

SITUS

Hufnagel-Quartier Eberswalde

**Grundlagenermittlung und Vorplanung
zur
Regenwasserentwässerung des
Hufnagel-Quartiers Eberswalde**

Projekt-Nr.: **249913** Bericht-Nr.: **01/2020**

Erstellt im Auftrag von:

**SITUS GmbH
Grundstück + Projekt
Wiltbergstraße 50, Haus 20c
13125 Berlin**

Dipl.-Geol. Rolf Luding,
Dipl.-Ing. Jens Fischer

2020-10-21

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	ZUSAMMENFASSUNG 4
2	BEZEICHNUNGEN UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS..... 6
3	ARBEITSGRUNDLAGEN UND QUELLENVERZEICHNIS 7
4	EINLEITUNG 8
5	GRUNDLAGENERMITTLUNG 9
5.1	Örtliche Gegebenheiten und Eigentumsverhältnisse 9
5.2	Höhenverhältnisse / Grundwasserstand / Bodenbelastung..... 9
5.3	Niederschlagsspende und Abflußbeiwerte..... 9
5.4	Entwässerungsflächen 12
5.4.1	Dachflächenentwässerung 12
5.4.2	Strassenentwässerung 13
5.5	Regenwasserableitung / Regenwasserversickerung 13
5.5.1	Regenwasserversickerung – Randbedingungen, GW-Flurabstand und Bodendurchlässigkeit 14
5.5.2	Regenwassereinleitung in den Finowkanal..... 14
5.5.3	Regenwasservorbehandlung (Schlamm-/ Geröllfang, Leichtflüssigkeitsrückhalt)..... 15
5.6	Frühzeitige Behördenbeteiligung Träger öffentlicher Belange..... 15
6	VARIANTENUNTERSUCHUNGEN ZUR REGENWASSERENTWÄSSERUNG 16
6.1	Zusammenstellung der Vor- und Nachteile möglicher Versickerungsanlagen..... 17
6.2	Regenwasserableitung in den Finowkanal..... 19
7	VARIANTENUNTERSUCHUNG 19
7.1	Entwässerungsvariante 1 20
7.1.1	Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 1 21
7.2	Entwässerungsvariante 2a 21
7.2.1	Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 2a..... 22
7.2.2	Regenwasserrückhaltebecken (RRB) bei Entwässerungsvariante 2a..... 22
7.3	Entwässerungsvariante 2b 23
7.3.1	Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 2b..... 23
7.4	Vergleich der 3 untersuchten Entwässerungsvarianten 24
7.4.1	Vor- und Nachteile der untersuchten Entwässerungsvarianten..... 24
8	KOSTENSCHÄTZUNGEN 25
9	VORZUGSVARIANTE UND EMPFEHLUNGEN ZUR WEITEREN VORGEHENSWEISE 25

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 5-1: mittlere Abflußbeiwerte ψ_m (Arbeitsblatt DWA-A 117).....	11
Tabelle 5-2: Zusammenstellung der Vor- und Nachteile ausgewählter Versickerungsanlagen.....	18
Tabelle 5-3: Zusammenstellung Vor- und Nachteile der untersuchten Entwässerungsvarianten	25

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Übersichtskarten und Lagepläne (vordimensionierte Entwässerungsnetze)

- Anlage 1.1 Lageplan / Bebauungsplan (1:1.000)
- Anlage 1.2 Lageplan Regenwasserentwässerung - Variante 1 (1: 1.000)
- Anlage 1.3 Lageplan Regenwasserentwässerung - Variante 2a (1: 1.000)
- Anlage 1.4 Lageplan Regenwasserentwässerung - Variante 2b (1: 1.000)

Anlage 2 Hydraul. Berechnungen und Vordimensionierung Regenrückhaltebecken

- Anlage 2.1 Niederschlagshöhen und Regenspenden (Kostratlas 2010R)
- Anlage 2.2 Vordimensionierung RW-Kanäle / Nachweis maximale Fließgeschwindigkeiten
- Anlage 2.3 Vordimensionierung Regenrückhaltebecken RRB - Variante 2a

Anlage 3 Behördenbeteiligung (Anfragen Träger öffentlicher Belange / TÖB)

- Anlage 3.1 Stellungnahme Untere Wasserbehörde Landkreis Barnim (15.09.2020)
- Anlage 3.2 Stellungnahme Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde (17.08.2020)

Anlage 4 Kostenschätzungen

- Anlage 4.1 Kostenschätzung Entwässerungsvariante 1
- Anlage 4.2 Kostenschätzung Entwässerungsvariante 2a
- Anlage 4.3 Kostenschätzung Entwässerungsvariante 2b

1 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Grundlagenermittlung werden die Basisdaten, Möglichkeiten und Randbedingungen für die Regenwasserableitung der geplanten Wohnbebauung der Hufnagelquartiers untersucht. Die in der Grundlagenermittlung herausgearbeiteten Ableitungsvarianten werden hinsichtlich der Eignung, technischen Machbarkeit, der Vor- und Nachteile und einer Grobkostenschätzung verglichen.

Des Weiteren wird die Möglichkeit einer dezentralen Regenwasserversickerung des von den Dachflächenwassers untersucht und mit einer direkten Ableitung in den Finowkanal verglichen.

Im Zuge einer frühzeitigen Behördenbeteiligung wurden mit der unteren Wasserbehörde des Landkreises Barnim und dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde die Randbedingungen und Vorgaben für eine Regenwasserableitung in den Finowkanal abgefragt. In diesen Stellungnahmen wird die Versickerung von Regenwasser und die Schaffung von Speicherraum (Regenrückhaltebecken) - soweit technisch möglich – empfohlen. Maximale Einleitmengen, die die Errichtung von Versickerungsanlagen oder Regenrückhaltevolumens zwingend erforderlich machen würden, wurden nicht festgelegt (keine Einleitmengenbegrenzung in den Finowkanal).

Auf Grund des derzeitigen Planungsstandes für die Bebauung wurde bei der Grundlagenermittlung für die Regenwasserentwässerung der ungünstigste Fall angenommen.

Da die kurzzeitigen Starkregenereignisse in den letzten Jahren zugenommen haben, wurden bei den zugrunde gelegten Niederschlagsmengen Starkregenereignisse zugrunde gelegt. (aktueller Kostra-DWD Atlas für Eberswalde, 5-min Regen, 1x alle 5 Jahre überschritten entspr. DIN 1986-100 für die Dachflächenentwässerung, 10-min Regen, 1x alle 5 Jahre überschritten für die Strassenentwässerung).

Bei der Flächenversiegelung wurde davon ausgegangen, daß alle Strassen-/ Gehwege- und Parkflächen mit dichtem Pflaster oder einem Asphaltbelag versiegelt werden. Nach Vorliegen der konkreten Straßenplanung werden sich diese Flächen voraussichtlich verringern (z.B. Pflasterung der Parkbuchten und Gehwege). Die Dächer der Wohnbebauung sollen begrünt werden. Das Parkdeck wird voraussichtlich als offenes Parkdeck angelegt und mit einem Asphaltbelag versehen, wodurch es ableitungstechnisch als versiegelt betrachtet werden muß.

Auf dieser Grundlage wurden die maximal abzuleitenden Regenwassermengen ermittelt.

Zur Regenwasserableitung kommen eine Regenwasserversickerung oder die Ableitung in den Finowkanal in Frage. Auf Grund der hohen Grundwasserstände und des erforderlichen Grundwasserflurabstandes (>1 m) kann eine Regenwasserversickerung nur durch eine oberflächennahe Flächen- oder Muldenversickerung erfolgen. Damit scheidet Sickerschächte oder Rohr-Rigolensysteme, die unterirdisch angeordnet werden könnten, aus.

Eine flächenhafte Versickerung aller Dachflächen (Wohngebäude und Parkdeck) erscheint auf Grund der Grundstückseinteilung schwierig, wäre aber im Zuge der weiteren Projektbearbeitung noch zu prüfen. Die Flächenversickerung der Regenwassermengen vom Parkdeck zur Reduzie-

zung der Einleitmenge in den Finowkanal wird, soweit möglich vorgeschlagen. Die dafür erforderliche Versickerungsfläche von mindestens 200 m² (bei ausreichender Bodendurchlässigkeit) würde im östlichen Bereich des Grundstückes zur Verfügung stehen.

Die Hauptmengen an Regenwasser (Strassenentwässerung) müssen in den Finowkanal abgeleitet werden. Die maximale Einleitmenge (ungünstigster Fall ohne Versickerung von Teilflächen) beträgt max. 350 l/s. Für die Ableitung dieser Regenwassermengen sind Kanaldurchmesser von DN200 - DN600 mit Verlegegefällen von 0,5 – 0,25 % (1:200 bis 1:400) erforderlich.

Das Regenwasser wird vor der Einleitung in den Finowkanal über einen Sand-/ Schlammabscheider mit einer Tauchwand zum Leichtflüssigkeitsrückhalt vorgereinigt.

Durch verschiedene Hauptentwässerungsrichtungen der 2 Hauptkanalstränge kann die Ableitungsmenge je Kanalstrang reduziert werden, die Kanaldurchmesser verringert und auf 2 Einleitbauwerke verteilt werden.

Die Anordnung eines Regenrückhaltebeckens bei großen Ableitungsmengen (Drosselung der Einleitmenge) wird seitens der Behörden empfohlen, aber nicht zwingend gefordert.

Um die Größenordnung eines Regenbeckens abschätzen zu können, wurde eine Vordimensionierung Regenbeckens vorgenommen. Im ungünstigsten Fall, d.h. bei den maximalen Regenereignissen und nur einem Einleitpunkt würde das erforderliche Regenbeckenvolumen ca. 450 - 500 m³ betragen. Ein derartiges Rückhaltevolumen ist mit einem Stauraumkanal nicht realisierbar (max. mögliches Stauraumkanalvolumen 150 – 200 m³).

Die Einhaltung der vom WSA geforderten maximalen Einleitgeschwindigkeit in den Finowkanal (1,5 m/s) kann zudem auch ohne Regenrückhaltebecken sichergestellt werden.

Nach der Abwägung der Vor- und Nachteile wird die Variante 2b (keine Regenwasserversickerung, 2 Entwässerungsrichtungen der beiden Hauptstränge, Ableitung des Regenwassers über 2 Einleitbauwerke und 2 Schlammfänge in den Finowkanal) zum derzeitigen Planungsstand als Vorzugsvariante vorgeschlagen (siehe Kapitel 9).

Zur endgültigen Beurteilung der Möglichkeiten zur Regenwasserversickerung des Parkdecks und der damit verbundenen Reduzierung der Einleitmengen in den Finowkanal werden die Ermittlung der Bodendurchlässigkeit und des Grundwasserflurabstands (Bodensondierungen und Sickerversuche / Bohrlochversickerung nach USBR-Verfahren) im Bereich östlich des geplanten Parkdecks empfohlen.

Weitere Planungsarbeiten und detailliertere Aussagen zur Regenwasserentwässerung können nach Festlegung der Bebauung (bestätigter Bebauungsplan) und der Straßenplanung (Straßenbreite, Größe und Art der Versiegelung der Strassen-, Park- und Gehwegflächen) erfolgen.

Auf Grund der verwendeten Ansätze (maximale Flächenversiegelung, max. Regenmengen) werden sich nach Vorliegen der Bebauungs- und Straßenplanung die Kanalquerschnitte und ein ggf. erf Regenbeckenvolumen dann verringern.

2 BEZEICHNUNGEN UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Bei den Bezeichnungen wurde auf durchgängige Einheitlichkeit geachtet, d.h. im Text, in den Kartenanlagen und Anlagentabellen wurden möglichst gleiche Bezeichnungen und Schreibweisen verwendet.

Im Folgenden sind die im Text verwendeten Abkürzungen erklärt.

GOK	Geländeoberkante
GWM	Grundwassermessstelle
GWSp	Grundwasserspiegel
H	Förderhöhe
kW	Kilowatt / Anschlussleistung
LFU	Landesamt für Umwelt des Landes Brandenburg
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
NHN	Normal Höhe Null
HW	Hochwasserstand
i.A.	im Allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
i.N.	im Normalfall
OFG	Oberfläche Gelände
OK / OKG	Oberkante / Oberkante Gelände
Q	Fördermenge
RL	Rohrleitung
ROK	Rohroberkante
RRB	Regenrückhaltebecken
RSo.	Rohrsohle
RW	Regenwasser
RWS	Regenwasserschacht
SW	Schmutzwasser
SWS	Schmutzwasserschacht
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
UWB	untere Wasserbehörde (Landkreis Barnim)
Wsp.	Wasserspiegel
WSA EW	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

3 ARBEITSGRUNDLAGEN UND QUELLENVERZEICHNIS

- [U1] Städtebaulicher Entwurf für das Areal der ehemaligen Hufnagelfabrik Eberswalde, Situs GmbH, Präsentation vom 11.02.2020
- [U2] Kostra-DWD Atlas 2010R, 3.2.2, DWD / itwh Hannover
- [U3] DWA Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, Dezember 2013
- [U4] DWA Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005
- [U5] Auslegungssoftware zur Auslegung von Regenrückhaltebecken nach DWA-A117, einfaches Verfahren und zur Rohrleitungsdimensionierung
- [U6] Bericht zur Altlastenerkundung für die ehemalige „Nagelfabrik Kupferhammer“ uve Potsdam GmbH, 1996
- [U7] DIN 1886-100 – Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
- [U8] Orientierende Untersuchungen Kupferhammerweg Eberswalde, CDM Smith GmbH, August 2019

4 EINLEITUNG

Im Zuge der Projektentwicklung des ehemaligen Werkgeländes der Hufnagelfabrik in Eberswalde ist die städtebauliche Erschließung des Grundstückes geplant.

Die Entwicklung des Grundstücks sieht die Bebauung des ehemaligen Werksgeländes der Hufnagelfabrik mit Wohn- und gewerblichen Gebäuden neben der ehemaligen Villa am Kupferhammerweg vor. Die denkmalgeschützte Bausubstanz (Schornstein/Kesselhaus und Waggonaufzug) soll erhalten bleiben. Der historische Baumbestand soll ebenfalls weitgehend erhalten bleiben.

Für den Wohnungsbau sind ca. 20 Häuser als Geschosswohnungsbau (ca. 3 - 4 Geschosse am Kanalufer und ca. 4 - 5 Geschosse zum Hang) vorgesehen. Für die gewerblichen/sozialen Gebäude sind 2 Gewerbebauten als seitliche Ergänzung zur historischen Villa geplant, die ggf. als Bürogebäude oder Kindertagesstätte (Kita) genutzt werden können.

Für die Erschließung des Grundstücks sind eine erste Zufahrt ab Kreuzung Kupferhammerweg über eine bestehende Zufahrt und eine zweite Zufahrt ab Kupferhammerweg (Richtung Schleuse) vorgesehen. Der Wohnbereich ist als Auto-arme Zone (nur für Einsatzfahrzeuge, Ver- und Ent-sorgungstätigkeiten und Anlieferungen) und ein Parkdeck in Randlage (am Bahndamm) mit 2 bis 3 Geschossen geplant.

Die Verkehrserschließung (Ringstraße) inklusive begleitender Wege und Beleuchtung ist als öffentliche Erschließung (Flächen mit öffentlicher Widmung) geplant und soll an den Kupferhammerweg angebunden werden. Im Weiteren sind die Stichstraßen und Wege (inkl. Beleuchtung) zu den Gebäuden sowie die Plätze an den Denkmälern als private Wege geplant.

CDM-Smith wurde mit der Entwässerungsplanung zur Regenwasserableitung des von den Dachflächen und befestigten Strassen- und Wegen anfallenden Regenwassers beauftragt. In den bisherigen Abstimmungen mit den Projektbeteiligten ist als Vorzugsvariante die Versickerung des von den Dachflächen anfallenden Regenwassers zu betrachten. Regenwasser, welches nicht direkt versickert werden kann, muß über Regenwasserkanäle gefasst und in den Finowkanal abgeleitet werden.

Die vorliegende Unterlage beinhaltet die Grundlagenermittlung für die Planung eines Niederschlagsentwässerungssystems am Standort des Hufnagelquartiers (Straßen, Dachflächen).

Des Weiteren werden 3 verschiedene Entwässerungsvarianten untersucht, um den Projektbeteiligten eine Entscheidungsvorlage für eine Vorzugsvariante zur Regenentwässerung am Standort zu liefern, die dann in den weiteren Bearbeitungsschritten planungstechnisch weiter unteretzt wird.

5 GRUNDLAGENERMITTLUNG

5.1 Örtliche Gegebenheiten und Eigentumsverhältnisse

Das Grundstück der ehemaligen Hufnagelfabrik Eberswalde liegt direkt am Finowkanal nördlich der B167 (Flurstück 2576). Die Grundstücksfläche beträgt ca. 40.000 m². Eigentümer des Grundstücks ist die Kupferhammer Quartier GmbH.

Im Norden wird das Grundstück durch den Finowkanal, im Osten durch Bahngleisanlagen der Deutschen Bahn, im Südwesten vom Kupferhammerweg und im Süden durch Gewerbebauten begrenzt.

Der Finowkanal ist als Sonstige Binnenwasserstraße eingestuft und befindet sich im Eigentum der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Die Bewirtschaftung des Finowkanals im Bereich Eberswalde erfolgt durch das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde (WSA).

5.2 Höhenverhältnisse / Grundwasserstand / Bodenbelastung

Die Geländehöhen im überwiegenden Teil des vorgesehenen Baugebietes bewegen sich zwischen 14 – 16 m ü.NN. Der das Baugebiet westlich begrenzende Kupferhammerweg steigt von Nord-Ost nach Süd-West um ca. 10 m (von 19 – 29 m ü.NN) an. Die Geländehöhen östlich des Baugebietes (Bahndamm) und südlich (Grundstückzufahrt) liegen bei 26 – 28 m ü.NN. Der Wasserspiegel des Finowkanals liegt je nach Kanalfüllung bei ca. 12,50 – 13,50 m ü.NN.

Grundwasser wurde innerhalb der bisherigen Untersuchungen (1996, [U6]) bei 0,5 bis 3,2 m unter Oberfläche Gelände angetroffen (oberer Grundwasserleiter).

Bei den 2019 durchgeführten orientierenden Untersuchungen wurden Grundwasserstände zwischen 3,20m bis 1,43m unter GOK festgestellt (3 GWM, [U8]).

Im überwiegenden Teil des Baugebietes liegt der Grundwasserstand bei 1,20 m bis 2,5 m unter Oberfläche Gelände.

Die Kontaminationssituation des Bodens und des anstehenden Grundwassers wurde innerhalb der Orientierenden Untersuchungen 2019 [U8] untersucht. Dabei wurde festgestellt, daß beim Bodenaushub in Abhängigkeit von der Aushubtiefe partiell mit kontaminiertem Boden zu rechnen ist. Für die betreffenden Bereiche wird ein Bodenaustausch empfohlen.

5.3 Niederschlagsspende und Abflußbeiwerte

Die Niederschlagsspenden für die hydraulischen Berechnungen des Regenwassernetzes (Vordimensionierung) wurden aus dem aktuellen Kostra-DWD Atlases R 3.2.2, Stand 2017 [U2] entnommen.

Die im Kostra-Atlas aufgeführten aktuellen Regenspenden für Eberswalde können der Anlage 2.1 entnommen werden.

Die Regenwasserfassung erfolgt für die angeschlossenen Dachflächen und die versiegelten Strassen- und Wegbereiche. Regenwasser, welches auf Grünflächen oder unversiegelte Bereiche fällt, wird versickert.

Für die Berechnung von Regenwassernetzen können folgende maßgebliche Regenspenden zugrunde gelegt werden:

- $r_{5,5} = 302,2 \text{ l/s*ha}$ (5-min Regen, 1x alle 5 Jahre überschritten) – entspr. DIN 1986-100
Entwässerung von Dachflächen von Gebäuden und Grundstücken
- $r_{10,5} = 222,9 \text{ l/s*ha}$ (10-min Regen, 1x alle 5 Jahre überschritten) - Starkregenereignis
- $r_{10,2} = 173,5 \text{ l/s*ha}$ (10-min Regen, 1x alle 2 Jahre überschritten) - Starkregenereignis
- $r_{15,1} = 111,1 \text{ l/s*ha}$ (15-min Regen, 1x pro Jahr überschritten) - Bemessungsregen

Seitens der Unteren Wasserbehörde wird diesbezüglich auf den Antrag zur Erteilung der Wasserrechtlichen Erlaubnis verwiesen. In diesem Antrag sind der 5-min Regen, alle 5 Jahre überschritten wird ($r_{5,5}$) für die Dachflächenentwässerung, der Bemessungsregen ($r_{15,1}$) bzw. ein stärkeres Regenereignis, welches vom Bemessungsregen abweicht, zugrunde zu legen.

Auf Grund der innerhalb der letzten Jahre zunehmenden Starkregenereignisse werden für die hydraulischen Berechnungen folgende Niederschlagsspenden zugrunde gelegt:

- 1) 5-min Regen, der 1x alle 5 Jahre überschritten wird ($r_{5,5} = 302,2 \text{ l/s*ha}$)
für die von den Dachflächen anfallenden Regenwassermengen (DIN 1986-100)
- 2) 10-min Regen, der 1x alle 5 Jahre überschritten wird ($r_{10,5} = 222,9 \text{ l/s*ha}$)
für die von den versiegelten Flächen / Strassenentwässerung anfallenden Regenwassermengen, um auch kurzzeitige Starkniederschläge mit Sicherheit ableiten zu können (abweichend vom Bemessungsregen ($r_{15,1}$))

Mit diesen zugrunde gelegten Regenspenden wird der ungünstigste Fall angenommen, um entsprechende Sicherheiten auch bei in Zukunft häufiger auftretenden kurzzeitigen Starkniederschlägen zu berücksichtigen.

Für die Berechnungen zur Ableitung des Regenwassers für die einzelnen Flächen wurden folgende Abflußbeiwerte zugrunde gelegt (entsprechend Arbeitsblatt DWA-A 117 [U3]):

	mittlerer Abflußbeiwert [Ψ m]
Dachflächen Wohnbebauung:	0,5 (Gründach, < 10 cm Aufbau) – gemäß den bisherigen Planungsabstimmungen sind Flachdächer mit Dachbegrünung vorgesehen

Strassenflächen, Zuwegungen: 0,9 (Asphalt) – maximale Versiegelungsart für Strassen
(ggf. auch 0,75 - Pflaster mit dichten Fugen möglich)

Einzelflächen: 0,5 – 0,6 (Pflaster mit offenen Fugen oder fester Kiesbelag)
Historischer Schornstein, Waggonaufzug, Villa Schreiber

Die genaue Versiegelungsart der Strassenflächen und Einzelflächen (historischer Schornstein, Waggonaufzug, Villa Schreiber) wird im Zuge der Projektbearbeitung noch präzisiert. Die Festlegung der entsprechenden Abflußbeiwerte (Versiegelungsgrade) und die Zuordnung zu den Entwässerungsflächen stellen zum derzeitigen Zeitpunkt Annahmen zur Vordimensionierung des Entwässerungsnetzes bei verschiedenen Entwässerungsvarianten dar. Aus Sicherheitsgründen wurden deshalb ungünstigste Abflußbeiwerte gewählt (Asphaltstraße).

Flächentyp	Art der Befestigung	Mittlerer Abflussbeiwert ψ_m
Schrägdach	<ul style="list-style-type: none"> • Metall, Glas, Schiefer, Faserzement, • Ziegel, Dachpappe 	0,9 – 1,0 0,8 – 1,0
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5 %)	<ul style="list-style-type: none"> • Metall, Glas, Faserzement • Dachpappe • Kies 	0,9 – 1,0 0,9 0,7
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25 %)	<ul style="list-style-type: none"> • humusiert < 10 cm Aufbau • humusiert ≥ 10 cm Aufbau 	0,5 0,3
Straßen, Wege, Plätze (flach)	<ul style="list-style-type: none"> • Asphalt, fugenloser Beton • Pflaster mit dichten Fugen • fester Kiesbelag • Pflaster mit offenen Fugen • lockerer Kiesbelag, Schotterrasen • Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine • Rasengittersteine 	0,9 0,75 0,6 0,5 0,3 0,25 0,15
Böschungen, Bankette und Gräben mit Regenabfluss in das Entwässerungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • toniger Boden • lehmiger Sandboden • Kies- und Sandboden 	0,5 0,4 0,3
Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenwasserabfluss in das Entwässerungssystem	<ul style="list-style-type: none"> • flaches Gelände • steiles Gelände 	0,0 – 0,1 0,1 – 0,3

Tabelle 5-1: mittlere Abflußbeiwerte ψ_m (Arbeitsblatt DWA-A 117)

Die den einzelnen Entwässerungsflächen zugeordneten Abflußbeiwerte können den Lageplänen in Anlage 1 entnommen werden.

5.4 Entwässerungsflächen

In Bezug auf die Entwässerung kann die Grundstücksfläche in 4 unterschiedliche Entwässerungsflächen eingeteilt werden:

- 1) Dachflächen Wohnbebauung (begrünt, Abflußbeiwert $\Psi_m = 0,5$)
- 2) Strassenflächen, Gehwege, Parkbuchten, Zugänge zur Wohnbebauung (Asphalt, Abflußbeiwert $\Psi_m = 0,9$)
- 3) Dachfläche Parkdeck (offenes Parkdeck/kein Dach, asphaltiert, Abflußbeiwert $\Psi_m = 0,9$)
- 4) Einzelflächen: E1 - Bereich historischer Schornstein, E2 - Bereich Waggonaufzug, E3 - Villa Schreiber (Pflaster, offenen Fugen $\Psi_m = 0,5$)
- 5) Grünflächen und Waldbereiche (unversiegelte Flächen, kein Abfluß)

Das auf den Grünflächen und Waldbereichen anfallende Regenwasser wird direkt in den Untergrund versickert und bei den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die genaue Nutzung und die Art der Versiegelung der Einzelflächen ist bisher noch nicht abschließend geklärt. Für die 3 Einzelflächen wird deshalb aus Sicherheitsgründen ein Kanalschluß an das Regenwassernetz und ein mittlerer Flächenversiegelungsgrad bei der Vordimensionierung des Regenwassernetzes berücksichtigt (Pflaster mit offen Fugen, Abflußbeiwert: 0,5).

5.4.1 Dachflächenentwässerung

Grundlage der vorliegenden Dachflächenermittlung ist die entspr. dem favorisierten Bebauungsplan vorgesehene Wohnbebauung. Da komplette Baufelder für die Vordimensionierung eines Entwässerungsnetzes nur sehr ungenaue Ergebnisse liefern, wurde von 3 verschiedenen Gebäudetypen mit den entsprechenden Dachflächen ausgegangen. Die Dachflächengröße der Bauungsentwürfe unterscheidet sich grundsätzlich nicht gravierend von der Dachfläche des zugrunde gelegten Bebauungsplanes.

Damit ergeben sich folgende zu entwässernde Dachflächen:

Gebäudetyp	Dachfläche (je Haus)	Abflußbeiwert	A red (reduzierte Fläche)
Gebäudetyp A:	225 m ²	0,5	113 m ²
Gebäudetyp B:	300 m ²	0,5	150 m ²
Gebäudetyp C:	345 m ²	0,5	173 m ²
Dachfläche Parkdeck:	1.550 m ²	0,9	1.400 m ²

Zusammenfassung Dachflächen:

Gesamtdachfläche Wohnbebauung:	ca. 6.500 m ²
<u>Dachfläche Parkdeck:</u>	<u>ca. 1.550 m²</u>
Dachflächen Gesamt:	ca. 8.050 m ²

5.4.2 Strassenentwässerung

Die auf dem Grundstück geplanten Strassen und Wege untergliedern sich in:

- a) eine parallel zum Finowkanal verlaufende Zufahrtsstrasse (von der nord-westlichen zur nord-östlichen Grundstücksecke, Strassenlänge: ca. 310 m)
- b) eine von Süden nach Norden verlaufende Zufahrtsstrasse (von der südlichen zur nord-östlichen Grundstücksecke, Strassenlänge: ca. 370 m).
- c) Zuwegungen / Gehwege zu der geplanten Wohnbebauung

Auf Grund des Reifenabriebs und möglicher Tropfverluste kann das von den versiegelten Strassenflächen anfallende Regenwasser erst nach einer entsprechenden Vorreinigung (Sand-/Schlammfang und Tauchwand zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten) in den Finowkanal abgeleitet werden.

Auf der Grundlage des zugrunde gelegten Bauentwurfs beträgt die Gesamtfläche der entwässerungsrelevanten Strassenflächen einschließlich Parkbuchten, Gehwege und Gebäude Zuwegungen ca. 9.400 m². Nach Vorliegen der Straßenplanung kann sich diese Fläche ggf. noch verringern.

Die entwässerungsrelevante Gesamtfläche (Dach- und Straßenflächen) beträgt ca. 17.400 m².

Die entwässerungsrelevanten Strassenflächen und die Zuordnung der Entwässerungsflächen zu den Entwässerungssträngen und Einleitpunkten (entsprechend dem derzeitigen Planungsstand) kann den Lageplänen in Anlage 1 entnommen werden.

5.5 Regenwasserableitung / Regenwasserversickerung

Das Regenwasser von den Dach- und Strassenflächen kann grundsätzlich:

- 1) in einen öffentlichen Regenwasserkanal abgeleitet werden,
- 2) vor Ort versickert werden,
- 3) in ein öffentliches Gewässer / den Finowkanal abgeleitet werden.

Da im Kupferhammerweg kein Regenwasserkanal vorhanden ist, entfällt eine Regenwasserableitung in einen öffentlichen Regenwasserkanal. Zudem wäre auf Grund der Geländeprofilierung eine Regenwasserableitung zum Kupferhammerweg nur mit einem Pumpwerk oder einer Vakuumentwässerung möglich, was dauerhafte Pumpkosten zur Folge hätte und deshalb nicht weiter untersucht wird.

Die schadlose Versickerung des von den Dächern anfallenden Regenwassers vor Ort und die Fassung und Ableitung des von den Strassenflächen anfallenden Regenwassers in den Finowkanal stellen damit die beiden zu untersuchenden Entwässerungsvarianten dar.

Die Einleitung von Regenwasser in den Finowkanal erfolgt in Eberswalde für den Großteil der nicht an einen Kanal angeschlossenen Stadtgebietsflächen. Einleitungen in den Finowkanal sind grundsätzlich genehmigungspflichtig und beim WSA anzumelden. Die Vorgaben des Eigentümers und Betreibers des Finowkanals (Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde) sind bei sämtlichen Einleitungen in den Finowkanal zu berücksichtigen.

5.5.1 Regenwasserversickerung – Randbedingungen, GW-Flurabstand und Bodendurchlässigkeit

Bei einer Versickerung von Regenwassers sind folgende Grundvoraussetzungen zu prüfen und Randbedingungen abzuklären:

- a) Versickerungsfähigkeit des Boden,
- b) Grundwasserflurabstand zur geplanten Bebauung (Sohle Versickerungsanlage > 1 m über max. GW-Spiegel),
- c) genehmigungstechnische Randbedingungen (Verschlechterungsverbot, Altlastensituation)
- d) bauliche / technische Randbedingungen (z.B. Abstand zur Wohnbebauung, Flächenverfügbarkeit, Geländeprofilierung)

Für die Versickerung des Regenwassers vor Ort ist der aktuelle maximale Grundwasserstand (HW) bzw. der max. Grundwasserflurstand nach Errichtung der Wohnbebauung (vorgesehene Geländeoberfläche der geplanten Bebauung) entscheidend.

Bei den bisherigen Untersuchungen [U6], [U8] wurden Grundwasserstände von 1,20 m bis maximal 2,5 m unter Oberfläche Gelände bzw. teilweise noch geringere GW-Stände festgestellt (5.2).

Der Bodendurchlässigkeitswert / kf-Wert) des anstehenden Bodens ist für die Versickerungsleistung und die erforderlichen Flächen zur Regenwasserversickerung entscheidend und wird im Zuge der weiteren Projektbearbeitung (bzw. im Vorfeld der weiteren Planungen) näher bestimmt (Bodensondierungen, Versickerungsversuche nach USBR-Verfahren / Bohrlochversickerung).

Um die erf. Dimensionen und Flächen für den Bau von Versickerungsanlagen abschätzen zu können, wird in der derzeitigen Planungsphase von einem mittel- bis feinsandigem Untergrund (siehe [U8]) mit Bodendurchlässigkeitswerten von 1×10^{-4} bis maximal 4×10^{-4} ausgegangen.

5.5.2 Regenwassereinleitung in den Finowkanal

Die direkte Ableitung des anfallenden Regenwassers in den Finowkanal (ohne Regenwasserversickerung, ohne Regenrückhaltebecken) stellt grundsätzlich die kostengünstigste Lösung dar.

Da das Wasser von Strassen- und Parkflächen durch Reifenabrieb, Tropfverluste o.ä. verunreinigt sein kann, sind vor der Einleitung von Regenwasser aus den Strassenbereichen entsprechende Rückhalteeinrichtungen vorzusehen (Schlamm-/Geröllfang, Leichtflüssigkeitsrückhaltungsmöglichkeit, siehe Behördenstellungnahme UWB, Anlage 3.1).

Des Weiteren ist sicherzustellen, daß bei der Regenwassereinleitung bei Starkregenereignissen keine Ausspülungen / Erosionen an der Einleitstelle in den Finowkanal zu befürchten sind und die maximal zulässige Einleitfließgeschwindigkeit eingehalten wird ($< 1,5$ m/s, siehe Behördenstellungnahme WSA, Anlage 3.2). Eine Begrenzung der Einleitmenge (Drosselabfluß) wäre mit einem Regenrückhaltebecken oder einem Stauraumkanal mit einer Drossleinrichtung (Drosselblende, Wirbeldrossel o.ä.) möglich.

5.5.3 Regenwasservorbehandlung (Schlamm-/ Geröllfang, Leichtflüssigkeitsrückhalt)

Zur Abscheidung von Steinen, Schmutz, Reifenabrieb, sonstigem Unrat und ggf. anfallenden Tropfverlusten von Leichtflüssigkeiten (Öl, Benzin) wird vor der Regenwassereinleitung in den Finowkanal ein Schlamm-/ Geröllfang und eine Vorrichtung zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten vorgesehen. Dazu wird der letzte Regenwasserschacht vor der Einleitung in den Finowkanal mit einer vertieften Sohle (Schlamm-/Geröllfang) und mit einer Tauchwand zum Leichtflüssigkeitsrückhalt ausgestattet.

In regelmäßigen Abständen ist der anfallende Schlamm und Unrat aus dem Schacht zu entfernen und zu entsorgen.

5.6 Frühzeitige Behördenbeteiligung Träger öffentlicher Belange

Im Zuge der frühzeitigen Behördenbeteiligung wurde die Untere Wasserbehörde des Landkreises Barnim (UWB) und das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde (WSA) hinsichtlich ggf. bestehender Vorgaben und Randbedingungen zur Regenwassereinleitung in den Finowkanal einbezogen.

In der Stellungnahme des WSA wird eine Versickerung des anfallenden Regenwassers vor Ort als flächige Regenwasserversickerung oder Muldenversickerung empfohlen. Des Weiteren werden vom WSA für die Einleitung von Regenwasser, welches nicht vor Ort versickert werden kann, die entsprechenden Vorgaben gemacht (Sicherstellung Standfestigkeit der Böschung, Art und Ausführung des Einleitbauwerkes, Nachweis max. Einleitfließgeschwindigkeit $< 1,5$ m/s).

Seitens der unteren Wasserbehörde (UWB) wird auf die geplante Aufhebung des Wasserschutzgebietes hingewiesen. Obwohl lt. Brandenburgischem Wassergesetz § 54 ein grundsätzliches Versickerungsverbot besteht, wird dies am Standort in Eberswalde differenziert betrachtet. Sei-

tens der UWB wird eine unterirdische Regenwasserversickerung eher auf Grund des relativ hohen Grundwasserstandes und der Altlastenproblematik als kritisch angesehen (erf. Grundwasserflurabstand / Sohle Versickerungsanlage zum Grundwasserspiegel > 1,0 m). Zudem wird vor einer Einleitung von Regenwasser in den Finowkanal eine Vorreinigung (Rückhalt von Feststoffen und Leichtflüssigkeiten) gefordert.

Die Schaffung von Rückhaltungsmöglichkeiten / Stauraum vor der Regenwassereinleitung in den Finowkanal wird empfohlen, Mengenvorgaben für die Regenwassereinleitung in den Finowkanal (Drosselabfluß) werden von der UWB und vom WSA nicht gefordert.

Die Stellungnahme der angefragten Behörden können der Anlage 3 entnommen werden.

Die Beteiligung weiterer Behörden erfolgt im Zuge der weiteren Projektbearbeitung in Abstimmung mit den Projektbeteiligten in Abhängigkeit vom jeweiligen Planungsstand.

6 VARIANTENUNTERSUCHUNGEN ZUR REGENWASSERENTWÄSSERUNG

Innerhalb der Variantenuntersuchungen werden die Möglichkeiten der Regenwasserversickerung vor Ort und verschiedene Ableitungsvarianten untersucht.

Die bisherigen Untersuchungen zeigten, daß auf dem Gelände der ehemaligen Hufnagelfabrik auf Grund der Nähe zum Finowkanal mit teilweise recht hohen Grundwasserständen bzw. niedrigen Grundwasserflurabständen von 1,20 m bis maximal 2,5 m zu rechnen ist (siehe 5.5.1, [U6], [U8]). Teilweise wurden in verschiedenen Bereichen GW-Stände < 1,0 m u.GOK festgestellt.

Bei geringen Grundwasserflurabständen ist der Bau von Versickerungsanlagen nur eingeschränkt oder nicht möglich, da bei allen Versickerungsanlagen ein Mindestflurabstand des Grundwasserspiegels von > 1 m zur Unterkante der Versickerungsanlage sichergestellt sein muß.

Bei hohen Grundwasserständen scheiden damit verschiedene Versickerungsanlagen grundsätzlich aus (z.B. Versickerungsschächte - Bautiefen > 2,5 m, Rohr-/ Rigolensysteme – Bautiefen von 1,5 – 2,0 m u.OFG). Als Regenwasserversickerungsanlagen kommen deshalb am Standort des Hufnagelquartiers nur Mulden- oder Flächenversickerungsanlagen infrage, die einen deutlich höheren Platzbedarf als Sickerschächte und Rohr-Rigolen-Systeme aufweisen.

Des Weiteren ist beim Bau von Versickerungsanlagen in jedem Fall eine Vernässung angrenzender Gebäude auszuschließen. Dies wird durch Mindestabstände zu Wohngebäuden erreicht (i.A. 4 m Abstand zu Wohngebäuden). Bei einer verdichteten Bebauung des Hufnagelquartiers stellt dies für die Anordnung von Versickerungsanlagen einen Nachteil dar.

Die von den begrünten Dachflächen der Wohnhäuser jeweils anfallenden Regenwassermengen sind zudem relativ gering. Für jedes Dach eine separate Flächen- oder Muldenversickerungsanlage zu bauen, wäre gegenüber einer direkten Ableitung in den RW-Kanal kostenseitig unverhältnismäßig.

6.1 Zusammenstellung der Vor- und Nachteile möglicher Versickerungsanlagen

Zur Regenwasserversickerung kommen verschiedene Möglichkeiten infrage:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- oder Rohr- Rigolen Versickerung
- Schachtversickerung

Die Vor- und Nachteile verschiedener Versickerungsanlagen und die Eignung am Standort des Hufnagelquartiers Eberswalde sind in der nachfolgenden Tabelle kurz zusammengefasst:

Versickerungsanlage	Vorteile	Nachteile	Eignung Hufnagelquartier
Flächenversickerung	Oberflächennahe Anordnung, Erf. GW-Flurabstand > 1 m ist kein Problem, Unauffällige Anordnung vor Ort, Variable Geometrie, gute Geländeeinpassung möglich, Wartungsarm, i.d.R. Kein Wassereinstau, niedrige Baukosten	Großer Flächenbedarf Abstand zu Gebäuden erf. (> 4 m, um Vernässungen der Gebäude auszuschließen)	ja
Muldenversickerung	Vorteile wie bei der Flächenversickerung, jedoch geringerer Flächenbedarf, maximale Muldentiefe 30 cm, Gegenüber der Flächenversickerung ist ein geringer Wassereinstau möglich (10 – 15 cm), niedrige Baukosten	Flächenbedarf, Abstand zu Gebäuden erf. (> 4 m, um Vernässungen der Gebäude auszuschließen), Profilierung des Geländes	ja
Rohr-Rigolen Versickerung	Unterirdische Anordnung möglich, unauffällig (nur Schachtdeckel und Entlüftungsrohr sind sichtbar), Geringer Flächenbedarf	Bautiefe mind. 1,8 – 2,0 m erf. GW-Flurabstand > 1m damit u.U. nicht einhaltbar Abstand zu Gebäuden erf. (> 4 m, keine Vernässung) Hohe Baukosten	nein

Versickerungsanlage	Vorteile	Nachteile	Eignung Hufnagelquartier
		Entlüftung und Notablauf erforderlich, damit Kanalschluß erf. Drosselarmatur erforderlich, regelmäßige Wartung	
Schachtversickerung	Anordnung unter GOK möglich, unauffällig (nur Schachtdeckel sichtbar), Geringer Flächenbedarf	Bautiefe 2,0 - 2,5 m erf. GW-Flurabstand > 1m damit u.U. nicht einhaltbar Abstand zu Gebäuden erf. (> 4 m, keine Vernässung) Hohe Baukosten Notablauf erforderlich (Kanalschluß)	nein

Tabelle 5-2: Zusammenstellung der Vor- und Nachteile ausgewählter Versickerungsanlagen

Ein weiterer zu beachtender Punkt stellt die Grundstückssituation der vorgesehenen Wohnbebauung dar. Im Normalfall ist das Wasser der jeweils anfallenden Dachflächen auf dem Grundstück des betreffenden Wohnhauses zu versickern (keine Mitbenutzung anderer Grundstücke). Die Zusammenfassung verschiedener Dachflächen zu einer Versickerungsanlage ist damit meist ausgeschlossen oder gesondert rechtlich zu regeln.

Auf Grund der o.a. Vor- und Nachteile und der örtlichen Verhältnisse (hoher GW-Stand, erf. Abstand zu Wohngebäuden) wird am Standort des Hufnagelquartiers nur die Flächen- oder Muldenversickerung als realisierbar eingeschätzt.

Auf Grund der geringen Wassermengen ja Wohngebäudedach, dem Aufwand / Kosten für die technische Ausrüstung bei einer Schacht oder Rohr-Rigolenversickerung und der erforderlichen Gebäudeabstände wird die Versickerung von einzelnen Dachflächen über eigene Versickerungsanlagen als nicht sinnvoll eingeschätzt.

Auf Grund der Größe und der Lage des Parkdecks im Randbereich der geplanten Wohnbebauung wird nur die Versickerung des von der Parkdeckdachfläche anfallenden Regenwassers über eine Mulden- oder Flächenversickerung vorgeschlagen. Die Verfügbarkeit der dafür erforderlichen Fläche (200 – 400 m², je nach Bodendurchlässigkeitswert) ist im Laufe der weiteren Projektbearbeitung noch zu prüfen.

6.2 Regenwasserableitung in den Finowkanal

Die Fassung und Ableitung des von den Strassen und Dachflächen anfallenden Regenwassers erfolgt über 2 Entwässerungsstränge. In Abhängigkeit von der Gefälleausrichtung der 2 Entwässerungsstränge können die anfallenden Regenwassermengen über 1 gemeinsames oder 2 Einleitbauwerke in den Finowkanal abgeleitet werden.

Die Einleitbauwerke in den Finowkanal sind entsprechend den Vorgaben des WSA herzustellen (siehe Anlage 3.2.- Stellungnahme WSA). Zur Verhinderung von Auskolkungen der Kanalsohle und Erosionen im Einleitbereich muß die Fließgeschwindigkeit bei der Ableitung in den Finowkanal $< 1,5$ m/s betragen. Eine entsprechende Ausbildung des Einleitbauwerks (Wasserbaupflaster, Rohreinbindung usw.) ist ebenfalls vorzusehen und im Antrag auf Einleitung in den Finowkanal nachzuweisen.

7 VARIANTENUNTERSUCHUNG

Auf der Grundlage der aufgeführten Randbedingungen und der örtlichen Gegebenheiten wurden 3 Entwässerungsvarianten untersucht:

Variante 1)

- Versickerung des vom Parkdeck anfallenden Regenwassers über eine lokale Versickerungsanlage (Flächen- oder Muldenversickerung)
- Fassung des von den Strassen, Gehwegen und Fahrzeugparkflächen anfallenden Regenwassers über Entwässerungskanäle und Ableitung in den Finowkanal mit einer Hauptentwässerungsrichtung
- Einleitung des gefassten Regenwassers über 1 Einleitbauwerk in den Finowkanal (Einleitbauwerk A)

Die Voraussetzung für die Variante 1 ist die Möglichkeit der Regenwasserversickerung vor Ort (siehe Randbedingungen zur Regenwasserversickerung Punkt 5.5.1).

Variante 2)

Falls auf Grund der örtlichen Gegebenheiten keine Regenwasserversickerung vor Ort möglich ist (z.B. nicht ausreichende Bodendurchlässigkeit, zu hoher GW-Flurabstand), muß das Regenwasser vom Parkdeck gemeinsam mit dem Strassen- und Gehwegwasser in den Finowkanal abgeleitet werden.

Damit fallen höhere abzuleitende Wassermengen an, was wiederum größere Kanalquerschnitte oder größere Verlegegefälle erfordert. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Einleitungsmengen und zur Verringerung der Kanalquerschnitte stellt die Aufteilung der Regenwasserableitung auf 2 verschiedene Entwässerungsrichtungen dar (Variante 2a: eine Entwässerungsrichtung Richtung N-O, Variante 2b: 2 verschiedene Entwässerungsrichtungen, 1 x Richtung N-O und 1 x Richtung N-W).

Variante 2a)

- Keine Regenwasserversickerung der Parkdeckdachfläche
- Fassung sämtlichen von den Strassen, Gehwegen und Fahrzeugparkflächen anfallenden Regenwassers über Entwässerungskanäle und Ableitung in den Finowkanal mit einer Hauptentwässerungsrichtung (Richtung N-O)
- Einleitung des gefassten Regenwassers über 1 Schlammfang und 1 Einleitbauwerk in den Finowkanal

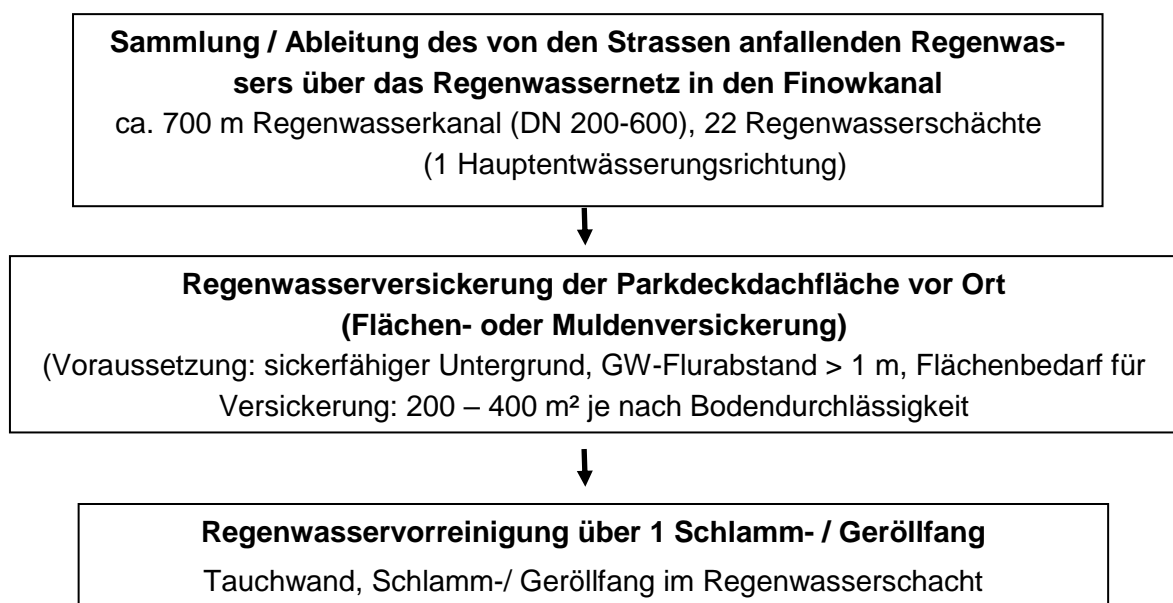
Auf Grund der großen Wassermengen kann bei dieser Entwässerungsvariante die Anordnung eines Regenrückhaltebeckens vor der Einleitung in den Finowkanal erforderlich werden. Da seitens der Behörden jedoch keine Einleitmengenbegrenzung (Drosselabfluß) erfolgte, ist ein Regenrückhaltebecken aber nicht zwingend erforderlich.

Variante 2b)

- Keine Regenwasserversickerung der Parkdeckdachfläche
- Fassung sämtlichen von den Strassen, Gehwegen und Fahrzeugparkflächen anfallenden Regenwassers über Entwässerungskanäle und Ableitung in den Finowkanal mit 2 Hauptentwässerungsrichtungen (N-O und N-W)
- Einleitung des gefassten Regenwassers über 2 Schlammfänge und 2 Einleitbauwerke in den Finowkanal

7.1 Entwässerungsvariante 1

Variante 1) sickerfähiger Untergrund, Versickerung Parkdeckfläche, Ableitung RW-der Strassen und Wege über das RW-Netz in den Finowkanal, 1 Einleitstelle





Einleitung des Regenwassers in den Finowkanal über 1 Einleitbauwerk

7.1.1 Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 1

Die Vordimensionierung der Regenwasserkanäle bei Entwässerungsvariante 1 erbrachte Rohrdurchmesser von DN 200 bis DN 600. Die Verlegegefälle liegen zwischen 1:200 (0,5%) bis 1:400 (0,25%). Der Höhenverlust der Rohrleitungen von der Einleitstelle bis zur 1. Haltung beträgt max. 1,5 m.

Die maximale Einleitmenge in den Finowkanal bei Starkregenereignissen (10-min Regen, der 1x in 5 Jahren überschritten wird) beträgt ca. 310 l/s (Einleitbauwerk A).

Durch das Verlegegefälle der letzten Haltung (1:350) wird sichergestellt, daß die max. Fließgeschwindigkeit bei der Einleitung in den Finowkanal (1,5 m/s) unterschritten wird (v max. 1,3 m/s). Das Entwässerungssystem bei Entwässerungsvariante 1 mit den jeweiligen Eckdaten und Rohrdurchmessern können der Anlage 1.2 und die hydraulischen Berechnungen zur maximalen Einleitgeschwindigkeit in den Finowkanal der Anlage 2.2 entnommen werden.

7.2 Entwässerungsvariante 2a

Variante 2 a) nicht sickerfähiger Untergrund, komplette RW-Ableitung in den Finowkanal, 1 Regenrückhaltebecken (RRB), 1 Einleitstelle

**Sammlung / Ableitung des gesamten Regenwassers über das Regenwassernetz,
keine Regenwasserversickerung**

ca. 700 m Regenwasserkanal (DN 200 – 600), 23 Regenwasserschächte
mit 1 Hauptentwässerungsrichtung



Regenwasservorreinigung über 1 Schlamm- / Geröllfang

Tauchwand, Schlamm- / Geröllfang im Regenwasserschacht



Regenrückhaltebecken (RRB) – bei Bedarf

1 Regenrückhaltebecken unterirdisch ca. 450 - 500 m³
ausgelegt für Drosselabfluß von 10 l/s*ha



Einleitung des vorgereinigten Regenwassers in den Finowkanal über 1 Einleitbauwerk

7.2.1 Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 2a

Die Regenwasserkanäle bei Entwässerungsvariante 2a besitzen Rohrdurchmesser von DN 200 bis DN 600. Die Verlegegefälle liegen wie bei Variante 1 zwischen 1:200 (0,5%) bis 1:400 (0,25%). Der Höhenverlust der Rohrleitungen von der Einleitstelle bis zur 1. Haltung ist damit analog zur Entwässerungsvariante 1 (max. 1,5 m).

Die maximale Einleitmenge in den Finowkanal bei Starkregenereignissen (10-min Regen, der 1x in 5 Jahren überschritten wird) beträgt ca. 350 l/s am Einleitbauwerk A.

Die max. Fließgeschwindigkeit bei der Einleitung in den Finowkanal beträgt 1,4 m/s (Verlegegefälle letzte Haltung 1:300). Die max. Fließgeschwindigkeit (1,5 m/s) wird damit unterschritten. Bei Einsatz eines größeren Rohrdurchmessers (DN 700) und geringerem Verlegegefälle (1:400, 0,25%) könnte die maximale Einleitungsgeschwindigkeit weiter verringert werden (1,3 m/s). Das Entwässerungssystem bei Entwässerungsvariante 2a mit den Eckdaten und Rohrdurchmessern kann der Anlage 1.3 entnommen werden. Die hydraulischen Berechnungen zur max. Einleitgeschwindigkeit in den Finowkanal bei Entwässerungsvariante 2a befinden sich in Anlage 2.2.

7.2.2 Regenwasserrückhaltebecken (RRB) bei Entwässerungsvariante 2a

Regenrückhaltebecken werden zur Verringerung / Drosselung des maximalen Regenwasserabflusses in Kanalnetze oder offene Gewässer eingesetzt.

Zur Regenwasserrückhaltung kommen am Standort 2 Möglichkeiten infrage.

- a) Speicherung in einem Stauraumkanal
- b) Speicherung in einem Regenrückhaltebecken (RRB)

Auf Grund des erforderlichen Rückhaltevolumens von ca. 450 - 500 m³ (entspr. der überschläglichen Vordimensionierung) kann der Bau eines Stauraumkanals ausgeschlossen werden (vorh. Kanalvolumen des RW-Netztes max. 100 m³). Bei einer durchgängigen Vergrößerung aller Rohrdurchmesser auf DN 600 sind max. 200 m³ Stauvolumen erreichbar (Kanallänge ca. 700m). Die erforderlichen 450 – 500 m³ Kanalstauraum werden erst mit Rohrdurchmessern > DN 800 erreicht.

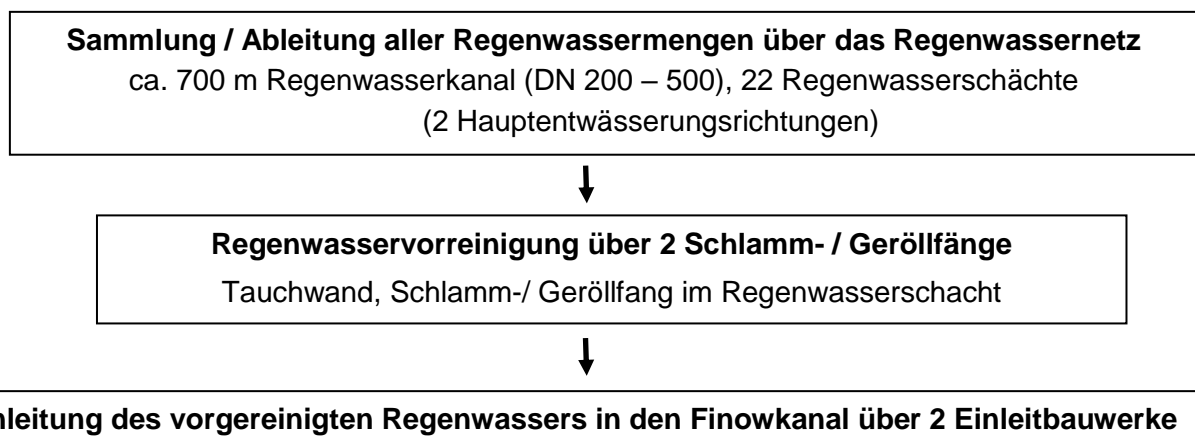
Grundsätzlich können Regenrückhaltebecken als offene Becken oder geschlossene Bauwerke ausgeführt werden. Eine offene Bauweise scheidet am Standort des Hufnagelquartiers aus. Bei der konstruktiven Gestaltung von Regenbecken sind sowohl die höhenseitige Anbindung des Beckens und die Möglichkeiten zur Beckenreinigung nach Starkregenereignissen zu berücksichtigen (Spülkippen, Druckstrahlreinigung o.ä.).

Obwohl innerhalb der Behördenbeteiligung kein Regenrückhaltebecken zwingend gefordert wurde, ist die Reduzierung / Drosselung bei der Einleitung von großen Wassermengen als sinnvoll einzuschätzen. Deshalb wurden im Zuge der Variantenuntersuchungen eine überschlägliche Vordimensionierung eines Regenrückhaltebeckens vorgenommen (Variante 2a, größte Einleitmenge in den Finowkanal über 1 Einleitbauwerk). Zum Rückhalt der maximal möglichen Regenwassermenge (ohne Regenwasserversickerung) bei Starkregenereignissen ($r_{10,5}$) wäre ein Regenrückhaltebeckenvolumen von ca. 450 - 500 m³ erforderlich.

Sofern ein Regenrückhaltebecken vorgesehen wird, müsste es auf Grund der Entwässerungsrichtung im Bereich des geplanten Parkdecks angeordnet werden. Konstruktiv ist die Anordnung eines Regenrückhaltebeckens unter dem Parkdeck möglich.

7.3 Entwässerungsvariante 2b

Variante 2 b) bei nicht sickerfähigem Untergrund, komplette RW-Ableitung in den Finowkanal, kein Regenrückhaltebecken, 2 Entwässerungsrichtungen, 2 Einleitbauwerke, 2 Schlammfänge



7.3.1 Vordimensionierung Regenwasserkanal - Entwässerungsvariante 2b

Die Regenwasserkanäle bei der Entwässerungsvariante 2b besitzen Rohrdurchmesser von DN 200 bis DN 500. Die Verlegegefälle liegen wie bei den Varianten 1 und 2a zwischen 1:200 (0,5%) und 1:400 (0,25%). Der Höhenverlust der Rohrleitungen von der Einleitstelle bis zur 1. Haltung beträgt ebenfalls max. 1,5 m.

Bei der Entwässerungsvariante 2b wird das anfallende Regenwasser über 2 Einleitbauwerke in den Finowkanal abgeschlagen. Die maximale Einleitmenge bei Starkregenereignissen (10-min Regen, der 1x in 5 Jahren überschritten wird) beträgt am Einleitbauwerk A ca. 160 l/s und am Einleitbauwerk B ca. 172 l/s.

Die max. Fließgeschwindigkeit der Einleitung in den Finowkanal (1,5 m/s) wird an beiden Einleitstellen durch das Verlegegefälle der letzten Haltung (1:400) sicher unterschritten (1,1 m/s).

Das Entwässerungssystem bei der Entwässerungsvariante 2b mit den Eckdaten und Rohrdurchmessern kann der Anlage 1.4 entnommen werden. Die hydraulischen Berechnungen zur Einleitgeschwindigkeit in den Finowkanal bei der Entwässerungsvariante 2b sind in Anlage 2.2 zusammengefasst.

7.4 Vergleich der 3 untersuchten Entwässerungsvarianten

7.4.1 Vor- und Nachteile der untersuchten Entwässerungsvarianten

Die Vor- und Nachteile der 3 untersuchten Entwässerungsvarianten können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Variante	Vorteile	Nachteile
V1 Regenwasserversickerung des Parkdecks, Ableitung der RW von den Strassen / Wegen in den Finowkanal, 1 Entwässerungsrichtung, 1 Einleitbauwerk, 1 Schlammfang, RRB als Option, falls keine Versickerung des Parkdecks möglich	keine Regenwasserversickerung der Wohngebäude (kf-Wert, hoher GW-Stand), keine Flächen für Regenwasserversickerung zwischen den Wohngebäuden erforderlich, Versickerung für das Parkdeck zur Reduzierung der Einleitmengen (sofern Fläche östlich des Parkdecks nutzbar ist), RRB auf Grund der reduzierten Einleitmengen nicht erf., nur eine Entwässerungsrichtung, 1 Einleitbauwerk und 1 Schlammfang erf., ohne RRB die kostengünstigste Variante	Möglichkeit der Regenwasserversickerung des Parkdecks muß noch untersucht werden
V2a Keine Regenwasserversickerung der Wohngebäude und des Parkdecks, Ableitung sämtlichen RW von den Strassen / Wegen und Parkdeck in den Finowkanal, 1 Entwässerungsrichtung, 1 Einleitbauwerk, 1 Schlammfang, RRB als Option zur Verringerung der Einleitmengen in den Finowkanal	1 Entwässerungsrichtung, 1 Einleitbauwerk und 1 Schlammfang erf., keine Unwägbarkeiten hinsichtlich der RW-Versickerung, (keine Voruntersuchungen zur Sickerfähigkeit erforderlich)	keine Regenwasserversickerung des Parkdecks, maximale Einleitmenge in den Finowkanal, maximale Rohrdurchmesser für RW-Kanal (bis DN 600), Mengenreduzierung nur mit RRB (kostenintensiv)
V2b Keine Regenwasserversickerung der Wohngebäude und	Verringerung der Einleitmengen in den Finowkanal durch 2 Entwässerungs-	2 Einleitbauwerke und 2 Schlammfänge erf.

Variante	Vorteile	Nachteile
des Parkdecks, Ableitung sämtlichen RW von den Strassen / Wegen und Parkdeck in den Finowkanal, 2 Entwässerungsrichtungen, 2 Einleitbauwerke, 2 Schlammfänge, kein RRB	richtungen, geringere RW-Kanaldurchmesser, kein RRB erforderlich, keine Unwägbarkeiten hinsichtlich der RW-Versickerung, (keine Voruntersuchungen zur Sickerfähigkeit erforderlich)	

Tabelle 5-3: Zusammenstellung Vor- und Nachteile der untersuchten Entwässerungsvarianten

8 KOSTENSCHÄTZUNGEN

Die Kostenschätzungen für die 3 untersuchten Entwässerungsvarianten wurden auf der Grundlage des derzeit vorliegenden Planungsstandes durchgeführt und können der Anlage 4 entnommen werden. Wenn im Zuge der weiteren Projektbearbeitung die genaue Bebauungsart und die Straßenplanung fertiggestellt sind, müssen die Kostenschätzungen entsprechend aktualisiert werden.

Die geschätzten Baukosten der Entwässerungsvarianten 1 und 2b unterscheiden sich nur unwesentlich voneinander (Variante 1: 540.000,- EUR, Variante 2b: 530.000,- EUR Netto). Die Mehrkosten für die Dachflächenversickerung des Parkdecks und geringfügig größere Kanalquerschnitte bei Variante 1 (max. DN 600) werden durch etwas geringere Kanalquerschnitte (max. DN 500) und die Kosten für ein zusätzliches Einleitbauwerk bei Variante 2b in etwa ausgeglichen.

Die Variante 2a stellt auf Grund des Regenrückhaltebeckens mit geschätzten Baukosten von 610.000,- EUR (Netto) die teuerste Variante dar. Risikozuschläge und weitere Unwägbarkeiten (z.B. Bodenaustausch) wurden bei den Kostenschätzungen nicht berücksichtigt.

9 VORZUGSVARIANTE UND EMPFEHLUNGEN ZUR WEITEREN VORGEHENSWEISE

In Abhängigkeit von der Ausrichtung des Regenwasserkanalnetzes kann die Regenwassereinleitung in den Finowkanal über 1 oder 2 Einleitstellen erfolgen. Auf Grund der hohen Grundwasserstandes ist eine Regenwasserversickerung mit hoher Wahrscheinlichkeit nur für das Parkdeck als oberflächennahe Versickerung möglich (Mulden- oder Flächenversickerung).

Inwieweit die Fläche östlich des Parkdecks dafür genutzt werden kann, muß in Abhängigkeit vom Bebauungsplan, dem genauen Grundwasserstand und der Bodendurchlässigkeit in diesem Bereich noch geprüft werden.

Obwohl ein Regenrückhaltebecken zur Reduzierung der Einleitmengen in den Finowkanal seitens der Behörden nur empfohlen und nicht grundsätzlich gefordert wird und auch die maximale Einleitgeschwindigkeit in den Finowkanal ohne RRB eingehalten werden kann, ist die Begrenzung der Einleitmenge bei nur einer Einleitstelle als sinnvoll einzuschätzen.

Ob eine Einleitung über 1 Einleitstelle ohne Regenrückhaltebecken erfolgen soll, sollte mit den Projektbeteiligten nochmals abgestimmt werden. Der Bau eines Regenrückhaltebeckens würde die Kosten des Regenwassernetzes in jedem Fall deutlich erhöhen. (Baukosten, dauerhafte Wartung / Reinigung / Unterhaltung).

Bei 2 Entwässerungsrichtungen mit 2 Einleitstellen und 2 Schlammfängen reduziert sich die Einleitmenge je Einleitbauwerk in etwa um die Hälfte. Die hat zur Folge, daß auf ein Regenrückhaltebecken mit hoher Wahrscheinlichkeit verzichtet werden kann, was die Kosten deutlich reduziert. Die Errichtung von 2 Schlammfängen und 2 Einleitbauwerken ist deutlich günstiger als der Bau eines Regenrückhaltebeckens mit dauerhaften Unterhaltungskosten.

Die Variante 2b (2 Entwässerungsrichtungen, 2 Einleitbauwerke, kein RRB) wird zum derzeitigen Planungsstand als Vorzugsvariante vorgeschlagen.

Die Errichtung von 2 Einleitbauwerken anstelle eines Regenrückhaltebeckens sollte im Zuge der weiteren Projektbearbeitung jedoch noch mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Eberswalde abgestimmt werden.


Falls eine Versickerung des Regenwassers vom Parkdeck weiter verfolgt wird, werden Untersuchungen zum genauen Grundwasserstand und die Bestimmung des Bodendurchlässigkeitswertes (kf-Wert) in dem dafür möglicherweise nutzbaren Bereich östlich des Parkdecks empfohlen.

Detailliertere Aussagen und weitere Planungsarbeiten zur Regenwasserentwässerung können erst nach der Festlegung der geplanten Bebauung (Bebauungsplan) und dem Vorliegen der Straßenplanung erfolgen.

2020-10-21

i.V. 
Dipl.-Geol. Rolf Luding
Projektleiter

erstellt:

i.A. 
Dipl.-Ing. Jens Fischer
Projektingenieur