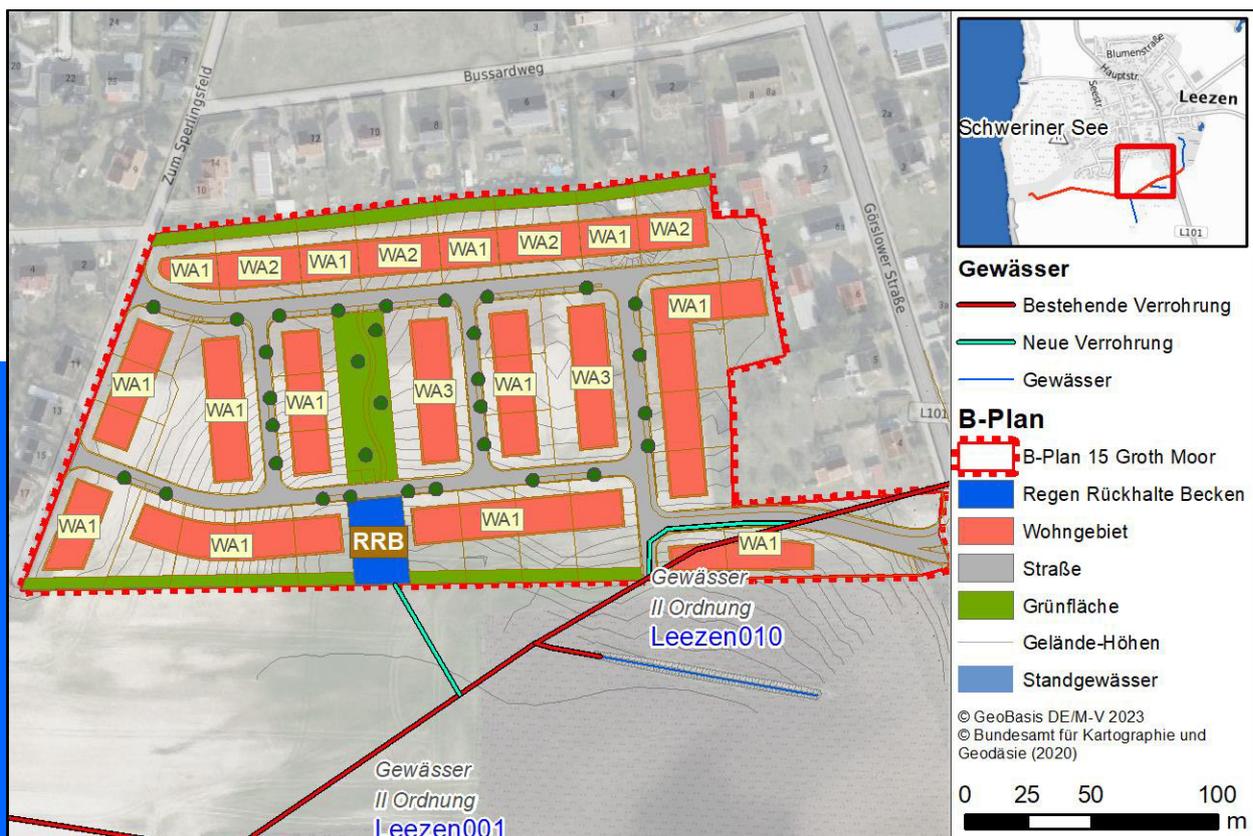




Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Im Auftrag des Ingenieurbüro Möller | 2023

Bericht zu DWA-A/M 102 "Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer"



Titelbild: Bereich des B-Planes Nr. 15 „Groth Moor“



biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Kontakt:
Nebelring 15
D-18246 Bützow
Tel.: 038461/9167-0
Fax: 038461/9167-55

Internet:
www.institut-biota.de
postmaster@institut-biota.de
Handelsregister:
Amtsgericht Rostock | HRB 5562

Geschäftsführung:
Dr. Dr. Dietmar Mehl (Vorsitz)
Dr. Tim G. Hoffmann
M. Sc. Conny Mehl

AUFTRAGNEHMER & BEARBEITUNG:

Dr. rer. nat. Franziska Bitschofsky
M. Sc. Alexander Kost
M. Sc. Jonas Fischer

biota – Institut für ökologische Forschung
und Planung GmbH

Nebelring 15
18246 Bützow
Telefon: 038461/9167-0
Telefax: 038461/9167-50
E-Mail: postmaster@institut-biota.de
Internet: www.institut-biota.de

AUFTRAGGEBER:

Christian Lange
(Ansprechpartner)

Ingenieurbüro Möller

Langer Steinschlag 7
23936 Grevesmühlen
Telefon: 03881/750-0
Telefax: 03881/750-150
E-Mail: info@ingbuero-moeller.de
Internet: www.ingbuero-moeller.com

Vertragliche Grundlage: Vertrag vom 28.06.2023

Bützow, den 05.12.2023



Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann

Geschäftsführung

INHALT

1	Veranlassung	5
2	Grundlagen Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen	6
3	Emissionsbetrachtung gemäß DWA-A 102-2.....	10
3.1	Flächenermittlung und Niederschlagsberechnung über Flächen	10
3.2	Flächenkategorisierung und Behandlungserfordernis.....	11
3.3	Behandlung von Niederschlagwasser in RRB	12
4	Immissionsbetrachtung gemäß DWA-M 102-3.....	13
4.1	Nachweisraum und Nachweisorte	13
4.2	Relevanzprüfung	14
4.2.1	Größe des oberirdischen Einzugsgebietes.....	14
4.2.2	Einleitungsfrei zu haltende Gewässer und Gewässerabschnitte	14
4.2.3	Hydraulische Belastung	14
4.2.4	Stoffliche Belastung	15
4.3	Vereinfachter rechnerischer hydraulischer Nachweis	15
4.3.1	Modellierung von potenziell-natürlichen Hochwasserabflüssen.....	15
4.3.2	Prüfung zulässiger Einleitungsabfluss ($Q_{E1,zul}$)	16
4.4	Weitergehende Erläuterung zur Hochwasserüberlastung.....	17
5	Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-A 102-4	18
5.1	Wasserhaushaltsbilanz für den Referenzzustand.....	18
5.2	Wasserhaushaltsbilanz für den Bebauten (PLAN-)Zustand.....	19
5.3	Vergleich PLAN mit Referenzzustand	20
5.4	Vorgeschlagene Maßnahmen	21
6	Zusammenfassendes Fazit	22
	Quellen.....	24

1 Veranlassung

Im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 15 „Wohnbebauung Groth Moor“ ist eine städtebauliche Anbindung und bauliche Entwicklung einer bisher landwirtschaftlich genutzten Fläche an den Siedlungsraum der Gemeinde Leezen vorgesehen. Das Plangebiet befindet sich 12 km östlich der Landeshauptstadt Schwerin am südlichen Ortseingang von Leezen.

Das auf den öffentlichen Verkehrsflächen und Grundstücken anfallende Niederschlagswasser soll über eine Regenwasserkanalisation abgeleitet und in einem Regenrückhaltebecken (RRB) im südlichen Bereich des Plangebietes gesammelt werden. Die Ableitung erfolgt gedrosselt über einen Anschluss an das verrohrte Gewässer II. Ordnung (Leezen 001), welches dem berichtspflichtigen Wasserkörper „Schweriner See, davon Innensee“ zufließt.

Die Einleitung von Niederschlagswasser stellt nach § 9 Absatz 1 WHG eine Gewässerbenutzung dar und ist nach § 8 Absatz 1 WHG genehmigungspflichtig. Zur Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis ist

1. Ein wasserrechtlicher Fachbeitrag vorzulegen, in dem die Auswirkungen des Vorhabens gemäß der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hinsichtlich des Verschlechterungsverbotes sowie des Verbesserungsgebotes geprüft werden, und
2. Eine Betrachtung gemäß der DWA-Arbeits- und Merkblattreihe 102 durchzuführen, um die von dem geplanten Baugebiet ausgehenden Emissionen und Immissionen in das Gewässer zu ermitteln und zu bewerten

Der wasserrechtliche Fachbeitrag wurde im Entwurf unter Berücksichtigung der maximal zu erwartenden Einleitmenge bereits im Oktober 2023 zur Offenlegung der Planungsunterlagen zur Verfügung gestellt. Hierbei wurden die zu erwartenden Auswirkungen bezogen auf den WRRL-berichtspflichtigen Wasserkörper „Schweriner See, davon Innensee“ bewertet. Auf Grund des sehr geringen Anteils der maximalen Einleitmenge am Gesamtzustrom zum Schweriner See können messbare Auswirkungen und eine Verschlechterung des ökologischen Zustandes grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Im vorliegenden Gutachten erfolgt eine detaillierte Emissionsbetrachtung gemäß DWA-A 102-2, eine Immissionsbetrachtung gemäß DWA-M 102-3 sowie die Darstellung der Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-M 102-4. Die Bewertung der Auswirkung erfolgt bezogen auf das nicht WRRL-berichtspflichtige Gewässer II. Ordnung.

2 Grundlagen Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen

Die seit 2020 geltende **Arbeits- und Merkblattreihe DWA/M 102** (BWK-A/M 3) zielt auf den umweltgerechten Umgang mit niederschlagsbedingten Abflüssen in Siedlungsgebieten. Hierbei sind insbesondere die Zielvorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) für oberirdische Gewässer zu berücksichtigen. Demnach sind die Emissionen aus Einleitungen von Regenwetterabflüssen im Sinne der WRRL so zu begrenzen, dass

- im Gewässer Bedingungen geschaffen werden unter denen die biologischen Qualitätskomponenten die für den „guten ökologischen Zustand“ bzw. das „gute ökologischen Potenzial“ erforderlichen Werte erreichen und
- der „gute chemische Zustand“ nicht beeinträchtigt wird

Dafür können nach DWA-A 102-1 in Siedlungsgebieten Maßnahmen wie:

- Abflussvermeidung
- Regenwasserversickerung
- Verzögerte Regenwasserableitung
- Behandlung verschmutzter Abflüsse
- Regenwassernutzung

zur Niederschlagswasserbewirtschaftung genutzt werden.

Das **Arbeitsblatt DWA-A 102-2** umfasst emissionsbezogene Regelungen für Niederschlagswasser und gesammeltes Wasser soweit es den Abwasserbegriff nach WHG erfüllt. Hierbei werden die Flächen des kanalisierten Einzugsgebietes entsprechend des in Abbildung 2-1 dargestellten Schemas abgegrenzt und entsprechend ihres Verschmutzungsgrades kategorisiert. Da im Niederschlagsabfluss von versiegelten Flächen ein Großteil der Stofffracht partikulär und vor allem an der Feinfraktion gebunden eingetragen wird, ist im DWA-A 102-2 der Parameter AFS₆₃ (Abfiltrierbare Stoffe mit einem Partikeldurchmesser $\leq 63 \mu\text{m}$) als Zielgröße der Regenwasserbehandlung definiert (Tabelle 2-1).

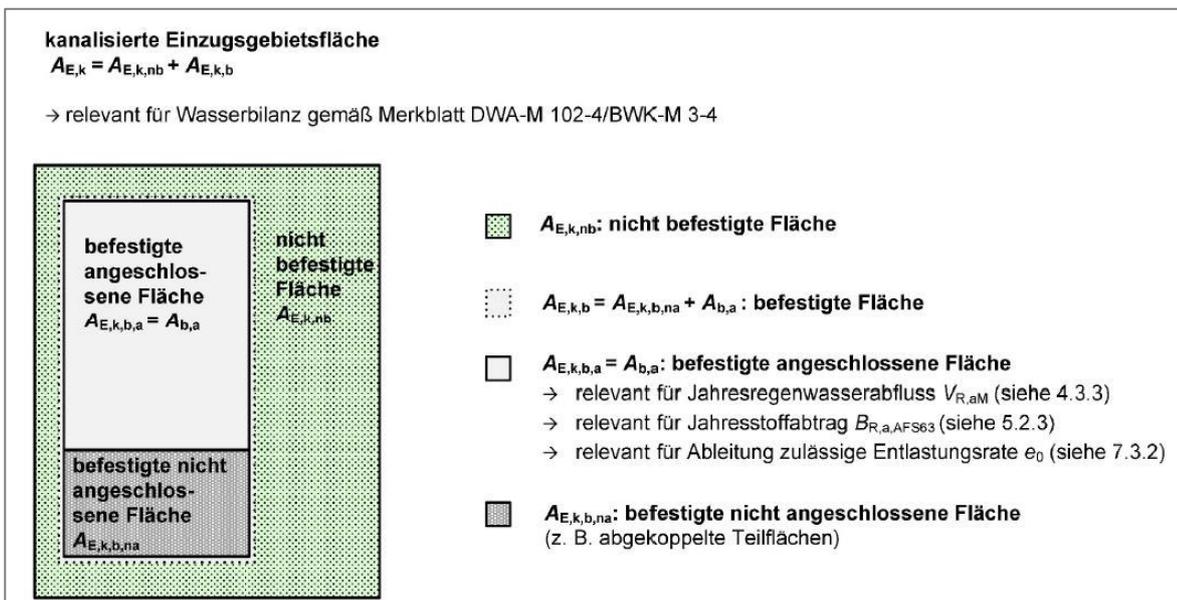


Abbildung 2-1: Schematisierung unterschiedlicher Flächenarten (DWA-A 102-2)

Tabelle 2-1: Rechenwerte zur mittleren Konzentration im Regenwasserabfluss und zum flächenspezifischen jährlichen Stoffabtrag für AFS₆₃ nach DWA-A 102

Kategorie	mittlere Konzentration $c_{R,AFS63}$ im Jahresregenwasserabfluss	Flächenspezifischer Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$
	mg l ⁻¹	kg ha ⁻¹ a ⁻¹
Kategorie I	50	280
Kategorie II	95	530
Kategorie III	136	760

Im **Merkblatt DWA-M 102-3** werden Grundsätze zur immissionsbezogenen Beurteilung von niederschlagsbedingten Siedlungsabflüssen festgelegt. Hierfür ist von folgenden Voraussetzungen auszugehen:

- Alle Einleitungen von Regenwetterabflüssen in ein Gewässer werden in gleicher Weise unter den Gesichtspunkten dieses Merkblatts betrachtet. Alle Einleitungen von Regenwetterabflüssen aus Kläranlagen werden in gleicher Weise unter den Gesichtspunkten der jeweils geltenden Güteanforderungen für Fließgewässer betrachtet.
- Besteht oberhalb der aktuell zu betrachtenden Einleitung Handlungsbedarf, so sind Maßnahmen dort zu ergreifen.
- Wurde oberhalb der zu betrachtenden Einleitung eine Sanierung durch Maßnahmen, die sich aus der Anwendung dieses Merkblatts ergeben, noch nicht durchgeführt, ist davon auszugehen, dass sie zukünftig nach den Vorgaben des Merkblatts erfolgt.
- Einleitungen von Regenwetterabflüssen sollen nicht zu ästhetischen Beeinträchtigungen des Erscheinungsbildes des Gewässers und des Uferbereichs führen.

Die Anwendung des Merkblattes stellt somit sicher, dass sich überlagernde Einflussbereiche mehrerer Einleitungen gemeinsam betrachtet werden.

Immissionsnachweise sind daher grundsätzlich unter Berücksichtigung oberhalb und unterhalb gelegener Einleitungen für den Einflussbereich der Einleitung im geschlossenen Siedlungsgebiet zu führen.

Das Nachweisverfahren erfolgt stufenweise. Werden bereits in der Relevanzprüfung alle hydrologischen und stofflichen Kriterien unterschritten, ist der Immissionsnachweis erfolgreich geführt.

Für Kriterien deren Relevanz nicht ausgeschlossen werden kann, ist ein vereinfachter rechnerischer Nachweis zu führen. Kann auch dieser nicht erfolgreich geführt werden ist ein detaillierter rechnerischer Nachweis notwendig.

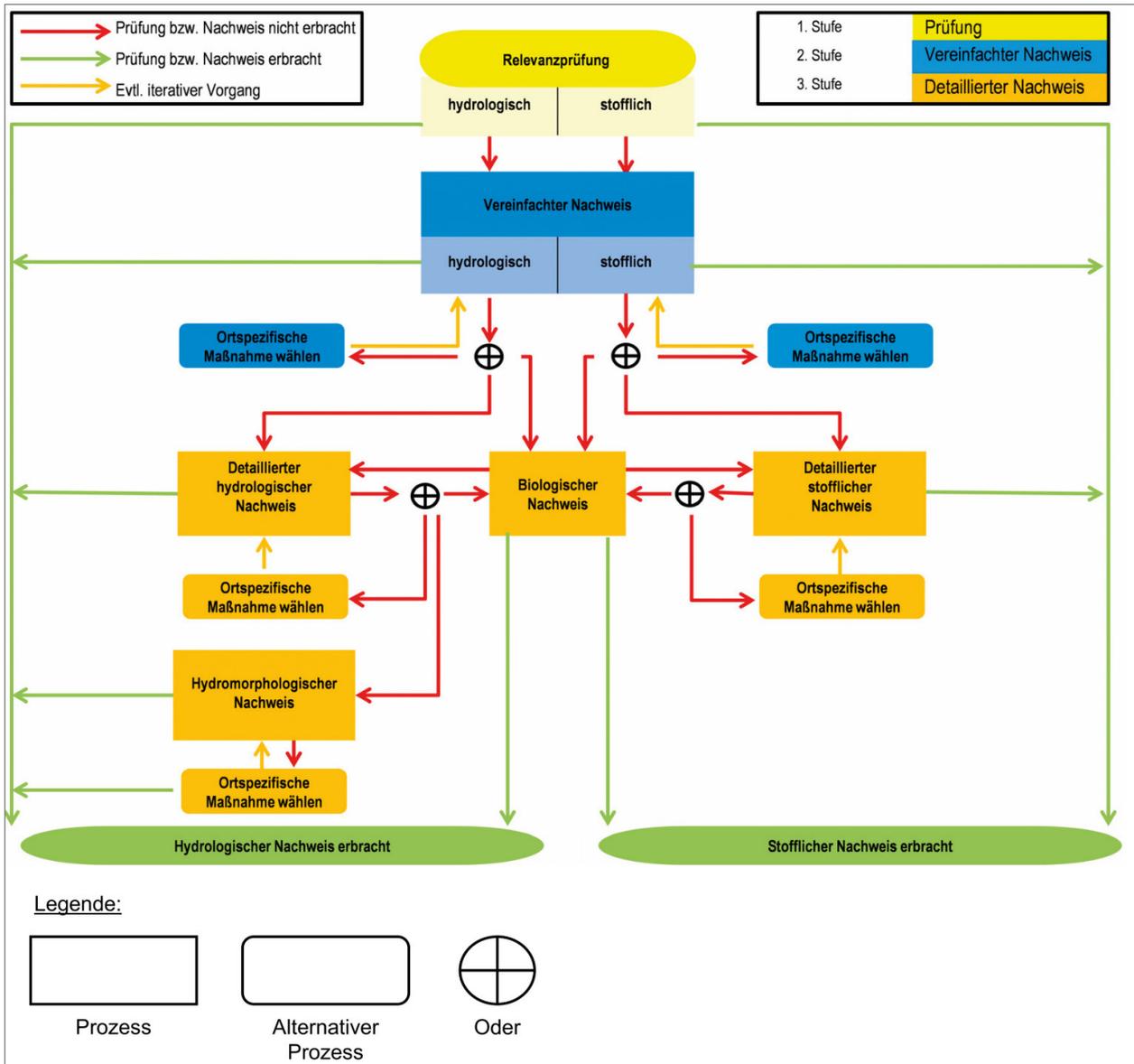


Abbildung 2-2: Verfahrens- und Ablaufschema mit Stufen der Nachweisführung, Prozessschritten und Entscheidungsverzweigung (DWA-M 102-3)

Eine zentrale Zielvorgabe der Arbeits- und Merkblattrihe 102 ist der Erhalt des lokalen Wasserhaushaltes. Die durch die Siedlungsaktivität bewirkten Veränderungen des Wasserhaushaltes sind hierbei so gering zu halten, wie es ökologisch, technisch und wirtschaftlich vertretbar ist. Das **Merkblatt DWA-M 102-4** enthält die Methodik zur quantitativen Bewertung der Bilanzgrößen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung. Auf Grund der bundesweit recht unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und dem damit verbundenen variablen Wasserhaushalt sollen sich Lösungen am Wasserhaushalt der jeweiligen Kulturlandschaft orientieren. Sowohl eine vorrangige Ableitung als auch eine überwiegende Versickerung der Niederschlagsabflüsse können basierend auf Faktoren wie Niederschlag, Verdunstung und Direktabfluss, nachteilige Folgen für den Wasserhaushalt und das hydrologische Regime haben.

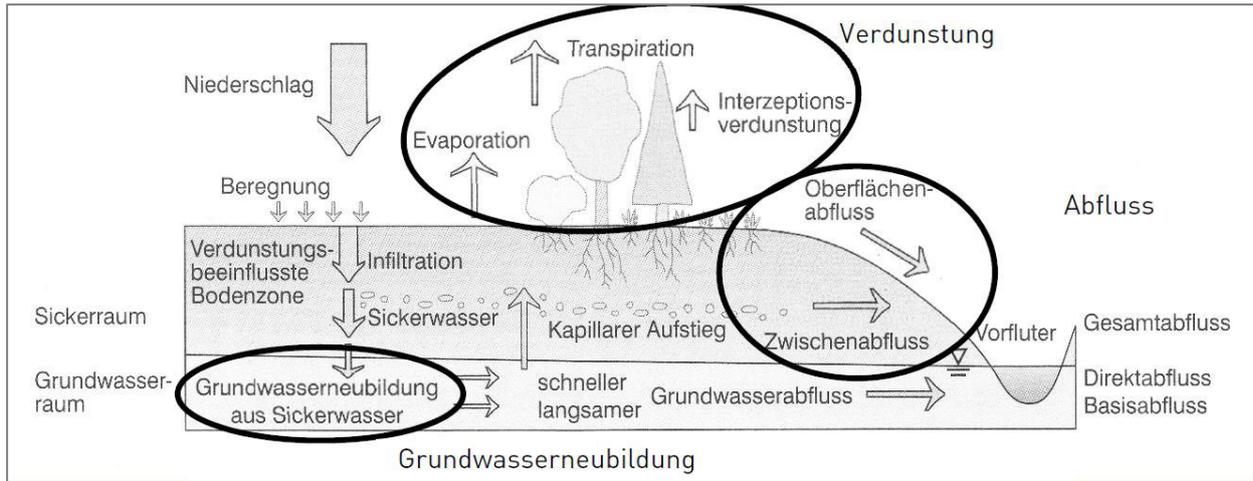


Abbildung 2-3: Prozesse des Bodenwasserhaushaltes (DWA-M 102-4, nach HAD 2003)

3 Emissionsbetrachtung gemäß DWA-A 102-2

3.1 Flächenermittlung und Niederschlagsberechnung über Flächen

Die Abgrenzung und Kategorisierung der Flächen des B-Plangebietes erfolgte durch das Ingenieurbüro Möller (IB Möller 2023a). Demnach ergibt sich eine angeschlossene befestigte Fläche ($A_{b,a}$) von 13.265 ha (Abbildung 3-1) und bei einem zweijährlichen, 15-minütigen Regenereignis ein Regenabfluss ($Q_{r,15,2}$) von insgesamt $168,5 \text{ l s}^{-1}$. Die Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgte nach dem Näherungsverfahren nach DWA-A 117 für ein 10-jährliches Bemessungsregenereignis und einen Drosselabfluss von 21 l s^{-1} . Demnach ergab sich ein erforderliches Speichervolumen von 309 m^3 (IB Möller 2023b).

Tabelle 3-1: Flächenbilanz des B-Plan Gebiets Nr. 15 „Groth Moor“, $A_{b,a}$ = befestigte angeschlossene Fläche

Flächensummen B-Plan Nr. 15 „Groth Moor“	Fläche m^2	Abflussbeiwert ψ	$A_{b,a} \text{ m}^2$
Asphaltfläche	4.636	0,9	4.172
Pflasterfläche	0.835	0,75	0.626
Baugrundstück (GRZ 0,40)	6.325	0,4	2.530
Baugrundstück (GRZ 0,25)	23.745	0,25	5.936

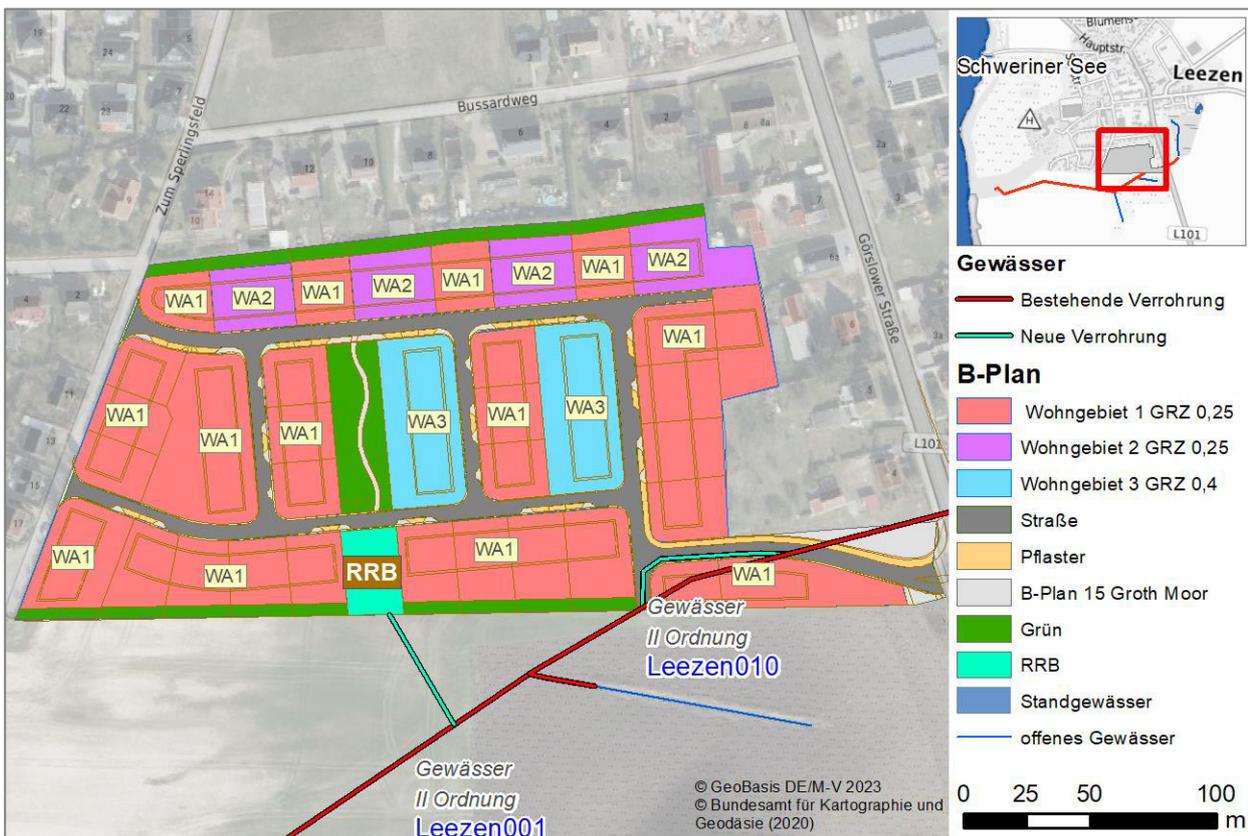


Abbildung 3-1: B-Plan Gebiet Nr. 15 „Groth Moor“ mit Flächenzuweisung, RRB = Regenrückhaltebecken

3.2 Flächenkategorisierung und Behandlungserfordernis

Die Flächen des B-Plans Nr. 15 werden als allgemeines Wohngebiet erschlossen. Der Großteil der Flächen ist nach DWA-A 102-2 der Belastungskategorie I „Gering belastetes Niederschlagswasser“ zuzuordnen (siehe Abbildung 3-2). Die Wohnstraßen werden sicherheitsorientiert als Verkehrsflächen der Flächengruppe V2 der Belastungskategorie II „Mäßig belastetes Niederschlagswasser“ zugeordnet. Dadurch erfordert die geplante Niederschlagswassereinleitung in Oberflächengewässer grundsätzlich eine geeignete technische Behandlung.

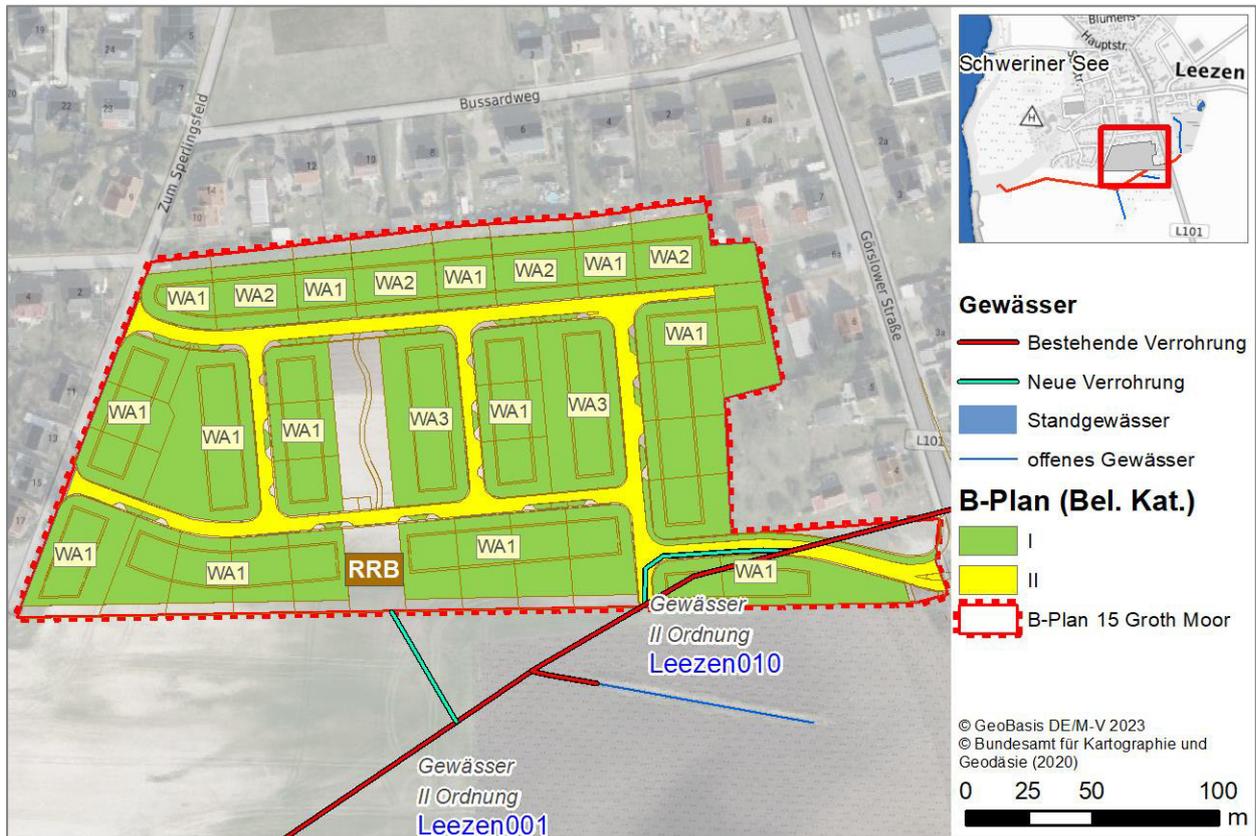


Abbildung 3-2: B-Plan Gebiet Nr. 15 „Groth Moor“ mit Flächenzuweisung nach Belastungskategorie (Bel. Kat.) I und II, RRB = Regenrückhaltebecken

Der ermittelte flächenspezifische Stoffabtrag ($b_{R,a,AFS63}$ siehe Tabelle 3-2) übersteigt den zulässigen flächenspezifischen Stoffabtrag von $280 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Somit ist eine Reinigung/Behandlung des abzuleitenden Niederschlagswassers erforderlich. Zur Erreichung des zulässigen Stoffabtrages ist für die Behandlungsanlage ein Wirkungsgrad von 22 % erforderlich. Daraus ergibt nach den in Abbildung 3-3 dargestellten Zusammenhang eine maximal zulässige Oberflächenbeschickung von 10 m h^{-1} und eine erforderliche sedimentationswirksame Fläche von mindestens $6,5 \text{ m}^2$.

Tabelle 3-2: Bewertung des Stoffabtrags der Einzelflächen $A_{b,a}$ = befestigte angeschlossene Fläche, ψ = Abflussbeiwert, A_U = versiegelte Fläche, $b_{R,a,AFS63}$ = (spezifischer/resultierender) Stoffabtrag

Fläche	$A_{b,a}$ m ²	ψ	A_U ha	Bel. Kat.	$b_{R,a,AFS63}$ kg ha ⁻¹ a ⁻¹	$B_{R,a,AFS63,I}$ kg ha ⁻¹ a ⁻¹	$b_{R,a,AFS63}$ kg ha ⁻¹ a ⁻¹
Asphaltfläche	4.636	0,9	0,42	II (V2)	530	221,1	358.64
Pflasterfläche	835	0,75	0,06	I (VW1)	280	17,5	
WA3 (GRZ 0,40)	6.325	0,4	0,25	I (VW1)	280	70,8	
WA1+WA2 (GRZ 0,25)	23.745	0,25	0,59	I (VW1)	280	166,2	
Σ	35.541		1,33			475,73	

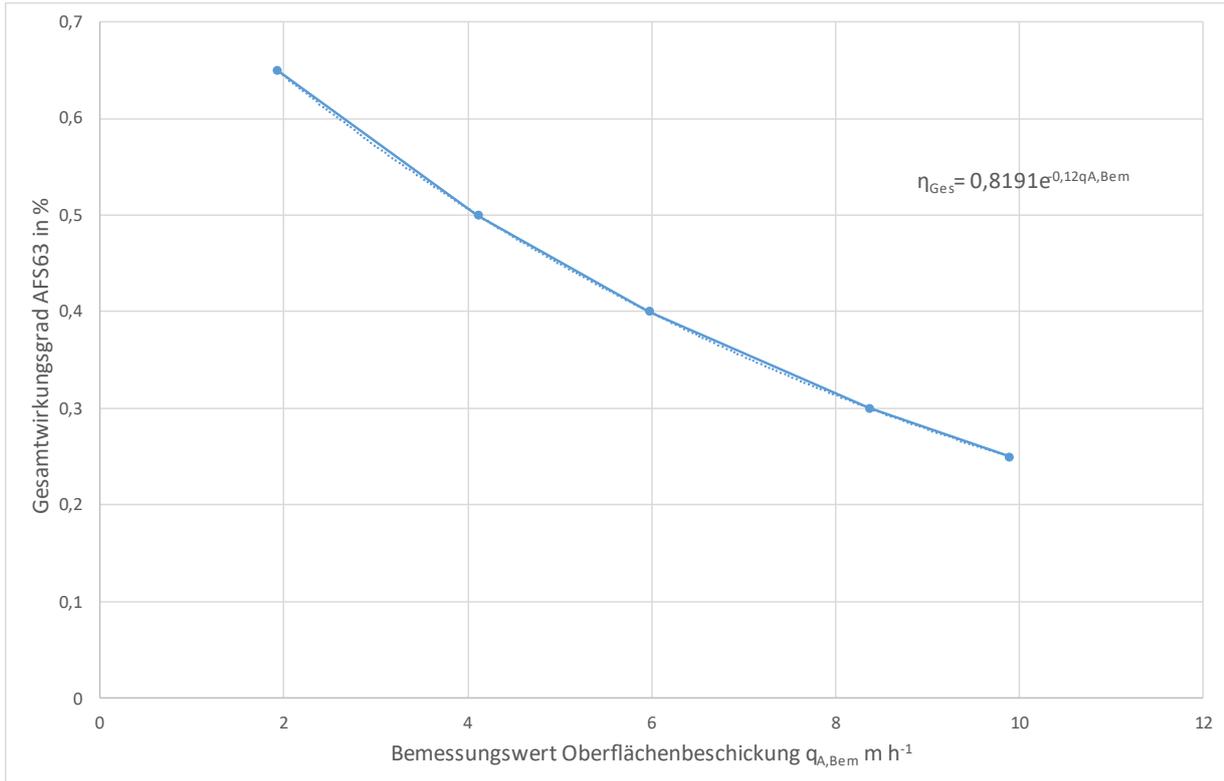


Abbildung 3-3: Bemessungswert der Oberflächenbeschickung aus Wirkungsgrad nach DWA-A 102-2

3.3 Behandlung von Niederschlagwasser in RRB

Dem geplanten RRB ist ein Sandfang DN 1500 mit 1 m Tiefe vorgeschaltet. Das Niederschlagwasser wird über eine DN 600 Leitung dem Becken zugeführt. Der Ablauf erfolgt gedrosselt über eine DN 300 Leitung in Richtung der verrohrten Vorflut. Das gegenwärtig geplante Becken sieht an der Böschungsoberkante eine Länge von 24 m und eine Breite von 16 m vor. Bei einer Einstauhöhe von 1,25 m steht ein Speichervolumen von 343 m^3 und eine sedimentationswirksame Oberfläche von ca. 274 m^2 zur Verfügung. Basierend auf einer kritischen Regenspende von 15 $\text{l s}^{-1} \text{ha}^{-1}$ wurde ein kritischer Regenwasserabfluss für die angeschlossenen Flächen von ca. 20 l s^{-1} ermittelt. Daraus ergibt sich eine Oberflächenbeschickung von 0,3 m h^{-1} , welche weit unter der erforderlichen Oberflächenbeschickung liegt. Dadurch kann ein Wirkungsgrad von 79,4 % und ein resultierender Stoffabtrag von ca. 74 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ erreicht werden.

Tabelle 3-3: Übersicht geplantes Regenrückhaltebecken (RRB) des B-Plan Gebiet Nr. 15 „Groth Moor“

Kennzeichen RRB	Abmaße
Länge	24 m
Breite	16 m
Speichervolumen	343 m^3
sedimentationswirksame Oberfläche	274 m^2
Oberflächenbeschickung	0,3 m h^{-1}
resultierender Stoffabtrag	74 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$
zulässiger Stoffabtrag (DWA-A 102-2)	280 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$

Durch die Reinigung des abzuleitenden Niederschlagwassers durch Sedimentation in einem Regenrückhaltebecken wird der zulässige Stoffabtrag unterschritten und die Anforderungen gemäß DWA-A 102-2 erfüllt.

4 Immissionsbetrachtung gemäß DWA-M 102-3

4.1 Nachweisraum und Nachweisorte

Der gemäß DWA-M 102-3 zu betrachtende Nachweisraum von 1 km oberhalb und unterhalb der Nachweisstelle umfasst das komplette Gewässer II Ordnung Leezen 001 sowie die Gewässer II Ordnung Leezen 010 und Leezen 002.

Das bestehende Graben- und Rohrleitungssystem dient zur Entwässerung der umgebenden landwirtschaftlichen Flächen. Es sind keine weiteren Niederschlagswassereinleitungen aus „geschlossenem Siedlungsgebiet“ an das Gewässer angeschlossen. Die geplante Einleitstelle ist somit der einzige Nachweisort für die Betrachtung nach DWA-M 102-3.

Die Abgrenzung des oberirdischen Einzugsgebietes für den Nachweisort erfolgte in ArcGIS (10.2, Version 10.2.0.3348) über die Nutzung des *Watershed (Spatial Analyst)* -Werkzeugs, aus der *Hydrology*-Toolbox. Die Gewählte Einleitstelle (*Pour-Point*) wurde am Ort der Zusammenführung der neu errichteten Rohrleitung aus dem RRB (DN 300) und Leezen001 (DN 400) gewählt (siehe Abbildung 4-1). Weiterhin ging in das Modell das Digitale-Gelände-Modell mit einem Meter genauer Auflösung ein (DGM1 – LAiV 2023).

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde die Einleitmenge abweichend vom gegenwärtig vorgesehenen Drosselabfluss sicherheitsbeauftragt mit 25 l s^{-1} angenommen.

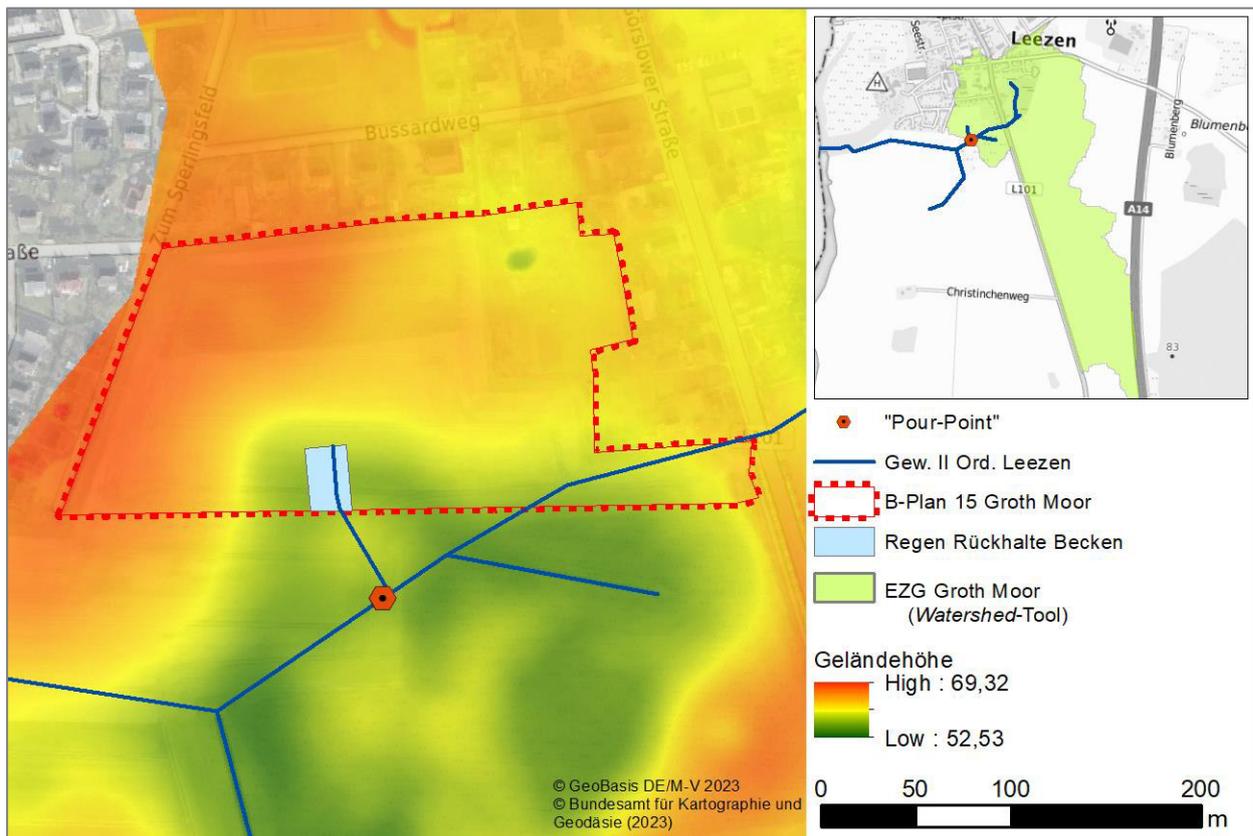


Abbildung 4-1: Geländehöhe im Bereich des B-Plan Gebiets mit berücksichtigter Einleitung (Nachweisort). Ergebnisse der Analyse ist das oberflächliche Einzugsgebiet in der Übersichtskarte rechts

Tabelle 4-1: Übersicht über die im Nachweisraum zu berücksichtigende Einleitung (Nachweisort), ¹befestigte angeschlossene Fläche ($A_{b,a}$) nach Tabelle 3-2

Beschreibung	Status	Gesamtfläche ha	befestigte Fläche ¹ ha	Menge l s ⁻¹	KOSTRA Raster
B-Plan Nr. 15 "Groth Moor"	geplant	100,5	1,33	25	164-80

4.2 Relevanzprüfung

4.2.1 Größe des oberirdischen Einzugsgebietes

Ist das Verhältnis aus der Summe der angeschlossenen befestigten Flächen $A_{b,a}$ in km² zum oberirdischen Gewässereinzugsgebiet A_{E0} in km² an einem Nachweisort kleiner als 0,01, ist für die Einleitung von Regenwetterabflüssen am Nachweisort keine Relevanz gegeben.

Tabelle 4-2: Relevanzprüfung nach Größe des oberirdischen Einzugsgebietes

Nr. in Fließrichtung	$A_{b,a}$ km ²	A_{E0} km ²	$\Sigma A_{b,a} / A_{E0}$	Prüfung
1	0,013	1,01	0,013	Relevanz

Der Faktor aus angeschlossener befestigter Fläche und oberirdischem Einzugsgebiet am Nachweisort überschreitet den Prüfwert von 0,01 leicht. Die geplante Einleitung ist demnach auf Grund ihrer Einzugsgebietsgröße als relevant zu bewerten.

4.2.2 Einleitungsfrei zu haltende Gewässer und Gewässerabschnitte

Gemäß DWA-M 102-3 Nummer 5.11 sind folgende Gewässer und Gewässerabschnitte grundsätzlich von einer Einleitung freizuhalten:

- Quellen und Quellrinnsale
- Temporärgewässer/-abschnitte
- Naturnahe Gewässer/-abschnitte
- Organische Gewässer/-abschnitte
- Stehende Gewässer

Der für die Einleitung vorgesehene Gewässerabschnitt ist keiner dieser Kategorien zuzuordnen und daher nicht grundsätzlich von Einleitungen freizuhalten.

4.2.3 Hydraulische Belastung

Unterschreitet der kumulierte Einleitungsabfluss Q_{E1} am Nachweisort den mittleren Niedrigabfluss MNQ im Gewässer gilt die hydraulische Belastung eines Gewässers an einem Nachweisort als nicht relevant. Hierzu wurde der MNQ des Gewässers auf Basis der Abflussregionalisierung (BIOTA 2012) ermittelt. Hier wurde der der Niedrigwasserkennwert als MQ_{Aug90} dargestellt. Der MQ_{Aug90} ist der mittlere Durchfluss des Monats August der Zeitreihe 1991–2010 mit einer 90 %-igen Überschreitungswahrscheinlichkeit. Schon bei BIOTA (2003) wurde bestätigt, dass zwischen dem mittleren Niedrigwasserdurchfluss MNQ (Jahreswert) und dem MQ_{Aug90} ein sehr enger statistischer Zusammenhang besteht, der auch für die richtige Wahl des Monats August als „klassischer“ Niedrigwassermonat spricht. Der MQ_{Aug90} liegt dabei landesweit leicht unter dem MNQ (ca. bei 80 % des MNQ) (BIOTA 2003).

Die aus der Abflussregionalisierung abgeleitete Abflussspende für den MQ_{Aug90} beträgt $3,46 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Daraus ergibt sich für den MNQ eine Abflussspende von $4,32 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Bezogen auf das oberflächliche Einzugsgebiet (vgl. Tabelle 4-2) ergibt sich ein MNQ von $4,34 \text{ l s}^{-1}$ am Nachweisort.

Tabelle 4-3: Relevanzprüfung nach hydraulischer Belastung

Nr. in Fließrichtung	Q_{max} l s^{-1}	Q_{E1} l s^{-1}	MNQ l s^{-1}	Prüfung
1	25	25	4,34	Relevanz

Der Einleitungsabfluss überschreitet den mittleren Niedrigwasserabfluss im Gewässer. Die hydraulische Belastung ist demnach relevant.

4.2.4 Stoffliche Belastung

Anhand der in Nummer 6.5.5 des DWA-M 102-3 dargestellten Kriterien kann eine Relevanz der stofflichen Belastung ausgeschlossen werden.

Der Einleitung ist eine Behandlungsanlage nach DWA-A 102-2 vorgeschaltet. Eine Feststoffbelastung kann daher ausgeschlossen werden.

Für das Gewässer liegen zur Bewertung der Vorbelastung keine Überwachungsdaten vor. Da es sich im Wesentlichen aber um ein Entwässerungssystem landwirtschaftlicher Nutzflächen handelt, kann von einer Nährstoffbelastung ausgegangen werden. Daraus ergäbe sich eine Prüfrelevanz für die stoffliche Belastung. Siedlungsabflüsse sind jedoch üblicherweise in geringerem Ausmaß mit Nährstoffen belastet als Abflüsse von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Zudem treten diese zumeist in partikulärer Form (z. B. Laub von Straßenbäumen) auf. Durch Absetz- und Sedimentationsanlagen können diese effektiv zurückgehalten werden. Darüber hinaus ist das geplante RRB mit einer Entleerungszeit von ca. 4,3 h als Becken ohne Dauerstau ausgelegt. Eine Rücklösung von Nährstoffen aus bereits abgelagerten Sedimenten kann dadurch verhindert werden. Weiterhin ist angesichts der kleinen befestigten Einzugsgebietsflächen im Verhältnis zum überwiegend landwirtschaftlich geprägten oberirdischen Einzugsgebiet durch die Einleitung von Niederschlagswasser nicht mit einem signifikanten Einfluss auf die Nährstoffkonzentration zu rechnen.

Für den stromabwärts der Einleitstelle gelegenen Schweriner See kann auf Grund des geringen Anteils der Einleitung am Gesamtzustrom ein messbarer Einfluss auf die Nährstoffkonzentration ausgeschlossen werden.

Auf einen vereinfachten rechnerischen Nachweis zur Einhaltung der gewässertypspezifischen Prüfwerte für die stoffliche Belastung wird daher im weiteren Verfahren verzichtet.

4.3 Vereinfachter rechnerischer hydraulischer Nachweis

Im Ergebnis der vorangegangenen Relevanzprüfungen ergibt sich, dass eine kritische hydraulische Gewässerbelastungen durch die Einleitung von Niederschlagswasser nicht auszuschließen sind. Es ist daher in einem vereinfachten rechnerischen hydraulischen Nachweis aufzuzeigen, dass die geplanten Einleitungen am Nachweisort den zulässigen Einleitungsabfluss ($Q_{E1,zul}$) nicht überschreiten.

4.3.1 Modellierung von potenziell-natürlichen Hochwasserabflüssen

Für die Ermittlung des zulässigen Einleitungsabflusses ($Q_{E1,zul}$) ist der potentiell natürliche Hochwasserabfluss $Hq_{n,pnat}$ für ein ein- und zweijährliches Hochwasserereignis zu ermitteln.

Dies erfolgte mit Hilfe der *Hydrologic-Modeling-System* Software des *Hydrologic Engineering Center* des *US Army Corps of Engineers* (HEC-HMS Version 4.3). Das Programm wird fortlaufend entwickelt und über

das Internet weltweit kostenlos angeboten. Es ermöglicht unter anderem die Modellierung der Scheitelabflussspende einzelner Einzugsgebiete über die Erzeugung eines Niederschlags-Abfluss-Modells (N-A-Modell). Hierfür würden über eine GIS-Analyse Parameter wie

- Flächengröße,
- Versiegelungsgrad,
- mittleres Gefälle und
- Lauflänge des Vorfluters

ermittelt und den entsprechenden Teileinzugsgebieten und deren Vorflutern zugewiesen. Um die potenziell-natürlichen Verhältnisse abzubilden, wurden die Ackerflächen mit einem Versiegelungsgrad von 0 % angenommen.

Als Modellantriebsgrößen wurde der Bemessungsregen (nach KOSTRA-DWD 2020) mit Wiederkehrintervallen von 1 und 2 Jahren (Raster 164-80) verwendet. Die maximalen Abflussscheitel für jedes Wiederkehrintervall wurden bei einer kritischen Regendauer von 15 Minuten angesetzt. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tabelle 4-4 dargestellt.

4.3.2 Prüfung zulässiger Einleitungsabfluss ($Q_{E1,zul}$)

Die Ermittlung und Prüfung des zulässigen Einleitungsabflusses erfolgt nach folgender Formel:

$$Q_{E1,zul} < 1,0 * Hq_{1,pnat} * \frac{A_{b,a}}{100} + x * Hq_{1,pnat} * A_{Eo}$$

mit

- $Hq_{1,pnat}$ = potenziell naturnahe jährliche Hochwasserabflussspende in $l s^{-1} km^{-2}$
- $A_{b,a}$ = angeschlossene befestigter Fläche des geschlossenen Siedlungsgebiets im oberirdischen Einzugsgebiet des Gewässers bis zur Einleitstelle in ha
- A_{Eo} = oberirdisches Einzugsgebiet des Gewässers bis zur Einleitungsstelle in km^2
- x = Faktor für die zulässige Abflusserhöhung durch anthropogene Einflüsse
- $x = (Hq_{2,pnat}/Hq_{1,pnat}) - 1$

Tabelle 4-4: Vereinfachter rechnerischer Nachweis für den zu prüfenden Nachweisraum

Einleitstelle	A_{Eo} km^2	$A_{b,a}$ km^2	Q_{E1} $l s^{-1}$	$Hq_{1,pnat}$ $l s^{-1} km^{-2}$	$Hq_{2,pnat}$ $l s^{-1} km^{-2}$	x	$Q_{E1, zul}$ $l s^{-1}$	Nachweis $Q_{E1} < Q_{E1,zul}$
1	1,01	0,013	25	29,50	96,51	2,27	67,74	erbracht

Der geplante, maximale Einleitungsabfluss unterschreitet den zulässigen Einleitungsabfluss deutlich. Eine kritische Gewässerbelastungen durch die Einleitung ist von daher auszuschließen. Die Anforderungen gemäß DWA-M 102-3 werden erfüllt.

Da das Gewässer größtenteils verrohrt ist sind die potenziell natürlichen Hochwasserabflüsse kein geeignetes Maß für die hydraulische Belastung. Maßgebend ist die Dimensionierung der Rohrleitung und der maximale Abfluss bei Vollenfüllung.

Eine hydraulische Belastung des stromabwärts gelegenen Schweriner Sees kann ausgeschlossen werden.

4.4 Weitergehende Erläuterung zur Hochwasserüberlastung

Der erbrachte Nachweis nach DWA-M 102-3 bestätigt, dass durch die geplante Einleitung, die notwendigen Bedingungen für eine Erreichung des guten chemischen und biologischen Zustandes nach WRRL im Gewässer Leezen001 sowie im nachfolgenden Schweriner See nicht gefährdet sind.

Diese Betrachtung schließt zwar die potenziellen natürlichen Zustände ein, jedoch wird Leezen001 als fast vollständig verrohrtes Gewässer maßgeblich nicht durch die natürlichen Abflussspenden bestimmt, sondern vor allem durch die Kapazität bzw. Auslastung der vorhandenen Rohrleitungen.

Eine hydraulische Berechnung der Rohrleitungen des Wasser- und Bodenverbandes Schweriner See/ Obere Sude (BIOTA 2019) ermittelte für Leezen001 eine Hochwasserüberlastung schon bei einem Hochwasser mit zweijährigem Wiederkehrintervall (HQ2). Im Rahmen einer Kamerabefahrung wurden die tatsächlichen Nennweiten, die genaue Lage sowie prozentuale Minderungen durch Ablagerung der 14 aufeinanderfolgenden Rohrabschnitte des Gewässers ermittelt (siehe Abbildung 4-2).

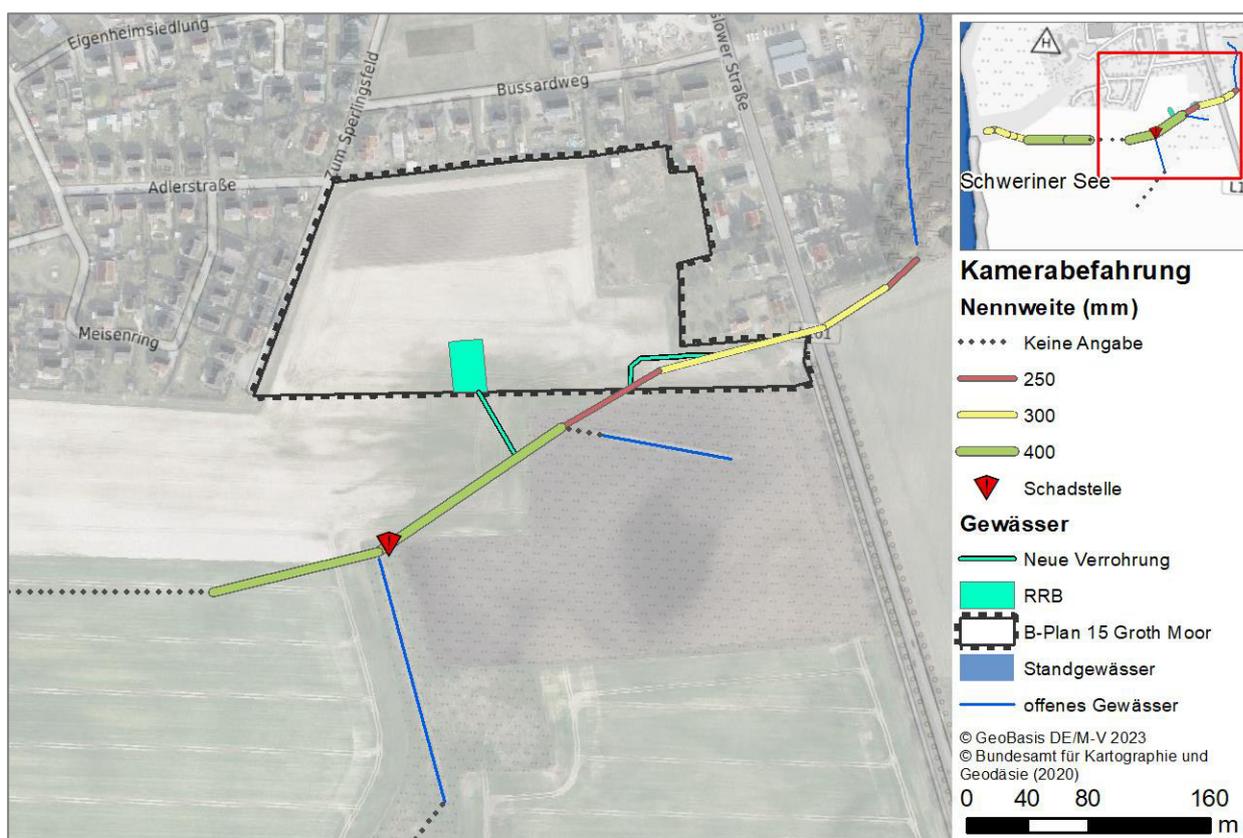


Abbildung 4-2: Auswertung von Daten der Kamerabefahrung des untersuchten Gewässers.

Die neu zu beantragende Einleitung mit einem Drosselabfluss von 25 l s^{-1} stellt aus hydraulischer Sicht keine Überlastung der hier vorhandenen Rohrleitung (DN 400) dar. Der entsprechende Rohrleitungsabschnitt wird im direkten Zulauf durch eine schmalere Rohrleitung (DN 250) begrenzt. Bei Vollfüllung fließen dem Rohrleitungsabschnitt demnach nur 67 l s^{-1} zu. In der DN 400 Leitung können bei dem ermittelten Gefälle von 0,24 dagegen 114 l s^{-1} bei Vollfüllung abgeführt werden, so dass die zusätzlichen 25 l s^{-1} jederzeit sicher abführt werden können. Die Überlastung des Systems tritt daher stromaufwärts der geplanten Einleitstelle auf. Der im Hochwasserfall auftretende Rückstau wirkt sich allerdings ausschließlich auf einen angrenzenden Teich und ein Feuchtgebiet aus, angrenzende Wohnbebauung ist nicht gefährdet.

Circa 50-100 m unterhalb der geplanten Einleitung wurde im Rahmen der Kamerabefahrung eine Schadstelle nachgewiesen, durch welche die Funktionsfähigkeit der Rohrleitung gefährdet ist. Diese soll im Zuge des Anschlusses der Niederschlagsentwässerung beseitigt werden.

5 Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-A 102-4

5.1 Wasserhaushaltsbilanz für den Referenzzustand

Zentrale Zielstellung der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 102 ist der Erhalt des lokalen Wasserhaushaltes. Durch Siedlungsaktivitäten wird in den Wasserhaushalt eingegriffen

Eine allgemeine Übersicht zur Veränderung von Wasserhaushaltsgrößen durch eine Bebauung (und damit eine Erhöhung des Versiegelungsgrades) findet sich in Abbildung 5-1.

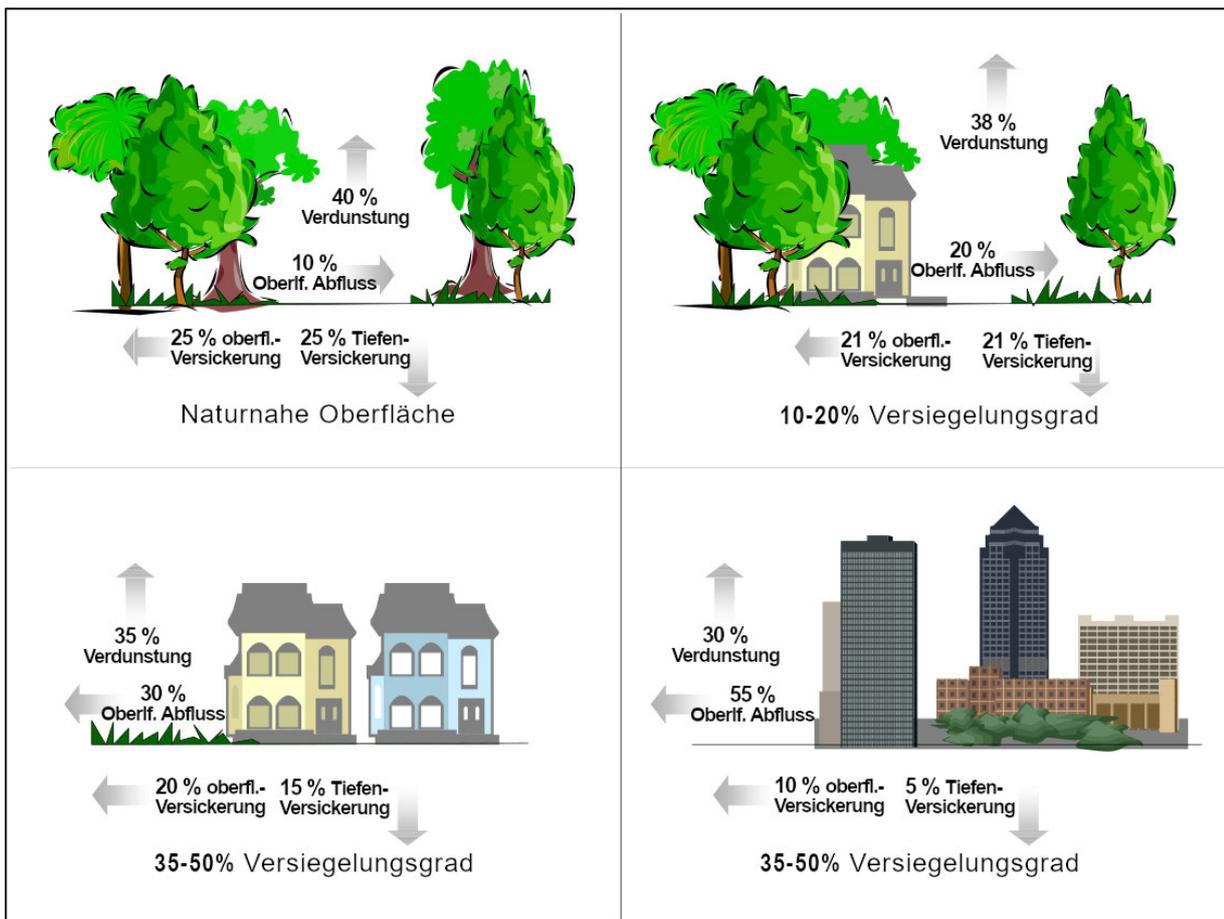


Abbildung 5-1: Schematische Darstellung von Wasserhaushaltsgrößen bei unterschiedlich starker Versiegelung (übersetzt aus EPA 2005).

Das DWA-M 102-4 fordert den Vergleich des Wasserhaushaltes (WH) zwischen Vorhaben und Referenzzustand. Die Ermittlung erfolgt unter Berücksichtigung der naturräumlichen Einheit (NRE) und der hydrogeologischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet (Bodenklasse, Grundwasserflurabstand) mit Hilfe des BAGLUVA-Verfahrens (BAGLUVA (BFG 2003, BGR 2004), MEßER 2013). Das B-Plan Gebiet liegt im Naturraum Nr. 402/28 der Landschaftseinheit „Schweriner Seengebiet“ der Großlandschaft „Westmecklenburgische Seenlandschaft“ der Landschaftszone „Höhenrücken und Mecklenburgische Seenplatte“. Für den Referenzzustand wurden drei verschiedene Szenarien berücksichtigt.

1. Kulturlandnutzung, naturnäher, überwiegend Wald
2. Kulturlandnutzung, überwiegend landwirtschaftlich geprägt
3. Gesamtbetrachtung, Mittelwert zwischen 1 und 2

In Tabelle 5-1 ist die Aufteilung der Wasserhaushaltskomponenten für die drei Szenarien dargestellt.

Tabelle 5-1: Aufteilungswerte der Bilanzgrößen des Wasserhaushaltes im Referenzzustand nach DWA-M 102-4

Szenario	Direktabfluss (a)	Verdunstung (v)	Grundwasserneubildung (g)
„Kulturlandnutzung, naturnäher“:	0,031	0,823	0,146
„Kulturlandnutzung, überwiegend landwirtschaftlich geprägt“	0,057	0,632	0,311
Gesamtbetrachtung	0,051	0,676	0,273

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass der Referenzzustand nicht den IST-Zustand der B-Planfläche widerspiegelt. Die Bebauung soll auf einer derzeitigen Ackerfläche erfolgen. In der NRE befindet sich jedoch auch ein größerer Anteil an Waldflächen sowie Flächen unter größerem Einfluss der Wasserfläche des Schweriner Sees, wodurch die Verdunstungskomponente deutlich begünstigt wird. Zudem zeigt ein Baugrundgutachten, dass abweichend von den großräumigen Bodenklassen (70 % Sand, 30 % Lehm) im B-Plan-Gebiet überwiegend bindige nicht durchlässige Böden vorliegen und somit eine Versickerung nicht möglich ist (STUTZ & WINTER 2023).

5.2 Wasserhaushaltsbilanz für den Bebauten (PLAN-)Zustand

Die Ermittlung des Planzustandes erfolgte mit den Berechnungsformeln des DWA-M 102-4, unter Berücksichtigung folgender Eingangsdaten:

1. Flächenaufteilung gemäß Tabelle 3-1
2. DWD 2022 Daten: (Niederschläge korrigiert nach RICHTER (1995))
 $ID_Nieder = 2909$ (Leezen), $ID_Temp = 4625$ (Schwerin), $Klima_Key = N2909_T4625$
3. potenzielle Evapotranspiration unter Standardbedingungen nach WENDLING (1995)

Damit ergeben sich für die Flächen des B-Plans die in Tabelle 5-2 angegebenen Aufteilungswerte. Für die geplanten Grünflächen wurden hierbei die Aufteilungswerte der Gesamtbetrachtung des Referenzzustandes angesetzt.

Tabelle 5-2: Aufteilungswerte der Bilanzgrößen des Wasserhaushaltes im Planzustand nach DWA-M 102-4, ¹ gemäß Tabelle A.1 DWA-102-4

Komponente	Fläche m ²	Direktabfluss (a)	Verdunstung (v)	Grundwasserneubildung (g)
Versiegelte Komponenten B-Plan	13.265	0,851	0,149	0
Garten und Grünflächen ¹	28.173	0,051	0,676	0,273
PLAN-Zustand Gesamt (flächen-gewichtet)	41.438	0,307	0,507	0,186

5.3 Vergleich PLAN mit Referenzzustand

Durch die zusätzliche Versiegelung im B-Plangebiet kommt es im PLAN-Zustand im Vergleich zum Referenzzustand zu einer deutlichen Verminderung der Grundwasserneubildung und der Verdunstung. Der Direktabfluss wird hingegen erhöht (siehe Tabelle 5-3):

Tabelle 5-3: Wasserhaushaltsbilanzkomponenten und deren Veränderung als Differenz in Prozentpunkten

Wasserhaushaltsbilanz	Direktabfluss (a)	Verdunstung (v)	Grundwasserneubildung (g)
Referenzzustand (Gesamt)	5,1 %	67,6 %	27,3 %
PLAN-Zustand	30,7 %	50,7 %	18,6 %
Bilanz Referenz zu Plan:	+ 25,6 %P	- 16,9 %P	- 8,7 %P

Dies lässt sich grafisch in einem gestapelten Balkendiagramm (siehe Abbildung 5-2) darstellen.

Die im B-Plangebiet vorherrschenden Geschiebelehm und -mergel Schichten bilden eine sehr schwach wasserdurchlässige Schicht (STUTZ & WINTER 2023). Daher kann davon ausgegangen werden, dass es, in Abweichung zum Referenzzustand, auch im gegenwärtigen Zustand zu einem stärkeren Oberflächen- oder Zwischenabfluss, von den Flächen des B-Plangebiets, in Richtung des Drainagesystems oder des Schweriner Sees kommt.

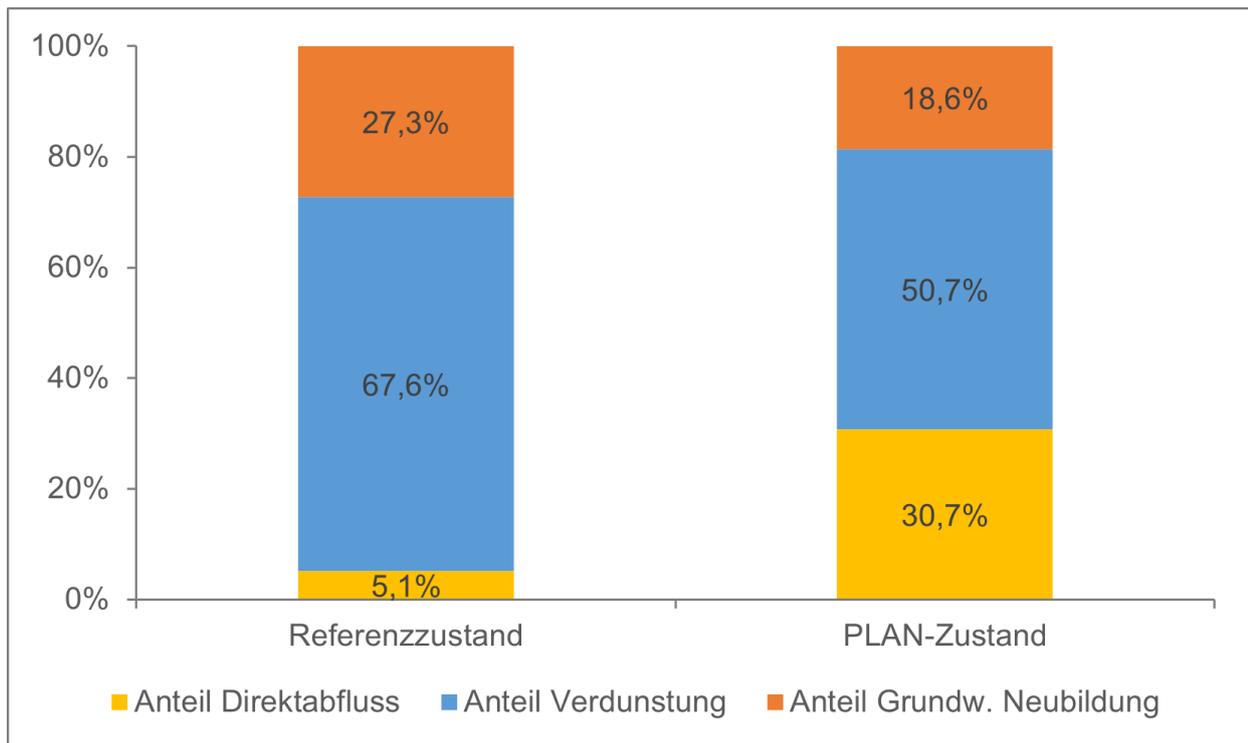


Abbildung 5-2: Gestapeltes Balkendiagramm zum Vergleich der Bilanzgrößen in PLAN und Referenzzustand

5.4 Vorgeschlagene Maßnahmen

Gemäß DWA-M 102-4 können die durch Siedlungsaktivität verursachten Abweichungen der Wasserhaushaltsbilanz gegenüber dem Referenzzustand auf 5 – 10 Prozentpunkten reduziert werden. Dazu sollen die Möglichkeiten der Niederschlagswasserbewirtschaftung (siehe Tabelle 5-4) zielgerichtet genutzt werden.

Tabelle 5-4: Vorgeschlagene Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung mit deren Eignung zur Veränderung der Wasserhaushaltskomponenten; ++ sehr gut geeignet; + gut geeignet; o wenig geeignet; – nicht geeignet; nach DWA-M 102-4

Maßnahme	Eignung zur		
	Minderung des Direktabflusses	Erhöhung der Grundwasserneubildung	Erhöhung der Verdunstung
Rückbau undurchlässiger Flächen	++	++	+
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	+	+	+
Begrünung			
– von Freiflächen	++	+	++
– von Dachflächen			
extensiv	+	–	+
intensiv	++	–	++
– von Gebäudefassaden	o	o	++
Bäume	o	o	++
Niederschlagswasserversickerung			
– oberirdisch	++	++	+
– unterirdisch	++	++	–
Regenwassernutzung			
– als Betriebswasser	++	–	–
– für Bewässerung	+	o	++
Offene Wasserfläche	o	–	+
Offene Rückhaltung ohne Dauerstau	o	–	o

Auf Grund der Nähe zum Schweriner See mit seiner großen offenen und verdunstungswirksamen Wasserfläche, sind aber Maßnahmen zur Steigerung der Verdunstung im B-Plangebiet wenig sinnvoll.

Trotz geringer Versickerungsfähigkeit des Bodens können Maßnahmen wie eine Regenwassernutzung für Bewässerung privater Grundstücke zur Erhöhung der oberflächigen Versickerung beitragen. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil des Niederschlagswasser auf den privaten Grundstücken gespeichert und genutzt wird. Dies kann aber nicht im Rahmen des B-Planes rechtlich bindend festgesetzt werden.

In Tabelle 5-5 sind beispielhaft Maßnahmen des „Schwammstadt“-Prinzips zur umweltverträglichen und nachhaltigen Bewirtschaftung von Niederschlagswasser aufgeführt, welche sich positiv auf den lokalen Wasserhaushalt auswirken können.

Tabelle 5-5: Prinzipien und konkrete Vorschläge technischer Lösungen für Gebäude sowie Verkehrsflächen zur Umsetzung des Schwammstadt Prinzips (aus BIOTA 2021)

Schwammgebäude	Schwammstraßen
Dachbegrünung	Versickerungsfähige Befestigungsarten
Materialien der Dacheindeckung und der Fassadenbeschichtung	Mulden-, Rigolen- sowie Mulden-Rigolen-Systeme
Fassadenbegrünung	
Regenwassernutzung für Bewässerung und für wassergebundene Anlagen	
Regenwassernutzung für Toilettenspülung	
Grauwassernutzung (Abwasser-Recycling)	

Auch bei Umsetzung der dargestellten Maßnahmen wird eine Annäherung des lokalen Wasserhaushalt and den Referenzzustand auf max. 5 – 10 % Abweichung nicht erreichbar sein. Ursache hierfür ist auch, dass die kleinräumigen Gegebenheiten der B-Planfläche bei der Betrachtung des Referenzzustandes auf Basis einer großräumigen NRE nicht abgebildet werden.

Die kleinräumige Versiegelung hat jedoch auf den Wasserhaushalt des benachbarten Schweriner Sees keinen signifikanten Einfluss. Eine Umsetzung umfassender dezentraler Maßnahmen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung erscheint daher vor dem Hintergrund der geringen zu erwartenden Auswirkung auf die umliegenden Gewässer nicht verhältnismäßig.

Im Rahmen der Immissionsbetrachtung gemäß DWA-M 102-3 konnte nachgewiesen werden, dass die geplante Einleitmenge den zulässigen Einleitungsabfluss nicht übersteigt. Zudem handelt es sich bei dem Gewässer um ein anthropogen beeinflusstes und von der Entwässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen geprägtes System. Das Herstellen natürlicher Abflussbedingungen würde umfassende Renaturierungsmaßnahmen erfordern.

Die Anforderungen gemäß DWA-M 102-4 können nicht erfüllt werden. Eine Abweichung von maximal 5 – 10 % der Bilanzgrößen des Referenzzustandes ist auch aufgrund lokaler, kleinräumiger Gegebenheiten nicht möglich. Trotzdem wirken sich die geringen Grundflächenzahlen sowie großen Grünflächen des B-Plan Gebietes positiv auf die Komponenten des lokalen Wasserhaushaltes aus. Weitere Maßnahmen wie eine Regenwassernutzung für Bewässerung privater Grundstücke können diese positive Wirkung noch verstärken.

Nach unserer Einschätzung sorgen die Änderungen der Bilanzkomponenten des Wasserhaushaltes nicht für Auswirkungen, welche die Zielvorgaben gemäß WRRL an den Zustand des Gewässers Leezen001 bzw. des Schweriner See gefährden.

6 Zusammenfassendes Fazit

Die Auswirkungen der geplanten Einleitung auf das ökologische Potenzial der relevanten WRRL-berichts-pflichtigen Wasserkörper hinsichtlich des Verschlechterungsverbotes und Verbesserungsgebotes wurden in einem separaten Fachbeitrag geprüft und positiv bewertet.

Die Emissionsbezogene Bewertung gemäß DWA-A 102-2 sowie die Immissionsbezogene Bewertung ge-mäß DWA-M 102-3 sind erfolgt. Die Bewertung der Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-M 102-4 wurde nicht bestanden, stellt aber aufgrund von lokalen Bedingungen eine nicht einzuhaltende Ausnahme dar.

Aus der Betrachtung der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 102 ergibt sich nach unserer Einschätzung, dass das Vorhaben die Anforderungen an eine umweltgerechte Bewirtschaftung und Behandlung von Re-genwetterabflüssen erfüllt. Es sind keine Auswirkungen zu befürchten, welche die die Erreichung von Ziel-vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) für oberirdische Gewässer gefährden.

Quellen

- BFG (2003): BAGLUVA – Wasserhaushaltsverfahren zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte der tatsächlichen Verdunstung und des Gesamtabflusses. – BfG-Bericht 1342, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 103 S.
- BGR (2004): 4.7 Mittlerer jährlicher Gesamtabfluss (GA) nach dem BAGLUVA-Verfahren. – BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Abruf über: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Netzwerke/Adhocag/Downloads/Methode_4_7.pdf, abgerufen am: 05.08.2017.
- BIOTA (2003): Entwicklung einer Karte der mittleren Durchflüsse für Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 49 S.
- BIOTA (2012): Überarbeitung und Aktualisierung der Karte der mittleren Abflüsse und mittleren Niedrigwasserabflüsse für Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 97 S.
- BIOTA (2019): Hydraulische Berechnungen der Rohrleitungen des Verbandes. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes Schweriner See/ Obere Sude, 28 S.
- BIOTA (2021): Fachbeitrag zum Wasserhaushalt, zum Hochwasserschutz und zum nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser für das Bebauungsplangebiet Nr. 13.MU.204 "Warnow-Quartier, Dierkower Damm". – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, 155 S.
- DWA-A 117: Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen – Ausgabe 03/2001, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-A 102-1: Arbeitsblatt DWA-A 102-1/BWK-A 3-1 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 1: Allgemeines – DWA-Regelwerk Ausgabe 12/2020, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-A 102-2: Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen – DWA-Regelwerk Ausgabe 12/2020, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-M 102-3: Merkblatt DWA-M 102-3/BWK-M 3-3 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 3: Immissionsbezogene Bewertung und Regelungen – DWA-Regelwerk Ausgabe 10/2021, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-M 102-4: Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers – DWA-Regelwerk Ausgabe 12/2020, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- EPA (2005): National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas – Introduction. – EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C., 44 S., Abruf über: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/urban_intro.pdf, abgerufen am: 01.11.2023.

- GeoBasis-DE/M-V (2023): Amtliche Topographische Karten verschiedener Maßstäbe, http://www.geoportal-mv.de/land-mv/GeoPortalMV_prod/de/Geowebdienste/index.jsp – letzter Abruf 24.10.2023.
- HAD (2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bonn/Berlin (BMU) (Hrsg.). 3. Aufl. 2003
- IB MÖLLER (2023a): Überprüfung und Festlegung von Maßnahmen zur Niederschlagswasserbehandlung – Unterlage 18.1.1 2023-04-06 DWA-A 102-2 – Ingenieurbüro Möller – Stand 07.11.2023.
- IB MÖLLER (2023b): Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117 – Unterlage 18.1.1 Bemessung von Rückhalteräumen nach DWA-A 117
- Kartendarstellung- Topografische Karte © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023), Datenquellen: https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_24.10.2023.pdf
- KOSTRA-DWD (2020): Deutscher Wetterdienst – Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung. Datensatz Version 2020.
- LAiV 2023: Digitales Geländemodell der Auflösung 1 m x 1 m. – Landesamt für Innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.] – bereitgestellt 30.08.2023.
- MEBER, J. (2013): Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung in Mitteleuropa. – Lippe Gesellschaft für Wassertechnik mbH, Essen, 78 S., Abruf über: http://www.gwneu.de/pdf/Verfahren_GWneu_2014.pdf, abgerufen am: 20.09.2017.
- RICHTER, D. (1995): Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers, Berichte des DWD, Nr. 194.
- STUTZ & WINTER (2023): Begründung zum Bebauungsplan Nr. 15 „Wohnbebauung Groth Moor“ der Gemeinde Leezen, Ort Leezen – Architekten & Stadtplaner Stutz & Winter–Entwurfssfassung Stand: 12.06.2023.
- WENDLING, U. (1995): Berechnung der Gras-Referenzverdunstung mit der FAO Penman-Monteith-Beziehung, Wasserwirtschaft, 85, S. 602-604.
- WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1408).
- WRRL: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Europäische Wasserrahmenrichtlinie – WRRL), Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.