



Erläuterungsbericht

Entwässerungskonzept Zentralkrankenhaus Flensburg und hydraulische Untersuchung zugehöriges Regenwassernetz

Auftraggeber	Stadt Flensburg Fachbereich Stadtentwicklung und Klimaschutz Stadt- und Landschaftsplanung Am Pferdewasser 14 24931 Flensburg
Auftragnehmer	Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH Stiftstraße 12, 30159 Hannover Skalitzer Straße 54A, 10997 Berlin
Berichtsdatum	September 2018 Fortschreibung Januar 2026

Erläuterungsbericht

**Entwässerungskonzept
Zentralkrankenhaus Flensburg
und hydraulische Untersuchung zugehöriges Regenwassernetz**

Aufgestellt: Hannover, den 17.09.2018

Fortschreibung: Berlin, den 28.01.2026

ifs Ingenieurgesellschaft für
Stadthydrologie mbH
Hannover

Dr.-Ing. Erik Ristenpart

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Johannes Rüter

Golo Peters M. Sc.

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Allgemeine Hinweise zur Regenwasserbewirtschaftung	2
2.1	Rechtliche und technische Grundlagen	2
2.2	Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung	4
3	Randbedingungen und Vorgaben zur Entwässerung	11
3.1	Örtliche Randbedingungen	11
3.2	Datengrundlage	13
3.3	Geologie und Hydrogeologie	13
3.4	Einleitbedingungen	14
3.5	Flächenermittlung	15
3.6	Bemessung von Versickerungs- und Regenrückhalteanlagen	16
3.7	Regenwasserbehandlung (<i>Fortschreibung Entwässerungskonzept</i>)	16
3.8	Wasserhaushaltsbilanz (<i>Fortschreibung Entwässerungskonzept</i>)	17
4	Entwässerungskonzept	17
4.1	Entwässerung der Flächen SO1.1 und SO1.2 aus 2018 (ggf. nicht mehr aktuell).....	18
4.2	Entwässerung der Fläche SO1.3 aus 2018 (ggf. nicht mehr aktuell)	19
4.3	Entwässerung der Fläche SO1.4	20
4.4	Entwässerung der Flächen SO2.1 und SO2.2.....	21
4.5	Entwässerung der Fläche SO3	22
4.6	Entwässerung der Planstraße A und Planwege A - D	22
4.7	Regenwasserbehandlung nach DWA-A 102-2 für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 und Planstr. A	25
4.8	Wasserhaushaltsbilanz für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 und Planstr. A	26
4.9	Festsetzungsempfehlungen	28
4.10	Zusammenfassung	31
5	Aufbau Kanalnetzrechnungsmodell	32
5.1	Kanalbestand	32
5.2	Randbedingungen an den Grenzen des Kanalnetzmodells	33
5.3	Gewählte Regenbelastung.....	34
5.4	Gewählte Simulationsdauer	34
6	Ergebnisse Kanalnetzrechnung	34
6.1	Ergebnisse IST-Zustand	34
6.1.1	Auslastung IST-Zustand	34
6.1.2	Kritische Stellen im Teilnetz.....	36
6.1.2.1	Aquädukt Peelwatt	36
6.1.2.2	Fa. Berding Beton	36
6.1.2.3	Einlauf in die RW-Kanalisation Eckernförder Landstraße	36
6.1.2.4	Haltungsverlauf unterhalb BAUHAUS	36
6.1.2.5	Freifläche Fuchskuhle	36
6.1.2.6	Engpass Nikolaiallee.....	37
6.1.2.7	Bachlauf auf dem Gelände der Fa. Mitsubishi HiTec Paper Europe GmbH	37
6.2	Ergebnisse Prognosezustand	37
6.2.1	Auslastung Prognosezustand	37
6.2.2	Kritische Stelle im Teilnetz.....	38
6.2.2.1	Aquädukt Peelwatt Plan	38
6.2.2.2	Verlauf Fa. Berding Beton.....	39
6.2.2.3	Einlauf in die RW-Kanalisation Eckernförder Landstraße	39
6.2.2.4	Haltungsverlauf unterhalb des BAUHAUS Schleswiger Straße	39
6.2.2.5	Freifläche Fuchskuhle	39
6.2.2.6	Engpass Nikolaiallee	39
6.2.2.7	Bachlauf auf dem Gelände der Fa. Mitsubishi HiTec Paper Europe GmbH	39

6.3	Ergebnisse Prognosezustand mit Belastung der Peelwatt durch ein 100-jährliches Hochwasser	39
6.4	Ergebnisse Prognosezustand mit Belastung der Peelwatt durch ein 100-jährliches Hochwasser und mit aufgeweiteten Gewässerprofilen	40
6.5	Zusammenfassung Kanalnetzberechnung	41
7	Literaturverzeichnis	42

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Bemessung Versickerung, Retentionsräume
Anlage 2	Modellanpassung Entwässerungskonzept (Excel-Format)
Anlage 3	Profilaufweitung Peelwatt

Planverzeichnis

Plan 1	Lageplan Entwässerungskonzept, 28.01.2026
Plan 2	Schnitte Entwässerungskonzept, SO1.3 Fläche
Plan 3	Hydraulischer Belastungsplan Prognosezustand
Plan 4	Hydraulische Längsschnitte

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

In der Stadt Flensburg ist der Neubau eines Zentralkrankenhauses am Standort Peelwatt geplant. Der derzeit für die Flächen geltende Bebauungsplan Nr. 305 „Zentralkrankenhaus Flensburg / Peelwatt“ aus dem Jahr 2021 umfasst den Standort des neuen Zentralkrankenhauses sowie weitere klinikbezogene bzw. ergänzende Bauflächen, das angrenzende Gewerbegebiet „Peelwatt“ sowie Grün- und Verkehrsflächen.

Für den geplanten Klinikstandort mit angegliederten Sondergebietsflächen für klinikbezogene Nutzungen sowie den erforderlichen Erschließungsflächen (so genannter „Gesundheitscampus“) hat die Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie (ifs) 2018 die Entwässerungsplanung unter Einbeziehung der Belange der Regenwasserbewirtschaftung erstellt.

Im Zuge der Konkretisierung der Planungen für das Zentralkrankenhaus hat sich im Februar 2025 ein Anpassungsbedarf für den Bebauungsplans Nr. 305 ergeben. Diese 1. Änderung des B-Plans beinhaltet eine optimierte Straßenführung zur Erschließung des neuen Zentralkrankenhauses (einschließlich Knotenpunkt Osttangente / Eckernförder Landstraße) sowie eine Erweiterung der festgesetzten Sondergebietsflächen mit der Zweckbestimmung „Klinikzugeordnete Nutzungen“ (einschließlich Ausweitung der öffentlichen Grünfläche „Gesundheitspark“). Als Grundlage für die zu entwickelnde Bebauung wurde im 1. Quartal 2025 ein von der Fördekllinikum Katharinen-Hospital gGmbH ausgelobter städtebaulich-freiraumplanerischer Ideenwettbewerb durchgeführt.

Die hier vorliegende Fortschreibung des „Entwässerungskonzepts Zentralkrankenhaus Flensburg“ basiert auf dem Entwässerungskonzept aus dem Jahr 2018. Die Überarbeitung berücksichtigt die zuvor genannten Änderungen der Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 sowie der Planstraße A.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass die Aussagen zu den nicht im Änderungsbereich liegenden Flächen weiterhin unverändert Gültigkeit besitzen und in Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde getroffen wurden. Ein konkreter, bauvorhabenbezogener Nachweis, insbesondere zur Entwässerung, ist im Rahmen des jeweiligen Baugenehmigungsverfahrens zu erbringen.

Das Entwässerungskonzept soll die Vorgaben für den städtebaulichen Entwurf bzw. die Umsetzungsplanung liefern, so dass die Belange der Regenwasserbewirtschaftung dort frühzeitig einbezogen werden können. Das Hauptaugenmerk des Entwässerungskonzepts liegt auf einem innovativen und naturnahen Umgang mit den Niederschlagsabflüssen aus dem zukünftigen Baugebiet. Hierbei wurde der dezentralen und oberflächennahen Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse besondere Bedeutung beigegeben.

Um den Einfluss des Entwässerungskonzepts des Zentralkrankenhauses auf das unterhalb liegende Regenwasserkanalnetz beurteilen zu können, wurde 2018 eine hydrodynamische Kanalnetzberechnung durchgeführt. Anhand dieser kann nicht nur die Funktionalität des Entwässerungskonzepts bestätigt werden, sondern es können auch Aussagen über veränderte Wasserstände und Auslastung des Kanalnetzes getroffen werden.

2 Allgemeine Hinweise zur Regenwasserbewirtschaftung

2.1 Rechtliche und technische Grundlagen

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (Richtlinie 2000/60/EG vom 23.10.2000, EG-WRRRL) schafft einen Ordnungsrahmen für den Schutz der Binnenoberflächen-, Übergangs- und Küstengewässer sowie des Grundwassers. Mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie werden für alle Wasserkörper Ziele und Maßnahmen definiert, deren Vorgaben bei der Einleitung von Niederschlagswasser grundsätzlich zu berücksichtigen sind.

Bei Planung, Bau und Betrieb der Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung sind folgende gesetzliche Vorgaben zu beachten:

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31.07.2009 (zuletzt geändert am 11.08.2010)
- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17.03.1998 (zuletzt geändert am 09.12.2004)

Nach § 54 WHG ist das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen abfließende und gesammelte Wasser (Niederschlagswasser) Abwasser.

Gemäß § 57 WHG darf eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser nur dann erteilt werden, „wenn die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so geringgehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist und wenn die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften und sonstigen rechtlichen Anforderungen vereinbar ist“.

Das WHG schreibt in § 60 vor, „dass Abwasseranlagen so zu errichten und zu betreiben und zu unterhalten sind, dass die Anforderungen an die Abwasserbeseitigung eingehalten werden. Im Übrigen dürfen Abwasseranlagen nur nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet, betrieben und unterhalten werden“.

Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Allgemein anerkannte Regeln der Technik für das Fachgebiet Regenwasserbewirtschaftung finden sich in den folgenden Regelwerken:

- a) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- Arbeitsblatt A 117 (DWA, 2023): Bemessung von Regenrückhalteräumen
 - Arbeitsblatt A 138 (DWA, 2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
 - Arbeitsblatt A 138-1 (DWA, 2024): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*
 - Arbeitsblatt A 102: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer (Entwurf Oktober 2016)
 - Arbeitsblatt A 102-2 (DWA, 2020): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in

Oberflächengewässer -Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*

- Arbeitsblatt A 166 (DWA, 2013): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung
 - Merkblatt M 119 (DWA 2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge
 - Merkblatt M 153 (DWA, 2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- b) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV):
- Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Entwässerung RAS-Ew (FGSV, 2005)
 - Richtlinie für die Entwässerung von Straßen REwS (FGSV, 2021) – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*
- c) Forschungsanstalt Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)
- Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen (FLL, 2008)
 - Dachbegrünungsrichtlinie - Richtlinie für die Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen (FLL, 2018) – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*
- d) DIN-Normen
- EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
 - DIN EN 752: 2017: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (DIN,2017) – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*
 - DIN 1986-100/A1:2013-11: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
 - DIN 1986-100:2016-10: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke (DIN, 2016) - *Fortschreibung Entwässerungskonzept*
- e) BWK-Fachinformationen 1/2013, Starkregen und urbane Sturzfluten
- Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge

Darüber hinaus hat das Land Schleswig-Holstein ihre Grundsätze und Ziele zum Regenwassermanagement in folgender Schrift definiert:

- Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein Teil 1: Mengenbewirtschaftung A-RW 1, Stand 09.02.2023 (LfU, 2023) – *Fortschreibung Entwässerungskonzept*

2.2 Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung

In diesem Kapitel werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung vorgestellt. Die wesentlichen Bausteine naturnaher Systeme sind in Abbildung 2-1 dargestellt.

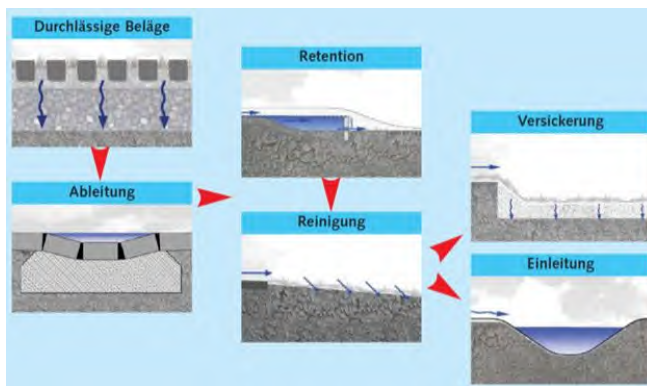


Abbildung 2-1: Elemente der naturnahen Entwässerung (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2005)

Durchlässige Flächenbefestigungen

Durch die Minimierung der versiegelten Flächen kann der Oberflächenabfluss deutlich reduziert werden. Neben der vollständigen Entsiegelung und Umwidmung in Grünflächen kann auch die Wahl durchlässiger Flächenbefestigungen maßgeblich zu einer Reduktion der Abflüsse beitragen.

Auch von durchlässig befestigten Flächen können Oberflächenabflüsse auftreten. Der Anteil des abfließenden Regenwassers ist jedoch deutlich geringer als bei Befestigungen mit Asphalt, Beton oder dichtem Pflaster. Der Abfluss von Verbundsteinen mit Sickerfugen ist z. B. gegenüber dem Abfluss von dichtem Pflaster um 60 bis 70 % reduziert. *Tabelle 2-1* und die *Abbildung 2-2* geben einen Überblick über die Anwendungsbereiche durchlässiger Befestigungen.

Tabelle 2-1: Anwendung durchlässiger Flächenbefestigungen

Flächenbelag	Anwendungsbereich
Poröse Deckbeläge Pflaster mit Sickerfugen	Terrassenflächen
Pflaster und Rasengittersteine mit bewachsenen Fugen	Geh-/Radwege, wenig genutzte Verkehrs- und Parkflächen
Abwasserbehandelnde Flächenbeläge (mit Reinigungswirkung, DIBt- Zulassung)	Geh-/Radwege, Verkehrs- und Parkflächen (abhängig vom gewählten Produkt)



Abbildung 2-2: Beispiele durchlässiger Flächenbefestigungen

Oberirdische Ableitungssysteme

Oberirdische Ableitungssysteme dienen dazu, den Oberflächenabfluss vom Ort der Entstehung zu zentralen oder semizentralen Anlagen der Regenwasserrückhaltung, Versickerung bzw. Behandlung zu transportieren. Sie stellen eine alternative oder ergänzende Maßnahme zur Ableitung in unterirdischen Regenwasserkanälen dar. Tabelle 2-2 gibt einen Überblick über die gängigen oberirdischen Ableitungssysteme.

Tabelle 2-2: Anschlussgrad oberirdischer Ableitungssysteme

Ableitungselement	Maximal anschließbare befestigte Fläche ¹⁾
Breitflächige Entwässerung in Richtung einer anderen Entwässerungsanlage	-
Rasenmulde, Graben	ca. 1,5 ha (2 m breit, 40 cm tief)
Pflastermulde,- rinne	ca. 2.000 m ² (Rinnenbreite 1 m)
Kasterrinne - mit Abdeckung - ohne Abdeckung	ca. 8.000 m ² (Nennweite 300 mm)
Ableitungsrinne mit Filtersubstrat (Reinigungswirkung, DIBt-Zulassung)	ca. 4.000 m ² , 7,5 m ² /m Rinne (Nennweite 300 mm)

1) Ermittelte Fläche auf Grundlage des Bemessungsabflusses $r_{15,1}$ und eines Längsgefälles von 0,5 %

Die Ableitungselemente sind grundsätzlich für alle Verkehrsflächen geeignet. Vor der Einleitung in ein Gewässer oder in das Grundwasser ist abhängig von der Flächenbelastung eine Behandlung der Abflüsse erforderlich. Bei den Systemen mit abwasserbehandelnder Wirkung ist eine weitergehende Behandlung i. d. R. nicht notwendig.

Bei der Planung der oberirdischen Ableitungssysteme ist auf die Verkehrssicherheit sowie die gefahrlose und bequeme Überquerung durch Fußgänger, Radfahrer und Kraftfahrzeuge zu achten. Die Systeme sind an die jeweilige Flächennutzung anzupassen.

Nach den Vorgaben der RAS-Ew (2005) ist ein Mindest-Längsgefälle von 0,5 % zu realisieren. Für die begeh- und überfahrbaren Pflasterrinnen ist nach RAS-Ew eine Breite von 0,5-1,0 m zulässig. Die Tiefe sollte maximal 1/15 der Breite betragen.

Die oberirdische Entwässerung orientiert sich an der Höhenentwicklung der Oberflächen. Eine Verlegung entgegen des Geländegefälles ist im Gegensatz zur unterirdischen Ableitung ist nicht möglich. Abbildung 2-3 zeigt Beispiele für die oberirdische Ableitung.



Abbildung 2-3: Beispiele oberirdischer Ableitungssysteme

Versickerungsanlagen

Statt einer Einleitung in Fließgewässer oder Anschluss an das Kanalnetz können Oberflächenabflüsse in den Untergrund versickert werden. Die durch die Flächenversiegelung verminderte Grundwasserneubildung wird hierdurch wieder erhöht.

Voraussetzungen für die Versickerung von Oberflächenabflüssen sind:

- eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes
- die Verfügbarkeit von Freiflächen für die Anlagen
- die Zulässigkeit einer Versickerung

Wenn die Untergrundverhältnisse im Plangebiet eine Versickerung zulassen, stehen abhängig von der Nutzung und Stoffbelastung der angeschlossenen befestigten Flächen folgende Maßnahmen zur Verfügung (Tabelle 2-3):

Tabelle 2-3: Anwendung von Versickerungsanlagen

Versickerungsanlage	Anwendung	Flächenverhältnis Sickerfläche / Anschlussfläche ¹⁾
Versickerungsfläche	Dach- und Verkehrsflächen; Hohe Wasserdurchlässigkeit; große Freiflächen	20 – 100 %
Versickerungsmulde	Dach- und Verkehrsflächen	10 – 20 %
Mulden-Rigolen-System	alternativ zu Mulden bei schlechter Wasserdurchlässigkeit	10 – 20 %
Rigole, Rohrrigole	Dachflächen, mit Schmutzfänger oder Fallrohrfilter	-
Versickerungsschacht	Dachflächen, mit Schmutzfänger oder Fallrohrfilter	-
Sickerrinne mit Filtersubstrat	Verkehrsflächen	-
zentrales Versickerungsbecken	Dachflächen; Verkehrsflächen nur mit Vorreinigung; Hohe Wasserdurchlässigkeit	ca. 5 %

1) Flächenverhältnis in Anlehnung an DWA-A138 (DWA, 2005)

Beispiele für unterschiedliche Versickerungsanlagen sind in der Abbildung 2-4 dargestellt.



Abbildung 2-4: Beispiele Versickerungsanlagen

Dachbegrünung

Neben den positiven Effekten der Dachbegrünung für Kleinklima und Ökologie ergeben sich auch wasserwirtschaftliche Vorteile. Der Anteil des Regenwassers, der zum Abfluss kommt, wird gegenüber einem normalen Flachdach abhängig vom Gründachaufbau im Jahresmittel um 50-70 % reduziert.

Gründächer bestehen im Regelfall aus den Komponenten Tragkonstruktion, Wurzelschutz, Filter/Dränage, Erde und Pflanzen. Die Aufbauten unterscheiden sich in ihrer Mächtigkeit, Substrat- und Pflanzenwahl.

Grundsätzlich zu unterscheiden sind

- Extensive Dachbegrünungen (geringe Aufbauhöhe, geringer Pflegeaufwand, niedriger anspruchsloser Bewuchs mit Sedum, Moos, Gräsern, Kräutern)
- Intensive Dachbegrünungen (auf genutzten Dächern, höherer Systemaufbau, höherer Pflegeaufwand, anspruchsvoller Bewuchs mit Stauden, Gehölzen, Rasen)



Abbildung 2-5: Beispiele Dachbegrünung

Die Gründach-Richtlinie (FLL, 2018) gibt ausführliche Hinweise zur Planung, Ausführung und Pflege von Gründächern. Gründächer lassen sich sowohl mit Photovoltaikanlagen als auch mit einer Regenwassernutzung gut kombinieren.

Für beide Arten der Dachbegrünung gilt, dass i.d.R. gerade beim Aufbau der Dächer übermäßig viel Dünger eingesetzt wird, welcher von den Pflanzen nicht vollständig aufgenommen werden kann. Folglich kommt es bei den darauffolgenden Regenereignissen zu einem erhöhten Phosphoraustrag in Grundwasser bzw. Oberflächenwasser. Der Nährstoff ist u.a. für ausgeprägte Algenblüten in den Frühjahrs- und Sommermonaten verantwortlich und gefährdet mittelfristig die Artenvielfalt in den betroffenen Gewässern. Um dem Gewässerschutz nachzukommen ist eine Überdüngung der Gründächer somit unbedingt zu vermeiden.

Zentrale Regenwasserrückhaltung und -behandlung

Kann durch Regenwasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet selbst keine ausreichende Rückhaltung oder Behandlung der Niederschlagsabflüsse erzielt werden, sind zentrale Maßnahmen notwendig, um bei punktueller Einleitung der Oberflächenabflüsse in ein Fließgewässer die Einleitungsmenge und –fracht zum Schutz des Gewässers auf einen verträglichen Wert zu reduzieren. Für die Rückhaltung und Behandlung des Regenwassers stehen folgende Anlagentypen zur Verfügung (Tabelle 2-4):

Tabelle 2-4: zentrale Rückhalte- und Behandlungsanlagen (vgl. DWA-A 166)

Funktion	Art	Merkmal
Regenrückhalteanlagen (RRA)	Regenrückhaltebecken (RRB) Regenrückhaltekanäle (RRK) Regenrückhaltegräben (RRG)	in offener oder geschlossener Bauweise, hydraulische Rückhaltung
Regenklärbecken (RKB)	Regenklärbecken ohne Dauerstau (RKB _{oD}) Regenklärbecken mit Dauerstau (RKB _{mD})	in offener oder geschlossener Bauweise, geringe Reinigungsleistung (Sedimentation)
Retentionsbodenfilterbecken (RBF)		hohe Reinigungsleistung (Sedimentation, Filtration, biologische Prozesse)

3 Randbedingungen und Vorgaben zur Entwässerung

3.1 Örtliche Randbedingungen

Das Betrachtungsgebiet für das Entwässerungskonzept umfasst sieben einzelne Sondernutzungsflächen (SO-Flächen), zwei Planstraßen (Planstraße A und Planstraße B) und vier Planwege (A bis D).

Die Sondergebiete SO1.1, SO1.2, SO1.3 und SO1.4 sind nicht Gegenstand der vorliegenden Fortschreibung, sondern wurden im Entwässerungskonzept aus dem Jahr 2018 berücksichtigt.

Die Flächen SO2.1, SO2.1 und SO3 sind Gegenstand der vorliegenden Fortschreibung und sind für klinikbezogene Nutzungen vorgesehen. Sie dienen der Errichtung von Gebäuden, baulichen Anlagen und sonstigen Einrichtungen, die dem Zentralkrankenhaus Flensburg / Peelwatt zugeordnet werden.

Das bestehende Gewerbegebiet ist nicht Bestandteil des Entwässerungskonzepts. Es entwässert teilweise in das vorhandene Regenrückhaltebecken (RRB) R3, während weite Teile des Gewerbegebiets über eine Vor-Ort-Versickerung entwässert werden (im BP Nr. 305 festgesetzt).

Kommentiert [IS1]: @ Hr. Rüter: Insgesamt müsste textlich noch deutlicher differenziert werden zwischen den Annahmen von 2018, den veränderten Annahmen und Grundlagen für die Fortschreibung des Gutachtens (GB der 1. Änd. BP 305) und den unveränderten Annahmen für die Flächen, die nicht von der 1. Änd. erfasst sind.

Kommentiert [JR2R1]: Werde ich anpassen

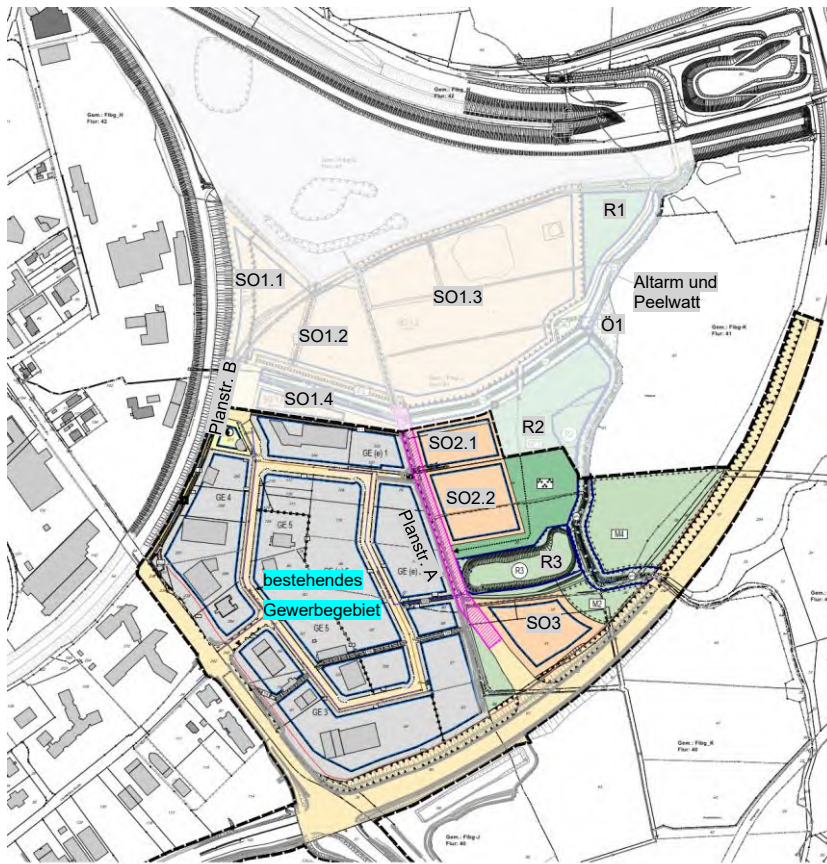


Abbildung 3-1: Übersicht Betrachtungsgebiet (Bebauungsplan Nr.305-1 „Zentralkrankenhaus Flensburg“ Stand 03.12.2025)

Für die Regenwasserbewirtschaftung (RWB) stehen im östlichen Bereich die Grünfläche R1, Flächen im Ökokonto (Ö1) sowie angrenzend an Ö1 ein Altarm, der in die Peelwatt mündet, zur Verfügung. Im mittleren Bereich befindet sich die Fläche R2. Innerhalb dieser Fläche ist ein Teich geplant, welcher für die Regenwasserbewirtschaftung genutzt werden soll. Die Abflüsse der Planstraße A sollen über einen geplanten Regenwasserkanal in das vorhandene RRB (R3) geleitet werden.

3.2 Datengrundlage

Maßgebliche Unterlagen und planungsrelevante Randbedingungen zur Erstellung des Entwässerungskonzepts wurden durch die Stadt Flensburg, Fachbereich Stadtentwicklung und Klimaschutz (Abt. 610 - Stadt- und Landschaftsplanung) und Fachbereich Einwohnerservice, Schutz und Ordnung (Abt. 321 - Natur- und Umweltschutz) übermittelt. Unterlagen und digitale Daten zum Kanalnetz wurden durch das Techn. Betriebszentrum AöR der Stadt Flensburg (Abt. 3.2 Generalentwässerungsplanung) zur Verfügung gestellt.

Für die Erstellung des Entwässerungskonzepts standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Bebauungsplan Nr. 305 (Stand Mai 2018), Abt. Stadt- und Landschaftsplanung
- Unterlagen und Pläne zum vorh. RRB, Abt.321
- Regenreihen der Stadt Flensburg, TBZ Abt. 3.2
- GEP Bericht TBZ_CF, TBZ Abt. 3.2
- Hydr. Modell GEP-Teilnetz PEW, TBZ Abt. 3.2
- Vermessung Gewässer TBZ_CF, TBZ Abt. 3.2
- Kataster_FL-light_2017_UTM, TBZ Abt. 3.2
- Bodengutachten Vorabzug vom 18.04.2018, Abt.321
- Baugrunduntersuchung vom 04.05.2018, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Albiker

Zusätzlich für die Fortschreibung des Entwässerungskonzepts

- Bebauungsplan 305-1_Vorentwurf_mit_GB – 16.06.2025
- Ergänzende Sondierungsbohrungen, Volckmann Bohrunternehmen GmbH
Stand: 18.08.2025
- Erschließungsplanung Planstraße A, Fachbereich Stadtentwicklung und Klimaschutz (22.08.2025)
- 251203_BP305-1_Entwurf-Vorabzug_Planzeichnung - 03.12.2025

3.3 Geologie und Hydrogeologie

Im Bereich der geplanten Bebauung wurden im April 2018 an 34 Bohrpunkten orientierende Baugrunduntersuchungen durch das Büro Prof. Dr.-Ing. Bernhard Albiker durchgeführt und die Ergebnisse in einem Baugrund- und Gründungsgutachten zusammengefasst. Des Weiteren wurden ergänzende Sondierungen für die Fortschreibung des Entwässerungskonzepts zur 1. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans Nr. 305 im August 2025 durchgeführt.

Die genaue Versickerungsleistung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht bekannt. Mit Hilfe der vorliegenden Bodenuntersuchungen wurden Abschätzungen seitens ifs für die Versickerungsleistung der einzelnen Teilgebiete in Abstimmung mit der Wasserbehörde und dem Bodengutachter getroffen.

Das Plangebiet wurde in der letzten Eiszeit durch Ablagerungen von Geschiebemergel und Geschiebelehm geformt. Die Versickerung von Regenabflüssen ist laut Bodengutachter (Baugrunduntersuchung vom 04.05.2018, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Albiker) in den Sondernutzungsflächen SO1.1, SO1.2, SO2.1, SO2.2 und SO3 möglich. Eine Versickerung im westlichen Bereich von SO1.4 ist nur bedingt möglich, da hier geringe Grundwasserflurabstände gemessen wurden.

In einem Arbeitstermin am 04. Mai 2018 wurden für die Bearbeitung des Entwässerungskonzepts die folgenden Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) für die einzelnen Bereiche festgelegt:

SO1.1	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
SO1.2	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
SO1.4	$5 \cdot 10^{-6}$ m/s

Weitere ergänzende Sondierungen wurden für die Fortschreibung des Entwässerungskonzepts zur 1. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans Nr. 305 im August 2025 durchgeführt und ergaben folgenden Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Werte) für die einzelnen Bereiche:

SO2.1, SO2.2, SO3	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
-------------------	-----------------------

In den übrigen Bereichen von SO1.3, Planstraße A und B wurden überwiegend Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s erkundet. Nach DWA-A 138-1 (DWA, 2024) ist in diesen Bereichen aufgrund der geringen Versickerungsleistung sowie des hoch anstehenden Schichtenwassers eine Versickerung von Niederschlagswasser ohne zusätzliche Ableitung nicht möglich.

3.4 Einleitbedingungen

Das Betrachtungsgebiet wird von der Peelwatt (Gewässer 2. Ordnung) von Süden nach Norden durchquert. Innerhalb des Gebiets ändert sich der Verlauf in Richtung Westen und verlässt das Betrachtungsgebiet an der Straße Peelwatt. Von dort aus wird es über ein offenes Aquädukt über die östlich gelegene Bahntrasse geführt, wo es im Anschluss in einen Regenwasserkanal eingeleitet wird. Die Peelwatt stellt die Vorflut des Betrachtungsgebiets dar. Seitens der Wasserbehörde darf aus dem Gebiet in die Peelwatt eine maximale Einleitmenge von $1 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha} \cdot A_{E,k})$ bezogen auf ein 10-jähriges Niederschlagsereignis ($n = 0,1$) eingeleitet werden.

Im südöstlichen Bereich des Betrachtungsgebiets befindet sich ein Regenrückhaltebecken (R3), das die Abflüsse aus dem vorhandenen Gewerbegebiet mit derzeit 8 l/s gedrosselt in die Peelwatt ableitet. Da im vorhandenen Gewerbegebiet die Entwässerung von Grundstücksflächen über Muldenversickerung erfolgt, sind im vorhandenen Regenrückhaltebecken (R3) zusätzliche Kapazitäten für die Entwässerung des Betrachtungsgebiets frei.

3.5 Flächenermittlung

Die angeschlossenen Teilflächen wurden anhand der digitalen Vorlage des Bebauungsplans Nr. 305 bzw. im Geltungsbereich des BP 305-1 ermittelt. Hierbei wird von einer maximalen Flächenausnutzung für die Bebauung einschließlich der Nebenanlagen ausgegangen.

Für die Dimensionierung der Entwässerung werden die SO-Flächen in 20 % Verkehrsflächen und 80 % Dachflächen unterteilt.

Tabelle 3-1: Übersicht Flächengrößen

Fläche	A _{E,k} [ha]	GRZ ¹⁾ [-]	A _{E,b,a} [ha]
SO 1.1	1,007	0,8	0,806
SO 1.2 + SO 1.3	7,383	0,8	5,907
SO 1.4	0,392	0,8	0,313
SO 2.1 ²⁾	0,583	0,8	0,467
SO 2.2 ²⁾	0,948	0,6	0,569
SO 3 ²⁾	0,963	0,6	0,578
Summe SO	10,314	-	8,061
Planstraße A ²⁾	0,509	1,0	0,509
Planstraße B	0,654	1,0	0,654
Planwege A-D	0,466	1,0	0,466
Summe Straßen/Wege	1,609	-	1,609
Summe gesamt	11,922	-	9,670

¹⁾ einschl. Nebenanlagen

²⁾ Änderungen / Anpassungen im Zuge der Fortschreibung 2026

Die Sondergebiete SO 1.1, SO 1.2, SO 1.3 und SO 1.4 sind nicht Gegenstand der vorliegenden Fortschreibung, sondern wurden im Entwässerungskonzept aus dem Jahr 2018 berücksichtigt.

Dabei wurde ursprünglich davon ausgegangen, dass auf Teilen der Fläche SO1.2 private Verkehrsflächen und im nördlichen Teil der Fläche SO1.3 ein Streifen für den Lieferverkehr (Verkehrsflächen) entstehen sollen. Diese beiden Flächenteile sollten auf einer Höhenebene von ca. 39,00 mNHN liegen. Die übrigen Flächen sollten für die Krankenhausgebäude zukünftig so modelliert werden, dass die Flächen von Westen (~44,00 mNHN) nach Osten (~42,50 mNHN) abfallen. Die Flächenaufteilung für die Bereiche SO1.2 und SO1.3 ist in der Tabelle 3-2 dargestellt. Dabei wurde mangels weiterer Vorgaben angenommen, dass die Verkehrsfläche im nördlichen Bereich 20 % der Fläche SO1.3 einnimmt.

Tabelle 3-2: Flächenaufteilung SO1.2 und SO1.3 aus 2018

Fläche	A _{E,k} [ha]	A _{E,b,a} [ha]	gepl. Geländehöhe [mNHN]
SO1.2 - private Verkehrsflächen	1,800	1,440	~39,00
SO1.3 - Verkehrsfläche für Lieferverkehr *	1,117	0,893	~39,00
SO1.3 - Gebäudeflächen (Restfläche)	4,467	3,573	~44,00 - ~42,50

* entspricht 20% der SO1.3 Fläche (nicht mehr aktuell)

3.6 Bemessung von Versickerungs- und Regenrückhalteinrichtungen

Nach DWA-Arbeitsblatt A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“ (DWA, 2024) wird für die Bemessung dezentraler Versickerungsanlagen eine Häufigkeit von $n = 0,2$ 1/a gewählt. Folglich wird das Volumen der Versickerungsanlage für ein 5-jährliches Regenereignis ausgelegt. Die Dimensionierung der Versickerungsanlage wird mit dem Programm „Versickerungs-Expert“ (Version 6.0, 2024) nach DWA-Arbeitsblatt A 138-1 durchgeführt.

Die Bemessung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens (V_{RRR}) wird mit dem einfachen Verfahren nach dem DWA-Arbeitsblatt A 117 mit einer seitens der Wasserbehörde vorgegebenen Häufigkeit von $n = 0,1$ 1/a durchgeführt. Folglich wird das Rückhaltevolumen für ein 10-jährliches Regenereignis ausgelegt.

Als Regenspenden werden die Starkniederschlagshöhen des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-Tabelle (DWD, 2018 bzw. DWD, 2025) angesetzt. Die Bemessungsregenspenden für den Bereich Flensburg, Rasterfeld Spalte 31 / Zeile 6 bzw. für die Fortschreibung Spalte 136 / Zeile 56 sind in Anlage 1 aufgeführt.

Im Rahmen der weiteren Entwässerungsplanung sind zur konkreten Dimensionierung der einzelnen Versickerungsanlagen Infiltrationsversuche an den geplanten Standorten der Anlagen durchzuführen.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 1 zusammengestellt.

3.7 Regenwasserbehandlung

(Fortschreibung Entwässerungskonzept)

Die Bewertung der Verschmutzung von Niederschlagsabflüssen bei Einleitung in ein Gewässer bezieht sich auf die 1. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans Nr. 305 und erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA-A 102-2 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen“ (DWA, 2020).

Als Nachweisgröße für die Anforderungen an die Einleitung von Niederschlagsabflüssen in Gewässer wird die emittierte Fracht (AFS63) als Parameter betrachtet. Der zulässige flächenspezifische Stoffaustrag $b_{R,e,zul,AFS63}$ für eine Einleitung von Regenwasserabflüssen ins Gewässer beträgt gemäß des Arbeitsblatts 280 kg/(ha·a).

Der resultierende Stoffabtrag $B_{R,A,AFS63}$ ergibt sich über eine flächengewichtete Frachtbilanz. Bezugsgröße für die Bilanzierung ist die angeschlossene befestigte Fläche $A_{b,a}$. Grün- und Retentionsflächen werden nicht berücksichtigt.

Die angeschlossenen befestigten Flächen $A_{b,a}$ werden je nach Flächentyp und Flächennutzung in Flächengruppen und den Belastungskategorien I (gering belastetes Niederschlagswasser), II (mäßig belastetes Niederschlagswasser) und III (stark belastetes Niederschlagswasser) entsprechend Tabelle 3-3 zugeordnet.

Tabelle 3-3: *Belastungskategorien nach DWA-A 102-2 (2020)*

Kategorie	I	II	III
Belastung	gering	mäßig	stark
Behandlungsbedürftigkeit	Einleitung ohne Behandlung möglich	Grundsätzlich geeignete technische Behandlung erforderlich	
Flächenspezifischer Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$	280 kg/(ha·a)	530 kg/(ha·a)	760 kg/(ha·a)

3.8 Wasserhaushaltsbilanz (Fortschreibung Entwässerungskonzept)

Die Wasserhaushaltsbilanz bezieht sich auf die 1. Änderung und Erweiterung des Bebauungsplans Nr. 305 und wird für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 sowie der Planstraße A im Plangebiet einschließlich Grünflächen und dem bestehenden Gewerbegebiet erstellt (DWA, 2022). Für die Überprüfung des Wasserhaushaltes wurde eine Berechnung mit dem Online-Berechnungstool A-RW1 (SH, 2025) durchgeführt. Das Tool basiert auf den Vorgaben der Arbeitsblattreihe A-RW Teil 1: Mengenbewirtschaftung und ermöglicht eine vereinfachte Durchführung der entsprechenden Nachweise. Im Rahmen der Berechnung wurden der Wasserhaushalt im Bebauungsgebiet ermittelt und die prozentualen Veränderungen im Vergleich zum potenziell natürlichen Wasserhaushalt bewertet.

4 Entwässerungskonzept

Ziel des Entwässerungskonzepts ist es, für die Niederschlagsabflüsse aus dem betrachteten B-Plangebiet ein wasserwirtschaftliches Konzept zu erarbeiten, das den Forderungen nach Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts, den entwässerungstechnischen Randbedingungen und den Bodenverhältnissen Rechnung trägt. Dort wo die örtlichen Randbedingungen es zulassen, sollen die Niederschlagsabflüsse versickert oder für Biotope bzw. Vernässungsbereiche genutzt werden. Die übrigen Abflüsse sollen in die Vorflut Peelwatt abgeleitet werden. Sowohl die hydraulische als auch die stoffliche Belastung der Oberflächenabflüsse ist bei Einleitung in die Peelwatt entsprechend den o.g. Randbedingungen zu reduzieren.

Für die einzelnen Teilflächen des Betrachtungsgebiets sind nach Rücksprache und Diskussion in den Arbeitsterminen am 04.05.2018 bzw. 05.06.2018 sowie für die Fortschreibung folgende Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung erarbeitet worden:

- **SO 1.1** Versickerung über Mulden
- **SO 1.4** Anschluss an öffentliche RW-Kanalisation im Bereich der Planstraße B mit vorheriger Drosselung auf 5 l/(s·ha)
- **SO 1.2, SO1.3** Aufteilung der Flächen nach Belastung;
Versickerung über Mulden im westlichen Bereich,
gedrosselte Ableitung der Abflüsse von Verkehrsflächen
über unterirdische Rückhalteräume und Vorreinigung in
Richtung Südwesten in die Peelwatt
Ableitung der Abflüsse aus dem mittleren u. östlichen
Bereich in Richtung R1 mit Drossel in die Peelwatt,
- **SO2.1, SO2.2*** Versickerung über Mulden bzw. oberirdische Ableitung in
angrenzende Fläche (R2) zur Herstellung eines Biotops /
Teich
- **SO3*** Versickerung über Mulden
- **Planstraße A*** Einleitung in vorh. RRB (R3)
- **Planstraße B** gedrosselte Einleitung in Peelwatt ggf. mit Vorbehandlung
- **Planwege A-D** Versickerung über straßenbegleitende Mulden

* Änderungen / Anpassungen im Zuge der Fortschreibung 01/2026

Eine Übersicht des Entwässerungskonzepts ist im Lageplan 1 dargestellt.

Im Folgenden wird das Entwässerungskonzept für die einzelnen Teilflächen beschrieben.

4.1 Entwässerung der Flächen SO1.1 und SO1.2 aus 2018 (ggf. nicht mehr aktuell)

Für die Flächen SO1.1 und SO1.2 ist eine Versickerung über Mulden vorgesehen. Zur Etablierung einer bewachsenen Bodenzone und zur Einhaltung der erforderlichen Reinigungsleistung ist der Oberboden mit einer Mächtigkeit von 30 cm auszuführen. Die erforderliche Größe bzw. das erforderliche Volumen der Mulden für die Entwässerung der Flächen sind in der Tabelle 4-1 dargestellt.

Auf der Fläche SO1.1 soll im östlichen Bereich ein langgezogenes Parkhaus mit Gründach entstehen. Innerhalb der Fläche SO1.1 ist in den weiteren Planungsphasen eine Muldenfläche von 580 m² für die Versickerung vorzuhalten. Für die Entwässerung der Fläche SO1.2 ist eine erforderliche Muldenfläche von 1.650 m² zu berücksichtigen.

Die genaue Lage der Mulden ist in den weiteren Planungsphasen festzulegen.

Tabelle 4-1: Ergebnisse der Muldendimensionierung für SO1.1 und SO1.2

Fläche	A _{E,b,a}	Versickerungsleistung k _f Wert	Muldenvolumen	Muldenfläche
	[ha]	[m/s]	[m ³]	[m ²]
SO1.1	0,806	1·10 ⁻⁵	175*	580*
SO1.2	1,144	1·10 ⁻⁵	500	1.650

* mit einem Gründachanteil von 60% (entspricht GRZ von 60 % als Gründach zzgl. 20 % Nebenanlagen als voll abflusswirksam)

4.2 Entwässerung der Fläche SO1.3 aus 2018 (ggf. nicht mehr aktuell)

Innerhalb der Fläche SO1.3 ist aufgrund der o.g. hydrogeologischen Randbedingungen keine Versickerung möglich. Die anfallende Niederschlagsabflüsse sollen über eine Mulde versickern und behandelt werden. Eine darunterliegende Rigole sammelt die Abflüsse und leitet diese mit der vorgegebenen Drosselspende von 5 l/(s · ha A_{E,k}) in Richtung Westen ab. Von hier aus kann das anfallende Regenwasser über einen Regenwasserkanal in der Fläche SO1.2 in die Peelwatt eingeleitet werden (siehe Plan 2, Schnitte Entwässerung SO1.3).

Die Ergebnisse der Vordimensionierung sind in der Tabelle 4-2 aufgeführt.

Tabelle 4-2: Übersicht Mulden und Rigolen Dimensionierung

Fläche	A _{E,b,a}	Mulden-volumen	Mulden-fläche	Rigolen-volumen
	[ha]	[m ³]	[m ²]	[m ³]
SO1.3, nördliche Verkehrsfläche (nicht mehr aktuell)	0,893	350	875	45

Um die Reinigungsleistung zu gewährleisten, sollte als Material für den Boden zwischen Mulde und Rigole ein Sand entsprechend den Anforderungen für das Filtermaterial von Retentionsbodenfiltern nach MKULNV (2015) verwendet werden. Das ist ein Sand der Korngruppe 0/2 mm nach TL Gestein-StB 04/07 (Kategorie G_F85, Gehalt an Feinanteilen f₃). Zur Etablierung einer bewachsenen Bodenzone wird die Mulde mit 20 cm Oberboden überdeckt, wobei eine ausreichende Durchlässigkeit k_f > 1·10⁻⁵ m/s einzuhalten ist.

Der größte Teil der Fläche SO1.3 rund um das Krankenhausgebäude soll im westlichen Bereich um rd. 4-5 m auf 44,00 mNHN aufgeschüttet werden und in Richtung Osten abfallen. Für diesen Teil der Fläche ist eine Entwässerung in Richtung der naturnahen Regenbewirtschaftungsfläche R1 im östlichen Bereich der Fläche SO1.3 vorgesehen. Die anfallenden Niederschlagsabflüsse sollen oberflächennah zur R1-Fläche geleitet werden, wo es über ein neu zu errichtendes naturnahes Regenrückhaltebecken (RRB) gedrosselt in den Altarm bzw. in ein neu zu errichtendes Feuchtbioptop geleitet wird. Beispiele für die Gestaltung von oberflächennahen Ableitungen finden sich unter Kapitel 2.2 bzw. in der Abbildung 4-1.



Abbildung 4-1: Beispiele für die oberflächennahe Ableitung von Regenabflüssen

Das erforderliche Rückhaltevolumen des neu zu errichtenden RRB bei einer Drosselabflussspende von $5 \text{ l/(s}\cdot\text{ha } A_{E,k})$ beträgt 1.265 m^3 . Um einen Einstau des Altarms zu erreichen, ist eine Schwelle im südlichen Bereich des Altarms zur Peelwatt vorgesehen. Diese Schwelle muss eine Mindesthöhe von $38,50 \text{ m ü. NHN}$ aufweisen, um einen Rückstau der Peelwatt in den Altarm bei Starkregenereignissen ($n \geq 0,2$) auszuschließen.

Eine Übersicht mit Schnitten zur Entwässerung ist in Plan 1 und Plan 2 zusammengestellt.

4.3 Entwässerung der Fläche SO1.4

Eine Versickerung im westlichen Bereich von SO1.4 ist nur bedingt möglich, da hier geringe Grundwasserflurabstände gemessen wurden (siehe Kapitel 3.3). Aus diesem Grund soll die Entwässerung der Fläche SO1.4 über den vorhandenen RW-Kanal erfolgen. Vor der Einleitung in den vorhandenen RW-Kanal sind die Niederschlagsabflüsse auf eine maximale Einleitmenge von $2,2 \text{ l/s}$ zu drosseln. Das daraus resultierende erforderliche Speichervolumen beläuft sich bei einer angeschlossenen befestigten Fläche von $A_{E,b,a} = 0,313 \text{ ha}$ auf 125 m^3 .

Seitens ifs wird empfohlen, die Dachflächen als Gründach auszuführen. Abhängig vom Gründachaufbau ergeben sich wasserwirtschaftliche Vorteile, da sich der Anteil des Regenwassers, der zum Abfluss kommt, gegenüber einem unbegrünten Flachdach im Jahresmittel um $50\text{-}70 \%$ reduziert.

Kommentiert [IS3]: @ Jonas: Das müsste dann im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens oder vertraglich geregelt werden, da nicht im BP 305 festgesetzt. Geht das?

Kommentiert [IS4R3]: @ Inka: In den städtebaulichen Vertrag übernehmen? Klärung mit Jonas.

4.4 Entwässerung der Flächen SO2.1 und SO2.2

Im Rahmen der Fortschreibung wurden weitere Bodensondierungen durchgeführt, die gezeigt haben, dass die Bodenverhältnisse eine Versickerung voraussichtlich zulassen. Zum jetzigen Zeitpunkt stehen Umfang, Lage und Dachgestaltung der künftigen Bebauung der Fläche noch nicht fest. Für die in Kapitel 3.5 erläuterte befestigte Fläche ist in den weiteren Planungsphasen eine Muldenfläche von 380 m² (SO2.1) und 440 m² (SO2.2) zu berücksichtigen. Die maximale Einstautiefe der Mulden beträgt 0,30 m.

Tabelle 4-3: Ergebnisse der Muldendimensionierung für SO2.1 und SO2.2

Fläche	Versickerungsleistung k_f Wert	Muldenvolumen*	Muldenfläche*
	[m/s]	[m ³]	[m ²]
SO2.1	1·10 ⁻⁵	84	380
SO2.2		103	440

* mit einem Gründachanteil von 70% (entspricht GRZ von 60 % als Gründach zzgl. 20 % Nebenanlagen als voll abflusswirksam)

Sollte sich im weiteren Planungsverlauf herausstellen, dass eine Versickerung innerhalb der Flächen SO 2.1 und/oder SO 2.2 nur eingeschränkt und nachvollziehbar möglich ist, soll das anfallende Niederschlagswasser bzw. ein Teil davon zur Speisung eines vorgesehenen Teiches im östlichen Bereich der benachbarten Fläche R 2 genutzt werden. Bei einer Ableitung in diesen Teich ist ein gedrosselter Überlauf mit einer Abflussrate von $q_{Dr} = 1 \text{ l/(s·ha)}$ in die Peelwatt vorzusehen.

Für den Fall einer nur bedingt möglichen Versickerung wird der Dimensionierung zugrunde gelegt, dass 2/3 der Flächen über Versickerungsmulden entwässern und 1/3 der Flächen abgeleitet wird. Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse dieser 1/3- zu 2/3-Dimensionierung dar.

Tabelle 4-4: Ergebnisse der Muldendimensionierung (1/3) und Rückhaltevolumen (2/3) für SO2.1 und SO2.2

Fläche	Versickerungsleistung k_f Wert	Muldenvolumen*	Muldenfläche*	Retentionsvolumen*
	[m/s]	[m ³]	[m ²]	[m ³]
SO2.1	1·10 ⁻⁵	60	272	89
SO2.2		68	308	

* mit einem Gründachanteil von 70% (entspricht GRZ von 60 % als Gründach zzgl. 20 % Nebenanlagen als voll abflusswirksam)

Das erforderliche Rückhaltevolumen von 89 m³ kann über eine Wasserwechselzone (Retentionsraum) im Teichbereich geschaffen werden.

Das anfallende Regenwasser soll oberflächennah zur Fläche R2 geleitet werden. Beispiele für die Gestaltung von oberflächennahen Ableitungen finden sich unter Kapitel 2.2 bzw. in der Abbildung 4-1.

Kommentiert [ISS]: @ Hr. Rüter: Hier stimmt etwas nicht. Die angegebene Fläche gibt gemäß Tab. 4-3 das Muldenvolumen an. Demnach müssten die Flächenzahlen entsprechend korrigiert werden.

4.5 Entwässerung der Fläche SO3

Im Bereich der Fläche SO3 ist laut Bodengutachter (Baugrunduntersuchung vom 04.05.2018, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Albiker) eine Versickerung möglich. Aufgrund der Fortschreibung wurden weiter Bodensondierungen (Volckmann Bohrunternehmen GmbH vom 18.08.2025) durchgeführt. Die erforderliche Größe bzw. das erforderliche Volumen der Mulden für die Versickerung sind in der Tabelle 4-2 dargestellt. Die erforderlichen Muldenflächen sind in den weiteren Planungsphasen zu berücksichtigen.

Tabelle 4-5: Ergebnisse der Muldendimensionierung für SO3

Fläche	Versickerungsleistung k_f Wert	Muldenvolumen*	Muldenfläche*
	[m/s]	[m ³]	[m ²]
SO3	$1 \cdot 10^{-5}$	82	368

* mit einem Gründachanteil von 70% (entspricht GRZ von 60 % als Gründach zzgl. 20 % Nebenanlagen als voll abflusswirksam)

4.6 Entwässerung der Planstraße A und Planwege A - D

Die Niederschlagsabflüsse der Planwege können über straßenbegleitende Mulden bzw. über die Seitenbereiche der Wege zur Versickerung gebracht werden. Für die Planwege sollte, wie im Kapitel 2.2 aufgezeigt, möglichst durchlässige Flächenbeläge gewählt werden.

Die Abflüsse der Planstraße A sollen über einen geplanten Regenwasserkanal in das vorhandene Regenrückhaltebecken (RRB) auf der R3-Fläche geleitet werden. Die Entwässerung der Osttangente einschl. Anbindung der Planstraße A wird seitens des Fachbereichs Stadtentwicklung und Klimaschutz ausgearbeitet.

Die Überprüfung der Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der zusätzlichen Abflüsse in das vorhandenen RRB wird im Nachweisverfahren mittels Langzeitsimulation entsprechend dem DWA-Arbeitsblatt DWA-A 117 mit dem eigenen hydrologischen Modell *erwin* Version 4 durchgeführt.

Die Abflussbildung im Modell erfolgt nach einem kontinuierlichen Abflussbildungsansatz nach der Grenzwertmethode, die die Aufeinanderfolge von Niederschlagsereignissen inklusive der Trockenzeiten berücksichtigt. Für die Abflussbildung werden folgenden Parameter verwendet:

Tabelle 4-6: verwendete Abflussbildungsparameter für die N-A-Simulation

		Einheit	Gewerbe	Straßen
Benetzungsverlust	V_{ben}	mm	0,75	0,75
Muldenverlust	V_{muld}	mm	1,8	0,4
Anfangsabflussbeiwert	Ψ_a	-	0,3	0,3
Endabflussbeiwert	Ψ_e	-	0,85	0,90

Für städtische Einzugsgebiete werden für die Abflusskonzentration üblicherweise eine Speicheranzahl von $n = 3$ und eine Speicherkonstante von $k = 5$ min verwendet. Aufgrund der geringeren Dämpfung der Abflusswelle bei Steildächern wird davon abweichend eine Speicheranzahl von $n = 1$ gewählt.

Als Niederschlagsdaten wurden die Regenreihen der Station Flensburg-Schäferhaus (von 1972 bis 1990) und die Daten der Station Schleswig (urspr. 1993 - 2006) zu Grunde gelegt. Seitens des Techn. Betriebszentrum (TBZ) wurden die Dateien der Station Schleswig umbenannt und um jeweils 2 Jahre zurückdatiert, um eine lückenlose Regenreihe von 33 Jahren zu erhalten.

Im zulaufnahen Bereich ist über eine Vertiefung ein Sedimentationsraum ausgebildet. Der Rückhalt von Leichtflüssigkeiten erfolgt über eine schwimmende Tauchwand. Die Drossel im Ablaufbauwerk ist als verstellbarer Handschieber mit einer Öffnung von DN150 ausgeführt. Zusätzlich befindet sich im Ablaufbauwerk eine 1,0 m breite Überlaufschwelle. Bei dem bestehenden RRB in der R3-Fläche kommt es bei erhöhten Wasserständen in der Peelwatt zu einem Rückstau in das Becken. Um dies künftig zu verhindern und damit die Funktionsfähigkeit des RRB zu verbessern, ist im Ablaufbauwerk ein Rückflussverhinderer, z. B. in Form einer Rückschlagklappe vorzusehen. Auf diese Weise kann ein Rückstau vermieden und das Einstauvolumen des Beckens effektiver genutzt werden.

Die Kenndaten des RRB und die Einzugsgebietsflächen sind in Tabelle 4-7 aufgeführt.

Tabelle 4-7: Kenndaten RRB und Einzugsgebiet RRB

Regenrückhaltebecken	
Grundfläche RRB	3.857 m ²
Einstauhöhe	0,15 m
Stauvolumen bei 37,50 mNN (Ist)	548 m ³
Drosselablauf (Ist)	8 l/s
Sohle RRB	37,00 mNHN
Zulaufsohle	37,50 mNHN
Ablaufsohle	37,28 mNHN
Überlaufschwelle	38,03 mNHN
Stauvolumen bei 38,03 mNN (Plan)	2.477 m³
Min. Deckelhöhe im Kanalnetz	>39,00 mNHN
Teileinzugsgebiete (A_{E,b,a})	
angeschlossene Straßenfläche (Gewerbegebiet Marie-Curie-Ring)	0,400 ha
noch anzuschließende Gewerbeflächen (Gewerbegebiet Marie-Curie-Ring)	0,280 ha
Planstraße A (ohne Anschluss Osttangente) *	0,509 ha
Summe Teil-EZG	1,189 ha

* Änderungen / Anpassungen im Zuge der Fortschreibung 01/2026

Seitens der Wasserbehörde wird im Rahmen der Fortschreibung eine Drosselabflussspende von 1 l/(s·ha) gefordert. Mit einem Umbau des Ablaufbauwerks einschließlich Einbau eines Rückflussverhinderers kann das RRB seine Rückhaltefunktion vollständig erfüllen und der Einstau bis zur Überlaufschwelle erfolgen.

Die Überprüfung der Leistungsfähigkeit des RRB erfolgte mit einem Einstau bis 38,08 mNHN (Höhe der Überlaufschwelle) sowie einer Drosselabflussspende von 1 l/(s·ha). Die Gesamtbilanz der Abflüsse über den 33-jährigen Simulationszeitraum ist in Tabelle 4-8 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zeigen, dass es im gesamten Simulationszeitraum von 33 Jahren zu keinem Überlauf des RRBs kommt. Das erreichte Speichervolumen im Simulationszeitraum beträgt 1.866 m³ und liegt damit deutlich unterhalb des vorhandenen Speichervolumens von 2.477 m³. Es steht somit ausreichend Rückhaltevolumen zur Verfügung, um auch die zusätzlichen Abflüsse aus der Planstraße A sicher aufzunehmen und schadlos abzuleiten.

Tabelle 4-8: Bilanzierung der Abflüsse aus der N-A-Simulation, RRB

Bezeichnung	Einheit	Gesamtzeitraum	Jahresmittel
Zulauf	m ³	281.462	8.529
Überlauf	m ³	0	0
Drosselablauf	m ³	281.462	8.529
Anzahl Überläufe	-	0	0

Zur Absicherung der Ergebnisse sowie zur Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens für ein Wiederkehrintervall von T = 10 Jahren wurde ergänzend das vereinfachte Verfahren nach DWA-A 117 angewandt. Auf dieser Grundlage ergibt sich ein erforderliches Speichervolumen von 1.057 m³.

Tabelle 4-9: Speichervolumen nach DWA-A 117

Kanalisierte Fläche	A _{E,k}	1,30	[ha]
Befestigte Fläche	A _{E,b}	1,30	[ha]
Undurchlässige Fläche	A _u	1,17	[ha]
Drosselabflussspende bez. auf A _{E,k}	q _{Dr,E,k}	1	[l/(s·ha)]
Drosselabfluss	Q _{Dr}	1,3	[l/s]
Fließzeit	t _F	15	[min]
Drosselabflussspende bez. auf A _u 1)	q _{Dr,R,u}	0,7	[l/(s·ha)]
Risiko-Zuschlagsfaktor	f _z	1,2	[-]
Wiederkehrzeit	T	10	[a]
Abminderungsfaktor	f _A	0,999	[-]
Speichervolumen	V	1.057	[m³]

1) Berücksichtigung einer unregelmäßig Drossel

Bei der weiteren Planung ist zu berücksichtigen, dass die beschriebene Änderung der Bewirtschaftung des RRB über einen Änderungsantrag zur wasserrechtlichen Erlaubnis

erfolgen muss. Erst mit entsprechender Anpassung der Genehmigung können die geplanten Maßnahmen (Einbau einer Rückschlagklappe, Anpassung der Drosselung und Nutzung des Einstauvolumens bis zur Überlaufschwelle) umgesetzt werden.

4.7 Regenwasserbehandlung nach DWA-A 102-2 für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 und Planstr. A

Planstraße A

Bei den abflussliefernden Flächen, die an das RRB angeschlossen sind, handelt es sich um die Straßenflächen des bestehenden Gewerbegebiets (Abschnitt des Marie-Curie-Rings), die angrenzenden Gewerbeflächen, die weitestgehend auf den Grundstücken versickern, sowie die Planstraße A. In Tabelle 4-10 sind die einzelnen Flächen und deren jeweiliger Stoffabtrag dargestellt. Auf Grundlage eines resultierenden spezifischen Stoffabtrags von 620 kg/(ha · a) ergibt sich ein erforderlicher Wirkungsgrad des RRB von 55 %.

Kommentiert [IS6]: @ Hr. Rüter: Versickern die Gewerbefläche nicht weitestgehend auf dem Grundstück – Sollte dies hier evtl. noch erwähnt werden?

Tabelle 4-10: Stoffabtrag und erf. Wirkungsgrad RRB

Befestigungstyp	Flächen- größe	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie	flächen-spez. Stoffabtrag AFS63	Stoffabtrag
	$A_{b,a}$ [m ²]	[-]	[-]	$b_{R,a,AFS63,i}$ kg/(ha*a)	$B_{R,a,AFS63,i}$ kg/a
Straßenfläche_Gewerbegebiet	4.400	V2	II	530	233
Gewerbefläche	3.500	V2	II	530	186
Planstraße A	5.086	V3	III	760	387
Summe	12.986				805 kg/a

res. flächenspez. Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$ **620 kg/(ha*a)** > 280 kg/(ha*ha)

Behandlungsmaßnahme erforderlich!

erf. Wirkungsgrad 55 %

Regenrückhaltebecken weisen je nach Oberflächenbeschickung in der Regel einen geringen stofflichen Wirkungsgrad auf (zwischen 20% und 40%). Im vorliegenden Fall ist jedoch aufgrund des sehr großen Speichervolumens des RRB und der vergleichsweise sehr geringen Drosselmenge von 1,3 l/s von deutlich längeren Aufenthaltszeiten des Wassers bzw. geringeren Oberflächenbeschickungen auszugehen. Bei einer Grundfläche des vorhandenen RRBs von 3.857 m² und der Drosselmenge von 1,3 l/s ergibt sich eine Oberflächenbeschickung von 0,001 m/h. Diese geringe Oberflächenbeschickung bzw. lange Aufenthaltszeit ermöglicht Sedimentationsleistungen, die mit denen einer Hochleistungssedimentationsanlage (HLS-Anlage) vergleichbar sind. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings darin, dass HLS-Anlage in der Regel mit Schilf bepflanzt sind, wodurch die Sedimentationsleistung zusätzlich gesteigert wird. Im vorliegenden RRB ist ein solcher Schilfbewuchs nicht vorhanden. Dennoch zeigen Messungen an einer Hamburger HLS-Anlage, dass aufgrund der langen Sedimentationszeit und der sehr geringen Oberflächengeschwindigkeiten (max. 7,9 m/h) ein Wirkungsgrad von 86 % gemessen wurde (LSBG 2023). Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass auch das hier vorliegende

RRB unter den gegebenen Randbedingungen einen stofflichen Wirkungsgrad von > 55 % erreicht.

Fläche SO2.1, SO2.2 und SO3

Die Niederschlagsabflüsse der abflusswirksamen Flächen SO2.1, SO2.2 und SO3 können voraussichtlich über Mulden versickert werden. In Tabelle 4-11 sind die einzelnen Flächen und deren jeweiliger Stoffabtrag dargestellt.

Tabelle 4-11: Stoffabtrag der Flächen SO2.1, SO2.2 und SO3

Befestigungstyp	Flächen- größe	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie	flächen-spez. Stoffabtrag AFS63	Stoffabtrag
	$A_{b,a}$ [m ²]	[-]	[-]	$b_{R,a,AFS63,i}$ kg/(ha*a)	$B_{R,a,AFS63,i}$ kg/a
SO2.1	4.677	V2	II	530	248
SO2.2	5.690	V2	II	530	302
SO3	5.777	V2	II	530	306
Summe	16.144				856 kg/a

res. flächenspez. Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$ **530 kg/(ha*a)** > 280 kg/(ha*a)

Behandlungsmaßnahme erforderlich!

erf. Wirkungsgrad 47 %

Die Behandlung erfolgt über die 30 cm mächtige bewachsene Bodenzone der Mulden. Tabelle 4-12 fasst die Ergebnisse nach DWA-A 102-2 (DWA, 2020) zusammen.

Tabelle 4-12: erforderliche und geplante Behandlungsmaßnahmen SO2.1, SO2.2 und SO3

Entwässerungs- abschnitt	res. flächenspez. Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$	erf. Wirkungsgrad $\eta_{erf.}$	geplante Behandlungsmaßnahme	geplanter Wirkungsgrad $\eta_{gepl.}$
SO2.1	248 kg/(ha-a)	- %	30 cm bewachsene Bodenzone	min. 90 %
SO2.2	302 kg/(ha-a)	7 %	30 cm bewachsene Bodenzone	min. 90 %
SO3	306 kg/(ha-a)	9 %	30 cm bewachsene Bodenzone	min. 90 %

4.8 Wasserhaushaltsbilanz für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 und Planstr. A

Zur Überprüfung des Wasserhaushalts wurde für die Flächen SO2.1, SO2.2, SO3 und die Planstraße A im Plangebiet eine Berechnung mit dem Online-Berechnungstool A-RW 1 (SH, 2025) durchgeführt. Das Tool ermittelt den Wasserhaushalt nach A-RW Teil 1: Mengenbewirtschaftung (LfU, 2023) sowie den Vergleich mit einem potenziell naturnahen Referenzzustand. Für den Naturraum Hügelland (Landkreis Flensburg) sind die in Tabelle 4-13 aufgeführten Aufteilungswerte für den potenziell naturnahen Zustand aufgeführt. Diese Werte dienen als Referenz für die Beurteilung der Veränderungen des Wasserhaushalts infolge der geplanten Bebauung.

Kommentiert [IS7]: @ Hr. Rüter: Muss für SO2 noch der A-RW1-Nachweis ergänzt werden, da diese Fläche in den GB 305-1 aufgenommen wird? (s.o.)

Kommentiert [JR8R7]: Da die SO2 mit aufgenommen wird, muss auch die Wasserhaushaltsbilanz angepasst / ergänzt werden

Kommentiert [IS9]: @ Hr. Rüter: Ist eine A-RW1-Nachweis für die GE-Flächen nicht erforderlich, obwohl diese im GB der Änderung liegen? Sollte hierzu dann ggf. noch ein Hinweis ergänzt werden, warum dies nicht erforderlich ist?!

Kommentiert [JR10R9]: Hierzu halte ich noch einmal Rücksprache mit Herrn Croonen und wird ggf. ergänzt

Tabelle 4-13: naturnaher Referenzzustand (LfU, 2023)

Wasserhaushalt des gewählten Einzugsgebiets (potenziell naturnaher Referenzzustand)	
	[%]
Abfluss (a):	3,40
Versickerung (g):	39,60
Verdunstung (v):	57,00

Die vier Teileinzugsgebiete SO2.1, SO2.2, SO3 und Planstraße A wurden hinsichtlich ihrer Wasserhaushaltskomponenten untersucht. Zur Veranschaulichung werden die prozentualen Verteilungen der Anteile an Abfluss, Grundwasserneubildung (Versickerung) und Verdunstung (a–g–v-Werte) des potenziell naturnahen Referenzzustands sowie des bebauten Zustands des gesamten Bebauungsplangebiets in einem gestapelten Säulendiagramm gegenübergestellt.

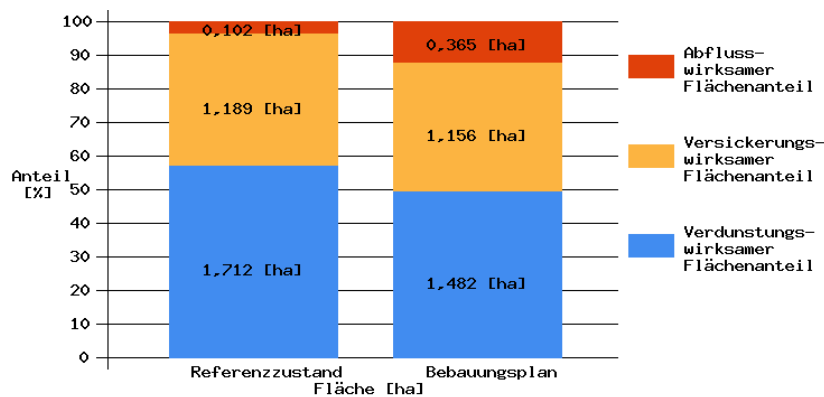


Abbildung 4-2: Flächenbilanz vom Referenzzustand und bebauten Zustand (Quelle: Berechnungstool A-RW 1)

Die Bewertung der Ergebnisse ist in Abbildung 4-3 dargestellt. Es zeigt sich, dass sich der Wasserhaushalt im Vergleich zum potenziell naturnahen Referenzzustand deutlich verändert hat. Ursache hierfür sind der erhöhte Oberflächenabfluss und die verringerte Verdunstung, wodurch der ursprüngliche, weitgehend natürliche Zustand nicht mehr erreicht wird. Der Wasserhaushalt ist somit deutlich gestört, was grundsätzlich eine lokale Überprüfung erforderlich machen würde.

Nach Rücksprache mit der Unteren Wasserbehörde am 21.10.2025 wurde jedoch vereinbart, dass anstelle einer lokalen Überprüfung des Abflusses die bestehende

Kommentiert [IS11]: @ Hr. Rüter: Vier Teileinzugsgebiete – oder zählt die Planstr. A nicht als solchen?

Kommentiert [IS12]: @ Hr. Rüter: SO 2 ergänzen

Kommentiert [JR13R12]: Da die SO2 mit aufgenommen wird, muss auch die Wasserhaushaltsbilanz angepasst / ergänzt werden

Maßnahme (RRB) im Modellprogramm realitätsnäher abgebildet werden soll. Hintergrund ist, dass das vorhandene Regenrückhaltebecken als Dauerstaubecken ausgeführt ist und durch die neue Einleitung der Abflüsse der Planstraße A die Ablaufdrossel des Regenrückhaltebeckens auf 1,3 l/s reduziert wird. Dadurch kann im Vergleich zur Modellberechnung mehr Wasser verdunsten, als im Programm ursprünglich ausgegeben wurde. Eine zusätzlich definierte Modellmaßnahme zur verbesserten Abbildung des RRB zeigte jedoch keine wesentliche Veränderung der Ergebnisse im Modell und wird daher nicht weiter betrachtet. Eine Anpassung des Entwässerungskonzepts aufgrund der Nicht-Einhaltung der weitgehend natürlichen Wasserbilanz wird seitens der Wasserbehörde nicht gefordert (Telefonat vom 21.10.2025).

Weitgehend natürlich: Grenzwerte und Bewertung				Deutlich geschädigt: Grenzwerte und Bewertung			
	Abfluss (a) [ha]	Versickerung (g) [ha]	Verdunstung (v) [ha]		Abfluss (a) [ha]	Versickerung (g) [ha]	Verdunstung (v) [ha]
Zulässiger Maximalwert	0,252	1,339	1,862	Zulässiger Maximalwert	0,553	1,640	2,162
Zulässiger Minimalwert	0,000	1,039	1,562	Zulässiger Minimalwert	0,000	0,739	1,261
Veränderter Zustand	0,365	1,156	1,482	Veränderter Zustand	0,365	1,156	1,482
Grenzwerte eingehalten	Nein	Ja	Nein	Grenzwerte eingehalten	Ja	Ja	Ja

Abbildung 4-3: Bewertung der Wasserbilanz für das Bebauungsplangebiet (Quelle: Berechnungstool A-RW 1)

4.9 Festsetzungsempfehlungen

In diesem Kapitel werden auf Basis der vorstehenden Berechnungen und Bewertungen wasserwirtschaftliche Maßnahmen vorgeschlagen, durch die eine ordnungsgemäße Grundstücksentwässerung gewährleistet ist. Dabei wurde auch die für das Plangebiet vorliegende Bodenuntersuchung berücksichtigt. Die aufgeführten Maßnahmen sollen bei der Festlegung der im Bebauungsplan zu treffenden Festsetzungen berücksichtigt werden.

Dachaufbau von Flachdächern

In den Sondergebieten SO2.1, SO 2.2 und SO3 sind die gesamten Dachflächen als Gründachdach mit einer extensiven Begrünung vorzusehen. Der durchwurzelbare Teil des Dachaufbaus muss mindestens 15 cm betragen. Hieraus ergeben sich wasserwirtschaftliche Vorteile, da sich der Anteil des Regenwassers, der zum Abfluss kommt, gegenüber einem normalen Flachdach abhängig vom Gründachaufbau im Jahresmittel um 50-70 % reduziert.

Kommentiert [IS14]: @ Hr. Rüter: Bisher waren es 10 cm; die reichen vermutlich nicht aus?!

Kommentiert [JR15R14]: Genau, 10 cm reichen nicht aus

Beseitigung von Niederschlagswasser auf den Privatgrundstücken ohne Flächenzuordnung

- Wege, Zufahrten und Stellplätze sind auf ein Mindestmaß zu beschränken und soweit funktional möglich mit wasserdurchlässigen Belägen zu versehen (z.B. wasserdurchlässiges Pflaster, Pflaster mit Grasfuge, Rasenpflaster, Rasengittersteine, Kies, Schotterrasen).

Regenwasserbewirtschaftung

Für die **nicht** im Geltungsbereich des BP 305-1 gelegenen Baugebiete (SO1.1, SO1.2, SO1.3, SO 1.4) gelten unverändert die Festsetzungen zur Oberflächenentwässerung aus dem BP 305 und sind im Einzelnen wie folgt zu beachten:

- **SO 1.1 und SO1.2:** Das Oberflächenwasser in dem Sondergebieten SO 1.1 und SO 1.2 ist oberirdisch in flachen Mulden über den belebten Oberboden zu versickern.
- **SO 1.3:** Für die Verkehrsflächen im nördlichen Bereich der Fläche SO 1.3 ist vorgesehen, das anfallende Regenwasser zunächst über eine Mulde vorzubehandeln und anschließend über eine darunterliegende Rigole in westliche Richtung abzuleiten. Die Ableitung erfolgt über einen Regenwasserkanal in die Peelwatt. Für den überwiegenden Teil der Fläche SO 1.3 erfolgt die Entwässerung in die östlich angrenzende Fläche R1. Das anfallende Oberflächenwasser wird oberflächennah in ein neu zu errichtendes, naturnahes Regenrückhaltebecken geleitet und gedrosselt in den Altarm bzw. in ein neu zu schaffendes Feuchtbiotop eingeleitet.
- **SO 1.4:** Das Oberflächenwasser aus dem Sondergebiet SO 1.4 ist gedrosselt in die öffentliche Regenwasserkanalisation abzuleiten.
- **Planwege A-D:** Die Entwässerung der Planwege kann über straßenbegleitende Mulden bzw. über die Seitenbereiche der Wege erfolgen. Für die Planwege sollten möglichst durchlässige Flächenbeläge gewählt werden.

Für die Flächen die im Geltungsbereich des Bebauungsplans BP 305-1 liegen (Fortschreibung Entwässerungskonzept), werden folgende Festsetzungsempfehlungen gegeben:

- **SO 2.1 und SO 2.2:** Da Umfang und Lage der zukünftigen Bebauung zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abschließend feststehen, sind für die weitere Planung eine Muldenfläche von 380 m² im SO 2.1 und 440 m² im SO2.2 vorzuhalten. Sollte sich im weiteren Planungsverlauf herausstellen, dass eine vollständige Versickerung des Oberflächenwassers nicht gewährleistet werden kann, ist alternative etwa 1/3 des anfallenden Oberflächenabflusses oberirdisch in die Fläche R 2 abzuleiten, während der überwiegende Teil der Flächen (2/3) weiterhin über flache Mulden über den belebten Oberboden zu versickern ist. Hiermit kann ein ausreichendes Wasserdargebot und insbesondere die Vermeidung eines Trockenfallens im Bereich der Fläche R 2 sichergestellt werden.

Für das Sondergebiet SO 2.1 ist festzusetzen, dass bei der Errichtung von Parkhäusern über der obersten Parkebene ein geschlossenes Dach herzustellen ist, das entweder vollständig als Gründach mit einer Mindestsubstratstärke von 10,0 cm auszuführen ist oder alternativ mindestens 70 %

Kommentiert [IS16]: @ Hr. Rüter: Für die nicht im Geltungsbereich des BP 305-1 gelegenen Baugebiete (SO1.1, SO1.2, SO1.3, SO 1.4) gelten unverändert die Festsetzungen zur Oberflächenentwässerung aus dem BP 305:

„Das in den festgesetzten Gebieten anfallende Oberflächenwasser ist im Einzelnen wie folgt zu bewirtschaften:
a) Das Oberflächenwasser in den Sondergebieten SO 1.1, SO 1.2 und SO 3 ist oberirdisch in flachen Mulden über den belebten Oberboden zu versickern.
b) Das Oberflächenwasser aus dem Sondergebiet SO 1.4 ist gedrosselt in die öffentliche Regenwasserkanalisation abzuleiten.
c) Das Oberflächenwasser aus dem Sondergebiet SO 1.3 ist oberirdisch in ein östlich herzustellendes, naturnahes Regenrückhaltebecken mit Überlauf zur Peelwatt und zum Okokonto abzuleiten.
d) Das unbelastete Oberflächenwasser aus dem Sondergebiet SO 2 ist oberirdisch gedrosselt in R2 abzuleiten.
e) In den sonstigen festgesetzten Gewerbegebieten ist das anfallende Oberflächenwasser zu versickern. Wo eine Versickerung aufgrund der Bodenverhältnisse nicht möglich ist, kann eine Ableitung in die öffentliche Regenwasserkanalisation erfolgen.“

Fragen:

- 1) Passt das mit den von Ihnen formulierten Festsetzungsempfehlungen überein? Sieht für mich so aus.
- 2) Könnten Sie bitte das Kapitel noch so strukturieren, dass klar wird, was im Rahmen des BP 305-1 festgesetzt werden soll/muss und was bereits im BP 305 geregelt ist und nicht angepasst wird/werden muss.

Zu Ihrer Info: Da das SO2 im weiteren in den GB 305-1 einbezogen werden soll, besteht für diese Fläche noch die Möglichkeit zu veränderten Festsetzungen; wir gehen aktuell von der Festsetzung von mind. 70 % Dachbegrünung sowie der vollständigen Dachbegrünung von Parkhäusern aus.

Kommentiert [JR17R16]: Werde ich überarbeiten / anpassen

der Dachfläche als Gründach mit entsprechender Mindestaufbaustärke auszuführen ist.

- **SO3:** Das Oberflächenwasser ist oberirdisch in flachen Mulden über den belebten Oberboden zu versickern. Da Umfang und Lage der zukünftigen Bebauung zum jetzigen Zeitpunkt nicht feststehen, sollte für diese Fläche für die weitere Planung eine Muldenfläche von 368 m² vorgehalten werden.
- **Planstraße A:** Die Abflüsse der Planstraße A sollen über einen geplanten Regenwasserkanal in das vorhandene RRB geleitet werden. Mit einem Umbau des Ablaufbauwerks einschließlich Einbau einer Rückschlagklappe kann das RRB seine Rückhaltefunktion vollständig erfüllen. Das erforderliche Rückhaltevolumen beträgt 1.075 m³.

4.10 Zusammenfassung

Die Tabelle 4-14 zeigt eine Zusammenfassung des im Kapitel 4 beschriebenen Entwässerungskonzepts mit den erforderlichen Drosselmengen, Rückhaltevolumen und Muldenflächen.

Tabelle 4-14: Übersicht Entwässerungskonzept

Fläche	Entwässerung	Drosselmenge [l/s]	Rückhaltevolumen [m³]	Muldenfläche [m²]
SO 1.1	Versickerung über Mulden, Dachflächen werden als Gründach gestaltet	-	-	580
SO 1.4	gedrosselte Einleitung in vorhandenen RW-Kanal	2,2	125	-
SO 1.2 private Verkehrsflächen	Versickerung über Mulden im westlichen Bereich	-	-	1.650
SO 1.3 Verkehrsfl. (nördlicher Bereich, nicht mehr aktuell)	Vorreinigung über Mulden; Rückhaltung über Mulden-Rigolen-System mit gedrosselter Einleitung in Peelwatt	5,6	Mulde: 350 Rigole: 45	875
SO 1.3 Gebäudeflächen	Richtung RWB, mit Drossel zum Altarm bzw. gepl. Biotop (R1) und Überlauf zur Peelwatt	22,3	1.265	-
SO2.1*	Versickerung über Mulden bzw. oberirdische Ableitung in angrenzende Flächen zur Schaffung eines Biotops / Teich (R2)	1,0	89	100% Vers. = 380 2/3 Vers. = 272
SO2.2*	Versickerung über Mulden bzw. oberirdische Ableitung in angrenzende Flächen zur Schaffung eines Biotops / Teich (R2)	1,0		100% Vers. = 440 2/3 Vers. = 308
SO3*	Versickerung über Mulden	-	-	368
Planstr. A*	Einleitung über gepl. RW-Kanal in vorh. RRB (R3)	1,3	1.075	-
Planstr. B	gedrosselte Einleitung in vorhandenen RW-Kanal, ggf. mit Vorbehandlung	1,3	100	-
Planwege A-D	über Mulden bzw. im Seitenbereich	-	170	618

* Änderungen / Anpassungen im Zuge der Fortschreibung 01/2026

5 Aufbau Kanalnetzberechnungsmodell

Im Rahmen der Kanalnetzberechnung wird die Regenwasserkanalisation im Gesamtzusammenhang mit den anderen offenen Elementen des Entwässerungssystems wie Gewässern und Regenrückhaltebecken (RRB) betrachtet. Dazu gehört im Prognosezustand auch die Berücksichtigung der geplanten Neuerschließung am Standort Peelwatt, deren Einleitungen aus dem Regenwasserbewirtschaftungssystem zu berücksichtigen sind.

Die hydrodynamische Berechnung des Gewässer- und Regenwasserkanalnetzes erfolgte auf Grundlage des aktuellen Generalentwässerungsplans (GEP) aus dem Jahr 2016 (ITWH, 2016). Das dort erstellte, vollständig lauffähige Rechenmodell wurde als Teilnetz (132 km Kanäle, 3.050 Schächte) für den IST-Zustand im IDBF-Format vom Technischen Betriebszentrum AöR (TBZ) übernommen (einschließlich Niederschlagsbelastung) und blieb hinsichtlich sämtlicher Eingangsparameter weitestgehend unverändert. Die hydraulische Auslastung des Entwässerungssystems wird in dem repräsentativen Kanalnetzmodell mit der Software HYSTEM-EXTRAN 7.9 berechnet. Die gewählte Regenbelastung in der anschließenden Kanalnetzberechnung wird im kommenden Kapitel erläutert.

Für den Prognosezustand diente das zuvor erarbeitete Entwässerungskonzept für den Bebauungsplan Nr. 305 „Zentralkrankenhaus Flensburg / Peelwatt“ als Datengrundlage und wurde in das Modell übernommen. Die zusätzlich ins Modell eingebauten Schächte, Haltungen und Sonderbauwerke können entnommen werden.

Die Entwässerungssicherheit wurde damit sowohl für den IST-Zustand als auch den neuen Prognosezustand ermittelt. An den in der Leistungsbeschreibung genannten sieben kritischen Stellen erfolgte die gesonderte Betrachtung mittels hydraulischer Längsschnitte.

Zum Abschluss wurde ein weiterer Rechenlauf durchgeführt, um den Einfluss eines 100-jährlichen Hochwassers der Peelwatt auf das B-Plangebiet zu ermitteln.

5.1 Kanalbestand

Das oben angesprochene Netz dient als Grundlage der Untersuchung und wird im Folgenden näher beschrieben.

Die Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die Netzlängen der unterschiedlichen Kanalarten.

Tabelle 5-1: Übersicht Teilrechennetz Stadt Flensburg (IST-Zustand)

Kanalart	Anzahl Haltungen	Länge [km]
Mischwasserkanal	181	6,47
Schmutzwasserkanal	69	2,64
Regenwasserkanal	2.893	122,81
Summe	3.143	131,92

Das Kanalnetz umfasst 122,81 km Regenwasserkanal, 2,64 km Schmutzwasserkanal und 6,47 km Mischwasserkanal. Es wird im Modell durch insgesamt 3.143 Haltungen abgebildet.

Bei 267 der 2.893 Regenwasserkanalhaltungen handelt es sich um Abbildungen des Gewässernetzes. Diese sind in Form von Gerinneprofilen, die auf Vermessungsdaten beruhen, erstellt worden.

Das Netz besteht zudem aus 3.052 Schächten, 48 Speicherschächten, die z.T. RRB darstellen und z.T. im Rahmen der Modellerstellung benötigt wurden, sowie drei Auslassschächten.

Datenprüfung und Korrektur

Da der AG ein lauffähiges Kanalnetz übergeben hat, wurde nur die Erstellung des Teilnetzes geprüft. Die Modellfehler aus der Teilnetzerstellung wurden in Abstimmung mit dem AG behoben.

Das RRB am Marie-Curie-Ring innerhalb des B-Plangebiets wurde im Modell anders dargestellt als im Ausgangsnetz. Da der Ablauf des RRB nicht mit einer Rückstauklappe ausgestattet war, konnte die Peelwatt in der Ausgangsberechnung in das RRB entwässern, was nicht der Wirklichkeit entsprach. Aus diesem Grund wurde das Ablaufbauwerk des RRB im Modell verändert und mit einer Rückstauklappe versehen. Dies führte nur zu einer geringfügig höheren Überlastung des Teilnetzes, sodass es zu keinen relevanten Veränderungen im Verhalten unterhalb des B-Plangebiets kam. Weitere kleine Änderungen betrafen die Außenkanten des Teilnetzes, die bewirkten, dass sich das Abflussverhalten des Teilnetzes wie das Gesamtnetz verhält.

5.2 Randbedingungen an den Grenzen des Kanalnetzmodells

Auslässe

Der Auslass aus dem Gebiet in die Förde wurde als freier Auslass definiert.

In Tabelle 5-2 sind die Auslässe des Kanalnetzmodells zusammengestellt.

Tabelle 5-2: Auslässe Kanalnetzteilmodell Flensburg

Nr.	Auslassschacht	Rohrsohle [m NN]	Bemerkung
1	8445029	-1,25	Auslass in Flensburger Förde
2	N2235122A	10,90	Fiktiv (Anpassung Teilnetz)
3	F_2190048	17,58	Fiktiv (Anpassung Teilnetz)

Die Auslassschächte Nr. 2 und Nr.3 sind fiktiv und wurden erstellt, da das Abwasser an diesen Stellen aus dem Gesamtnetz das Abwasser keinen weiteren Einfluss auf das Teilnetz hat.

5.3 Gewählte Regenbelastung

Um die Vergleichbarkeit mit dem GEP von 2016 zu bewahren, wurde in Abstimmung mit dem AG entschieden, denselben 5-jährlichen Modellregen Euler Typ II der Dauerstufe 120 min mit einer Gesamtniederschlagshöhe von 27,4 mm aus dem Kostra-DWD-2000 (ITWH, 2009) zu verwenden (siehe Abbildung 5-1).

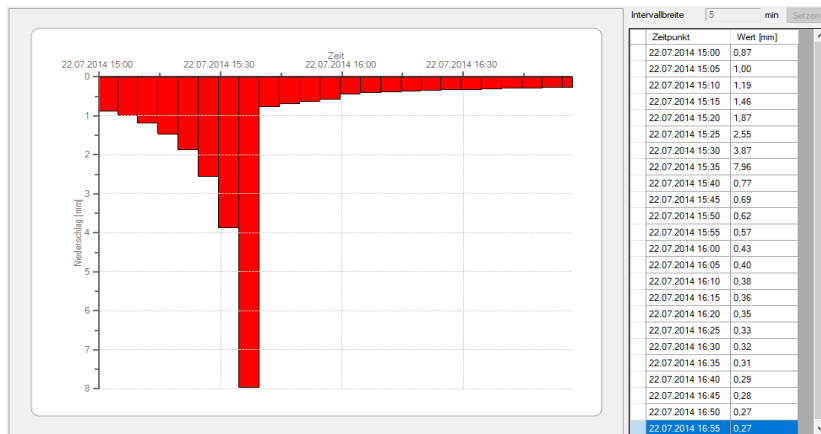


Abbildung 5-1: Modellregen Euler, Typ II T=5, D=120

5.4 Gewählte Simulationsdauer

Die Simulationsdauer wurde gegenüber der Simulationsdauer, die im GEP 2016 verwendet wurde, um 6 Stunden, auf insgesamt 9 Stunden erhöht. Dies entspricht der doppelten Fließzeit im Netz zuzüglich der Dauer des Modellregens. Hinzu kommt, dass mit dieser Simulationsdauer auch das Entwässerungskonzept hinsichtlich der Versickerungsleistung geprüft werden konnte.

6 Ergebnisse Kanalnetzberechnung

Das folgende Kapitel beschreibt die Ergebnisse der Kanalnetzberechnung für die durchgeführten Berechnungsläufe.

6.1 Ergebnisse IST-Zustand

Bei der Analyse der Ergebnisse des IST-Zustandes wurde das Hauptaugenmerk auf 7 kritische Stellen gelegt, die vom AG genannt wurden. Nach einer kurzen Übersicht über die Berechnungsergebnisse im Netz werden diese kritischen Bereiche erläutert.

Da die hydraulischen Ergebnisse des IST-Zustands nahezu identisch sind mit den Ergebnissen des GEP 2016, wird auf einen Belastungsplan des IST-Zustands verzichtet.

6.1.1 Auslastung IST-Zustand

Wie schon erwähnt ist das untersuchte Teilnetz ist ein Ausschnitt aus dem Gesamt-GEP von 2016. Die Auswertung des IST-Zustandes ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die hohe Anzahl der Schächte mit einem Wasserstand von weniger als einem Meter unterhalb der Geländeoberkante hängt z.T. mit der hohen Anzahl offener

Gerinne (398 Stück) zusammen, die natürlicherweise einen Wasserstand nah der Geländeoberkante haben. Nichtsdestotrotz ist der Anteil der Schächte mit einem Wasserstand mit weniger als einem Meter unter Geländeoberkante mit 50 % sehr hoch.

Im Netz sind 39,4 % der Haltungen mit mehr als Ihrer Volfüllungsleistung belastet. Daraus resultiert auch die hohe Anzahl von Überstauschächten. Insgesamt 18 % der Schächte stauen während der Berechnung über. Eine detailliertere Statistik zu den Überstauschächten findet sich daher in Tabelle 6-2. Insgesamt verzeichnen 3 % der Schächte eine Überstauvolumen > 50 m³.

Tabelle 6-1: Hydraulische Ergebnisse IST-Zustand T = 5 Jahre

Auslastung im IST-Zustand				T = 5 Jahre	
Haltungen		Q_{max}/Q_{voll}	≤ 1	Anzahl	1.904
				[%]	60,56
	1 <	Q_{max}/Q_{voll}	≤ 2	Anzahl	957
				[%]	30,44
		Q_{max}/Q_{voll}	> 2	Anzahl	283
				[%]	9,00
Schächte		H_{max} u. GOK	$> 2,0$ m	Anzahl	658
				[%]	21,20
	2,0 m \geq	H_{max} u. GOK	$> 1,0$ m	Anzahl	888
				[%]	28,62
	Überstau	H_{max} u. GOK	$\leq 1,0$ m	Anzahl	1.557
				[%]	50,18
	davon Überstau			Anzahl	559
			[%]	18,01	
Überstauvolumen			[m ³]	112.009	

Tabelle 6-2: Statistik Schachtüberstau IST-Zustand

Statistik Schachtüberstau IST-Zustand				
	Max. Überstauvolumen	≤ 5 [m ³]	Anzahl	222
			[%]	7,2
> 5 [m ³]	Max. Überstauvolumen	≤ 50 [m ³]	Anzahl	241
			[%]	7,7
> 50 [m ³]	Max. Überstauvolumen		Anzahl	93
			[%]	3,0
			Alle Schächte	3103

Die Ergebnisse des IST-Zustandes wurden visuell hinsichtlich des Überstauverhaltens mit den Ergebnissen des GEP 2016 geprüft und sind nahezu identisch (s.o.).

6.1.2 Kritische Stellen im Teilnetz

Die vom AG aufgezeigten sieben kritischen Stellen liegen alle unterhalb der Peelwatt. Im Folgenden werden die kritischen Stellen aufgelistet und entsprechend Ihrer Auslastung bewertet. Der Wasserstand des HQ100, der zusätzlich in den Längsschnitten dargestellt ist stammt aus dem Berechnungslauf mit den ursprünglichen Gewässerprofilen der Peelwatt. Die Wasserstände in den Haltungen der kritischen Stellen unterscheiden sich zwischen den beiden HQ100 Berechnungsläufen nur marginal.

6.1.2.1 Aquädukt Peelwatt

Über die westlich des Projektgebiets verlaufende Bahntrasse, die deutlich tiefer liegt, führt ein Aquädukt die Peelwatt zum städtischen Netz, wie in Längsschnitt 1+2 in Plan 4.1 ersichtlich. Sowohl die Haltungen vor dem Aquädukt sowie das Aquädukt selbst sind nicht überlastet. Bei den beiden unterhalb liegenden Haltungen 7573008 und 7573009 liegt das Verhältnis von Q_{\max}/Q_{voll} bei 1,18 für 7573008 und bei 1,79 für 7573009. Die Belastungssituation für diese Haltungen sollte im Prognosezustand näher betrachtet werden.

6.1.2.2 Fa. Berding Beton

Die Haltungen durch das Firmengelände der Berding Beton (LS 1+2, Plan 4.1) liegen direkt unterhalb des Aquädukts und beginnt bei Haltung 7573008 und endet bei Haltung PEW4. Es tritt weder ein Überstau auf, noch sind die Haltungen überlastet.

6.1.2.3 Einlauf in die RW-Kanalisation Eckernförder Landstraße

An die Haltung unterhalb der Fa. Berding Beton schließt die Haltung 1137002 (LS 3, Plan 4.1) an. Diese mündet in Schacht 1137043 in die weitere Kanalisation. Die unterhalb liegenden Haltungen sind nicht ausgelastet. Jedoch staut es von Schacht 1137043 in die zufließenden Haltungen 1137004 und 1573004 zurück. Im Prognosezustand wird sich eventuell dieser Effekt weiter verstärken.

6.1.2.4 Haltungsverlauf unterhalb BAUHAUS

Der Haltungsverlauf H1513015 bis Schacht 1513016 unterquert das Gelände des Baumarktes an der Schleswiger Straße und besteht aus Rechteckprofilen 1800/1250. Die Haltungen sind stark ausgelastet, wie LS 4, Plan 4.1 zu entnehmen, jedoch liegt der Wasserstand noch weit unterhalb der Geländeoberkante.

6.1.2.5 Freifläche Fuchskuhle

Die Freifläche an der Fuchskuhle (LS 5, Plan 4.2) ist im Norden durch Gewerbe, im Osten und Westen durch Wohnbebauung und im Süden durch die Straße Fuchskuhle eingefasst. Am Zulauf in diese Fläche der hier offen fließenden Peelwatt kommt es durch die Unterquerung der Fuchskuhle zu einem Rückstau, der zu Überstau in den Schächten 6365048 und 1365046A führt. Insgesamt 532 m^3 entweichen hier dem Kanalnetz. Die dortige Freifläche, die als Rückhalt zur Verfügung steht, ist 1.700 m^2 groß, sodass sich eine mittlere Einstauhöhe von 31 cm ergibt. Es ist somit nicht von einem Einfluss in die angrenzenden Gebiete auszugehen.

6.1.2.6 Engpass Nikolaiallee

Dieser Engpass (LS 6 Plan 4.2) befindet sich unterhalb einer verrohrten Unterquerung der Bahntrasse nördlich der Westtangente. Der verrohrte Abschnitt öffnet sich dort zu einem Rechteckprofil. Das Gewässer verläuft hier sehr dicht an einem bebauten Grundstück, was bei erhöhtem Wasserstand zu einer Überflutung führen könnte. Kurzfristig ist es geplant, das Profil, verbunden mit einer dortigen Baumaßnahme, aufzuweiten. Das zukünftige aufgeweitete Profil wurde deshalb bereits im IST-Zustand verwendet. Der Gewässerabschnitt verfügt an dieser Stelle über ein starkes Gefälle. Die Berechnung des IST-Zustandes zeigt, dass der Wasserstand direkt nach der Unterquerung (Schacht 6439091) 58 cm beträgt. Am 50 m unterhalb liegenden Zusammenfluss (Schacht 6439080) von Flensau und Mühlenstrom beträgt der Wasserstand 92 cm. Da jedoch die Gewässersohle an Schacht 6439080 39 cm tiefer liegt als oberhalb, droht während des IST-Zustandes keine Ausuferung des Gewässers.

6.1.2.7 Bachlauf auf dem Gelände der Fa. Mitsubishi HiTec Paper Europe GmbH

Der Mühlenstrom verläuft auf dem Firmengelände von Haltung 6439095 bis Haltung 6439102 im offenen Gerinne und im Anschluss verrohrt (LS 7, Plan 4.3). Es kommt weder zu einem Überstau in diesem Bereich, noch zu einer erhöhten Auslastung des Gewässers. Die hydraulische Situation ist somit als unkritisch zu bewerten.

6.2 Ergebnisse Prognosezustand

Die Berechnung des Prognosezustandes hatte folgende Ziele: Zum einen sollte die Wirkung des Entwässerungskonzepts im B-Plangebiet selbst überprüft werden, zum anderen sollten die Auswirkung des höheren Flächenabflusses durch die geplante Bebauung auf die kritischen Stellen, die im vorherigen Abschnitt erläutert wurden, betrachtet werden.

Das zuvor erstellte Entwässerungskonzept, das in Plan 1 dargestellt ist, wurde mittels Speicherschächten, die RRB und Mulden-Rigolen modellieren, Haltungen, die sowohl die geplanten Kanäle, als auch die Oberflächenentwässerung der Flächen modellieren, und Versickerungsmulden umgesetzt. Alle Modelländerungen sind in Anlage 2 dokumentiert. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung sind in Plan 3 dargestellt. Der Planschnitt Plan 3.4 wurde im Maßstab 1:2.500 dargestellt und zeigt das B-Plangebiet des Zentralkrankenhauses und Peripherie. Die übrigen Planschnitte sind im Maßstab 1:5.000 dargestellt. Im gesamten Gebiet, inkl. B-Plangebiet ist die Auslastung für $T = 5a$ dargestellt. Ohne HQ100 Peelwatt. Lediglich der Überstau im B-Plangebiet für das HQ100 ist im Belastungsplan dargestellt.

6.2.1 Auslastung Prognosezustand

Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse des Prognosezustandes dar. Zusätzlich ist die prozentuale Veränderung des Prognosezustandes gegenüber dem IST-Zustand dargestellt, um einen Eindruck zu geben, wie sich der insgesamt auswirkt.

Tabelle 6-3: Hydraulische Ergebnisse Prognosezustand und Differenz zu IST-Zustand
T = 5 Jahre

Auslastung				Prognose	Differenz [%]	
Haltungen		Q_{\max}/Q_{voll}	≤ 1	Anzahl	1.945	2,15
				[%]	61,03	
	1 <	Q_{\max}/Q_{voll}	≤ 2	Anzahl	959	0,21
				[%]	30,09	
		Q_{\max}/Q_{voll}	> 2	Anzahl	283	0,00
				[%]	8,88	
Schächte		H_{\max} u. GOK	$> 2,0$ m	Anzahl	656	-0,30
				[%]	20,77	
	2,0 m \geq	H_{\max} u. GOK	$> 1,0$ m	Anzahl	905	1,91
				[%]	28,66	
	Überstau	H_{\max} u. GOK	$\leq 1,0$ m	Anzahl	1.597	2,57
				[%]	50,57	
	davon Überstau			Anzahl	561	0,36
				[%]	17,76	
Überstauvolumen			[m ³]	112.490	0,43	

Die Gesamtzahl der Haltungen hat sich durch die Berücksichtigung des Regenwasserbewirtschaftungssystems im Modell um 43 erhöht. Diese Haltungen haben alle eine Auslastung kleiner 100%, was die prozentuale Zunahme in diesen Zeilen erklärt. Da die zusätzlich hinzugefügten Schächte größtenteils nah unter der GOK modelliert wurden hat sich dieser Anteil ebenfalls erhöht. Die Anzahl der Überstauschächte hat sich im Prognosezustand gegenüber dem IST-Zustand um 1 Stück erhöht. Es handelt sich um den Schacht 6439068a mit einem Überstauvolumen von 0,099 m³. Der Schacht wurde in Plan 3 gesondert beschriftet. Der Schacht 6439068a liegt ca. 300 m oberhalb des kritischen Bereichs an der Nicolaistraße und war bereits im IST-Zustand fast bis zur GOK gefüllt.

Das Gesamtüberstauvolumen hat sich um 481 m³ erhöht. Ca. 60 % des zusätzlichen Überstauvolumens treten in drei Schächten aus, die alle im Bereich der Scherrebeke liegen und bereits im IST-Zustand die drei Schächte mit dem höchsten Überstauvolumen waren.

6.2.2 Kritische Stelle im Teilnetz

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Prognosezustandes an den kritischen Stellen und die Veränderung gegenüber dem IST-Zustand dargestellt.

6.2.2.1 Aquädukt Peelwatt Plan

Die Auslastung der Haltungen hat sich nur geringfügig verändert. Bei den bereits im IST-Zustand erwähnten Haltungen 7573008 und 7573009 hat sich das Verhältnis von Q_{\max}/Q_{voll} um jeweils 0,02 % erhöht. Der Anstieg der Wasserstände liegt zwischen -1 cm und 1 cm, zumeist hat sich der Wasserstand jedoch nicht verändert. Die Belastungssituation ist somit nicht kritischer geworden

6.2.2.2 Verlauf Fa. Berding Beton

Auch für diesen Abschnitt liegt die Änderung der Wasserstände zwischen -1 cm und 1 cm. Eine Änderung der Auslastungsklassifikation tritt nicht auf. Die Änderungen des Durchflusses liegen zwischen 5 und 20 l/s, was einem Zuwachs von ca. 0,3 % entspricht.

6.2.2.3 Einlauf in die RW-Kanalisation Eckernförder Landstraße

Der Wasserstand in den betreffenden Haltungen hat sich im Prognosezustand um 0 cm - 1 cm erhöht. Eine höhere Auslastung dieses Abschnitts ist somit nicht entstanden. Die unterhalb liegenden Haltungen sind nicht ausgelastet. Der maximale Durchfluss hat sich in der Haltung PEW4 um 2,2 % erhöht, was dem höchsten Zuwachs des maximalen Durchflusses in diesem Handlungsabschnitt darstellt. Der Rückstau in die ebenfalls in die Eckernförder Landstraße zufließenden Haltungen hat sich nicht erhöht.

6.2.2.4 Handlungsverlauf unterhalb des BAUHAUS Schleswiger Straße

Die Auslastung der Haltungen hat sich leicht erhöht, jedoch kommt es weder zu Überstau, noch hat sich die Handlungsklassifikation verändert. Der Wasserstand ist im gleichen Maß wie bei den vorherigen Bereichen angestiegen.

6.2.2.5 Freifläche Fuchskuhle

Die Wasserstände in den Haltungen haben sich durch die Anpassungen im Prognosezustand nicht sichtlich erhöht. Der maximale Durchfluss ist in den Haltungen bis zu 60 l/s höher. Dies entspricht in diesen Haltungen einem marginalen Zuwachs von 0,005 %. Der daraus resultierende erhöhte Überstau aus den bereits bekannten Überstauschächten beträgt 4,35 m³, was einem Zuwachs von 0,8 % entspricht. Somit hat sich die Situation in der Freifläche der Fuchskuhle nicht deutlich verschlechtert.

6.2.2.6 Engpass Nikolaiallee

Der Wasserstand im oberen Abschnitt des Gewässers hat sich im Prognosezustand gegenüber dem IST-Zustand um 1 cm verringert. Am Zusammenfluss Mühlengraben und Flensau ist der Wasserstand identisch. Auch der maximale Durchfluss und das Gesamtdurchflussvolumen sind identisch.

6.2.2.7 Bachlauf auf dem Gelände der Fa. Mitsubishi HiTec Paper Europe GmbH

Wie an den kritischen Stellen zuvor ist ein Effekt durch die Maßnahmen im B-Plangebiet weder in den Wasserständen, noch in der Auslastung der Haltungen erkennbar. Die Änderungen des Durchflusses liegen zumeist unter 1 l/s.

6.3 Ergebnisse Prognosezustand mit Belastung der Peelwatt durch ein 100-jährliches Hochwasser

Um die Hochwassergefährdung des B-Plangebiets zu betrachten, wurde die Peelwatt mit einem 100-jährlichen Hochwasser beaufschlagt, welches in den Außengebieten entsteht. Der Durchfluss durch die Peelwatt wurde für das HQ100 gemäß Informationen der Unteren Wasserbehörde Flensburg mit 1,65 m³/s angesetzt. Dieser Abfluss wurde als stationärer Abfluss in die Haltungen WMG2 und WMG27 eingeleitet, die beide dem B-Plangebiet zufließen.

Zusätzlich zur Belastung durch das HQ100 wurde die Simulation, wie auch im Prognosezustand, mit dem 5-jährlichen Belastungsregen auf alle niederschlagabflussspendenden Oberflächen durchgeführt.

Die Berechnung zeigt, dass es an den Schächten WMG23 und PEW1 zu einem Überstau über 20.000 m³ kommt. Der Standort der Schächte ist Plan 3.4 zu entnehmen.

Bei diesem Ergebnis ist zu berücksichtigen, dass es sich im Modell um eine näherungsweise Betrachtung der Gewässer handelt. Das Gewässer wurde, da in HYSTEM-EXTRAN erforderlich, mit einer Kombination von Haltungen und Schächten dargestellt. Entgegen einer natürlichen Überschwemmung kann das Wasser in der Simulation nur an einem Schacht überstauen und nicht in einem ganzen Gewässerabschnitt ausufernd. Aus diesem Grund wurden im Belastungsplan Flächen eingezeichnet, die den ungefähren Bereich der ausufernden Haltungen darstellen. Im Bereich WMG23 ist aufgrund des Geländegefälles davon auszugehen, dass das Gewässer in Richtung Ökokonto-Flächen ausufernd.

Der Überstau in PEW1 wird durch eine Verengung des Gewässers aufgrund des Aquädukts sowie eines Geländetiefpunkts erzeugt. Seitens des AG ist es geplant, das Gewässer Peelwatt zu renaturieren. Die Berechnungsergebnisse mit aufgeweiteten Gewässerprofilen folgen im nächsten Kapitel. Die Berechnungen wurden durchgeführt, um sicherzustellen, dass es im B-Plangebiet nicht zu einer schadhafte Überschwemmung kommen wird.

Unterhalb des Projektgebiets hat das simulierte Hochwasserereignis ebenfalls Auswirkungen – wie in den Längsschnitten auf Plan 4 jeweils zu erkennen ist. Eine Wasserstanddifferenz gegenüber dem Prognosezustand ist ab den Haltungen in Längsschnitt 4, Plan 4.1 Richtung Unterstrom nicht mehr erkennbar.

Die Anzahl der Schächte mit Überstau hat sich lediglich um 5 Stück erhöht, jedoch kommt es an 521 der 566 Überstauschächte zu größeren Überstauvolumina, sodass sich das Gesamtüberstauvolumen im Netz um 30 % auf 146.361 m³ erhöht hat.

6.4 Ergebnisse Prognosezustand mit Belastung der Peelwatt durch ein 100-jährliches Hochwasser und mit aufgeweiteten Gewässerprofilen

Da im Zuge der Baumaßnahmen im B-Plangebiet Aufweitungen von Gewässerprofilen der Peelwatt geplant sind, wurden die entsprechenden Profile gemäß der Planung durch aufgeweitete Profile ersetzt und die Berechnung erneut durchgeführt. Die Profilaufweitung betrifft den Gewässerabschnitt, der das B-Plangebiet von Osten nach Westen durchfließt. Die Profile wurden von der Flensburger Wasserbehörde zur Verfügung gestellt und sind in Anlage 3 aufgeführt. Einen Überblick über den Wasserstand in der Peelwatt während des zusätzlichen HQ100 gibt der LS Peelwatt auf Plan 4.3. Dies ist der einzige Längsschnitt der die Berechnungsergebnisse des HQ100 mit aufgeweiteten Gewässerprofilen darstellt.

Der o.g. Überstau an PEW1 wurde durch die Aufweitung beseitigt. Jedoch bleibt der Überstau an WMG23 bestehen. Das Überstauvolumen hat sich gegenüber dem Zustand ohne aufgeweitete Gewässerprofile auf 29.497 m³ erhöht. Es ist anzunehmen, dass das aus dem Gewässerverlauf entweichende Wasser in die Ökokonto-Flächen östlich des Gewässers fließt (s.o.).

Kommentiert [IS18]: @ Hr. Rüter: Großgeschrieben?

Kommentiert [IS19]: @ Hr. Rüter: Wäre hier die Nennung des Ausgangswerts zum besseren Verständnis sinnvoll? Von... auf...

6.5 Zusammenfassung Kanalnetzrechnung

Die Berechnung des **IST-Zustands** des Kanalnetzes hat aufgezeigt, dass die hier erhaltenen Ergebnisse des Teilnetzes mit den Ergebnissen des GEP von 2016 für das Gesamtnetz vergleichbar sind. Hinzu kommt, dass die neue Berechnung dazu geführt hat, dass unplausible Elemente im bisherigen Modell aufgedeckt wurden. Diese wurden korrigiert und damit ein neuer IST-Zustand erzeugt, der als verlässliche Grundlage für den Prognosezustand dient.

Durch das geplante Entwässerungs- und Regenwasserbewirtschaftungssystem im B-Plangebiet „Zentralkrankenhaus Flensburg“, das im **Prognosezustand** berücksichtigt wurde, verändert sich die Auslastungssituation des Kanalnetzes nur geringfügig. Die Wasserstandsänderungen betragen nur wenige cm und die Auslastung hat sich in den zuvor festgelegten kritischen Bereichen nicht merklich verändert.

Die Berechnung des Prognosezustands mit dem zusätzlichen Lastfall eines **100-jährlichen Hochwassers** in der Peelwatt wurde in zwei verschiedenen Varianten durchgeführt. Die erste Variante mit den aktuellen Gewässerquerschnitten der Peelwatt deutet auf Ausuferungen der Peelwatt im B-Plangebiet hin. Die Ausuferung betreffen etwa zur Hälfte die Ökokonto-Flächen einerseits und auch die Bereiche SO2 und SO3 andererseits. Die Berechnung der zweiten Variante mit den geplanten, renaturierten und aufgeweiteten Peelwatt-Querschnitten ergab, dass die Bereiche SO2 und SO3 nicht mehr von einer Ausuferung betroffen sind. Jedoch hat sich das Überstauvolumen in Richtung Ökokonto-Flächen deutlich erhöht.

7 Literaturverzeichnis

- DIN (2008): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Deutsche Fassung, DIN EN 1986, Deutsches Institut für Normung
- DIN (2016): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056, DIN EN 1986, Deutsches Institut für Normung
- DWA (2006): Bemessung von Regenrückhalteräumen, Arbeitsblatt DWA-A 117, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 04/2006
- DWA (2013): Bemessung von Regenrückhalteräumen, Arbeitsblatt DWA-A 117, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 12/2013
- DWA (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef
- DWA (2024): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung Bau, Betrieb, Arbeitsblatt DWA-A 138-1, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef 10/2024
- DWA (2020): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, Arbeitsblatt DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef 12/2020
- DWA (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 8/2007
- FLL (2008): Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, Forschungsgesellschaft Landesentwicklung Landschaftsbau e.V., 2008
- FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen, Forschungsgesellschaft Landesentwicklung Landschaftsbau e.V., 2018
- ITWH (2009): KOSTRA-DWD 2000 Version 2.2.1, Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungsauswertungen auf Datenbasis des Deutschen Wetterdienstes DWD, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie, Hannover
- ITWH (2016): Abschlussbericht „Aktualisierung des Generalentwässerungsplans der Stadt Flensburg“ 19.10.2015; überarbeitet 04.2016
- LfU (2023): Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein Teil 1: Mengenbewirtschaftung A-RW1, Landesamt für Umwelt, Schleswig-Holstein, Stand: 09.02.2023

Kommentiert [IS20]: @ Hr. Rüter: Hier fehlt eine Ziffer in der Monatsbezeichnung. Können Sie diese bitte noch ergänzen.

Kommentiert [JR21R20]: Dies ist die genaue Bezeichnung des Berichtes. Der genaue Tag wurde nicht angegeben

- LSBG (2023): Schilflamellensedimentationsanlage Vorhorngraben, Monitoring Retentionsbodenfilter, Landesbetriebe Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg
- MKULNV (2015): Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, aktualisierte 2. Auflage, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- FGSV (2021): Richtlinie für die Entwässerung von Straßen (REwS), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2021
- SH (2025): Website Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser, Schleswig-Holstein, Verfügbar unter: <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/A/abwasser/regenwasserbeseitigung.html>, letzter Zugriff: 09.10.2025
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts – Wasserhaushaltsgesetz vom 31.7.2009, zuletzt geändert am 22.12.2023