 2-6: Langjähriges Mittel der Jahresniederschlagssumme von 1981-2010 [I]

Da in dem vorliegenden Projekt darüber hinaus Aussagen bis zu einer Wiederkehrzeit von T = 100 a getroffen werden sollen, wurde auf eine synthetische Regenreihe zurückgegriffen. Diese wurde mithilfe des Niederschlagsgenerators - SYNOPSE [T], der im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes „Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen II“ entwickelt wurde, berechnet.

SYNOPSE ist ein stochastischer Regengenerator, der zeitlich hochaufgelöste Zeitreihen (Zeitschritt Δt = 5 min) erzeugt, die im statistischen langjährigen Mittel den gemessenen Reihen entsprechen. Synthetische Reihen können deswegen nur über langjährige Zeiträume und über statistische Zielgrößen mit Messdaten verglichen werden. Aussagen oder Vergleiche mit Messdaten im Einzelereignisbezug sind nicht möglich.
Synthetische Zeitreihen beinhalten gegenüber ortsgültig gemessenen Zeitreihen Abweichungen und können diese nicht ersetzen. Das Anwendungsziel sind daher Orte, für die keine ortsgültigen Messungen vorliegen oder deren Zeitreihenlängen gemäß den Empfehlungen nach Tabelle 5: DWA-A 118 [G] nicht ausreichend sind.

Anwendungsgebiete:
Die SYNOPSE-Zeitreihen können als Belastungsgröße für die urbanhydrologische Modelltechnik in den Aufgabenbereichen der

- Langzeitseriensimulation, für den hydraulischen Nachweis von Entwässerungssystemen mit hydrologisch-hydrodynamischen Simulationsmodellen und der
- Langzeitkontinuumssimulation, für die hydrologische Schmutzfrachtberechnung

verwendet werden.

Mindestzeitreihenlänge:
Die Länge der mit SYNOPSE generierten und bereitgestellten synthetischen Zeitreihen beträgt 300 Jahre. In Abhängigkeit des Anwendungsfalls wird die Einhaltung von Mindestzeitreihenlängen empfohlen.

- Langzeitseriensimulation, für den hydraulischen Nachweis von Entwässerungssystemen mit hydrologisch-hydrodynamischen Simulationsmodellen: empfohlene Mindestzeitreihenlänge L in Abhängigkeit der zulässigen Wiederkehrzeit T des Bemessungsziels: L(T=1 a) = 40 a; L(T=2 a) = 80 a; L(T=3 a) = 120 a; L(T=5 a) = 200 a; L(T>5 a) = 300 a.
- Langzeitkontinuumssimulation für die hydrologische Schmutzfrachtberechnung: 80 a.

Bei Verwendung einer kürzeren Zeitreihenlänge erhöhen sich die Unsicherheiten in den Berechnungsergebnissen.
Die Daten können kostenpflichtig über https://regen.itwh.de [L] erworben werden.
Für die vorliegende Untersuchung wurden beide Regenreihen, natürliche sowie synthetische (synth.), verwendet und in der Ergebnisauswertung gegenübergestellt.
Für die Station Schkeuditz wurde ein durchschnittlicher jährlicher Niederschlag von 572 mm/a berechnet. Dieser Wert liegt etwa 8 % über der "natürlichen" Niederschlagsreihe für Schkeuditz. Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse der synthetischen Niederschlagsreihe ebenfalls in ähnlicher Größenordnung, nämlich etwa 8 % über den Ergebnissen der natürlichen Niederschlagsreihe liegen werden. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die prozentuale Erhöhung des jährlichen Niederschlags nicht immer direkt auf die prozentuale Erhöhung des erforderlichen Beckenvolumens übertragen werden kann.

2.4 Untersuchungsgebiet

Das Bearbeitungsgebiet grenzt an den Tauchaer Ortsteil Merkwitz (im Westen), die Siedlung an der Mühle (im Süden), den Leipziger Industriepark Nord (im Osten) und

Landwirtschaftsflächen sowie den Leipziger Ortsteil Hohenheida im Norden. Das Areal wird derzeit (im Istzustand) größtenteils landwirtschaftlich genutzt [U].

2.5 Besondere örtliche Gegebenheiten

Im Untersuchungsgebiet sind einige besondere örtliche Gegebenheiten zu beachten, die vom Auftraggeber bzw. Fachleuten bekannt gegeben wurden:

- Im Plangebiet sind Bestandsfelddrainagen vorhanden, die bislang für landwirtschaftliche Zwecke genutzt wurden. Konkrete Lagen dieser Drainagen wurden jedoch nicht benannt. Daher sind diese vor Beginn der Erdbauarbeiten bzw. im weiteren Planungsverlauf zu klären und gegebenenfalls zu überprüfen.
- Im derzeitigen Istzustand ist der Graben nordwestlich der Merkwitzer Siedlung stark verkrautet. Da dieser Graben im Planzustand als Einleitstelle für den Drainageabfluss aus dem Plangebiet vorgesehen ist, sollte er vor Beginn der Einleitung interstandgesetzt bzw. unterhalten werden.

2.6 Planzustand – Festlegung Flächenaufteilung

Das Bearbeitungsgebiet im B-Plan 70 umfasst alle Flächen, die in der Abbildung 2-8 (Variante 1) bzw. Abbildung 2-9 (Variante 2) dargestellt sind.
Die Teilflächen des Industrie- (GI) bzw. Gewerbegebiets (GE) können aufgrund der festgesetzten Grundflächenzahl (GRZ) von 0,8 bis zu 80 % versiegelt bzw. überbaut werden. Darüber hinaus wurden folgende Festlegungen hinsichtlich der Eigenschaften der Industriegebietsflächen getroffen:

1. Die Dachflächen sind auf 60 % mit einem extensiven Gründach zu versehen, welches auch für die Nutzung von Photovoltaik-Elementen geeignet ist.
2. 40 % der Dachfläche werden für die technische Gebäudeausstattung (TGA) vorgehalten.
3. Für die wasserwirtschaftlichen Berechnungen müssen Annahmen zu Lage und Größe der Gebäude getroffen werden, die in späteren Planungsphasen noch verfeinert werden können.
4. Mulden-Rigolen-Systeme (MRS) sind Teil der Grundstücksfläche, die mit baulichen Anlagen nicht überdeckt werden dürfen. Sie werden somit der Grünfläche zugeordnet.
5. Die befestigten Fahrwege- und Parkplatzflächen ergeben sich aus der Differenz zwischen der maximal möglichen Befestigung abzüglich Dachflächen.
6. 20 % der Baugrundstücke sind zu begrünen.

Diese Festlegungen sind in der Abbildung 2-7 grafisch dargestellt.

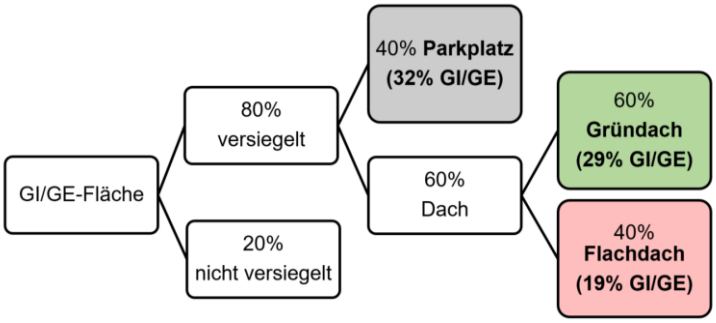


Abbildung 2-7: Festlegung Flächenaufteilung

2.6.1 Variante 1 – Stand 10/2024

Die Variante 1 wurde im Oktober 2024 entworfen. Dabei sind ca. 50 ha als Gewerbefläche vorgesehen (ohne umliegende Entwässerungsgräben). Die gesamte Gewerbefläche wird in 3 GI-Flächen und 2 GE-Flächen untergeteilt. Auf Wunsch des Auftraggebers wurde nördlich der Gewerbefläche – sowohl bei der Variante 1 als auch bei der Variante 2 eine Mulde ausgelegt, um den Regenabfluss vom Flachdach des Teilgebiets GI1.1 aufzufangen und dadurch die Wasserbilanz zu optimieren. Die Flächenaufteilung ist in Tabelle 2-2 und in Tabelle 2-3 aufgeführt und in Abbildung 2-8 grafisch dargestellt.

Tabelle 2-2: Mastertabelle der angesetzten Flächen in GI/GE (Variante 1 – Stand 10/2024)

Gebiete/ Teilflächen	Gesamt-fläche	Max. Vers.	Grün-dach	Technik-dach	Parkplatz & Fahrweg	Grünfläche in GI/GE	MRS	Entwässerungs-graben in GI/GE
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
GI1.1	**18,20**	14,56	5,24	3,49	5,82	2,94	0,70	-
GI1.2	**4,40**	3,52	1,27	0,84	1,41	0,75	0,10	0,03
GI1.3	**8,10**	6,48	2,33	1,56	2,59	1,43	0,19	-
GE2.1	**11,00**	8,80	3,17	2,11	3,52	1,85	0,26	0,09
GE2.2	**8,30**	6,64	2,39	1,59	2,66	1,46	0,20	-
Summe	**50,00**	40,00	14,40	9,60	16,00	10,00		

Tabelle 2-3: Mastertabelle der angesetzten Flächen außerhalb GI/GE (Variante 1 – Stand 10/2024)

	Gesamte Fläche	Regenwasser-ableitung	Straßen-fläche	Grün-fläche	Entwässerungs-mulde	Radweg	Restliche Grünfläche
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
Regenwasser-ableitung	**3,89**	3,89	-	-	-	-	-
Planstraße	**1,02**	-	0,61	0,20	0,07	0,14	
Restliche Grünfläche	**31,35**	-	-	-	-	-	31,35
Summe	**36,26**	**36,26**					

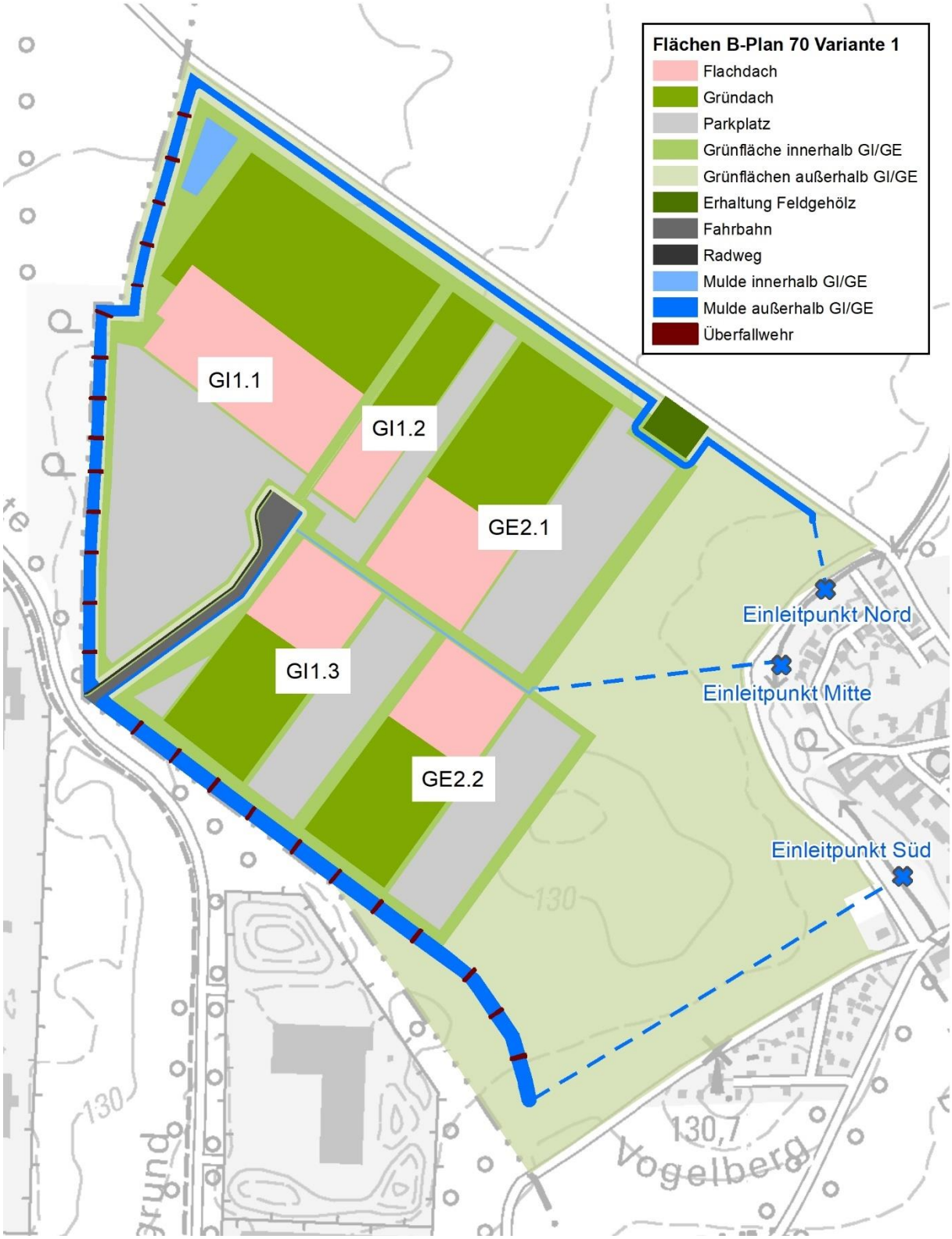


Abbildung 2-8: schematische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 1 (Stand 10/2024) [B]

2.6.2 Variante 2 – Stand 06/2025

Variante 2 stellt eine Überarbeitung bzw. Weiterentwicklung von Variante 1 dar und ist zugleich die Vorzugsvariante. Dabei wird weniger Fläche gewerblich genutzt. Die gesamte Baufeldfläche, einschließlich der umliegenden Entwässerungsgräben, beträgt ca. 45,6 ha. Demnach stehen für die Gewerbefläche etwa 38,7 ha zur Verfügung. Analog zu Variante 1 wird diese Fläche zu 80 % (etwa 31 ha) versiegelt.
Die Flächengrößen der einzelnen GI-Flächen wurden vom Auftraggeber schriftlich am 29.04.2025 übermittelt. Die Aufteilung erfolgte weiterhin wie im Abschnitt 2.6 beschrieben. Die Flächenaufteilung ist in Tabelle 2-4 und in Tabelle 2-5 aufgeführt und in Abbildung 2-9 grafisch dargestellt. Im Gegensatz zu Variante 1 wurde der Verlauf der Mulden-Kaskade für die Vorzugsvariante (Variante 2) nachträglich geringfügig angepasst.
Die Lage der Planstraße in Variante 2 ist derzeit noch unbekannt und ist Teil der Flächen für Parkplätze und Fahrwege.

Tabelle 2-4: Mastertabelle der angesetzten Flächen in GI/GE (Variante 2 – Stand 06/2025)

Gebiete/ Teilflächen	Gesamt-fläche	Max. Vers.	Grün-dach	Technik-dach	Parkplatz & Fahrweg	Grünfläche in GI/GE	MRS
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
GI1.1	**11,87**	9,50	3,42	2,28	3,80	1,97	0,41
GI1.2	**6,27**	5,01	1,80	1,20	2,00	1,12	0,14
GI1.3	**20,55**	16,44	5,92	3,95	6,58	3,68	0,43
Summe	**38,69**	30,95	11,14	7,43	12,38	7,74	

Tabelle 2-5: Mastertabelle der angesetzten Flächen außerhalb GI/GE (Variante 2 – Stand 06/2025)

	Gesamte Fläche	Regenwasser-ableitung	Straßen-fläche	Grün-fläche	Entwässerungs-mulde	Radweg	Restliche Grünfläche
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
Regenwasser-ableitung	**3,89**	3,89	-	-	-	-	-
Planstraße	**0,44**	-	0,06	0,02	0,01	0,35	
Restliche Grünfläche	**43,24**	-	-	-	-	-	43,24
Summe	**47,57**	**47,57**					

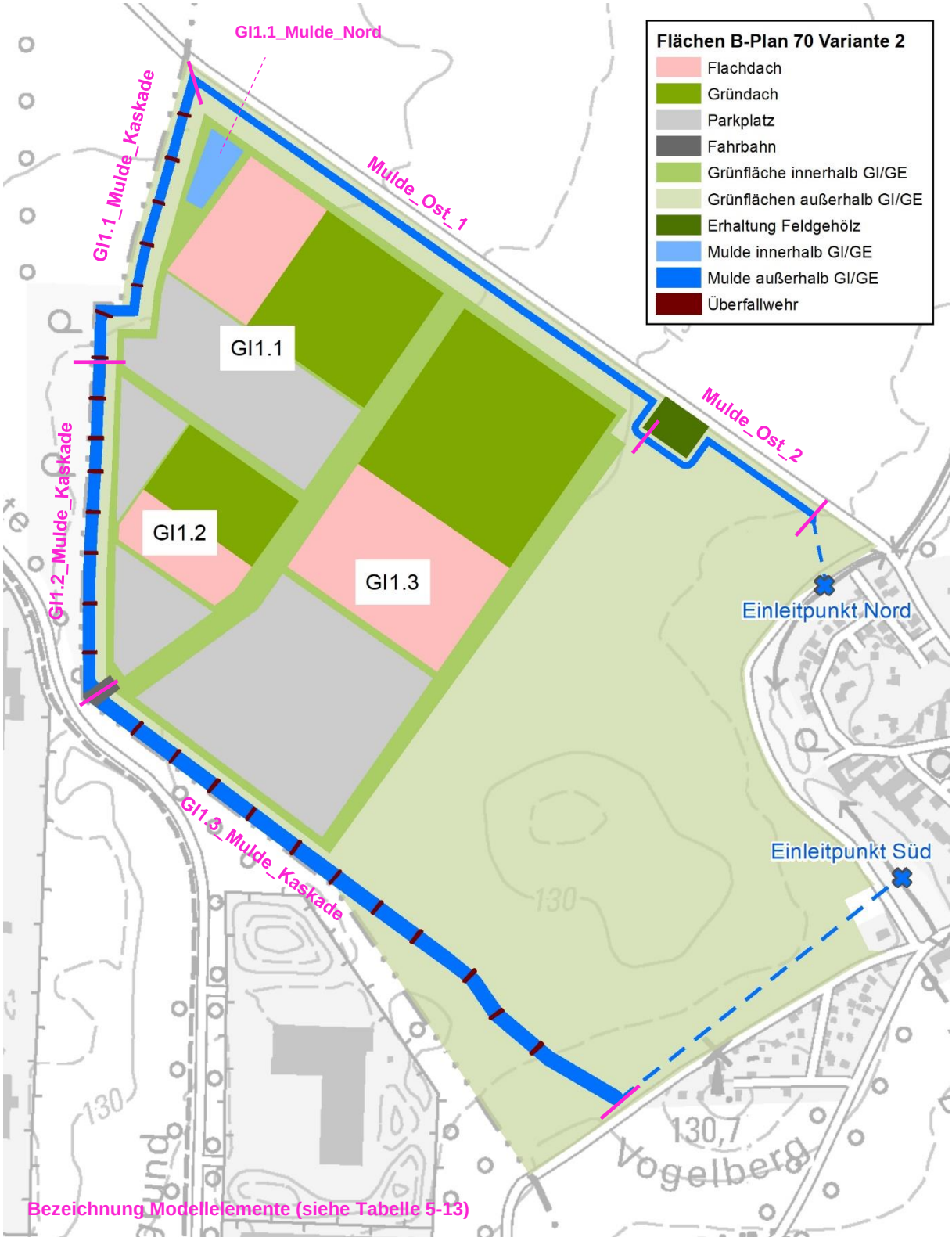


Abbildung 2-9: schematische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 2 (Stand 06/2024) [C]

Die Flächenermittlung für Variante 2 orientiert sich am Vorgehen der Variante 1. Demnach werden 80 % der innerhalb der Entwässerungsgräben ausgewiesenen Gewerbeflächen versiegelt. Grundsätzlich kann die Entwässerung der Flächen in Variante 2 bestätigt werden (siehe Abschnitt 5.2).
Für eine genauere Betrachtung der tatsächlich vorgesehenen Flächen sollte das Modell weiter präzisiert werden. Dabei sind auch die neu gewonnenen Erkenntnisse zu fehlenden Bodenkennwerten zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2.8). Die Modellpräzisierung hat jedoch keinen Einfluss auf das grundsätzliche Ergebnis, dass die Entwässerung der Flächen gewährleistet werden kann. Abweichungen beim Versiegelungsgrad wirken sich lediglich auf das erforderliche Retentionsvolumen aus. Eine höhere Versiegelung führt entsprechend zu einem größeren Rückhaltevolumen in einzelnen Systemelementen. Eine Erhöhung der maximalen Einleitmenge in die Vorflut ist dabei auszuschließen. Dies belegt auch der Entwässerungsnachweis für Variante 1, bei der eine deutlich größere versiegelte Fläche berücksichtigt wurde.

2.6.3 Variante 3 – erste Ansiedlung

Variante 3 (siehe Abbildung 5-13) stellt ein Teilmodell der Variante 2 dar. Ziel ist es, die Frage zu klären, bis zu welcher Stelle der südwestliche Entwässerungsgraben nach Süden verlängert werden muss, wenn sich der Bereich GI1.2 als erster Investor ansiedelt.
Diese Fragestellung kann ohne Simulation beantwortet werden, weshalb hierfür kein separates Modell erstellt wurde.

2.7 Planzustand – Ansätze

Der Planzustand, d.h. der Zustand mit Bebauung, ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht so zu entwickeln, dass er den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht, insbesondere dem neuen Regelwerk der DWA-A/M 102 [F]. Um dieses Ziel erreichen zu können, werden folgende Randbedingungen definiert.

1. Die Dachflächen werden auf der Grundlage der Ansiedlungsanfrage [S] angenommen und sind zu 60 % als Gründächer auszuführen.
2. Die Wasserbilanz Planzustand ist dem potenziell naturnahen IST-Zustand anzugleichen, max. 10% Differenz.
3. Die Hochwassersituation ist für die Unterlieger nicht zu verschlechtern. Dies wird durch eine indirekte Ableitung (Versickerung durch bewachsene Bodenzone und anschließende Ableitung über Dränagen) sichergestellt.
4. Die Parkplätze sollen als naturnaher Retentionsraum für den Starkniederschlagsfall (T = 100 a) entwickelt werden.

5. Die öffentliche Straße soll in die Betrachtung zur Regenwasserbewirtschaftung mit einbezogen werden. Der Planungsquerschnitt wird in Abbildung 2-10 grafisch dargestellt.

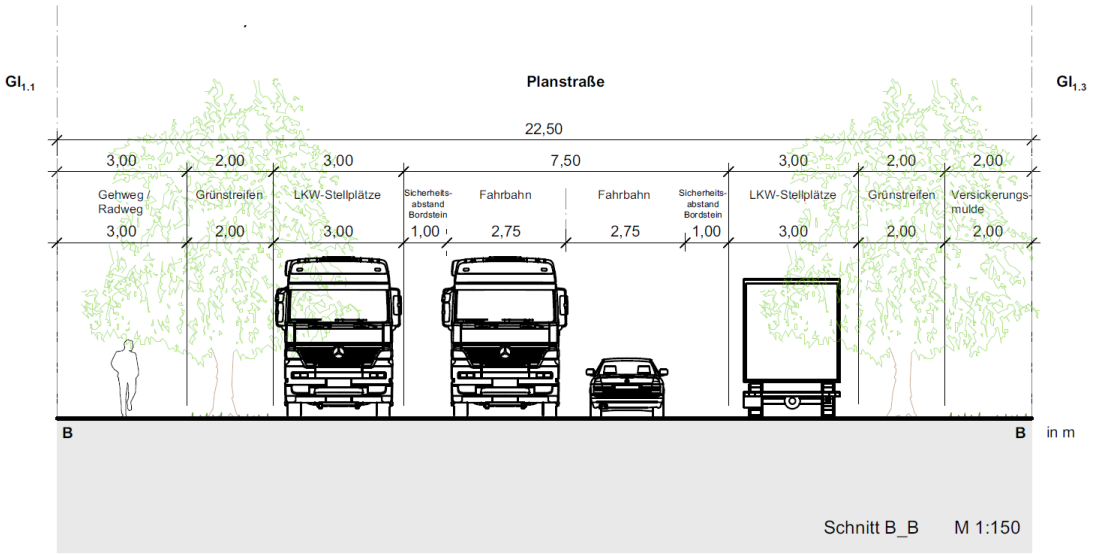


Abbildung 2-10: Querschnitt der öffentlichen Planstraße [B]

2.8 k_f-Werte

Die Bodendurchlässigkeitsbeiwerte k_f zur Beschreibung der Versickerungsfähigkeit des Bodens wurden durch das Baugrundbüro Klein laborativ bestimmt. Zum einen wurden die k_f-Werte mittels Korngrößenbestimmung auf Grundlage von Bohrproben ermittelt. Zum anderen erfolgten an ausgewählten Standorten zusätzlich Infiltrationsversuche (open-end-test). Die Ergebnisse sind in Abbildung 2-12 zusammengefasst.
Die Beauftragung des Baugrundgutachtens erfolgte im Juni 2024, die Erkundungsarbeiten begannen im Juli 2024 und im November 2024 wurde der Bericht angefertigt und die Daten zur Verfügung gestellt.
Da nicht an allen Versuchspunkten Laborwerte vorliegen und die k_f-Werte für die südlichen Flächen noch fehlen, wurden im KOSIM-Modell an entsprechenden Stellen Annahmen getroffen.
Abbildung 2-11 gibt einen groben Überblick über die Versickerungsfähigkeit des Bodens. Für den grau markierten Bereich wurde aus Gründen der Berechnungssicherheit ein k_f-Wert von $8 \cdot 10^{-7}$ m/s angenommen, entsprechend dem Wert der oberstrom liegenden Bereiche. Sollte künftig einen höherer k_f-Wert gemessen werden, besteht das Potenzial, die gesamte Wasserbilanz (vgl. 5.2.1) zu verbessern und die Abflüsse am Systemauslass (vgl. 5.2.1) zu reduzieren, indem die Dränage Süd (siehe Abbildung 2-8 und Abbildung 2-9) mehr Wasser in den Untergrund versickert.

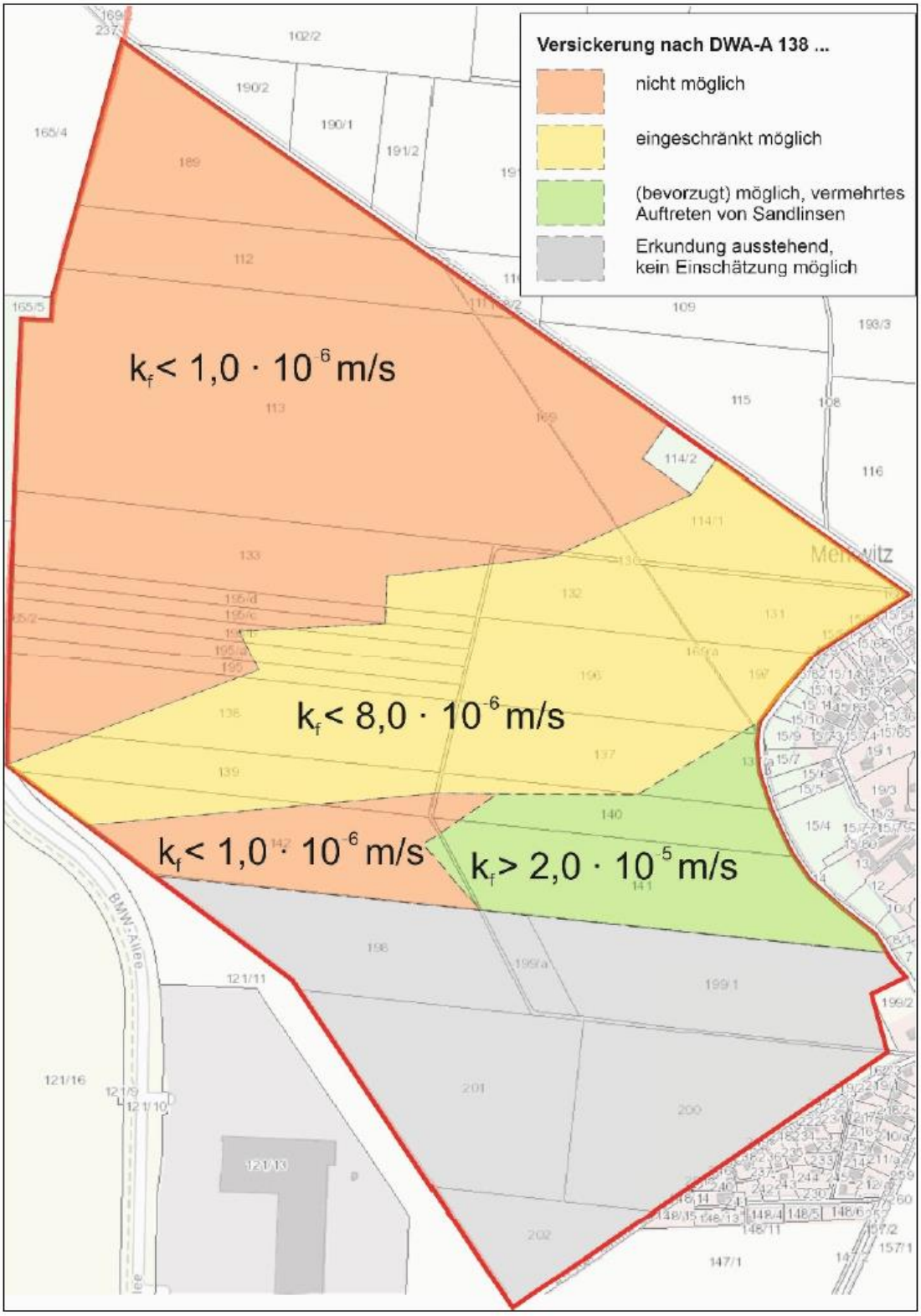


Abbildung 2-11: Kennzeichnung interpolierter, versickerungsrelevanter Fläche im Untersuchungsgebiet [A]

Auf-schluss	Probe	Schicht	Tiefe [m u. GOK]	Verfahren	ermittelter k_f-Wert	Bemessungs-k_f-Wert
BS 1/24	GP 1/2	2a	1,0 - 3,0	Siebung[1)]	$3{,}4 \cdot 10^{-8}$ (USBR)	$6{,}8 \cdot 10^{-9}$
BS 4/24	GP 4/2	2a	1,0 - 2,9	Siebung[1)]	$4{,}9 \cdot 10^{-8}$ (USBR)	$9{,}8 \cdot 10^{-9}$
	GP 4/3	2b	2,9 - 3,5	Siebung[1)]	$7{,}2 \cdot 10^{-6}$ (USBR)	$1{,}44 \cdot 10^{-6}$
V 5/24	-	2a	1,16	Infiltration[2)]	$4{,}76 \cdot 10^{-7}$	$9{,}52 \cdot 10^{-7}$
BS 5/24	GP 5/3	2a	1,8 - 2,4	Siebung[1)]	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$ (Beyer)	$8{,}0 \cdot 10^{-6}$
V 6/24	-	2a	1,08	Infiltration[2)]	$8{,}48 \cdot 10^{-8}$	$1{,}7 \cdot 10^{-7}$
BS 6/24	GP 6/3	2b	2,1 - 2,3 + 2,4 - 2,6	Siebung[1)]	$4{,}0 \cdot 10^{-6}$ (USBR)	$8{,}0 \cdot 10^{-7}$
BS 7/24	GP 7/3	2b	1,8 - 3,0	Siebung[1)]	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$ (Beyer)	$2{,}6 \cdot 10^{-5}$

Abbildung 2-12: laborativ und in-situ ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f der Böden [A]

3 Technische Lösungen

In den folgenden Abschnitten sollen die Musterlösungen für die einzelnen Entwässerungselemente vorgestellt werden. Dabei ist es Ziel, eine möglichst effiziente Entwässerungslösung zu entwickeln, die sowohl geringe Investitions- als auch geringe Betriebskosten verursacht. Um dieses Ziel zu erreichen, haben sich Blau-Grüne-Infrastrukturen bewährt.

3.1 Entwässerung der befestigten Flächen

Die Entwässerung der befestigten Flächen soll nach Blau-Grünen Maßstäben erfolgen. Das Regenwasser soll so lange wie möglich auf der Oberfläche geführt werden, um eine Verdunstung und die Reinigung über die bewachsene Bodenzone sicherzustellen. Die Dachflächen, sowohl der Anteil der Gründächer als auch der Teil, der für die technische Infrastruktur der Gebäude benötigt wird, entwässern in Zisternen. Der Überlauf der Zisternen mündet in Mulden-Rigolen-Systeme (MRS). Die Parkplatzflächen entwässern direkt in das Mulden-Rigolen-System, dabei werden die Flächen in einzelne Entwässerungssegmente aufgegliedert, um das notwendige Volumen auf der Oberfläche für das aktivierbare Rückhaltevolumen sicherzustellen.

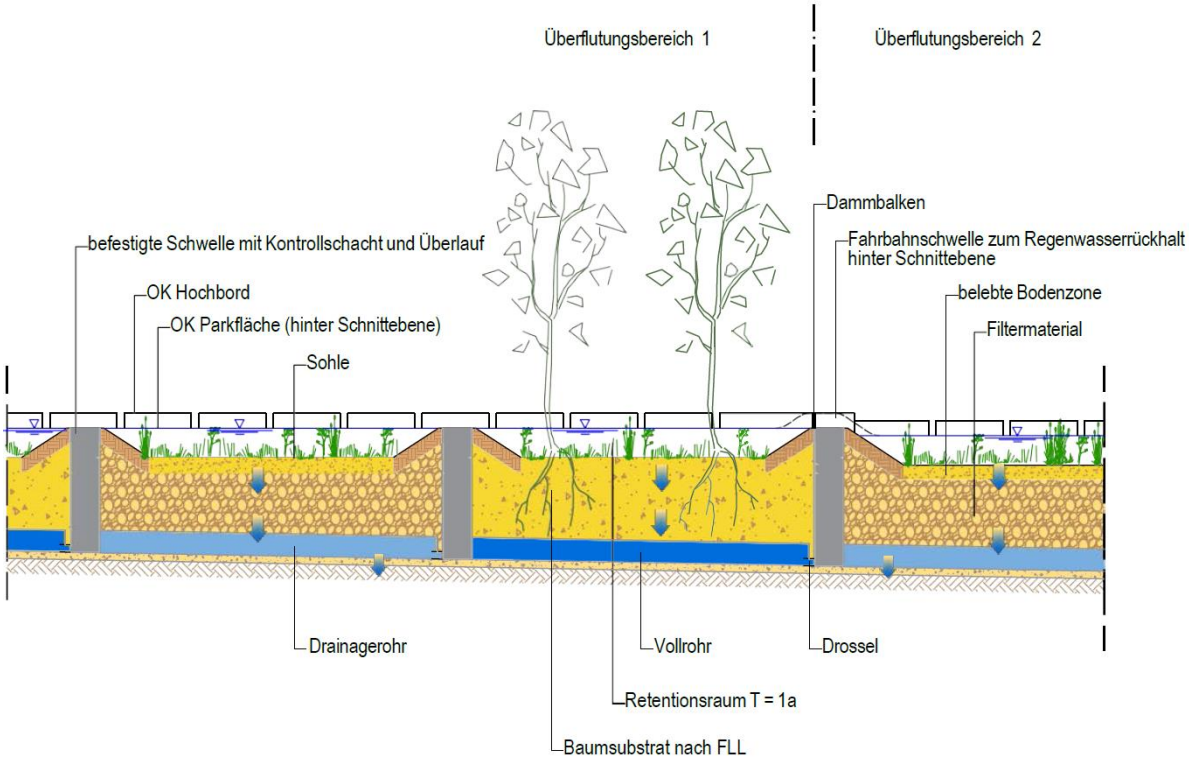


Abbildung 3-1: Regeldarstellung für das geplante Mulden-Rigolen-System auf zwei Entwässerungsebenen, Bild IWS

Aufgrund der schlechten Versickerungsbedingungen im Plangebiet ist für jedes Teilgebiet ein Drosselabfluss aus dem MRS vorgesehen. Das Mulden-Rigolen-System wird in Anlehnung an die REwS [R] in einzelne Abteilungen untergliedert, um den Höhenunterschied ausgleichen und das Volumen besser ausnutzen zu können. Einzelne Abschnitte können mit Bäumen bepflanzt werden, diese dürfen aber keine Rigolenfunktion übernehmen. Die Dränageleitung wird in diesem Bereich durch ein Vollrohr ersetzt. Die Bepflanzung der Mulde soll nicht allein aus Rasen bestehen, sondern als Blühwiese, um die Biodiversität zu erhöhen. Diese Empfehlungen stammen aus der aktuellen Überarbeitung der DWA-A 138-1 [H]. Diese Methode der Regenwasserbewirtschaftung soll auch für die öffentliche Straße herangezogen werden.

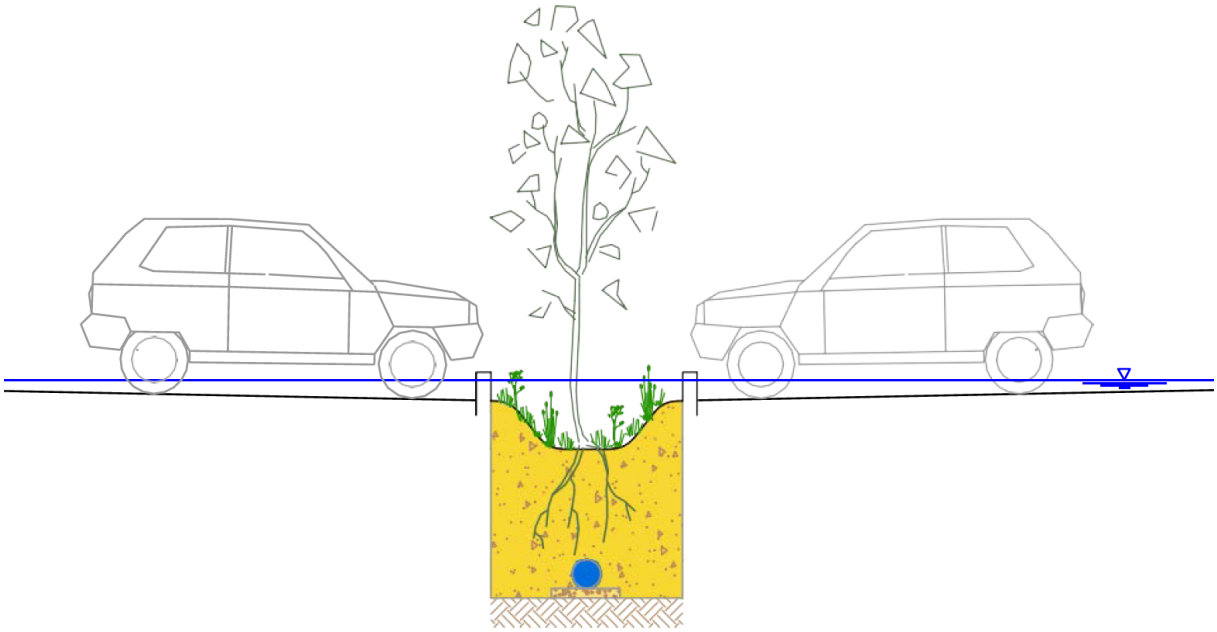


Abbildung 3-2: Regeldarstellung für das geplante Mulden-Rigolen-System mit Einstauebenen für die Aktivierung des Rückhaltevolumens nach DIN 1986-100, Bild IWS

3.2 Gründach

Die Ausführung des Gründaches erfolgt als extensive Dachbegrünung und kann mit einer Photovoltaiknutzung kombiniert werden. Extensivbegrünungen entwickeln und erhalten sich weitgehend selbst. Beispielhaft wurde das Solargründach FKD der Fa. Optigrün [Q] herangezogen, eine Kombination von Dachbegrünung und Photovoltaik. Die Parameter des FKD25 wurden im KOSIM entsprechend angepasst.
Die Hallendächer werden mit 60 % Dachanteil als Gründach und 40 % als Hartdach ausgeführt.

Solargründach FKD25 (1.000,00 m²)*

Abfluss Dränschicht fließt nach AbfDok1

Substrat

Substrattyp:	Boden Substrat Typ e	
Substratstärke:	0,10	m

Dränschicht

Fläche:	1.000,00	m²
Dicke:	0,03	m
Überlauf alle	>20,33	Jahre

Ablauf

max. Abfluss:	17,00	l/s

Abbildung 3-3: Aufbau Gründach FKD25 [Q]

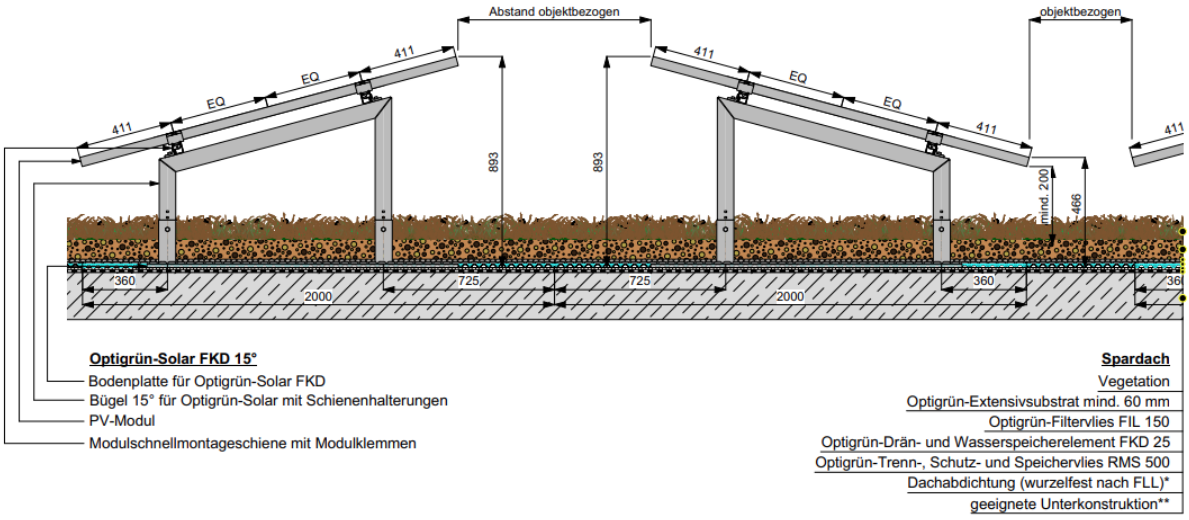


Abbildung 3-4: Systemschnitt Solargründach Optigrün-Solar FKD [Q]

Für die Begrünung von Dachflächen wird auf die „Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen“ der FLL [K] verwiesen.

3.3 Bewässerung der Gründächer

Hinsichtlich der Regenwassernutzung, d.h. zur Bewässerung der Gründächer und begrünten Fassaden, wird angenommen, dass eine Beregnung von April bis Oktober erfolgen soll. Innerhalb dieses Zeitraumes kann eine tägliche Bewässerung von 9 bis 20 Uhr mit 5 l/(m²·d) vorgenommen werden, wenn Wasser in den Zisternen vorhanden ist. Die Bewässerungsintervalle können in den späteren Planungsphasen noch angepasst werden. Hier stand die optimale Verdunstungsleistung im Vordergrund.

Zur Sicherstellung der Bewässerung im Sommer wird die Zisterne auf eine Bemessungshäufigkeit von ca. 2 1/a ausgelegt. Die Versorgung der Pumpen soll vorzugsweise mit PV-Strom erfolgen, um bei schlechten Verdunstungsverhältnissen keine zusätzliche Befeuchtung zu verursachen. Aufgrund der Forderung der unteren Wasserbehörde, die Differenz zwischen der natürlichen Wasserbilanz zu der im bebauten Zustand nicht mehr als 10 % zu verändern, sind zusätzliche Verdunstungsleistungen im Gebiet notwendig. Dafür wurde eine zusätzliche Zisterne_II in jedem Gebiet nach der Rigole angeordnet, um auch das Wasser von den Parkplätzen der Verdunstung zuzuführen. Die Zisterne_II kann auch als Teich ausgeführt werden. Wenn in der „Bewässerungs-Zisterne“ (Zisterne_I) Kapazitäten vorhanden sind, wird das Wasser aus der Zisterne_II übergeleitet.
Für die Bewässerung wird auf die „Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen“ [J] der FLL verwiesen.

3.4 Südwestlicher Entwässerungsgraben

Um den von der westlichen Seite des Plangebiets zufließenden Niederschlagsabfluss aufzufangen und umzuleiten, soll westlich des Plangebiets ein Entwässerungsgraben angelegt werden. Er beginnt westlich und entwässert südlich des Untersuchungsgebiets.
Zur Gewährleistung einer guten Entwässerungsleistung und einer sicheren Instandhaltung wurde ein minimales Sohlgefälle von 0,1 % und eine maximale Böschungsneigung von 1:3 gewählt. Die obere Muldebreite beträgt 18 m (A-Regenwasserableitung) bzw 10 m (M1-Fläche) [B]. Die Sohlenbreite variiert, um die maximale Böschungsneigung einzuhalten, zwischen 0,6 m und 16,6 m. Die Muldentiefe liegt je nach Geländetopografie zwischen 0,16 m und 1,93 m. In der Abbildung 3-5 sind die Höhen des digitalen Geländemodells (DGM) im Istzustand sowie die Höhen der Muldensohle im Planzustand dargestellt.

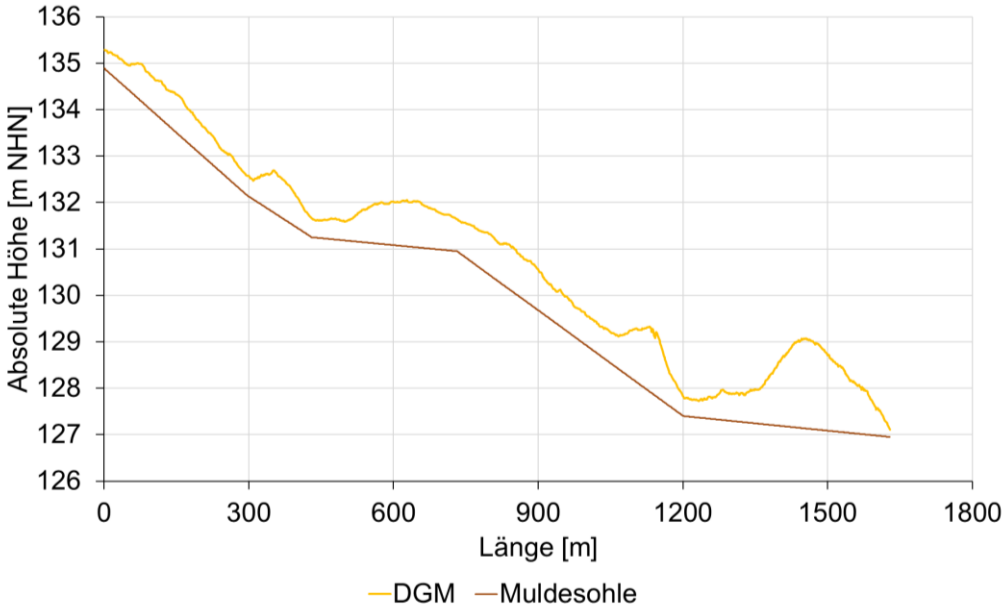


Abbildung 3-5: Höhe des westlichen Grabens

3.5 Muldenkaskade

Um die Verweilzeit des Regenabflusses im westlichen Entwässerungsgraben zu verlängern und damit die Versickerung zu maximieren, wurden in der Sturzflutsimulation Muldenkaskaden in Form von Überfallwehren in Abständen von jeweils ca. 70 m eingebaut. Dabei wird ein Mindestabstand von 30 cm zwischen der Staustufe und dem Ufer (Freibord) eingehalten.

Um Dauernässe unter den Muldenkaskaden zu vermeiden, werden Dränagen in Form von Rigolen mit Drosselleitung unter den Muldenkaskaden angeordnet.

In der folgenden Abbildung sind der prinzipielle Verlauf bzw. die Anordnung der Kaskade dargestellt.

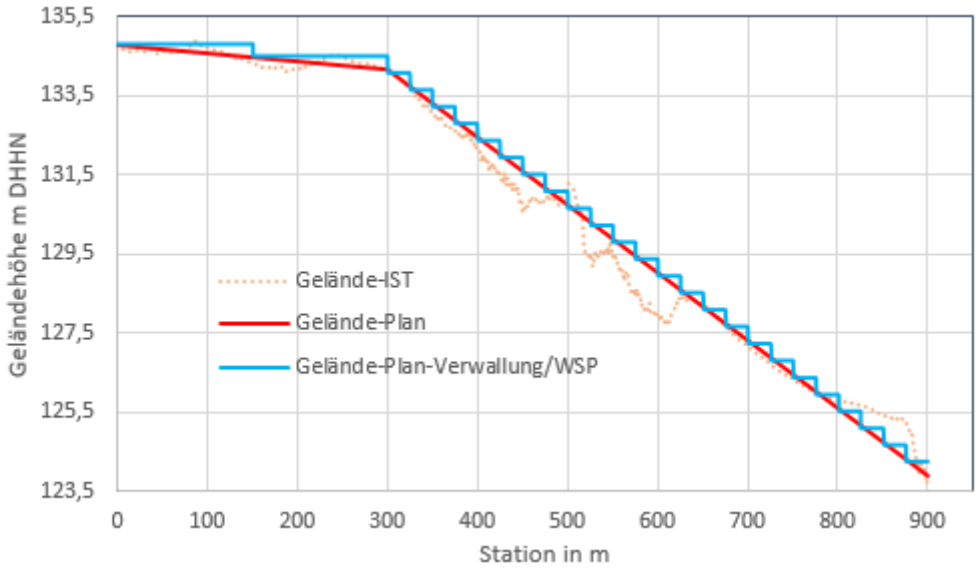


Abbildung 3-6: Prinzip Längsschnitt der Muldenkaskade

4 Modellaufbau KOSIM-Planzustand

4.1 Allgemeines

Das KOSIM-Modell im Planzustand stellt das zentrale Werkzeug zum Nachweis der hydrologischen Verhältnisse im Planzustand dar. Deshalb wird in den folgenden Punkten im Detail auf die Modellerstellung eingegangen. Im Wesentlichen bildet das Modell die Teilgebiete für die geplante Bebauung ab. Ergänzt werden die hydraulisch relevanten Gebiete, das natürliche Einzugsgebiet, geplante Grünflächen innerhalb des B-Plan Gebietes sowie die geplante öffentliche Straße und deren Entwässerung. Ebenfalls werden die geplanten umliegenden Entwässerungsgräben abgebildet und zur Bilanzierung wurde der fiktive Systemauslass als RRB ohne Volumen verwendet.

4.2 Modelltechnische Abbildung der Teilgebiete

Modelltechnisch wurden die Flächen für jedes Teilgebiet separat erfasst und in das KOSIM-Modell übernommen. Dabei kamen die Werte aus Tabelle 2-2 und Tabelle 2-3 für Variante 1 bzw. aus Tabelle 2-4 und Tabelle 2-5 für Variante 2 zur Anwendung. Für die modelltechnische Abbildung der geplanten Entwässerung mussten einige spezielle modelltechnische Ansätze verwendet werden, die im Folgenden kurz dargestellt sind (siehe Abbildung 4-1).

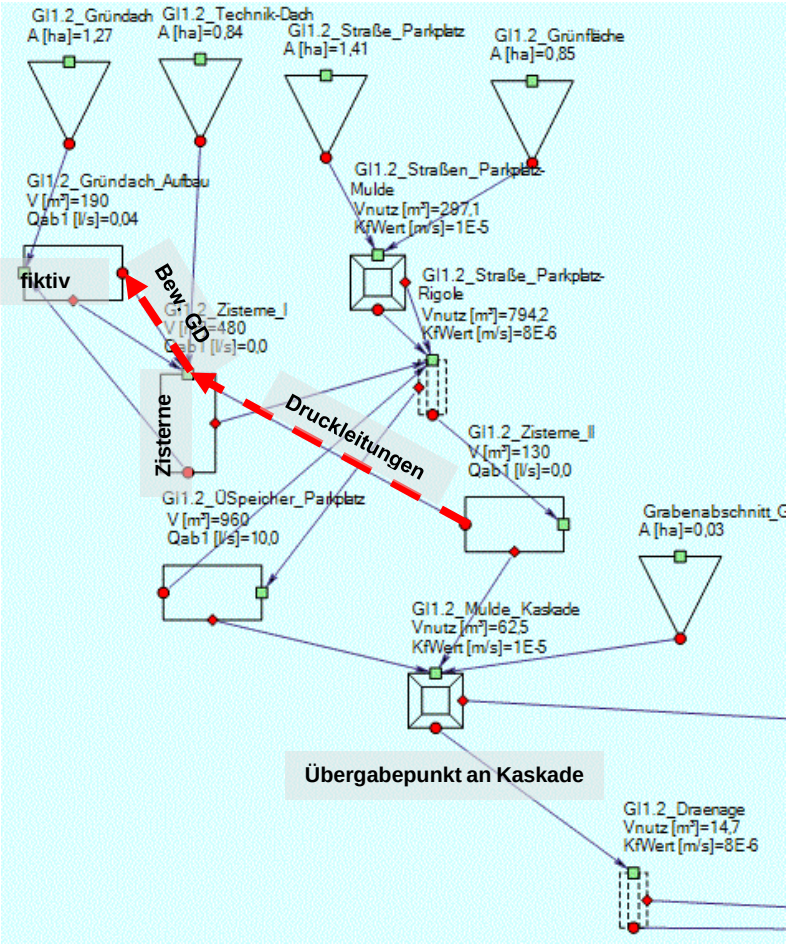


Abbildung 4-1: Systembild KOSIM für ein Teilgebiet

Die gesamte Übersicht der berechneten Elemente im KOSIM-Modell sind im Plan 1 dargestellt.

Abbildung Gründach:

Modelltechnisch setzt sich das Gründach aus einem Einzugsgebiet (GI1.2-Gründach), welches die Abflussbildung sicherstellt, und einem Verdunstungsbecken (GI1.2-Gruendach_Aufbau) zusammen. Das Verdunstungsbecken wird nicht überregnet und hat dieselbe Größe wie das Gründach. Die Höhe, der Drosselabfluss und der Überlauf des Beckens wurden anhand von übergebenen Zufluss- und Abflussganglinien sowie Wasserbilanzen von Optigrün [Q] kalibriert.

Abbildung Retentionsraum Überstaunachweis:

Der Retentionsraum, der aktiviert werden soll, wenn die Kapazität der Rigole überlastet ist, wurde über einen geschlossenen Speicher (GI1.2_ÜSpeicher_Parkplatz), aus dem keine Verdunstung stattfinden kann, abgebildet. Der Speicher hat eine Bemessungshäufigkeit von T = 100 a.

Abbildung Mulden-Rigolen-System:

Die Abmessungen für die Mulde wurden aus der Tabelle 2-2 bzw. Tabelle 2-4 entnommen. Zur Sicherstellung der Reinigungsleistung ist der Nachweis der Mulde mit einer Mindestbemessungshäufigkeit von n = 1 [1/a] zu führen. Damit werden Ereignisse, größer des jährlichen Abflusses, über einen Überlauf direkt in die Rigole eingeleitet. Die Bemessungshäufigkeit der Rigole beträgt n = 0,1 [1/a], da es sich hier um ein Industriegebiet handelt. Der Drosselabfluss der Rigole wurde mit 2 l/s·ha festgelegt.

5 Berechnungen

5.1 Ergebnis der Langzeitberechnungen – potentiell naturnaher IST-Zustand

Es wurde ein Ersatzmodell auf der Grundlage von KOSIM erstellt. Dabei wurde das B-Plan-Gebiet in drei Teile aufgeteilt. Die Gesamtgröße beträgt ca. 86,3 ha.

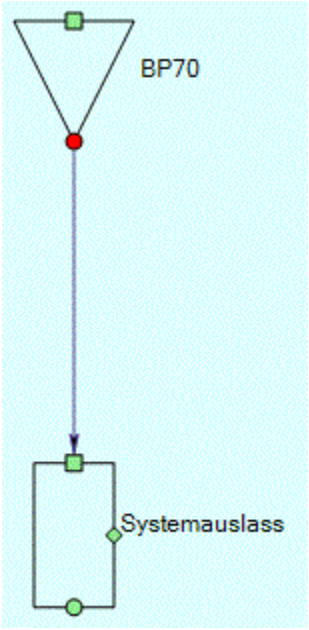


Abbildung 5-1: Systembild KOSIM potentiell naturnaher IST-Zustand

Mithilfe einer Kalibrierung wurden die Abflussbildungsparameter für die nicht befestigten Flächen iterativ angepasst, um der hier ermittelten Wasserbilanz (siehe Abbildung 2-4) möglichst nahe zu kommen.

1. Allgemein	
Bezeichnung	**Nat_unbef_Merkwitz_BP70**
Beschreibung	
Benetzungs- und Interzeptionsverluste Vben [mm]	**1,5**
Muldenverluste Vmuld [mm]	**2**
Anfangsabflussbeiwert Psi,0 [-]	**0**
Endabflussbeiwert Psi,E [-]	**0,05**
2. Speicherkonstante	
Speicherkonstante Konstant	**Ja**
3. Boden	
Bodenart	**Benutzerdefiniert**
Anfangsinfiltrationsrate [mm/min]	**0,2**
Endinfiltrationsrate [mm/min]	**0,0015**
Regenerationskonstante [1/d]	**0,144**
Rückgangskonstante [1/d]	**43,2**
4. Startwerte	
Benetzungsspeicher [mm]	**0**
Muldenauffüllgrad [-]	**0**
Infiltrationsrate [mm/min]	**0,5**

Abbildung 5-2: Ergebnis der Kalibrierung der Abflussbildungsparameter

Die Berechnungen zur Nachbildung des potentiell naturnahen IST-Zustandes wurden mit der natürlichen Regenreihe von 1985-2022 [O] sowie mit der synthetischen (synth.), Regenreihe von 1900-2199 [T] durchgeführt. Die Ergebnisse der Wasserbilanzberechnung sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 5-1: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KOSIM pot.-nat- IST-Zustand

	NatUrWB	Natur-Regenreihe	synth.-Regenreihe
Verdunstung [%]	71,5	71,8	72,9
Versickerung [%]	26,4	26,2	25,0
Abfluss [%]	2,1	2,0	2,0

Das KOSIM-Modell konnte gut an die Vorgaben der natürlichen Wasserbilanz angepasst werden. Auch die Maximalergebnisse des Abflusses aus dem natürlichen Einzugsgebiet zeigen einen plausiblen Verlauf. Dabei liegen die Maximalabflüsse aus der synthetischen Regenreihe um ca. 100 l/s höher als die von der natürlichen Regenreihe.

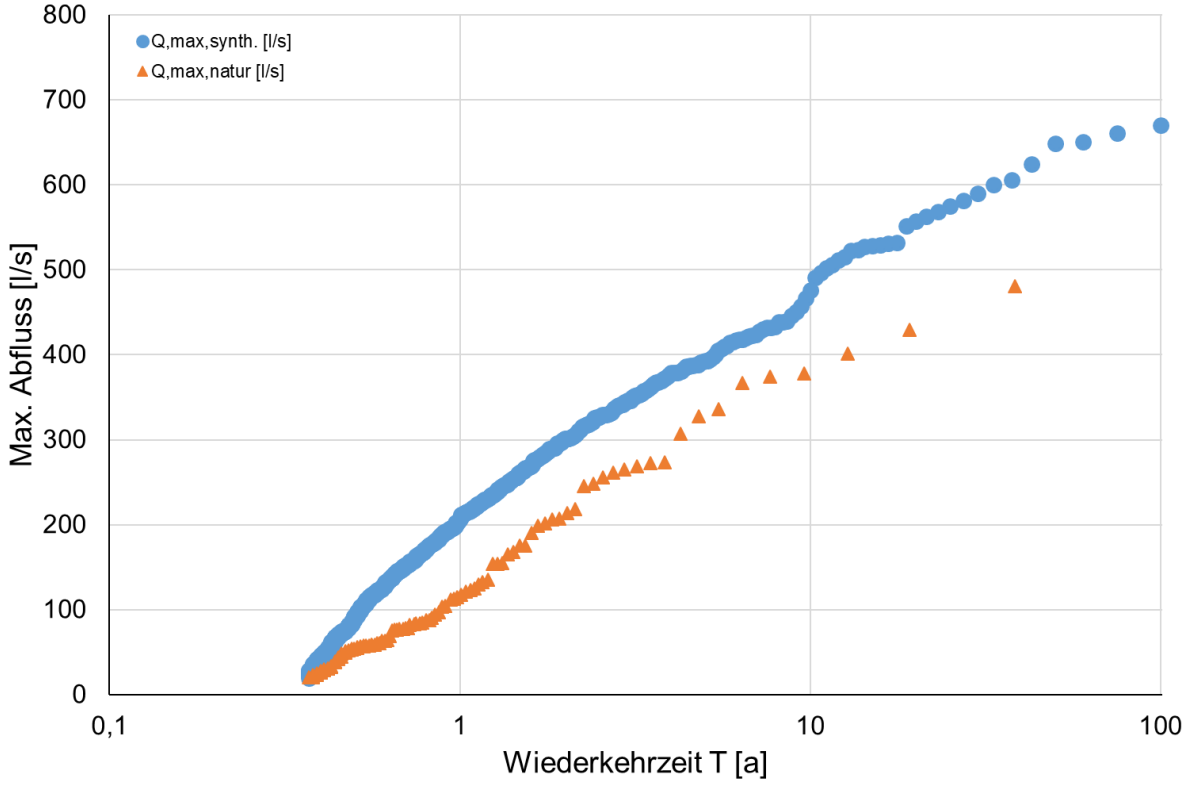


Abbildung 5-3: Ergebnis Q_{max} aus der KOSIM-Berechnung pot.-nat. Istzustand

Sowohl die Ergebnisse der mittleren Jahreswasserbilanz als auch die maximalen Abflüsse aus dem natürlichen Einzugsgebiet können als plausibel erachtet werden und für die weitere Betrachtung als Zielwerte herangezogen werden.

5.2 Ergebnis der Langzeitberechnungen – Planzustand

Die Berechnungen für den Planzustand wurden mit der natürlichen Regenreihe von 1985-2022 sowie mit der synthetischen Regenreihe von 1900-2199 durchgeführt. Dabei dient die natürliche Regenreihe der Berechnung der Wasserbilanz zum Nachweis der Mulden und Rigolen. Die synthetische Regenreihe wird für den Nachweis eines 100-jährigen Wiederkehrereignisses verwendet. Tendenziell liegt die synthetische Regenreihe auf der sicheren Seite, d.h. es werden größere erforderliche Volumina berechnet.

5.2.1 Auswertung max. Abfluss am Systemauslass

Aus der folgenden Darstellung können die maximalen Abflüsse aus dem gesamten Untersuchungsgebiet entnommen werden. Für den betrachteten Lastfall T = 100 a ist festzustellen, dass der Maximalabfluss von ca. 670 l/s auf ca. 500 l/s (Variante 1) im Planzustand gedrosselt werden kann. Somit ergibt sich eine Reduzierung der Hochwassergefährdung für die Unterlieger.

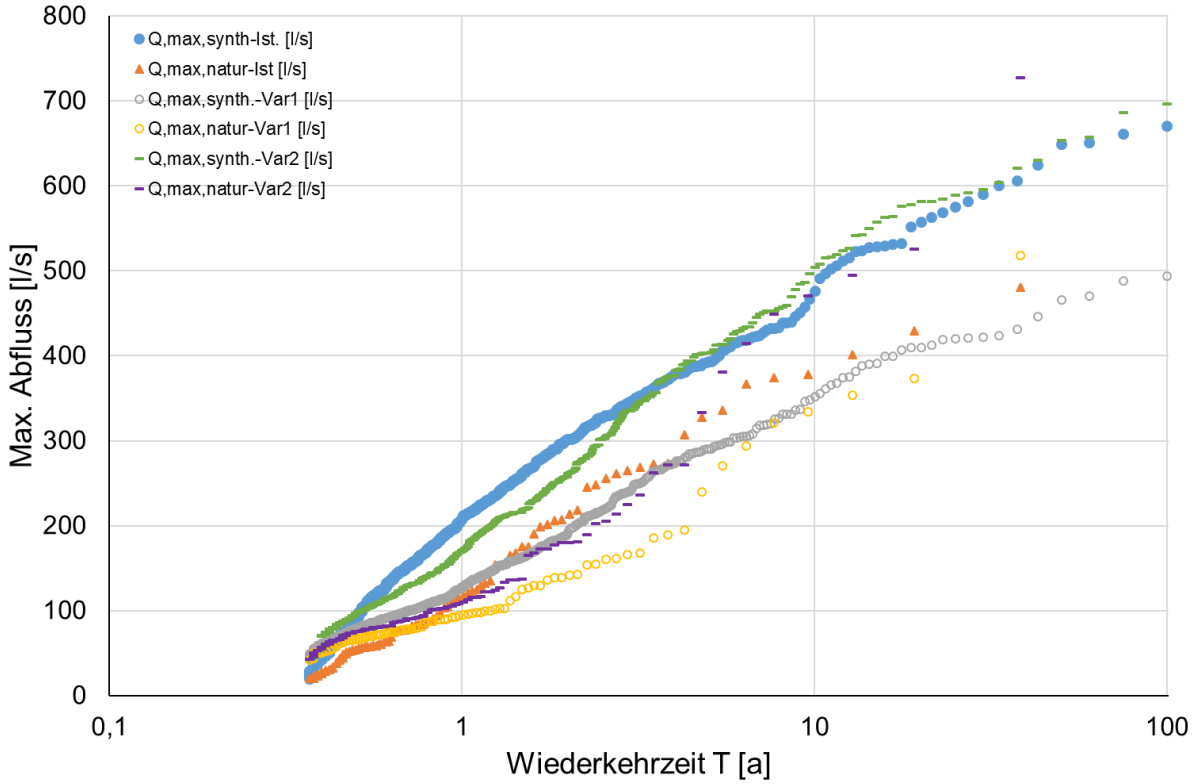


Abbildung 5-4: Ergebnis Q_{max} bis T = 100 a, aus der KOSIM-Berechnung Planzustand vs. pot. Istzustand

Der Abfluss im Planzustand der Variante 2 liegt leicht über dem der Variante 1. Der Grund dafür ist, dass in Variante 2 der gut sickerfähige Boden (siehe grüner Bereich in Abbildung 2-11) – anders als in der Variante 1 – nicht durch die Dränage Mitte (siehe Abbildung 2-8) zur Versickerung genutzt werden kann.

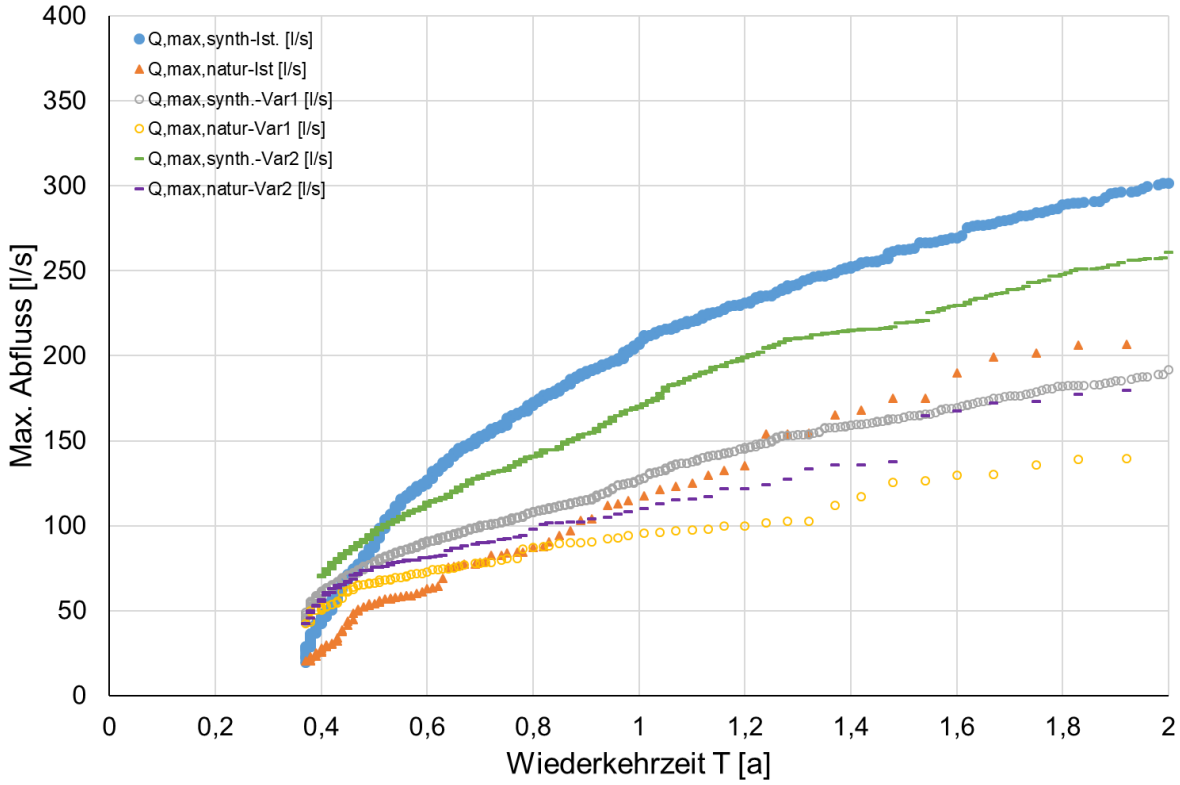
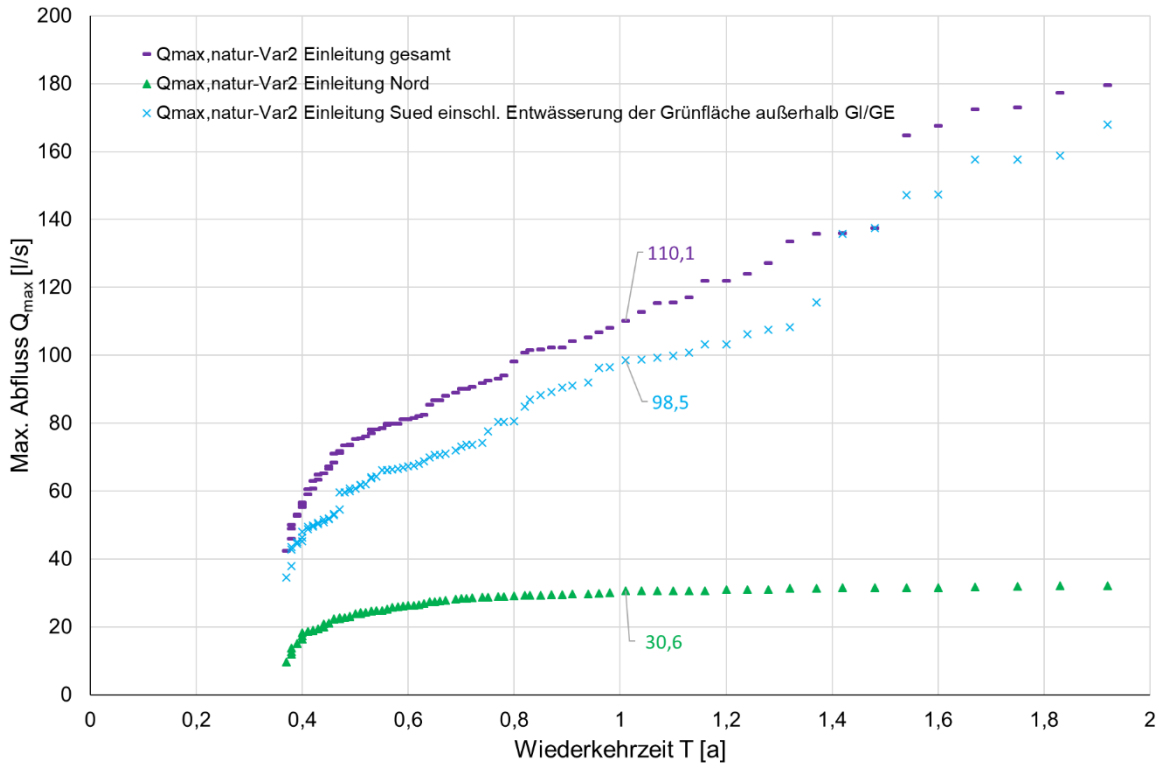


Abbildung 5-5: Ergebnis Q_{max} bis T = 2 a, aus der KOSIM-Berechnung Planzustand vs. pot. Istzustand

Für das Gewässer sind jedoch die kleineren Wiederkehrzeiten bis T = 2 a maßgebend. In diesem Bereich sollte der hydraulische Stress nicht vergrößert werden, d.h. die ökologisch verträgliche hydraulische Belastung orientiert sich an Abflüssen mit großflächigem Geschiebetrieb als wesentliche Einflussgröße auf die Gewässerstrukturgüte und an Ereignissen, die durch erhöhten hydraulischen Stress die gewässertypische Lebensgemeinschaft dauerhaft schädigen [E].
Aufgrund der Festlegung zum Hochwasserschutz, siehe 2.6.1, wird beim zweijährigen Wiederkehrereignis, bei der synthetischen Regenreihe, der Maximalabfluss von ca. 300 l/s auf 190 l/s (Variante 1) bzw. 260 l/s (Variante 2) reduziert. Betrachtet man die natürliche Regenreihe, vermindert sich der Abfluss von ca. 200 l/s auf 140 l/s (Variante 1) bzw. 180 l/s (Variante 2), siehe Abbildung 5-5.

Für die Variante 2 (Vorzugsvariante) sind in der nachfolgenden Abbildung die Maximalabflüsse in Abhängigkeit der Wiederkehrzeit bis T = 2 a für das Gesamtgebiet sowie getrennt für die Einleitpunkte Nord und Süd (siehe Abbildung 2-9) dargestellt. Dabei erfolgte die Entwässerung der Grünfläche außerhalb der Industrie- und Gewerbeflächen durch Drainagen Richtung Süden und somit über den Einleitpunkt Süd. Für T = 1 a ergibt sich für das Gesamtgebiet ein Maximalabfluss von etwa 110 l/s (siehe auch Abbildung 5-5). Am Einleitpunkt Nord werden für T = 1 a maximal etwa 31 l/s und im Süden maximal etwa 99 l/s eingeleitet. Es ist anzumerken, dass eine

Aufsummierung der Werte beider Einleitpunkte nicht den Maximalabfluss des Gesamtgebietes ergibt, da die Maximalwerte nicht für dasselbe Ereignis und somit nicht gleichzeitig auftreten.



5.2.2 Auswertung Parkplatzmulden

Damit die Reinigung durch die bewachsene Bodenzone sichergestellt werden kann, wird die Bemessung der Parkplatzmulden in den GI/GE-Flächen auf T = 1 a ausgelegt.

Tabelle 5-2: Vorhandenes und erforderliches Parkplatzmuldenvolumen bei T = 1 a, Variante 1

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	1.230,75	981,87
GI1.2_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	297,08	238,45
GI1.3_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	550,43	438,5
GE2.1_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	745,84	594,97
GE2.2_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	565,2	449,04

Tabelle 5-3: Vorhandenes und erforderliches Muldenvolumen bei T = 1 a, Variante 2

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	692,33	670,88
GI1.2_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	381,6	350,36
GI1.3_Straßen_Parkplatz-Mulde	1	1.258,65	1.147,40

5.2.3 Auswertung Rigolen

Die Dimensionierung der Rigolen erfolgt auf der Grundlage der DIN 752 und der daraus abgeleiteten Empfehlung der DWA-A 138-1 auf T = 10 a für Gewerbe- und Industriegebiete.

Tabelle 5-4: Vorhandenes und erforderliches Rigolenvolumen bei T = 10 a, Variante 1

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	1.567,52	1.124,90
GI1.2_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	794,21	588,68
GI1.3_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	1.985,51	1.630,68
GE2.1_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	2.676,78	2.027,56
GE2.2_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	2.000,71	1.656,44

Tabelle 5-5: Vorhandenes und erforderliches Rigolenvolumen bei T = 10 a, Variante 2

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	1.007,77	965,28
GI1.2_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	1.389,38	1.341,04
GI1.3_Straße_Parkplatz-Rigole	0,1	3.803,81	3.440,47

5.2.4 Auswertung Zisternen

Die Dimensionierung der Zisternen I erfolgte auf eine Wiederkehrzeit von T = 0,5 a. Dieser Wert ist ein Erfahrungswert der sicherstellt, dass auch in trockenen Perioden genügend Wasser für die Bewässerung vorhanden ist. Wenn sich in den weiteren Planungsphasen die Kenndaten für die angeschlossene Fläche an die Zisternen, die zu bewirtschaftenden Grünflächen/Bäume weiter konkretisieren, ist auch eine Optimierung des Zisternenvolumens möglich.

Tabelle 5-6: Vorhandenes und erforderliches Zisternenvolumen I bei T = 0,5 a, Variante 1

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Zisterne_I	2	1.500	1.274
GI1.2_Zisterne_I	2	480	451
GI1.3_Zisterne_I	2	800	725
GE2.1_Zisterne_I	2	1.025	987
GE2.2_Zisterne_I	2	860	743

Tabelle 5-7: Vorhandenes Zisternenvolumen II, Variante 1

Bezeichnung	V_{vorh} [m³]
GI1.1_Zisterne_II	1.000
GI1.2_Zisterne_II	130
GI1.3_Zisterne_II	500
GE2.1_Zisterne_II	700
GE2.2_Zisterne_II	490

Tabelle 5-8: Vorhandenes und erforderliches Zisternenvolumen I bei T = 0,5 a, Variante 2

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
GI1.1_Zisterne_I	2	1.150	906
GI1.2_Zisterne_I	2	595	576
GI1.3_Zisterne_I	2	1.900	1.775

Tabelle 5-9: Vorhandenes Zisternenvolumen II, Variante 2

Bezeichnung	V_{vorh} [m³]
GI1.1_Zisterne_II	610
GI1.2_Zisterne_II	380
GI1.3_Zisterne_II	1.100

Das Zisternenvolumen II dient zur Sicherstellung der Wasserversorgung der Zisterne I. Das Volumen wurde iterativ ermittelt, um die Zielstellung der Wasserbilanz erreichen zu können. Die Zisterne kann auch als offenes Becken/ Teich ausgeführt werden.

5.2.5 Auswertung Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen

Um die Funktionstüchtigkeit des vorgestellten Entwässerungssystems zu gewährleisten, ist das vorhandene Volumen (V_{vorh}) aus der Tabelle 5-10 bautechnisch umzusetzen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gewässerkaskade bis T = 100 a nicht überlastet wird.

Tabelle 5-10: Vorhandenes und erforderliches Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen bei T = 100 a, Variante 1 –synth. Regenreihe

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	$V_{erf,100}$ [m³]
GI1.1_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	2.175	2.097
GI1.2_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	960	809
GI1.3_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	1.348	1.279
GE2.1_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	1.690	1.552
GE2.2_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	1.461	1.310

Tabelle 5-11: Vorhandenes und erforderliches Rückhaltevolumen auf den Parkplatzflächen bei T = 100 a, Variante 2 –synth. Regenreihe

Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	$V_{erf,100}$ [m³]
GI1.1_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	1.800	1.605
GI1.2_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	1.300	1.243
GI1.3_ÜSpeicher_Parkplatz	0,01	3.800	3.386

5.2.6 Auswertung Muldenkaskade

Die Muldenkaskaden werden für T = 10 a ausgelegt. Die vorhandenen und erforderlichen Rückhaltevolumina werden in Tabelle 5-12 und Tabelle 5-13 (grafische Darstellung der Modellelemente in Abbildung 2-9) zusammengefasst.
Für die Kaskaden in den südwestlichen Entwässerungsgraben sind die Volumina maßgeblich, die anhand der im Abschnitt 3.4 beschriebenen Methode aus den topografischen Gegebenheiten ermittelt wurden. Diese wurden daher nicht zusätzlich im KOSIM-Modell bemessen.
Die Planstraße_Mulde wurde nicht optimiert, da aufgrund der vorgegebenen Abmessungen [B] eine Muldenbreite von 2 m angesetzt wurde.
Aus demselben Grund wurde die Entwässerungsmulde in der M1-Fläche [B] mit der vorgegebenen Breite von 10 m angesetzt und nicht optimiert (nordöstlicher Strang).
Die vorhandenen Volumina der in den GI/GE-Gebiete angelegten Entwässerungsgräben (mittlerer Strang) basieren auf der Annahme, dass die Breite 3 m beträgt. Diese Gräben wurden für ein Bemessungsereignis mit T = 1 a ausgelegt, um die Reinigungsleistung zu gewährleisten. Die Grabenbreite kann jedoch in den weiteren Planungsschritten noch angepasst werden.
In der Variante 1 wurde die Muldenkaskade, die GI1.1 zugeteilt ist, aufgrund der unterschiedlichen k_f-Werte in zwei Abschnitte aufgeteilt.
Die Mulde nördlich der Fläche GI1.1 und die Mulde für die Planstraße werden ebenfalls aufgrund der Reinigungsleistung für T = 1 a ausgelegt.

Tabelle 5-12: Vorhandenes und erforderliches Kaskadenvolumen, Variante 1

	Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
Südwestlicher Strang	GI1.1_Mulde_Nord	1	811,43	618,62
	GI1.1_Mulde_Kaskade_Teil1	*0,1*	*4.768,01*	*195,07*
	GI1.1_Mulde_Kaskade_Teil2	*0,1*	*2.372,45*	*254,15*
	Planstraße_Mulde	1	115,28	121,86
	GI1.3_Mulde_Kaskade	*0,1*	*3.964,89*	*121,35*
	GE2.2_Mulde_Kaskade	*0,1*	*5.918,94*	*75,41*
Mittlerer Strang	GI1.2_Mulde_Kaskade	1	62,51	194,83
	GE2.1_Mulde_Kaskade	1	185,36	953,18
Nordöstlicher Strang	Mulde_Ost_1	0,1	2.318,12	905,08
	Mulde_Ost_2	0,1	407,12	0,0

Tabelle 5-13: Vorhandenes und erforderliches Kaskadenvolumen, Variante 2

	Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]
Südlicher Strang	GI1.1_Mulde_Nord	1	484,43	411,16
	GI1.1_Mulde_Kaskade	*0,1*	*2.422,39*	*342,51*
	GI1.2_Mulde_Kaskade	*0,1*	*4.711,13*	*289,41*
	Planstraße_Mulde	1	12,98	16,93
	GI1.3_Mulde_Kaskade	*0,1*	*9.886,49*	*87,22*
Nordöstlicher Strang	Mulde_Ost_1	0,1	2.318,12	848,46
	Mulde_Ost_2	0,1	414,23	0,0

5.2.7 Auswertung Dränagen

Die Dränagen werden in Form von Rigolen mit Drosselleitung unter den Muldenkaskaden angeordnet, um Dauernässe im Untergrund zu vermeiden.

Tabelle 5-14: Vorhandenes und erforderliches Dränagenvolumen, Variante 1

	Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]	Drossel [l/s]
Südwestlicher Strang	GI1.1_Rigole_Nord	0,2	55,22	51,74	16,4
	GI1.1_Draenage_Teil1	0,2	83,09	67,21	27,7
	GI1.1_Draenage_Teil2	0,2	41,55	39,22	62,7
	Planstraße_Draenage	0,2	35,75	31,05	3,41
	GI1.3_Draenage	0,2	51,9	46,51	85,8
	GE2.2_Draenage	0,2	63,37	58,55	100,3
	Draenage_Süd	0,2	83,14	72,46	100,3
Mittlerer Strang	GI1.2_Draenage	0,2	14,72	12,59	1,0
	GE2.1_Draenage	0,2	43,41	39,67	5,6
	Draenage_Mitte	0,2	44,88	0,0	5,6
Nordöstlicher Strang	Mulde_Ost_Draenage_1	0,2	125,08	124,32	36,7
	Mulde_Ost_Draenage_2	0,2	25,02	23,54	36,7

Tabelle 5-15: Vorhandenes und erforderliches Dränagenvolumen, Variante 2

	Bezeichnung	n_{erf} [1/a]	V_{vorh} [m³]	V_{erf} [m³]	Drossel [l/s]
Südlicher Strang	GI1.1_Rigole_Nord	0,2	33,13	30,34	9,0
	GI1.1_Draenage	0,2	59,25	50,24	35,6
	GI1.2_Draenage	0,2	61,76	50,65	80,5
	Planstraße_Draenage	0,2	4,09	3,13	0,5
	GI1.3_Draenage	0,2	118,9	92,65	115,2
	Draenage_Süd	0,2	83,14	63,55	115,2
Nordöstlicher Strang	Mulde_Ost_Draenage_1	0,2	125,08	111,5	41,6
	Mulde_Ost_Draenage_2	0,2	25,02	20,97	41,6

5.2.8 Auswertung Wasserbilanz

Ein wichtiges Anliegen der DWA-A/M 102-3 [E] ist die möglichst nahe Angleichung des naturnahen Wasserhaushalts im Planzustand. Es werden generell keine Zielwerte vorgegeben, dennoch wird eine Abweichung des Wasserhaushalts im Planzustand um bis zu 10 % vom potenziell naturnahen Wasserhaushalt als tolerierbar erachtet. Die untere Wasserbehörde fordert maximal 10 Prozentpunkte Unterschied zwischen dem Ist-Zustand (unbebaut) und dem Planzustand (bebaut).
In der vorliegenden Berechnung wird im Planzustand Variante 1 eine um 6 bis 8 % geringere Verdunstung, eine um 1 bis 3 % geringere Versickerung und eine um 9 % höhere Abflussmenge festgestellt.

Tabelle 5-16: Vergleich Wasserbilanz NatUrWB zu KOSIM pot.-nat- IST und Planzustand

	NatUrWB	Naturregenreihe IST	Naturregen-reihe PLAN Variante 1	Naturregen-reihe PLAN Variante 2
	[%]	[%]	[%]	[%]
Verdunstung [%]	71,5	71,6	63,6 (-7,9)	65,1 (-6,4)
Versickerung [%]	26,4	26,4	25,4 (-1,0)	23,8 (-2,6)
Abfluss [%]	2,1	2,0	11,0 (+8,9)	11,1 (+9,0)

5.3 Hydrodynamische Sturzflutberechnung

5.3.1 Modellgrenze

Die Modellgrenze wurde basierend auf dem DGM 1 und die daraus ermittelte Wasserscheide bestimmt. Neben dem B-Plangebiet 70 gehören weitere Flächen zum Einzugsgebiet, die aufgrund ihrer topographischen Lage zu dem hier B-Plan-Gebiet hin entwässern. Dafür wurde das gesamte natürliche Einzugsgebiet, in dem sich das B-Plangebiet 70 befindet, durch Fließwegermittlung bestimmt und in der Sturzsimulation berücksichtigt.

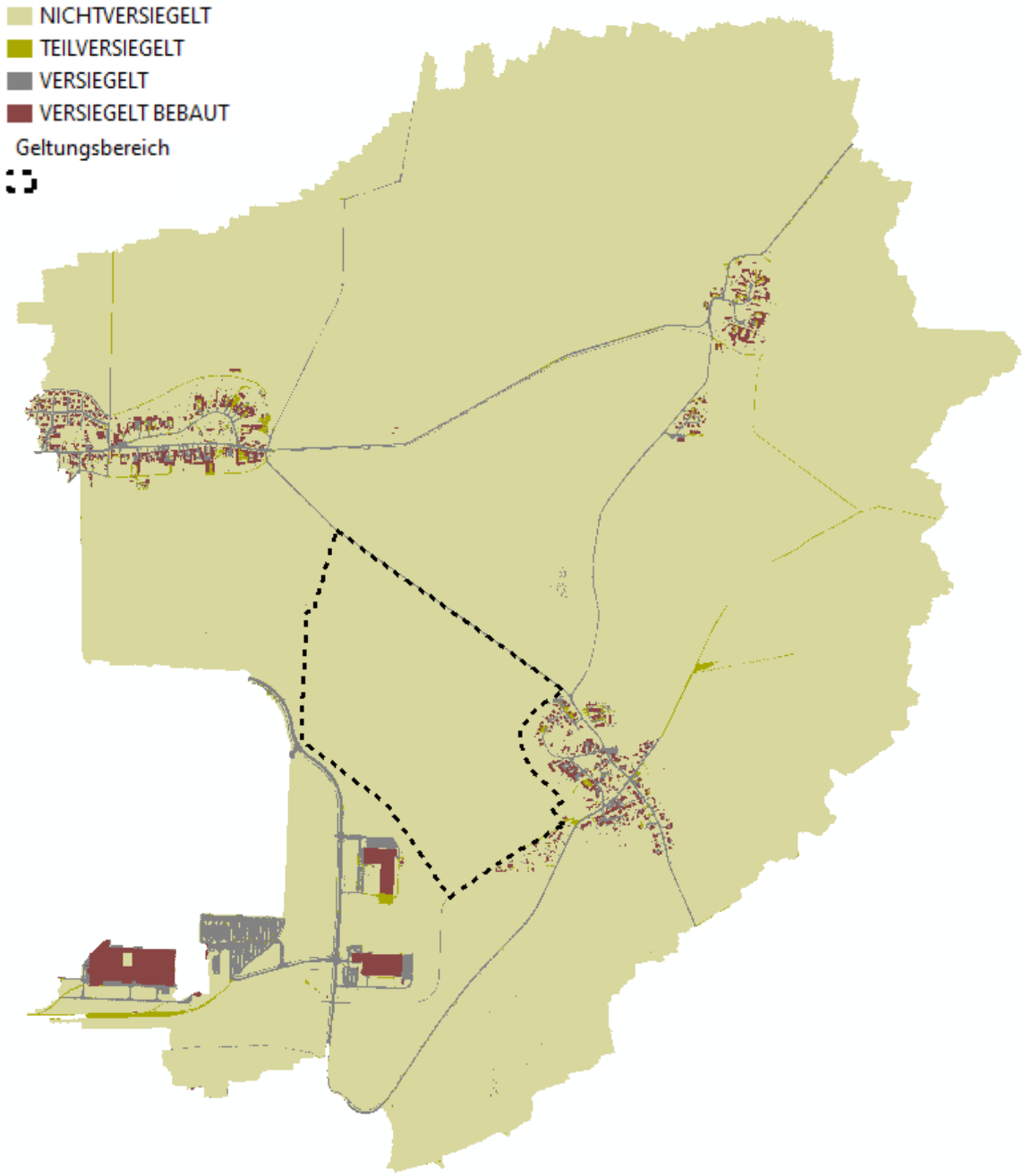


Abbildung 5-6: Modellgrenze Sturzflutmodellierung mit Darstellung der Landnutzung

5.3.2 Geometrie

Die maßgebliche geometrische Grundlage für die Sturzflutberechnung basiert auf den Bestandshöhen des DGM1. Für die Flächen außerhalb des B-Plangebiets sowie für die südlichen Grünflächen im Plangebiet wurden die Bestandshöhen übernommen. Da das DGM1 keine Höheninformationen zu Gebäuden enthält und diese für eine plausible Darstellung der Fließwege erforderlich sind, wurden zunächst die Umrisslinien der Bestandsgebäude aus dem Basis-DLM in das GIS-Projekt eingefügt. Anschließend wurde die maximale Geländehöhe innerhalb dieser Umrisslinien ermittelt. Alle Punkte innerhalb der Gebäudeumrisse wurden dann auf eine einheitliche Höhe von 5 m über dem zuvor ermittelten Geländemaximum in der Vertikalen korrigiert. Die horizontal abgebildeten Dächer gewährleisten ein gleichmäßiges Abfließen des Wassers in alle Richtungen, wobei die vorgegebene Abflussrichtung bei geneigten Dächern nicht berücksichtigt wird.

Für die Gewerbeflächen GI1.1, GI1.2, GI1.3, GE2.1 (Variante 1) und GE2.2 (Variante 1) im B-Plangebiet ist es erforderlich, die Erhebungen der Gebäude und die Absenkung der Parkplätze zu berücksichtigen. Da zum Zeitpunkt der Modellerstellung keine endgültigen Planungshöhen vorlagen, wurde eine Anpassung des DGM1 vorgenommen, um dennoch ein Umströmen der Gebäude und die Rückhaltung auf den Parkplätzen sicherzustellen. Für jede Gewerbefläche wurde zunächst die mittlere Bestandshöhe innerhalb der Baugebietsgrenze aus dem DGM1 ermittelt, und jeder Punkt innerhalb dieser Grenze erhielt diese gemittelte Höhe zugewiesen. Die Punkte innerhalb der Gebäudeumrisse wurden dann auf eine einheitliche Höhe von 5 m über der zuvor ermittelten mittleren Höhe in der Vertikalen korrigiert. Die Knoten innerhalb der Parkplatzgrenze wurden hingegen um 10 cm abgesenkt, um den Bordstein darzustellen.

5.3.3 Niederschlag

Als Grundlage für die Ermittlung der Niederschlagsbelastung wurde KOSTRA-DWD 2020 (Spalte 178, Zeile 130) mit der Wiederkehrzeit von T = 100 a und der Dauerstufe von D = 60 min eingesetzt. Aus den KOSTRA-DWD-Daten wurde abhängig von dem Topografiegefälle und der Nutzungsart ein Effektivniederschlag ermittelt. Dieser berücksichtigt die Anfangsverluste und den Versiegelungsgrad und wurde als Eingangsbelastung der Sturzflutsimulation angesetzt. In der Abbildung 5-7 werden Niederschlag und Effektivniederschläge in Anhängigkeit von der Nutzungsart beispielhaft für Flächen mit weniger als 4% Gefälle grafisch dargestellt.

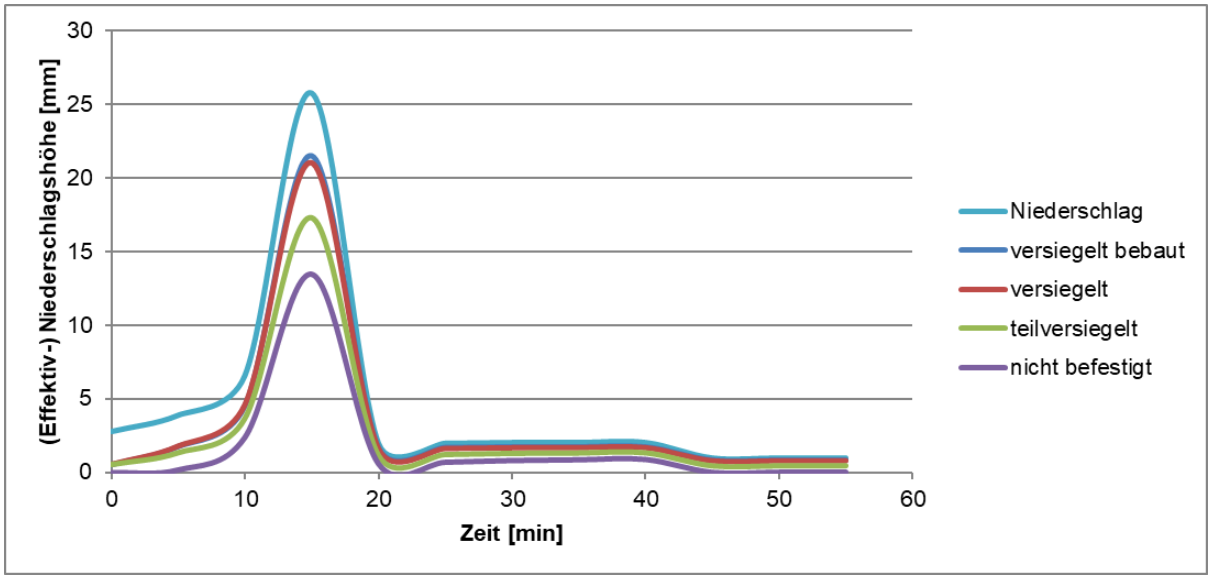


Abbildung 5-7: Niederschlag und Effektivniederschlag für Sturzflutberechnung (Flächen mit < 4 % Gefälle)

5.3.4 Kaskaden – Disabled Fläche

Um die Gewässerkaskaden im 2D-Modell zu simulieren, wurden die Staustufen als disabled (undurchlässige) Flächen abgebildet. Jede disabled Fläche wird mit einem Überfallwehr ergänzt, die die Überfallhöhe und Breite der jeweiligen Staustufe beschreibt.

5.3.5 Rauheit

Die Rauheit wurde aus den Materialien der Planung abgeleitet (siehe Tabelle 5-17).

Tabelle 5-17: Rauheit

Material in der Planung	Material im Modell	k_{St}
[-]	[-]	[$m^{1/3}/s$]
Kaskaden	disabled	0
Grünfläche, Gründächer	Nichtversiegelt	10
Gehweg/ wassergebundene Decke	Teilversiegelt	25
Fahrbahn	Versiegelt	80
Gebäude	Versiegelt Bebaut	80

5.3.6 Simulationszeit

Die gesamte Simulationszeit betrug insgesamt 3 Echtzeitstunden.

5.3.7 Qualität des Berechnungsnetzes

Es wurde keine zusätzliche Kontrolle des Berechnungsnetzes vorgenommen, da bei der automatischen Erzeugung des Berechnungsnetzes keine überprüfbare 2dm-Datei erzeugt wurde. Da für jeden Punkt des DGM1-Rasters ein Knoten im Netz erzeugt wurde, können jedoch keine zu großen oder zu spitzen Winkel entstehen. Alle Winkel betragen 90° bzw. 45° wenn die Punkte diagonal verbunden sind. Auch die maximalen Elemente an einem Punkt können aufgrund dessen nicht überschritten werden.

5.3.8 Ergebnisse

Istzustand

Basierend auf der im Abschnitt 2.1.2 beschriebenen Simulationssoftware wurde eine Simulation für ein 100-jähriges Ereignis mit einer Dauerstufe von 60 Minuten durchgeführt.

Aus dem Simulationsergebnis für den Istzustand ist ersichtlich, dass Regenabfluss aus dem oberstrom liegenden Gebiet in die westliche Seite des Plangebiets einströmt (siehe Abbildung 5-8). Um die von außerhalb des Plangebiets zufließenden Abflüsse umzuleiten, werden an den südwestlichen und nordöstlichen Rändern des Plangebiets Grabensysteme angelegt.

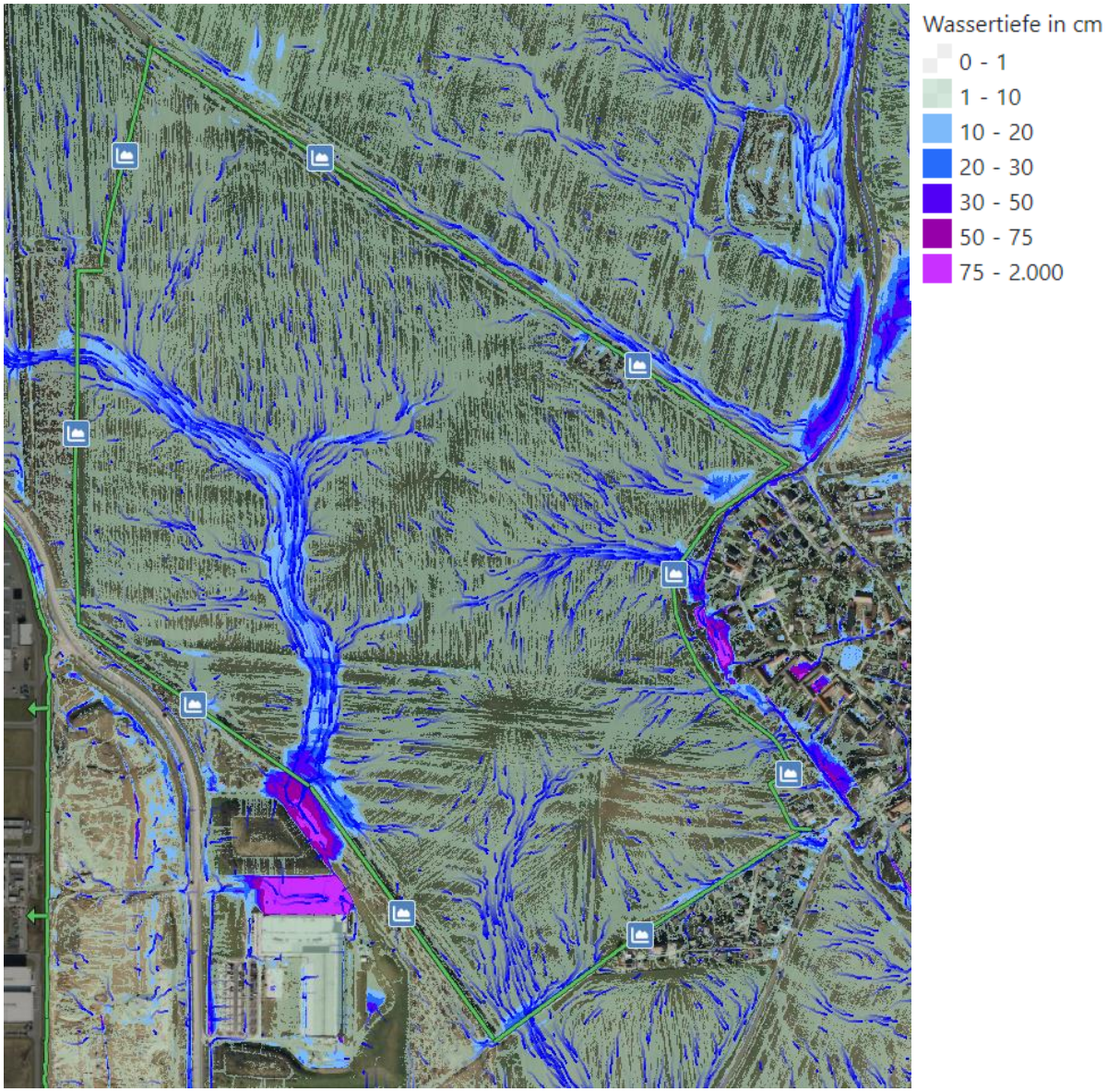


Abbildung 5-8: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Istzustand

Planzustände

Aus den Ergebnissen der Planzustände (siehe Abbildung 5-9 und Abbildung 5-11) ist erkennbar, dass die abgesenkten Parkplätze in Variante 1 maximal bis zu ca. 15 cm und in Variante 2 maximal bis zu ca. 10 cm mit Wasser gefüllt werden. Sie bieten somit eine Möglichkeit, Niederschlagswasser bei Starkereignissen schadlos zwischenzuspeichern. Die Animationen der Ergebnisse sind in Anlage 2 enthalten. Da in der 2D-Simulation unterirdische Speicherräume modellspezifisch nicht berücksichtigt werden können, wird auf eine Auswertung der Rückhaltevolumina verzichtet. Durch die hydrodynamische Simulation konnte nachgewiesen werden, dass selbst bei Wasserzutritt vom Außengebiet keine Gefährdung von Sachgütern zu erwarten ist, sofern die Planungsergebnisse umgesetzt werden.

Aus den Differenzkarten (Abbildung 5-10 und Abbildung 5-12) ist erkennbar, dass die Bebauung des Plangebiets im Wesentlichen keine Verschlechterung für die südöstlich liegende Siedlung (Merkwitz) im Fall einer 100 jährigen Sturzflut darstellt.
Lediglich im Bereich der Waldfläche oberstrom des Durchlasses im Übergang zwischen der Alten Salzstraße und der Straße An der Mühle Merkwitz ergeben sich bis zu 10 cm größere Wassertiefen.

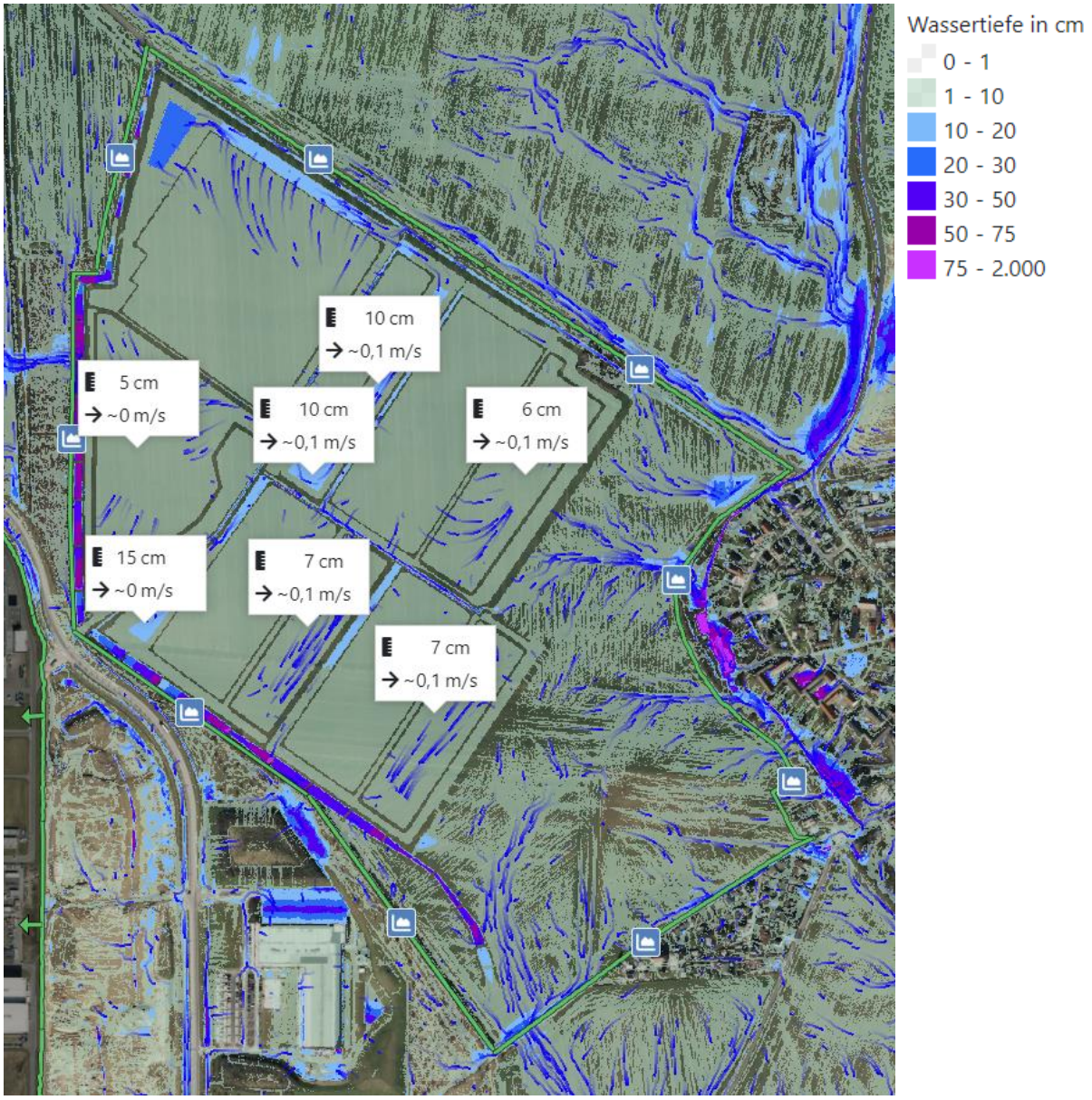


Abbildung 5-9: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Planzustand Variante 1

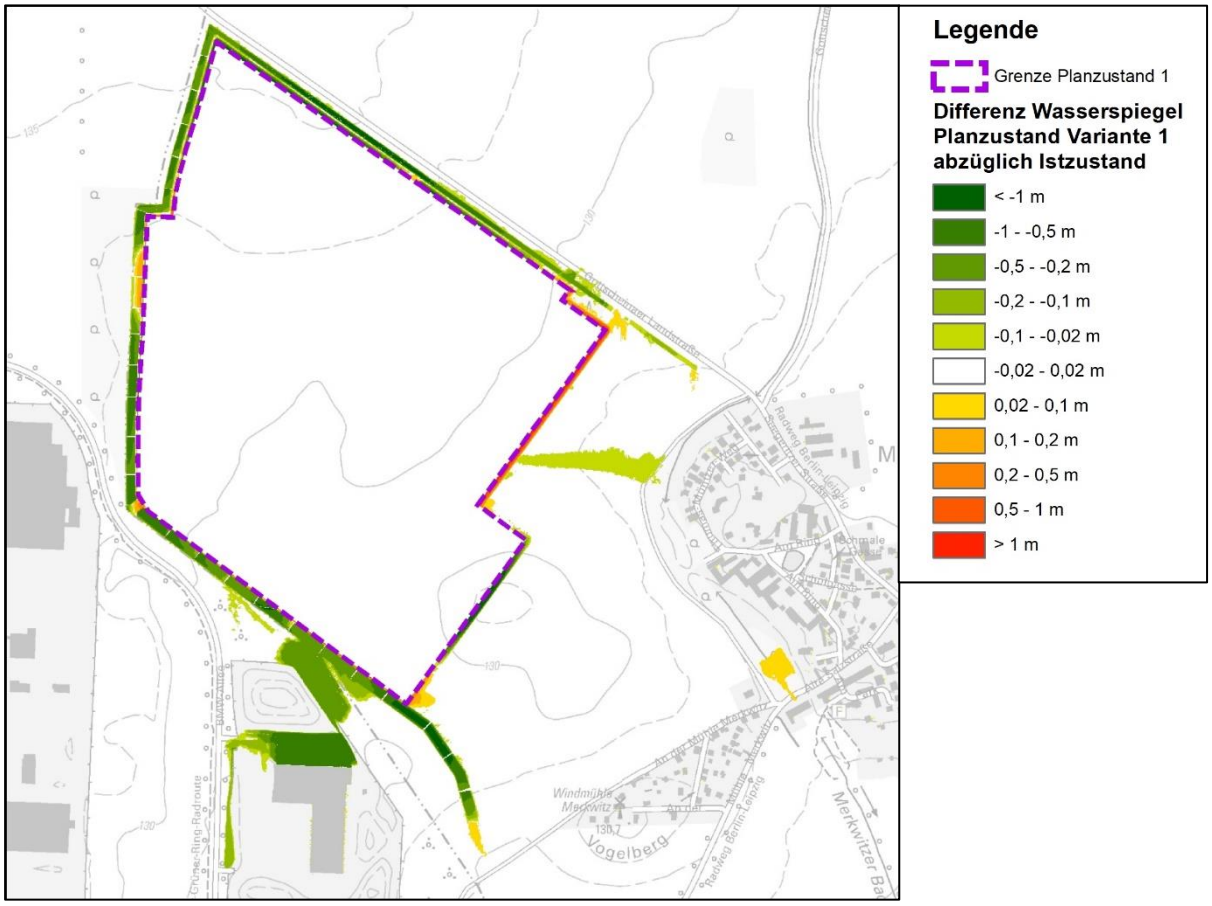


Abbildung 5-10: Differenzkarte Wasserspiegellage Planzustand Variante 1 abzüglich Istzustand

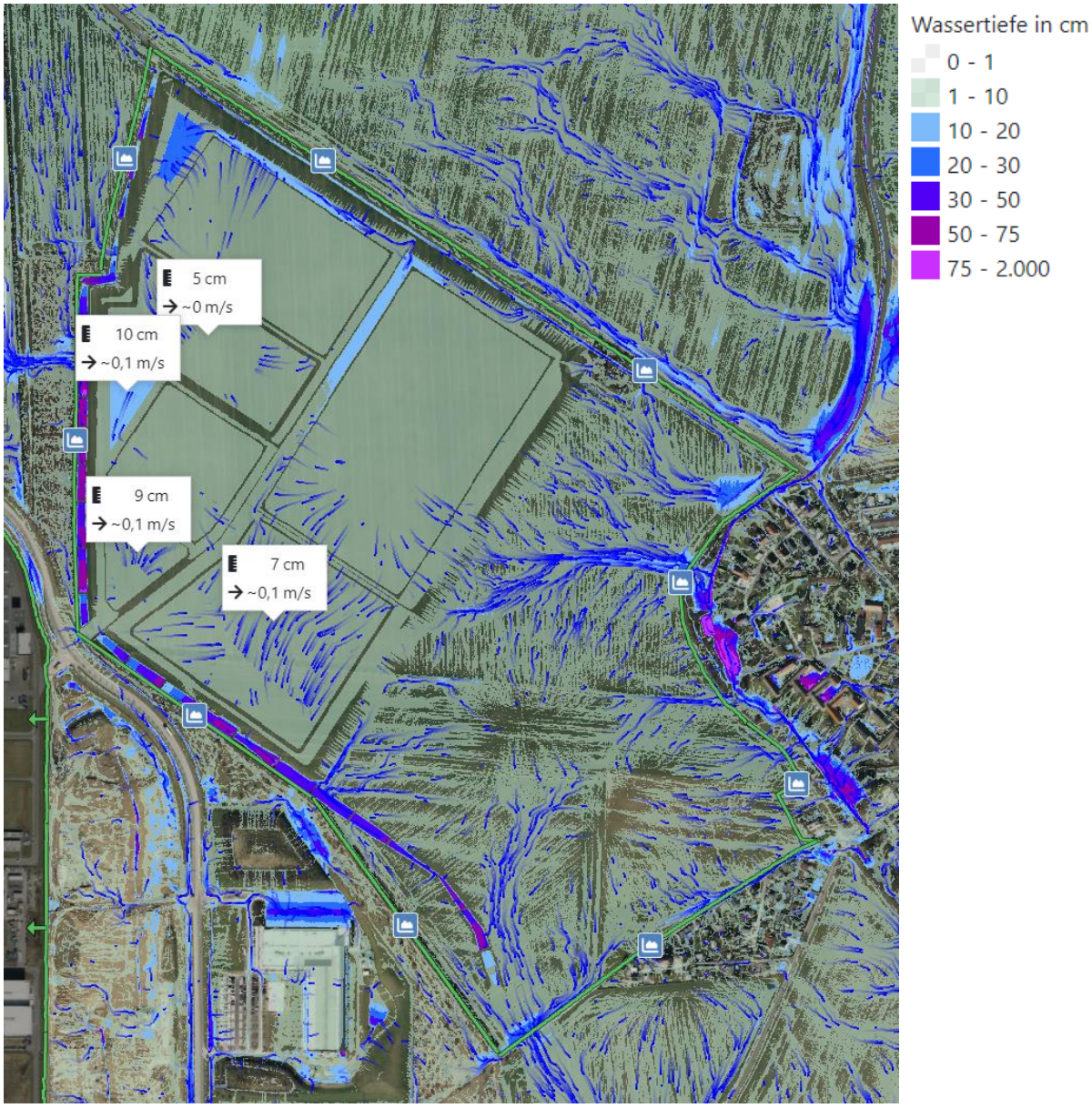


Abbildung 5-11: Sturzberechnungsergebnis T = 100 Jahre – Planzustand Variante 2

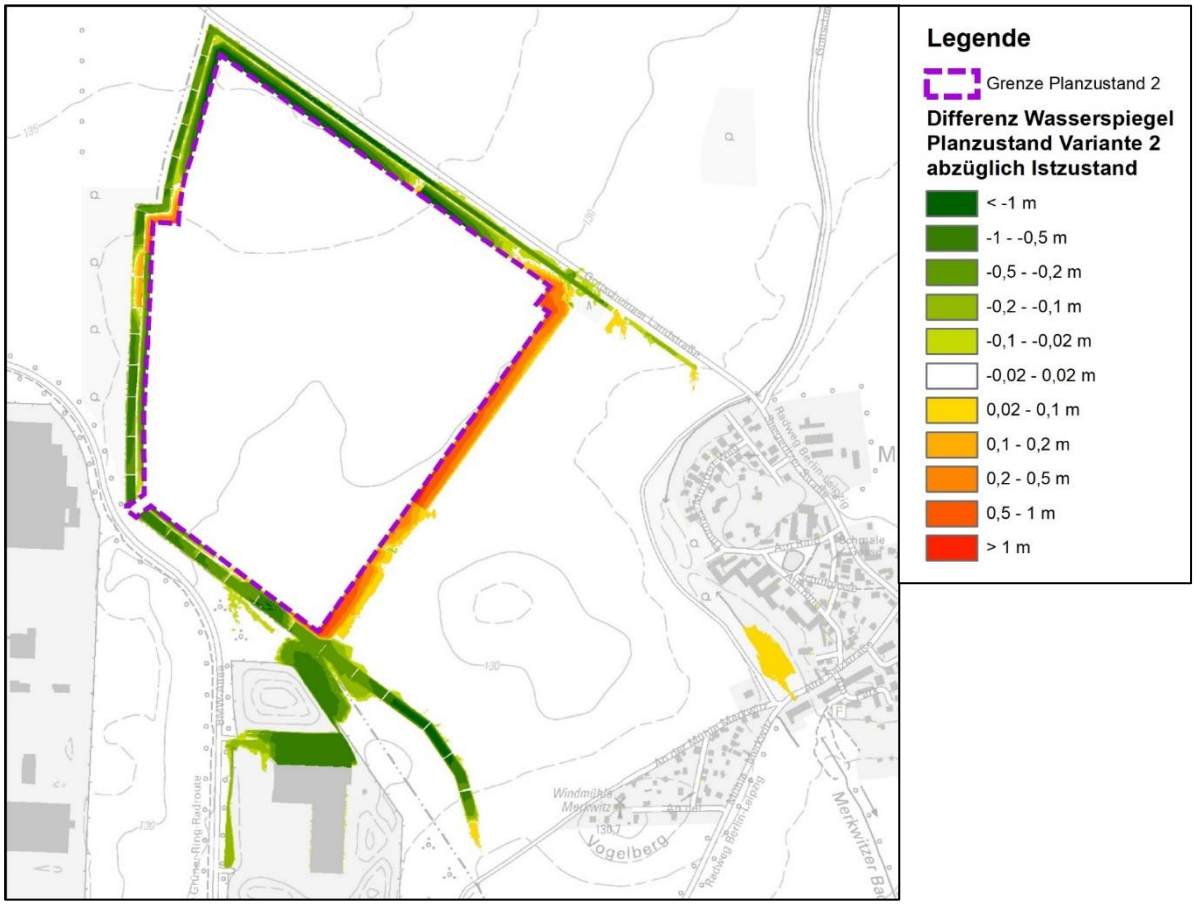


Abbildung 5-12: Differenzkarte Wasserspiegellage Planzustand Variante 2 abzüglich Istzustand

Variante 3 stellt ein Teilmodell der Variante 2 dar. Ziel ist es, die Frage zu klären, bis zu welcher Stelle der westliche Entwässerungsgraben nach Süden verlängert werden muss, wenn sich im Bereich GI1.2 ein erster Investor ansiedelt.

Die Frage kann ohne weitere Simulation beantwortet werden: Der südwestliche Entwässerungsgraben muss aufgrund der Topografie, – wie bereits in den beiden anderen Planzuständen vorgesehen – bis zur südlichsten Stelle verlängert werden (siehe Abbildung 5-13). Andernfalls würde die durch den rosa-Punkt gekennzeichnete Geländehöhe ein Hindernis für die Entwässerung darstellen.

An der nördlichen Seite muss der Graben <u>mindestens</u> bis zur Nordgrenze von GI1.2 gebaut werden, um den von westlicher Seite zufließenden Regenabfluss umzuleiten (Vgl. Abbildung 5-8).

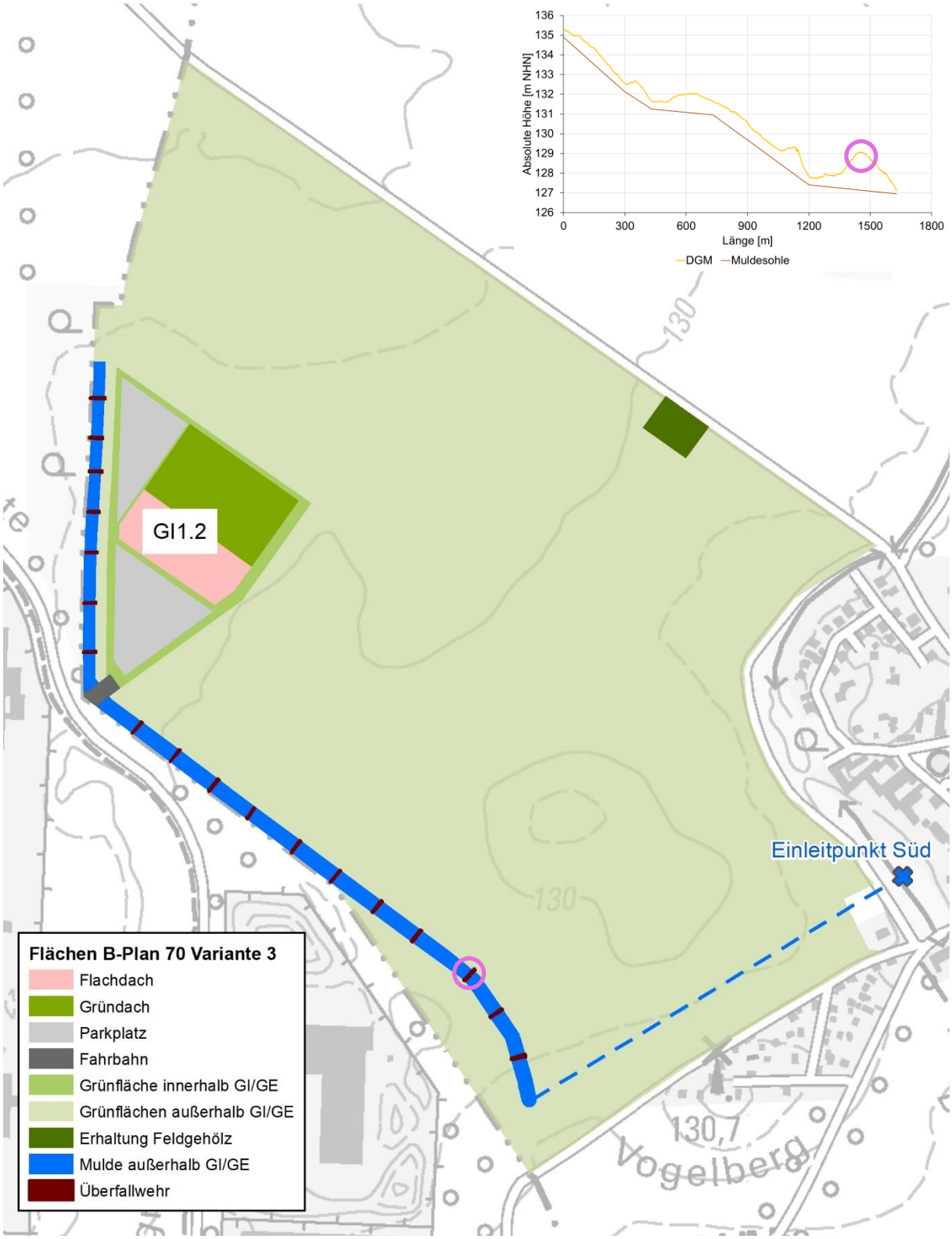


Abbildung 5-13: schematische Darstellung des Bearbeitungsgebietes B-Plan 70 – Variante 3 – Teilmodell der Variante 2

5.4 Betrachtungen zur DWA-A 102-2 / DWA-A 138-1

Im vorliegenden Entwässerungskonzept ist keine kanalgebundene Ableitung im klassischen Sinn vorgesehen. Demnach entfallen auch die Regenwasserbehandlungsanlagen in Form von Regenklärbecken. Im Sinne der Emissionsbetrachtung wird sowohl für die öffentliche Straße als auch für die befestigten Flächen im Industriegebiet von einer Flächenkategorie V3 nach DWA-A 102-2 ausgegangen. Die DWA-A 138-1 [H] gibt in der Tabelle 6 „Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung bei Versickerung durch eine bewachsene Bodenzone“ bei einer Mindestmächtigkeit von 30 cm ein Verhältnis zwischen abflusswirksamer Fläche und Sickerfläche von 30 vor, wenn die Mulde nicht häufiger als einmal im Jahr überläuft.

Tabelle 5-18: Verhältnis angeschlossener Fläche zur Sickerfläche – Variante 1

Gebiete /Teilflächen	Parkplatz [ha]	MRS [ha]	Verhältnis A_{Bem}/ $A_{S,m}$
GI1.1	5,82	0,70	8,31
GI1.2	1,41	0,10	14,10
GI1.3	2,59	0,19	13,63
GE2.1	3,52	0,26	13,54
GE2.2	2,66	0,20	13,30
öffentliche Straße	0,61	0,07	8,71

Tabelle 5-19: Verhältnis angeschlossener Fläche zur Sickerfläche – Variante 2

Gebiete /Teilflächen	Parkplatz [ha]	MRS [ha]	Verhältnis A_{Bem}/ $A_{S,m}$
GI1.1	3,80	0,41	9,27
GI1.2	2,00	0,14	14,29
GI1.3	6,58	0,43	15,30
öffentliche Straße	0,06	0,01	6,00

Die überschlagsmäßige Ermittlung des Verhältnisses zwischen der abflusswirksamen und der Sickerfläche zeigt ein deutlich geringeres Verhältnis als 30 bzw. 50. Eine Behandlung durch die bewachsene Bodenzone ist somit zulässig. Auch bei der öffentlichen Straße ist das Verhältnis von der Straßenbreite 7,5 m zur Muldenbreite mindestens 2 m deutlich eingehalten.

5.5 Betrachtungen zur DWA-M 102-3

In der vorliegenden Betrachtung zur DWA-M 102-3 [E] soll vordringlich auf den zulässigen Einleitungsabfluss eingegangen werden. Der zulässige Einleitungsabfluss ergibt sich wie folgt:

$$Q_{E1,zul} < 1{,}0 \cdot Hq_{1,pnat} \cdot \frac{A_{b,a}}{100} + x \cdot Hq_{1,pnat} \cdot A_{Eo} \qquad \text{in l/s}$$

$Hq_{1,pnat}$	l/(s·km²)	potenziell naturnahe jährliche Hochwasserabflussspende
$A_{b,a}$	ha	angeschlossene befestigte Fläche des geschlossenen Siedlungsgebiets im oberirdischen Einzugsgebiet des Gewässers bis zur Einleitungsstelle
A_{Eo}	km²	oberirdisches Einzugsgebiet des Gewässers bis zur Einleitungsstelle
$Q_{E1,zul}$	l/s	zulässiger kritischer jährlicher Einleitungsabfluss
x	(-)	Faktor für die zulässige Abflusserhöhung durch anthropogene Einflüsse

Die Abflussspende $Hq_{1,pnat}$ wurde aus der Abbildung 5-3 mit 118 l/s / 86,3 ha = 136 l/s·km² entnommen. Die Fläche $A_{b,a}$ wurde gem. Tabelle 2-2 bis Tabelle 2-5 aus der Summe der Flächen der GI/GE-Gebiete und der Planstraße ermittelt.

Variante 1:

$$Q_{E1,zul} = 1 \cdot 136 \cdot \frac{51{,}02}{100} + 0{,}82 \cdot 136 \cdot 0{,}86 = 69{,}90 + 96{,}61 = 166{,}51 \text{ l/s}$$

Variante 2:

$$Q_{E1,zul} = 1 \cdot 136 \cdot \frac{39{,}13}{100} + 0{,}82 \cdot 136 \cdot 0{,}86 = 53{,}22 + 96{,}61 = 149{,}83 \text{ l/s}$$

Entsprechend Abbildung 5-5 werden in der Variante 1 des Planzustands maximal 95,5 l/s und in der Variante 2 maximal 110,1 l/s statistisch einmal im Jahr eingeleitet (Gesamtgebiet). Die Nachweise sind somit für beide Varianten erbracht.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 70 durch die Stadt Leipzig war ein Regenwasserbewirtschaftungskonzept unter Berücksichtigung aktuell geltender Regelwerke und unter Bezugnahme der Stellungnahmen von Fachbehörden zu erstellen. Das Regenwasserbewirtschaftungskonzept soll sicherstellen, dass die zukünftige Bebauung nicht nur den städtebaulichen, sondern auch den ökologischen Anforderungen gerecht wird. Das Regenwassermanagement spielt eine entscheidende Rolle, um die Auswirkungen der Bebauung auf den natürlichen Wasserhaushalt zu minimieren und nachhaltige Lösungen für die Abwasser- und Regenwasserbewirtschaftung zu integrieren.

Im Einklang mit dem geltenden Wasserhaushaltsgesetz § 55 Abs. 2 (WHG) wurde eine umfassende Bewertung vorgenommen, die darauf abzielt, den natürlichen Wasserhaushalt weitgehend zu erhalten. Durch die Anordnung von Gründächern, Zisternen und Mulden-Rigolen-Systemen wurde die Grundwasserneubildung, die Verdunstung und der Oberflächenabfluss im Wesentlichen an die ursprünglichen Gegebenheiten angepasst.

Für die untersuchten Varianten konnte die Entwässerung für den Bebauungsplan nachgewiesen und sichergestellt werden. Derzeit ist die tatsächliche Inanspruchnahme der Flächen jedoch unbekannt. Daher wird bei Kenntnis über die real vorgesehenen Flächen eine Präzisierung des Modells empfohlen, was eine Anpassung des Retentionsvolumens zur Folge haben kann. Eine Erhöhung der maximalen Einleitmenge in die Vorflut kann dabei ausgeschlossen werden.

Durch die Implementierung naturnaher und dezentraler Bewirtschaftungsansätze wird das Niederschlagswasser im Bereich des Bebauungsplans ortsnah zur Bewässerung der Gründächer genutzt. Aufgrund des geringen Durchlässigkeitsbeiwertes auf den bisher untersuchten Flächen ist die Versickerung nur beschränkt möglich. Für die südlichen Bereiche wurden bisher keine Durchlässigkeitsbeiwerte bestimmt. In der Modellierung wurden hierfür Werte auf der sicheren Seite liegend angenommen. Hier besteht Potential zur Verbesserung der Wasserbilanz bzw. zur Reduzierung der Größe der Versickerungsanlagen. Zudem würden weitere Regenwassernutzungsmaßnahmen, wie die Bewässerung der Bäume, die Wasserbilanz weiterhin an den natürlichen Zustand anpassen.

Allgemein ist die Aussagekraft von Infiltrationsversuchen höher einzustufen als die Durchlässigkeitswertermittlung mittels Korngrößenbestimmung. Für die genauen Standorte der Versickerungsanlagen wird daher empfohlen, Infiltrationsversuche zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit durchzuführen bzw. die Versickerungsanlagen in Bereichen mit höherer Versickerungsfähigkeit zu planen, wodurch die Wasserbilanz weiter verbessert bzw. die Größe der Versickerungsanlagen reduziert werden kann

Für die Bestandsfelddränagen im Planungsgebiet ist zudem eine Überprüfung und Dokumentation angedacht. Außerdem ist der Graben nordwestlich der Merkwitzer Siedlung, der künftig als Einleitstelle genutzt wird, instandzusetzen bzw. zu beräumen.

Ansprechpartner: M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Tilo Sahlbach

Bearbeiterin: M.Sc. Xinrui Li