



Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes „Schweriner See/Obere Sude“ | 2024

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von WRRL-Maßnahmen an der Oberen Sude (SUDE-0100, SUDE-0300, SUDE-0400)

UNTER BERÜCKSICHTIGUNG POTENZIELLER KLIMAWANDELFOLGEN (ZUKUNFTSSTUDIE)

-ENDBERICHT -



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Mecklenburg
Vorpommern
MV tut gut.



Europäische Fonds EFRE, ESF und ELER
in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020

Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen Raums
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



Förderprojekt: Diese Konzeption wurde im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2014 - 2020 unter Beteiligung der Europäischen Union und der Gemeinschaftsaufgabe des Bundes und der Länder "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" gefördert und in Zuständigkeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern umgesetzt.



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. Tim G. Hoffmann
Dr. rer. Nat. Franziska Bitschofsky
Dipl.-Landschaftsökologe Jörg Eberts
Dr. rer. nat. Susanne Böx
M. Sc. Alexander Kost
Dipl.-Ing. (FH) Daniela Krauß
Dipl.-Geogr. Christian Gottelt-Trabandt
Dr.-Ing. Majid Fereidoon
Dr. agr. Klaus Koepke
M. Sc. Julia Gehrke

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:

Mark Sierks
Geschäftsführer

Wasser- und Bodenverband „Schweriner
See/Obere Sude“

Rogahner Straße 96
19061 Schwerin
Telefon: 0385/67171385
Telefax: 0385/67171387
E-Mail: kontakt@wbv-sn.de
Internet: www.wbv-sn.de

Vertragliche Grundlage: Vertrag vom 14.09.2020/25.09.2020

Bützow, den 12. April 2024

Dr. rer. nat. Tim Hoffmann

Geschäftsführer

Inhalt

Inhalt 4

1	Veranlassung und Zielstellung	7
2	Planungsgrundlagen (AP2-10)	11
2.1	Grundlagendaten	11
2.2	Gewässerbegehung (AP2-5).....	13
2.3	Vermessung (AP8-10, AP8-13).....	13
2.4	Abstimmungstermine (AP2-9)	15
3	Örtliche Gegebenheiten /Randbedingungen (AP2-10, AP2-11).....	16
3.1	Charakteristik des Plangebietes.....	16
3.2	Geologie und Böden	18
3.3	Landnutzung	18
3.4	Anforderungen entsprechend Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL).....	20
3.4.1	Zustandsbewertung nach WRRL.....	20
3.4.1.1	Morphologie/Strukturen – Fließgewässerstrukturgütekartierung.....	22
3.4.1.2	Querbauwerke mit Einschätzung der Durchgängigkeit	22
3.4.2	Maßnahmen aus der Bewirtschaftungsplanung	25
3.5	Überprüfung der Statuszuweisung und des Umweltziels (AP7-18).....	27
3.6	Gewässertypbezogenes Leitbild	31
3.7	Schutzgebiete/Naturschutzrechtliche Anforderungen	35
3.8	Grundwasserabhängige Landökosysteme	37
3.9	Historischer Zustand und Gewässerausbau.....	39
3.10	Hydrologisch/hydraulische Vorgaben.....	40
3.11	Gewässernutzungen/Wasserrechte	43
3.12	Belange des Denkmalschutzes	45
3.13	Gewässerunterhaltung.....	48
3.14	Weitere Relevante Planungen.....	50
4	Hydrologische Modellierung (Wasserhaushalt, AP 2_14)	51
4.1	Einführung	51
4.2	Methodik.....	53
4.2.1	Methodische Vorgehensweise für die Wasserhaushaltsberechnung nach dem BAGLUVA-Verfahren.....	53
4.2.2	Methodische Vorgehensweise zur Ermittlung von Grundwasserneubildung und Direktabfluss	60

4.2.3	Dalton-Verfahren (auch aerodynamisches Verfahren oder Massentransportverfahren) zur Verdunstungsberechnung über freien Wasserflächen	62
4.3	Ergebnisse und Bilanzierungen zum langjährigen Wasserhaushalt (IST-Zustand)	65
4.3.1	Betrachtungen ausschließlich des Dümmer Sees.....	65
4.3.1.1	Oberirdisches Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude.....	65
4.3.1.2	Unterirdisches Einzugsgebiet des Dümmer Sees	71
4.3.2	Dümmer See (freie Wasserfläche)	72
5	Ermittlung des ordnungsgemäßen Wasserabflusses (AP7).....	73
5.1	Grundsätze.....	73
5.2	Abgrenzung homogen zu betrachtender Gewässerabschnitte (AP7-10).....	75
5.3	Ermittlung des hydraulischen IST-Zustands, Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bei Vollbord-Abfluss, Ausuferungsverhalten und Überschwemmungen (AP7-14.2).....	76
5.4	Errechnung der HQ_T -Entsprechung im Gewässerbett bei Vollbord-Abfluss (AP7-14.3).....	77
5.5	Einfache Wasserspiegellagenberechnung für verschiedene hydrologische Durchflusssituationen bzw. ggf. Stauhöhen (ohne Grundwassermodell) zur Ermittlung der flächenhaften Auswirkungen (Grundwasserflurabstand) in Verbindung mit Nutzungen der Landbewirtschaftung und urbaner Bereiche (AP7-14.5, AP7-14.9)	79
6	Trendanalysen und Zukunftsprognosen (AP2_14).....	83
6.1	Grundsätzliches.....	83
6.2	Temperatur und Niederschlag	84
6.3	Aktuelle Trends bei Wasserständen und Abflüssen.....	85
6.4	Aktuelle Trends der Gewässergüte.....	92
6.5	Wasserhaushaltsmodellierung unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen – Grundlagen und Methodik	95
6.5.1	Klimareport Mecklenburg-Vorpommern.....	95
6.5.2	Klimaprojektionen und die auf das Untersuchungsgebiet übertragenen Ergebnisse von Simulationsrechnungen	95
6.6	Ergebnisse und Bilanzierungen zum langjährigen Wasserhaushalt unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen	99
6.6.1	Oberirdisches Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude.....	99
6.6.2	Dümmer See (freie Wasserfläche)	101
7	Ableitung von Maßnahmen (AP2-16)	103
7.1	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit.....	103
7.1.1	Neutrassierung bzw. Neuprofilierung mit Sohlanpassung.....	104

7.1.2	Anforderungen für Fischaufstiegsanlagen bzw. fischpassierbare Bauwerke	105
7.1.2.1	Zielart und Funktionszeitraum	105
7.1.2.2	Bemessungs- und Gestaltungsanforderungen	105
7.2	Maßnahmensteckbriefe MBS	109
7.2.1	Wasserkörper SUDE-0300	109
7.2.2	Wasserkörper SUDE-0400	121
7.3	Flächenbetroffenheiten	123
7.4	Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen im Hinblick auf Resilienz gegenüber Klimawandel (AP2_18).....	123
7.5	Maßnahmen zur Gewässerunterhaltung	125
7.5.1	Grundsätzliches	125
7.5.2	Ableitung von Situationstypen	126
7.5.3	Anpassung der Gewässerunterhaltung	128
7.6	Wasserbauliche Maßnahmen zur Entwicklung resilienter Gewässer.....	136
7.7	Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Einzugsgebiet (AP2-16).....	138
7.7.1	Grundsätzliches	138
7.7.2	Methode	139
7.7.3	Modellierungsüberprüfung der aktuellen Wasserstufen	142
7.7.4	Maßnahmen	143
7.7.5	Maßnahmenwirkung	149
7.7.6	Kostenschätzung (AP 2_19)	152
7.8	Maßnahmen zur Neuausrichtung der Landwirtschaft	153
8	Zusammenfassung.....	154
	Literatur	156
	Anlagen	162

1 Veranlassung und Zielstellung

Gegenstand der konzeptionellen Maßnahme ist der Oberlauf der Sude (Wasserkörper SUDE-0100, SUDE-0300, SUDE-0400) von der Station km 60+500 bis km 84+480 mit den Nebengewässern Bach aus Perlin und Bach aus Schossin (siehe Karte 3-1 bis Karte 3-3 der Anlage A).

Ziel der zu planenden Maßnahmen ist die Erreichung des guten ökologischen Potenzials/Zustands für die drei zu betrachtenden Wasserkörper. Für den Bereich des Schossiner Beckens existiert bereits eine Machbarkeitsstudie für Maßnahmen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Diese Maßnahmen sind in die hydraulische Prüfung einzubeziehen.

Folgende mögliche Maßnahmen sollen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie geprüft werden:

- Herstellung der Durchgängigkeit
- Herstellung eines strukturreichen Gerinnes mit Wasserwechselzonen, Gewässerrandstreifen und Ufergehölzen
- Variation von Windungsgrad und Gefälle
- Einbindung vorhandener Feuchtbiotope (Altsölle)
- Prüfung weiterer Maßnahmen zum Nährstoffrückhalt
- Schaffung von Unterhaltungswegen

Die Maßnahmen dürfen dabei die hydraulische Leistungsfähigkeit (ordnungsgemäßer Wasserabfluss) des Gewässers nicht beeinträchtigen. Die Auswirkungen auf angrenzende Flächen und angeschlossene Dränagen bei Maßnahmenumsetzung sind zu ermitteln.

In Tabelle 1-1 sind die beauftragten Leistungen der Arbeitspakete (AP) 2, 7 und 8 entsprechend der Rahmenvereinbarung über die Unterstützung konzeptioneller Vorhaben im Zuge der WasserFÖRL (240-202a-Co-16) zwischen dem Landesamt für inner Verwaltung M-V (LAIv M-V) und der Arbeitsgemeinschaft Institut biota GmbH & IHU Geologie und Analytik GmbH dargestellt. In den Kapitelüberschriften wird auf die Nummer des jeweiligen Arbeitspaketes verwiesen.

Tabelle 1-1: Beauftragte Leistungen der Arbeitspakete mit laufender Nummer und Beschreibung nach Rahmenvereinbarung (240-202a-Co-16)

Lfd. Nr.	Beschreibung der Leistung nach Rahmenvereinbarung
Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von WRRL-Maßnahmen an der Oberen Sude	
AP2 – Erstellung von Machbarkeitsstudien (MBS) für Maßnahmen außerhalb der GEPP auf der Grundlage der Maßnahmenplanung WRRL 2015 - 2021	
AP2-5	Gewässerbegehung i.d.R. mit Vorhabensträger (Aufnahme eingeschränkter Grundparameter wie Landnutzung, signifikante Restriktionen, Angaben zu Dränageeinläufen, Angaben zu Bauwerken, hydrologisch/hydraulische Besonderheiten, etc.)
AP2-7	Kurze Ergebnisdokumentation der einzelnen Schritte, digital inkl. Übergabe aller erfassten und erstellten Daten aus der Projektbearbeitung (Tabellen, Makros, GIS-Daten etc.)
AP2-9	Beratungstermin beim Vorhabensträger
AP2-10	Datenzusammenstellung und Auswertung, Feststellung des Erfordernisses ergänzender Informationen
AP2-11	Ermitteln, Beschreiben und Bewerten der planungsrelevanten und gewässerökologischen Sachverhalte, ggf. unter Beteiligung von TÖB
AP2-16	Tabellarisches Erarbeiten von Vorschlägen für Maßnahmen und Kartendarstellung sowie Abstimmung mit dem Vorhabensträger
AP2-18	Erarbeiten von Hinweisen für weitere Untersuchungen (Monitoring), Folgeplanungen und Maßnahmen
AP2-19	Kostenermittlung

Lfd. Nr.	Beschreibung der Leistung nach Rahmenvereinbarung
Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von WRRL-Maßnahmen an der Oberen Sude	
AP7 - Ermittlung des ordnungsgemäßen Wasserabflusses (OWA)	
AP7-10	Abgrenzung homogen zu betrachtender Gewässerabschnitte über geeignete Parameter einheitlicher Ausprägung und vergleichbarer Kriterien (z. B. nach signifikanter Umlandnutzung, WRRL-Maßnahmenplanung, FGSK-Abschnitten unter Beachtung von ökologischen und hydromorphologischen Degradations- und Trittsteinbereichen, Gewässerprofilformen, der Umlandentwässerung durch Drainagen und Sonderformen des Schutzanspruchs wie Naturschutz, Denkmalschutz, Differenzierungen in Bebauungsbereichen etc.) – die Abschnittsbildung ist tabellarisch zu erarbeiten und schrittweise bei sukzessiver Abarbeitung der Leistungen nach den lfd. Nr. 12 bis 17 zu modifizieren bzw. zu untersetzen. Den Ausgangspunkt für die Betrachtungen bilden die Bewirtschaftungsparameter nach WRRL
AP7-14.2	Ermittlung des hydraulischen IST-Zustands anhand der Arbeitspakete 8 oder 9 und Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bei Vollbord-Abfluss im freien Profil und verschiedenen Rauheitsklassen (Verkrautungszuständen)
AP7-14.3	Errechnung der HQ_T -Entsprechung im Gewässerbett bei Vollbord-Abfluss unter Beachtung von Gewässerschwach- und -engstellen sowie Bauwerkseinflüssen, Rückstau und Gewässereinleitungen (einschl. Drainagen)
AP7-14.5	Potenzieller Grundwasserflurabstand: Ermittlung und Darstellung maßnahmenbedingter Wirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und Ermittlung des potenziellen Grundwasserflurabstands in Verbindung mit Nutzungen der Landbewirtschaftung und urbaner Bereiche
AP7-14.9	Hydraulischer Spielraum: Ermittlung des hydraulischen Spielraums für Maßnahmenumsetzungen unter Beachtung der Ergebnisse unter lfd. Nr. 10 bis 14.7 sowie der Wechselbeziehungen zwischen Fließverhalten, Schleppspannung, Ausuferungsverhalten und deren Auswirkungen auf die Biotopeigenschaften
AP7-18	Ermittlung des Status (NWB, HMWB) und des möglichen Umweltziels für betreffenden Wasserkörper (ggf. anteiligen Gewässerabschnitt). Ergebnisdokumentation gemäß lfd. Nr. 7 zuzüglich Schlussfolgerungen für allgemeingültige Sachverhalte zur Festlegung des OWA (bei Feststellung weniger strenger Umweltziele aufgrund objektiver Ermittlungsergebnisse ist nach Projektstand der Auftrag abzuschließen und abzurechnen [ggf. bereits im Zuge des Arbeitsschrittes nach lfd. Nr. 10])
AP8 - Hydraulische Berechnung inkl. oder excl. Vermessungsleistungen (separates Dokument, Anlage D)	
AP8-10	Vermessung gemäß Anlage 2.7 der Leistungsbeschreibung
AP8-10.1	Gewässer 0 – 1,5 m Breite
AP8-10.2	Gewässer 1,5 – 5 m Breite
AP8-11	Ermittlung der Rauheit im Frühsommer inkl. Kalibrierung der k_{st} -Werte mit mindestens drei Q-Messungen
AP8-12	Ermittlung weiterer Rauheiten
AP8-13	Aufmessen von Querbauwerken
AP8-13.1	ein Bauwerk groß z.B. Wehr, Straßenbrücke
AP8-13.2	ein Bauwerk mittel, z.B. Stau, Durchlass
AP8-13.3	ein Bauwerk klein, z.B. Drainage, nur Fachbaum von Bauwerken
AP8-14	Aufbau des hydraulischen Modells
AP8-15	Hydraulische Berechnung 1D instationär, mittlere Verkräutung im Frühsommer
AP8-16	Weitere hydraulische Berechnung eines anderen Verkräutungszustandes
AP8-17	Erstellung von Karten und Profilen, Erzeugen der Daten gemäß Anlage 2.8 der Leistungsbeschreibung
Nachtrag: Erweiterung zur Berücksichtigung des Klimawandels	
AP2 – Erstellung von Machbarkeitsstudien (MBS) für Maßnahmen außerhalb der GEPP auf der Grundlage der Maßnahmenplanung WRRL 2022 - 2027	
AP2-7	Kurze Ergebnisdokumentation der einzelnen Schritte, digital inkl. Übergabe aller erfassten und erstellten Daten aus der Projektbearbeitung (Tabellen, Makros, GIS-Daten etc.)

Lfd. Nr.	Beschreibung der Leistung nach Rahmenvereinbarung
Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von WRRL-Maßnahmen an der Oberen Sude	
AP2-8	Kurzcharakteristik der Ergebnisse für das Arbeitspaket (Text max. drei Seiten, Übersichtskarte, Detailkarte, Fotos) zur Veröffentlichung in einer Dokumentationsplattform nach Vorgabe des LUNG
AP2-9	Beratungstermin beim Vorhabensträger
AP2-10	Datenzusammenstellung und Auswertung, Feststellung des Erfordernisses ergänzender Informationen
AP2-11	Ermitteln, Beschreiben und Bewerten der planungsrelevanten und gewässerökologischen Sachverhalte, ggf. unter Beteiligung von TÖB
AP2-14	Hydrologische/Hydraulische Vorbemessung der Vorzugsvariante
AP2-16	Tabellarisches Erarbeiten von Vorschlägen für Maßnahmen und Kartendarstellung sowie Abstimmung mit dem Vorhabensträger
AP2-19	Kostenermittlung
AP8 – Hydraulische Berechnung inkl. oder excl. Vermessungsleistungen	
AP8-16	Weitere hydraulische Berechnung eines anderen Verkrautungszustandes

Mit der Erarbeitung und Fertigstellung des Zwischenberichtes zur vorliegenden Machbarkeitsstudie (MBS) im Frühjahr 2022 und dem fortlaufenden Abstimmungsprozess wurde deutlich, dass für eine erfolgreiche Umsetzung der geplanten Maßnahmen und zur Erreichung des Bewirtschaftungszieles vielfach die ausreichende Wasserverfügbarkeit in den Fließgewässern eine grundlegende Voraussetzung ist. Daher wurde es notwendig die Umsetzbarkeit der Maßnahmen vor dem Hintergrund der zukünftigen hydrologischen Entwicklung unter Berücksichtigung der Klimawandelfolgen neu zu bewerten und ggf. hinsichtlich der Zielstellung der Erreichung des guten ökologischen Zustandes anzupassen. Dazu wurde als Erweiterung zur vorliegenden Machbarkeitsstudie im Sinne einer Zukunftsstudie ein erweiterter Aufgabenrahmen mit folgenden Zielstellungen gesteckt:

1. Schaffung von Grundlagen für die Anpassung der Gewässerunterhaltung unter Berücksichtigung klimatisch bedingter Veränderungen
2. Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen für den Gewässerausbau zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaveränderungen
3. Optimierung des Landschaftswasserhaushaltes zur Förderung des Wasser- und Nährstoffrückhaltes (*1 und zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes durch Einmessen und Stauzielbestimmung von Kulturstauen im Einzugsgebiet und Umgebung)
4. Schaffung von Grundlagen für eine regionale, gewässer- und feuchtgebietsschonende Neuausrichtung der Landwirtschaft
5. Entwicklung eines vorsorgenden Gewässer- und Hochwasserschutzes und Förderung nachhaltiger Wassernutzung

Hierbei ist das aktuelle Maßnahmenprogramm der 3. Bewirtschaftungsplanes (BWP) zu berücksichtigen.

Parallel wurde eine Konzeptstudie zum Dümmer See, welcher im Einzugsgebiet der oberen Sude liegt, beauftragt. Hierin wird der ökologische Zustand des WRRL-berichtspflichtigen Standgewässers im Rahmen eines limnologischen Gutachtens erfasst sowie der Wasser- und Nährstoffhaushalt ermittelt. Auch hierbei werden unter besonderer Berücksichtigung potenzieller Klimawandelfolgen Prognosen für die Entwicklung des Wasser- und Stoffhaushaltes des Sees abgeleitet und Maßnahmen zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes entwickelt. Die Ergebnisse werden in einem separaten Bericht dargestellt (BIOTA 2024). Die Gewässergüte im See ist jedoch untrennbar mit dem Wasserdargebot und den Nährstoffausträgen im Einzugsgebiet der oberen Sude verknüpft. Wesentliche Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Dümmer Sees zielen daher auf die Optimierung des Landschaftswasserhaushaltes

zur Förderung des Wasser- und Nährstoffrückhaltes im Einzugsgebiet und decken sich demnach mit den obengenannten Zielen der Zukunftsstudie bzw. erweitern diese. Darüber hinaus ergeben sich aus der Berücksichtigung des Sees für die Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Sude folgende konkrete Zielstellungen:

1. Etablierung einer intelligenten Wehrsteuerung am Auslass des Dümmer Sees
2. Entwicklung eines vorsorgenden Gewässer-/und Hochwasserschutzes und Förderung nachhaltiger Wassernutzung für den Dümmer See

Auf Grund der Komplexität der Studie und verschiedener Entwicklungsstufen im Rahmen des Untersuchungs- und Abstimmungsprozesses ergeben sich für die vorliegende Studie in ihrer Gesamtheit folgende zu betrachtende Zustände:

- **IST-Zustand** – gegenwärtiger Zustand des EZG und der Fließgewässer
 - Hydrologisch (Wasserhaushalt) – auf Basis 30-Jahre-Zeitraum 1991 – 2020
 - hydraulisch - langjähriger Mittelwert auf Basis Regionalisierung 1981 – 2010, für MQ (Pegel Radelübbe), alternativ auch 2012 – 2020
- **PLAN I-Zustand** – Zustand nach Umsetzung der zum Stand des Zwischenberichtes (BIOTA 2022) erarbeiteten Maßnahmen (ohne Klimawandelfolgen/Wasserrückhalt)
- **PLAN II-Zustand** – Zustand nach Stilllegung des Schöpfwerk Welzin
- **PROGNOSE-Zustand** – hydrologischer Zustand unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen für den kurzfristigen Planungshorizont 2021 – 2025, ohne Berücksichtigung von vorgeschlagenen Maßnahmen
- **PLAN III-Zustand** – Zustand bei Umsetzung der im Rahmen der Aufgabenerweiterung (Zukunftsstudie) umgesetzten Maßnahmen zum Wasserrückhalt

*1 – Erweiterung der ursprünglichen Zielstellung unter Berücksichtigung der Konzeptstudie Dümmer See

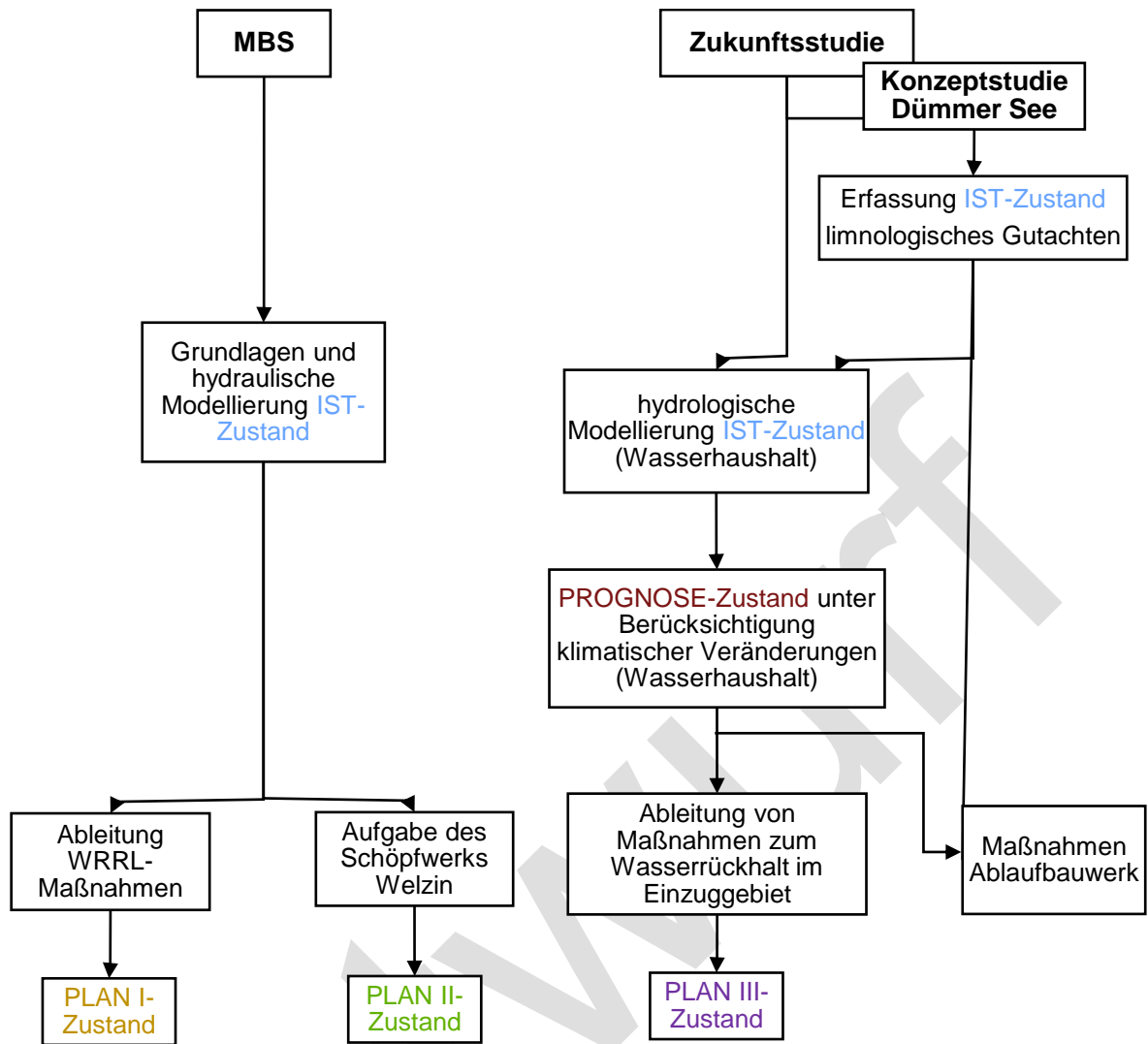


Abbildung 1-1: Verlaufsschema der verschiedenen Entwicklungsstufen im Abstimmungsprozess und daraus abgeleitete und untersuchte Zustände

2 Planungsgrundlagen (AP2-10)

2.1 Grundlegendaten

Für die Untersuchung wurden zahlreiche Daten recherchiert, überprüft und übernommen. Dabei wurde in hohem Maße auf Daten des Landes Mecklenburg-Vorpommern oder auf Daten der regionalen Verwaltungen zurückgegriffen. Die Tabelle 2-1 listet die verwendeten georeferenzierten Daten (GIS) und weiteren einbezogenen Informationen auf.

Tabelle 2-1: Relevante und verwendete GIS-Daten

Daten	Datentyp	Datenquelle
Nutzungs- und Eigentumsverhältnisse		
Landnutzung	Polygon	CORINE Landcover (CLC 2018) & ALKIS
Versiegelungen	Polygon	CORINE Landcover (CLC 2018)
Biotop und Nutzungstypen (BNTK)	Polygon	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG M-V)

Daten	Datentyp	Datenquelle
Schutzgebiete	Polygon	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG M-V)
Geschützte Biotope	Polygon	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG M-V)
Forstgrundkarte M-V	Linien/Polygon	Landesforstamt (LFoA M-V)
Gewässerdaten		
Einzugsgebiete (EZG) DLM 25W	Polygon	FIS Gewässer, LUNG M-V
Standgewässer	Polygon	FIS Gewässer, LUNG M-V
Bathymetrie	Linie	FIS Gewässer, LUNG M-V
Fließgewässer DLM 25W	Linie	FIS Gewässer, LUNG M-V
Fließgewässer-Wasserkörper	Linie	FIS Gewässer, LUNG M-V
Daten der Gewässerüberwachung		StALU WM
Fließgewässerstrukturgütekartierung	Linie	FIS Gewässer, LUNG M-V
Querbauwerke	Punkt	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG M-V)
Gewässerausbauunterlagen		WBV
Hydrologie und Grundwasser		
Regionalisierung der mittleren Abflüsse und Hochwasserscheitelabflüsse	Polygon	BIOTA
Mittlere Grundwasserisohypsen	Linie	LUNG M-V
hydrologische Pegel	Punkt	LUNG M-V
Boden- und Nährstoffinformationen		
Boden (Petrographie)	Polygon	LUNG M-V
Geologische Oberflächenkarte OK100 (Genese)	Polygon	LUNG M-V
Topographische Karten/Luftbilder		
Digitale topografische Karte (GDI-MV (TK10 bis 50))	Raster	WMS
Digitale Orthophotos (DOP20/40)	Raster	WMS
Historische Luftbilder	Raster	WMS
Historische Karten (z.B. Preußisches Urmesstischblatt)	Raster	WMS
Klima- und Wetterdaten		
Niederschlag, Temperatur, Sonnenscheindauer, Einstrahlung, Wind		Deutscher Wetterdienst (DWD)
Digitale Geländemodelle (DGM)		
DGM 1	Raster	LAiV M-V

2.2 Gewässerbegehung (AP2-5)

Als Grundlage für die Maßnahmenkonzeption wurde die Obere Sude zwischen November 2020 und Juni 2021 begangen und vermessen.

Der Zustand des Gewässers und die Bauwerke, das Gewässerumfeld sowie Besonderheiten am Gewässer wurden mittels GPS-positionierter Fotos festgehalten. Die Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten wurde vertieft und potenzielle Maßnahmenräume bestimmt. Die Ergebnisse der Begehung sind in den folgenden Kapiteln integriert.

2.3 Vermessung (AP8-10, AP8-13)

Grundlage für die Planung sind die durch die biota GmbH durchgeführten Vermessungen zwischen November 2020 und März 2021. Die Vermessung der Sude zwischen Groß Welzin und der A24 (Nähe Abfahrt Hagenow) sowie der Bach aus Perlin und Graben aus Schossin erfolgte vom Ufer aus. Dabei sind im gesamten Gewässerverlauf Querprofile, das angrenzende Gelände, Bauwerke und auch Einleitungen bzw. Dränagen und hydrologisch/hydraulische Besonderheiten und planungsrelevante Vermessungspunkte aufgenommen worden. Zusätzlich wurden im Sommer 2023 an bestehenden Kulturstauen sowie potenziellen Staustandorten Vermessungen von Gewässersohlen, Böschungen, Wasserständen und hydraulischen Zwangspunkten vorgenommen (Abbildung 2-1).

Die Vermessungen erfolgten mit den eigenen Vermessungsgeräten Leica CS20, Leica System 1200 mit Tachymeter TC-1205+ und GPS SmartRover GNSS1200 (inkl. Zubehör und Software) und SAPOS Korrekturdatendienst (hochpräziser Echtzeit-Positionierungs-Service HEPS, Lagegenauigkeit bis 1 cm, Höhengenaugigkeit bis 2 cm).

Dabei werden die folgenden Randbedingungen eingehalten:

- Anbindung an amtliche Höhen- und Lagebezugssysteme
- Einmessen aller Punkte in X, Y, Z-Koordinaten
- Ausgabe als Datentabelle mit Koordinaten und Attributen (shp, dbf, xls)
- Attributierung aller Punkte nach Punktart/gemessenem Objekt (Gelände, Oberkante, Unterkante, Standpunkt, WSP (mit Messdatum), Profilnummer, Gewässerseite, Rohrsohle etc.)
- Überwachung der Ionosphäreinflüsse bei der GPS-Vermessung zur Qualitätssicherung

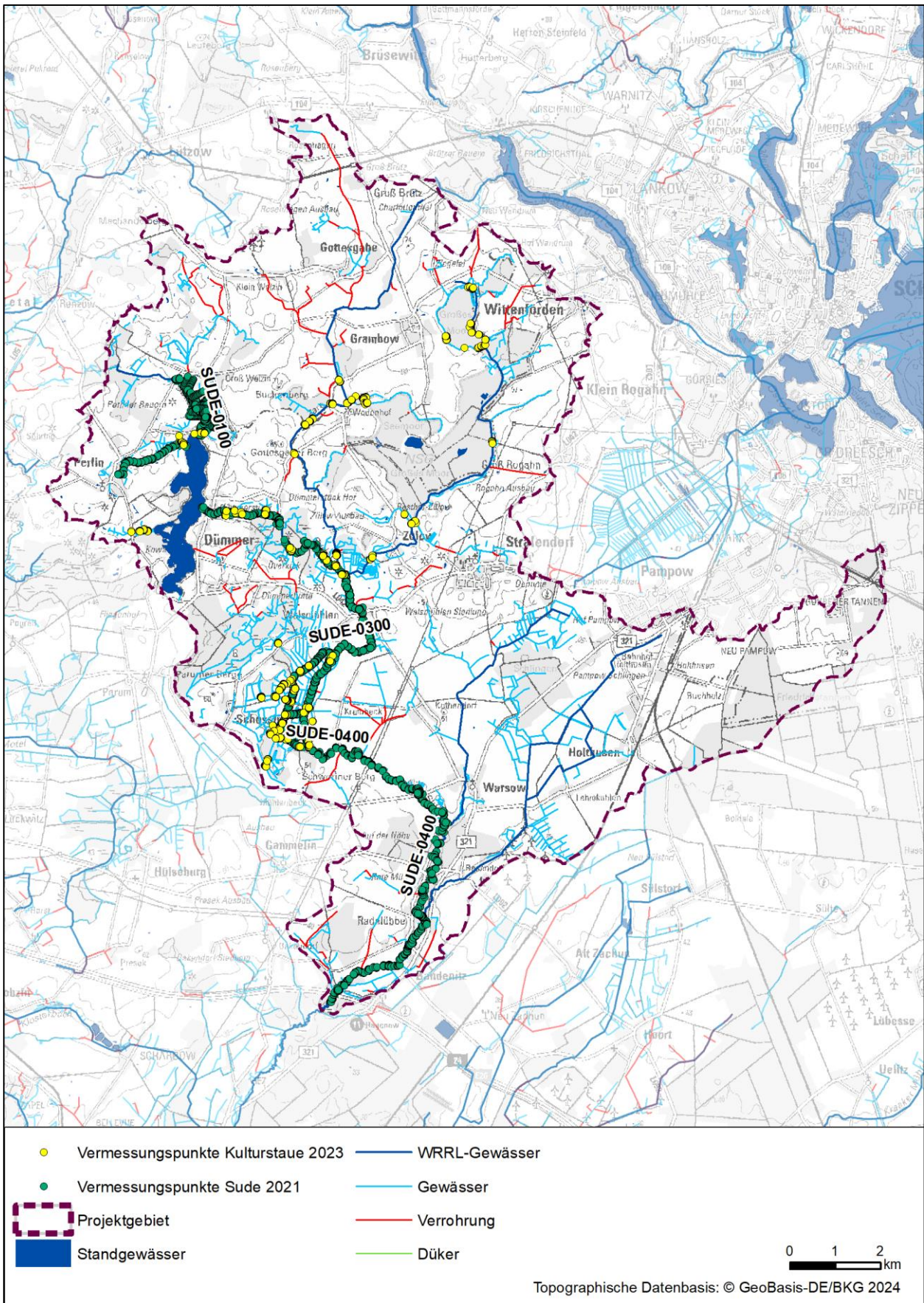


Abbildung 2-1: Vermessungspunkte im Projektgebiet

2.4 Abstimmungstermine (AP2-9)

In der nachfolgenden Tabelle 2-2 sind die Termine der Gewässerbegehung, Abstimmung und Beratung eingetragen. In mehreren Veranstaltungen wurde der Stand der Arbeiten und die jeweiligen Zwischenergebnisse sowohl dem Auftraggeber als auch dem Fördermittelgeber und weiteren Beteiligten vorgestellt. Somit wurde die gesamte Studie von einem konstruktiven Austausch aller Beteiligten begleitet und das weitere Vorgehen zielführend abgestimmt.

Tabelle 2-2: Übersicht zu Abstimmungsterminen und Wesentlichen Inhalten

Datum	Beteiligte	Inhalt
09.11.2020	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), biota (Dr. Hoffmann, Herr Eberts, Dr. Böx)	Gewässerbegehung zur Aufnahme einschränkender Grundparameter
16.09.2021	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), biota (Dr. Hoffmann, Herr Eberts, Herr Kost)	Vorstellung Hydraulisches Modell und Diskussion
28.03.2022	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), biota (Dr. Hoffmann, Herr Eberts)	Vorstellung Maßnahmenplanung und Diskussion
22.02.2023	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), biota (Dr. Hoffmann, Dr. Bitschofsky)	Vorstellung des Arbeitsstandes Konzeptstudie Dümmer See und Abstimmung der weiteren Vorgehensweise
22.08.2023	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), LM M-V (Frau Korczynski, Herr Kohlhas), StALU WM (Frau Flissakowski, Herr Stripskausky), biota (Dr. Hoffmann, Dr. Bitschofsky, Herr Kost),	Zwischenpräsentation Ergebnisse der MBS Obere Sude – Zukunftsstudie und Klimaszenarien und der Konzeptstudie Dümmer See Diskussion und Abstimmung zur weiteren Vorgehensweise
20.12.2023	WBV Schweriner See/Obere Sude (Herr Sierks), LM M-V (Herr Deepen), StALU WM (Frau Flissakowski, Herr Stripskausky, Frau Besler, Frau Walter), biota (Dr. Hoffmann, Dr. Bitschofsky),	Präsentation Ergebnisse der MBS Obere Sude – Zukunftsstudie und Klimaszenarien Diskussion und Abstimmung zur weiteren Vorgehensweise

3 Örtliche Gegebenheiten /Randbedingungen (AP2-10, AP2-11)

3.1 Charakteristik des Plangebietes

Die Sude entspringt in einem kleinen Waldgebiet westlich von Groß Welzin (ca. 2,3 km nordwestlich des Dümmer Sees) und mündet bei Boizenburg in die Elbe. In der Studie wird der Oberlauf, bis zur Autobahn A24 betrachtet. Das entspricht dem Zuständigkeitsbereich des WBV „Schweriner See/ Obere Sude“. Demnach werden drei Wasserkörper betrachtet. Des Weiteren sind der Bach aus Perlin und der Bach aus Schossin Gegenstand der Studie, wobei der Bach aus Schossin Teil des Wasserkörpers SUDE-0300 ist (Tabelle 3-1, siehe Karte 3-1 bis 3-3 der Anlage A). Insgesamt wird damit eine Gewässerlänge von ca. 28 km mit einem Einzugsgebiet von 160 km² betrachtet. Die Sude durchfließt im Untersuchungsbereich die Gemeinden Gottesgabe, Perlin, Dümmer, Schossin, Warsow und Bandenitz (Die Gemeinde Zülow ist mit sehr kleinen Abschnitten im Grenzbereich betroffen) im Landkreis Ludwigslust-Parchim.

Tabelle 3-1: Wasserkörper der Sude mit Stationierung

Wasserkörper	Station von	Station bis	Länge in m	WRRL-berichtspflichtig
SUDE-0100	83+187	84+480 (86+390)	1.293	Ja
SUDE-0300 (ohne Bach aus Schossin)	71+999	81+532	9.533	Ja
SUDE-0400	60+500 (36+797)	71+999	11.499	Ja
Bach aus Perlin	0+000	1+872/2+564	1.872	Nein
Bach aus Schos- sin (SUDE-0300)	0+000	3+328	3.328	Ja
Dümmer See				Ja

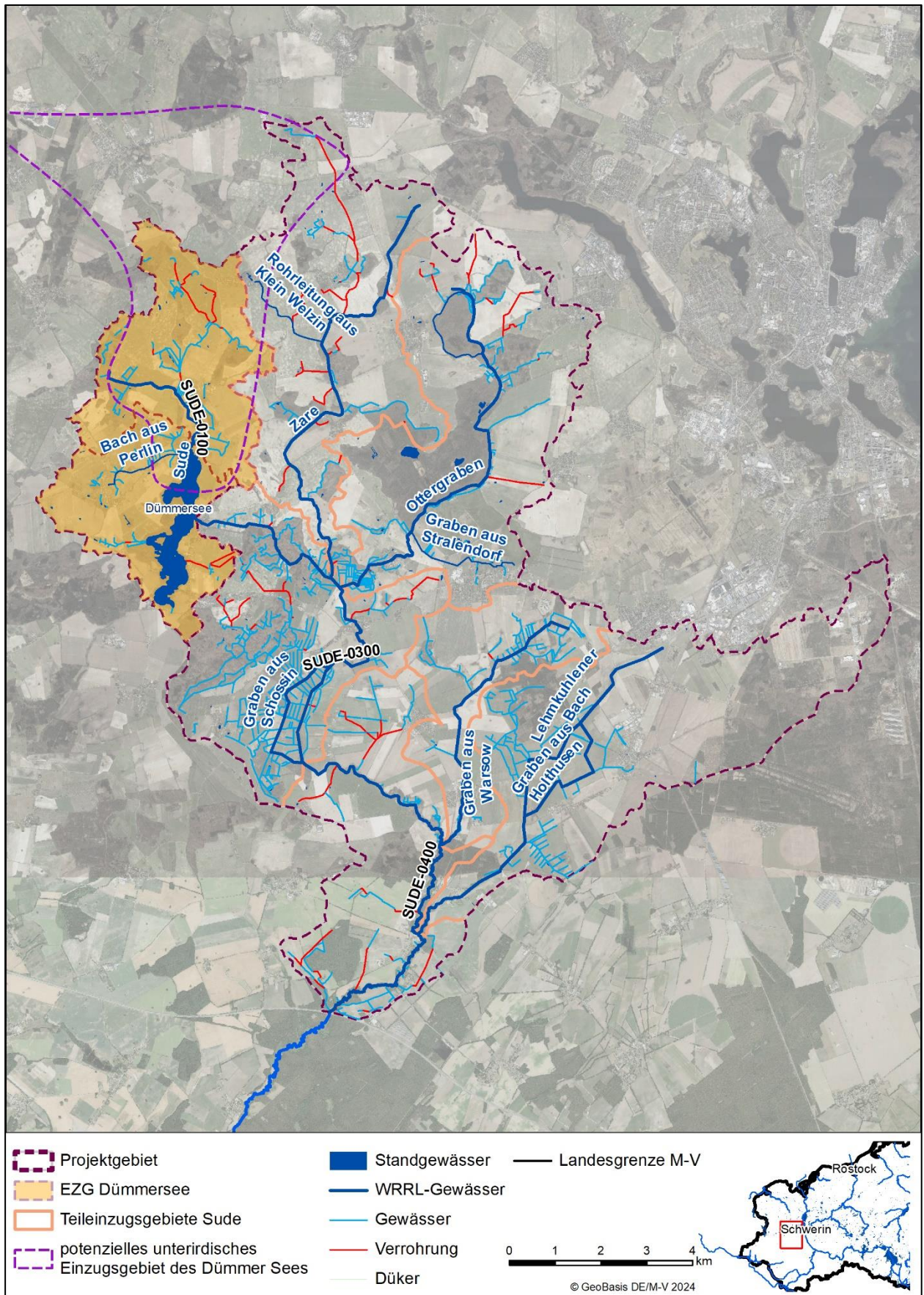


Abbildung 3-1: Untersuchungsgebiet mit Abgrenzung der oberirdischen Teileinzugsgebiete der Oberen Sude sowie des unterirdischen Einzugsgebietes des Dümmer See

3.2 Geologie und Böden

Geologisch ist das Plangebiet der Sude größtenteils auf Moorbildungen zurückzuführen. Wenige Bereiche zwischen Station 75+000 und 80+000 fließen durch Endmoränenbildungen und Sander (siehe Karte 3-4 der Anlage A).

Bei den anstehenden Böden herrschen Lehme und tiefgründige Niedermoore (vor allem Auslauf Dümmer See und Schossiner Becken) vor. Unterhalb des Schossiner Beckens finden sich Böden aus sandunterlagerte Niedermoore an, diese gehen bei Bandenitz in tiefgründige Niedermoorböden über (siehe Abbildung 3-2 und Karte 3-5 der Anlage A).

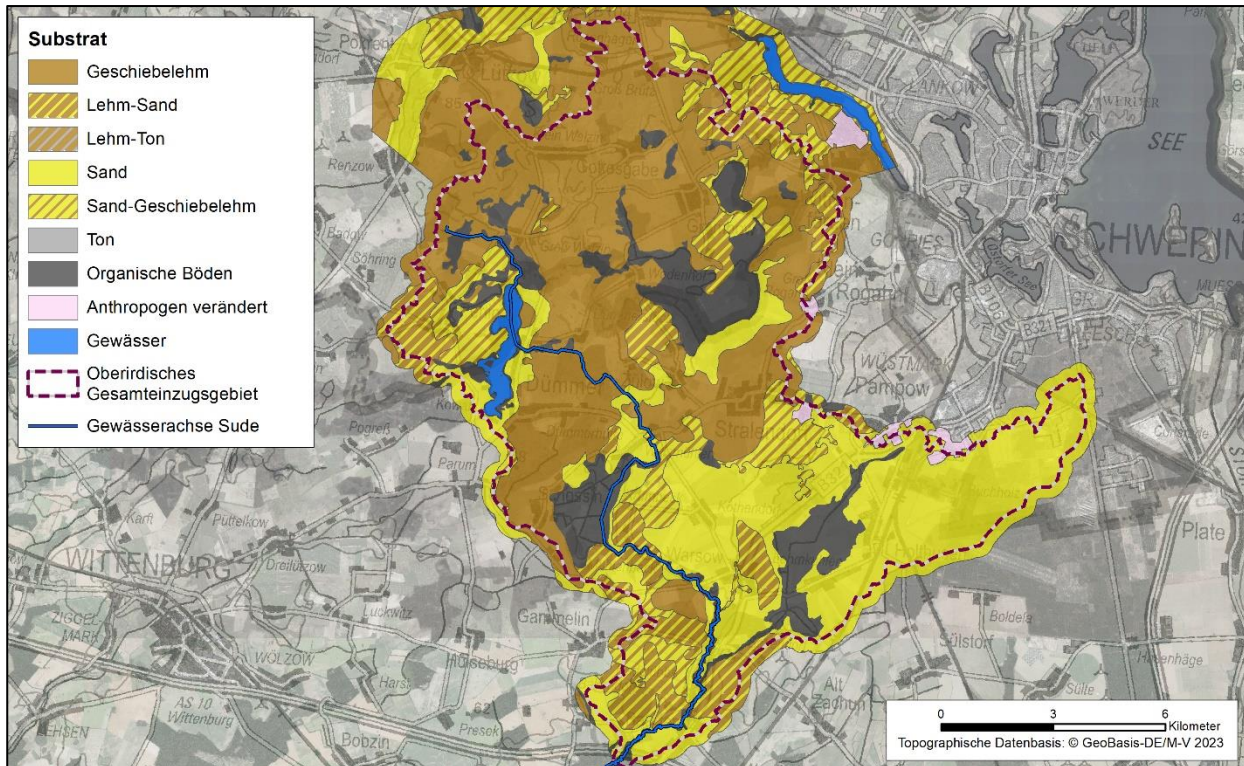


Abbildung 3-2: Substrate im Untersuchungsgebiet (Quelle: Forstliche Naturraumkarte, Maßstab 1 : 25.000, GeoBasis-DE/M-V)

3.3 Landnutzung

In Abbildung 3-3 ist die Landnutzung im Untersuchungsgebiet dargestellt. Das gesamte Einzugsgebiet wird überwiegend von landwirtschaftlicher Nutzung geprägt. Die Sude wird im Oberlauf (WK SUDE-0100) teils durch Acker-, teils durch Grünlandflächen im angrenzenden Umland gesäumt. Anfangs begleitet rechtsseitig ein Waldstück von ca. 700 m² den Uferbereich. Der Wasserkörper mündet nach ca. 3 km Lauflänge in den Dümmer See und geht mit der Ausmündung nach ca. 1,5 km zu Ende. Mit dem Austritt aus dem See durchfließt der Wasserkörper SUDE-0300 ein kurzes Stück die Ortschaft Dümmer, im Anschluss wechseln sich Grünland und Ackerflächen im Randbereich ab. Bevor die Sude durch den Ort Walsmühlen fließt, durchquert sie das Waldgebiet „Schleusenholz“ (FFH-Gebiet). Im Schossiner Becken durchfließt sie zweiseitig Grünland- und Ackerflächen. Im weiteren Verlauf und als Wasserkörper SUDE-0400 durchquert sie landwirtschaftliche Nutzflächen (Acker und Grünland) bis oberhalb Sudenmühle. Ab Sudenmühle bis zur Autobahn 24 finden sich vermehrt auch Waldbereiche im näheren Umfeld (siehe dazu auch Karte 4-23 bis Karte 4-25 der Anlage A).

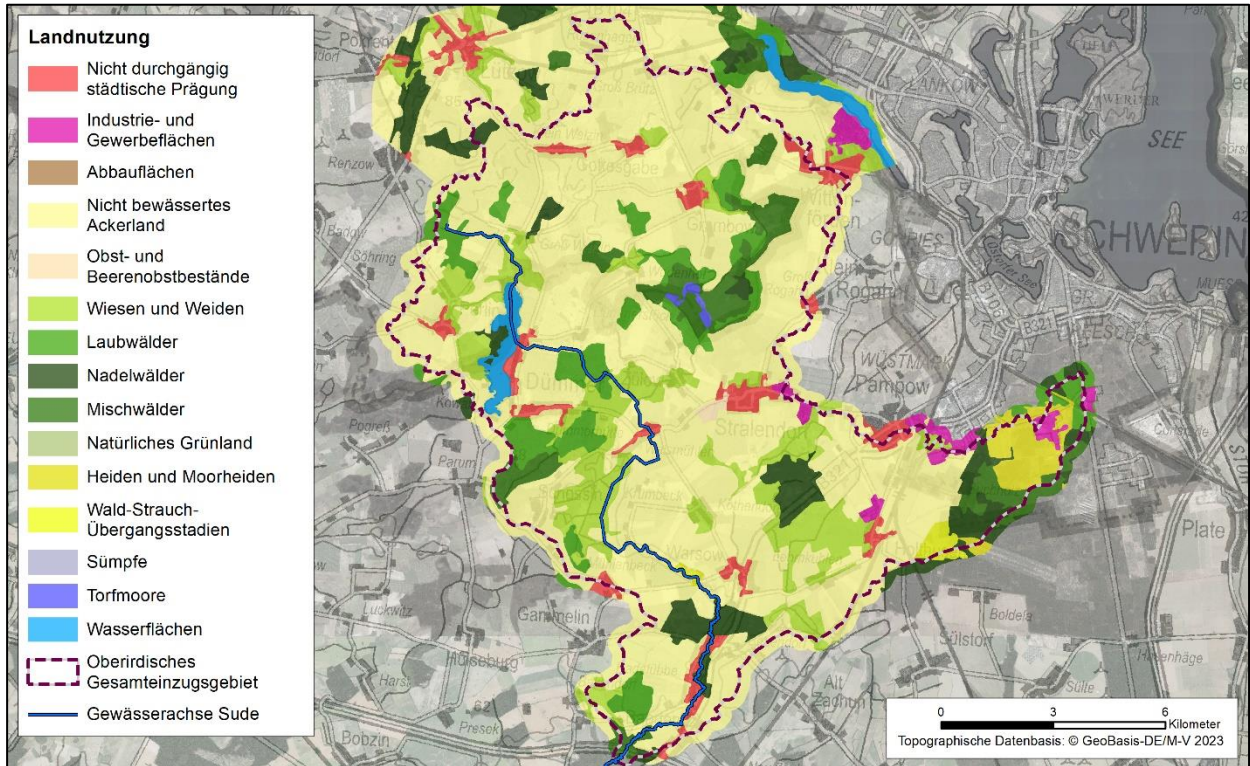


Abbildung 3-3: Landnutzung im Untersuchungsgebiet (Quelle: CORINE Landcover, CLC 2018)

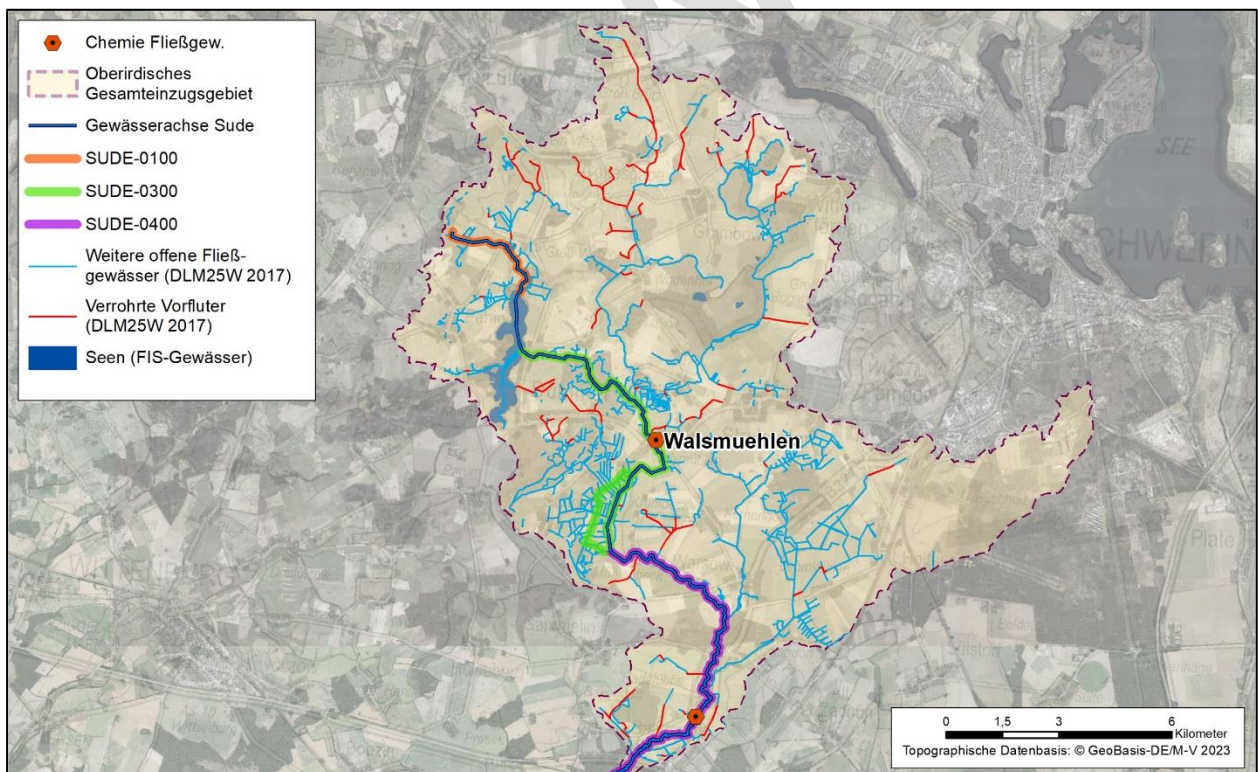


Abbildung 3-4: WRRL-berichtspflichtige Wasserkörper im Untersuchungsgebiet und Messstellen des landesweiten Gewässermonitorings

3.4 Anforderungen entsprechend Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)

3.4.1 Zustandsbewertung nach WRRL

Die WRRL-berichtspflichtigen Gewässer im Untersuchungsgebiet werden im Rahmen des landesweiten Gewässermonitorings untersucht. Die entsprechenden Messstellen sind in Abbildung 3-10 sowie in der Anlage A (Karte 4-1 bis 4-3) dargestellt. Im Wasserkörper SUDE-0100 gibt es keine Landesmessstelle.

Im Betrachtungsraum ist der gesamte Lauf der Sude natürlichen Ursprungs, wobei die beiden oberen Wasserkörper auf Grund von Eingriffen zur landwirtschaftlichen Be- und Entwässerung, als erheblich verändert eingestuft sind.

Tabelle 3-2: Überblick ökologisches Potenzial/ökologischer Zustand und chemischer Zustand für den 2. Und 3. Bewirtschaftungszeitraum (BWZ) gemäß WRRL-Wasserkörper-Steckbrief (www.fis-wasser-mv.de)

Wasserkörper	Gewässertyp nach LAWA		2. BWZ	3. BWZ	Ziel
Sude-0100	11 - organisch geprägter Bach	Ökologisches Potenzial	unbefriedigend	unbefriedigend	gut
		Chemischer Zustand	nicht gut	nicht gut	gut
SUDE-0300	14 – sandgeprägter Tieflandbach	Ökologisches Potenzial	unbefriedigend	unbefriedigend	gut
		Chemischer Zustand	nicht gut*	nicht gut*	gut
SUDE-0400	15 – sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss	Ökologischer Zustand	mäßig	mäßig	gut
		Chemischer Zustand	nicht gut*	nicht gut*	gut

Als Bewirtschaftungsziel ist der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial und der gute chemische Zustand zu erreichen. Alle Wasserkörper verfehlen gegenwärtig das Bewirtschaftungsziel (Tabelle 3-2). Im Vergleich zum vorherigen Bewirtschaftungszeitraum (2. BWZ 2016 – 2021) konnte im aktuellen BWZ (2022 – 2027) keine Verbesserung festgestellt werden. Maßgeblich für die Bewertung aller drei Wasserkörper ist die Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Fische. Mangelnde Durchgängigkeit und das Fehlen natürlicher Habitate auf Grund morphologischer Änderungen verhindert bzw. erschweren die Ansiedlung einer gewässertypspezifischen Flora und Fauna.

Aber auch die Belastung mit Nährstoffen und die Folgen der Eutrophierung führen zu einer Beeinträchtigung der Gewässer.

Wesentliche Belastungen sind z.B. der Gewässerausbau, Staubauwerke oder die Landentwässerung (siehe Tabelle 3-3). Die Auswirkungen dieser Belastungen sind (LUNG-MV 2020):

- Nährstoffanreicherung (Eutrophierung)
- Habitatveränderung aufgrund hydromorphologischer Beeinträchtigungen
- Verunreinigung durch prioritäre Stoffe oder andere spezifische Schadstoffe

Tabelle 3-3: Signifikante anthropogene Belastungen gemäß Wasserkörper-Steckbriefen (www.fis-wasser-mv.de)

Signifikante anthropogene Belastungsquellen	Wasserkörper		
	SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
Diffuse Quellen – Landwirtschaft	x	x	x
Physische Veränderung von Kanal/Bett/Ufer/Küste - Landwirtschaft	x	x	x
Dämme, Querbauwerke und Schleusen - Bewässerung	x	x	x
Hydrologische Änderung - Aquakultur			x
Diffuse Quellen – Atmosphärische Deposition	x	x	x

Tabelle 3-4: Einzelbewertung der Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes/Potenzials der drei Wasserkörper im 3. Bewirtschaftungszeitraum (BWZ)

Parameter	SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
	Bewertung Potenzial	Bewertung Potenzial	Bewertung Zustand
Gesamtbewertung ökologischer Zustand/ökologisches Potenzial	unbefriedigend	unbefriedigend	mäßig
Biologische QK 2018	Gesamtbewertung	unbefriedigend	mäßig
	Makrozoobenthos	mäßig	sehr gut
	Fische	unbefriedigend	unbefriedigend
	Makrophyten	ohne Einstufung	ohne Einstufung
	Phytoplankton	ohne Einstufung	ohne Einstufung
Hydromorphologische QK 2012/2013	Gesamtbewertung	nicht gut	nicht gut
	Wasserhaushalt	nicht gut	nicht gut
	Durchgängigkeit	nicht gut	nicht gut
	Morphologie	nicht gut	nicht gut
Physikalisch-chemische QK 2020	Gesamtbewertung	schlechter als gut	schlechter als gut
	Temperatur	ohne Einstufung	ohne Einstufung
	Sauerstoff	schlechter als gut	schlechter als gut
	Salzgehalt	gut	gut
	Säure	schlechter als gut	schlechter als gut
	Stickstoff	schlechter als gut	schlechter als gut
	Phosphor	schlechter als gut	schlechter als gut

3.4.1.1 Morphologie/Strukturen – Fließgewässerstrukturgütekartierung

Nach aktueller Fließgewässerstrukturgütekartierung (FIS-WRRL M-V 2020) weist der oberste Wasserkörper der Sude SUDE-0100 als auch der mittlere SUDE-0300 eine unbefriedigende (FGSK 4) Gesamtstrukturgüte auf. Diese Ergebnisse sind auf fehlende Sohl- und Uferstrukturen zurückzuführen. Der untere Wasserkörper SUDE-0400 zeigt eine gute Gesamtstrukturgüte (FGSK 2). Bezogen auf die Einzelparameter sind die Sohlstrukturen (mit mäßig) in diesem Wasserkörper jedoch am schlechtesten bewertet (Abbildung 3-5 und Karte 4-4 bis 4-9 der Anlage A).

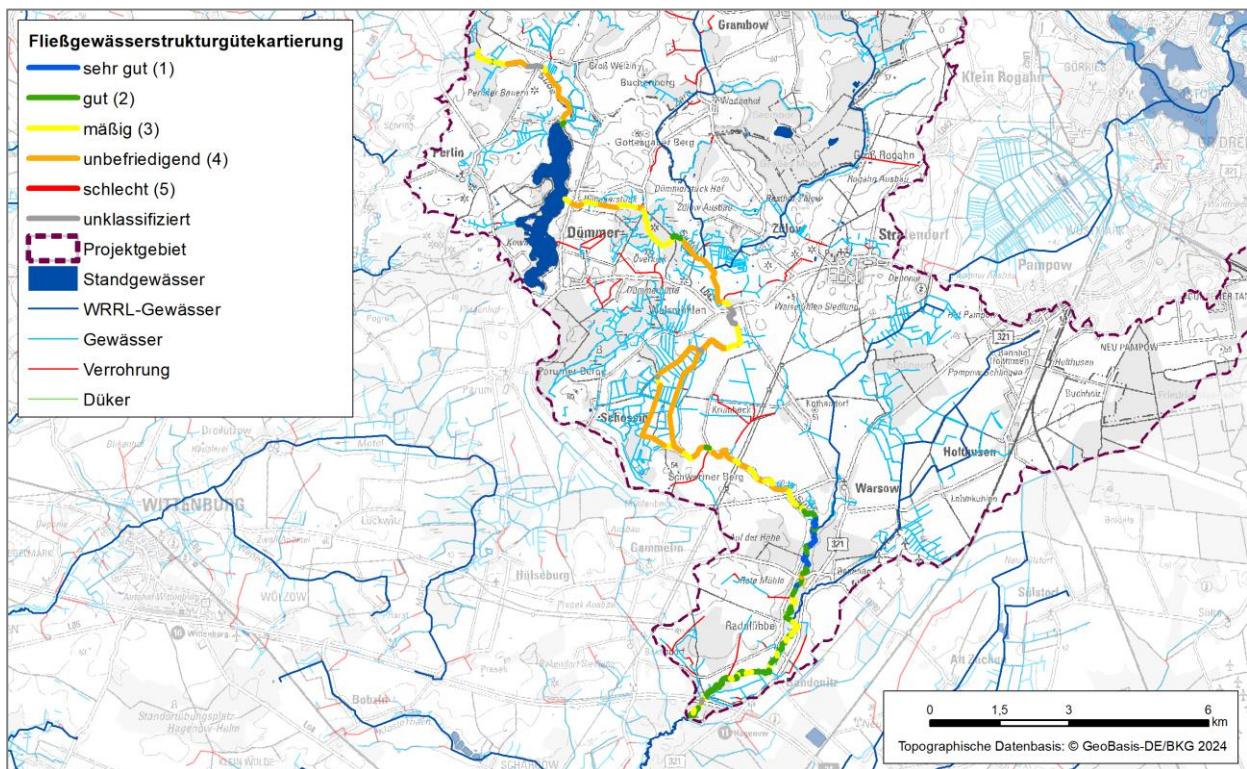


Abbildung 3-5: Fließgewässerstrukturgütekartierung an der Sude

3.4.1.2 Querbauwerke mit Einschätzung der Durchgängigkeit

Der weitaus überwiegende Teil der Querbauwerke der drei Wasserkörper kann als durchgängig oder zumindest zeitweise durchgängig eingestuft werden (Tabelle 3-5). Im Wasserkörper SUDE-0100 stellen die Rohrleitung aber auch der Durchlass am Nordufer des Dümmer Sees wesentliche Wanderhindernisse dar. Die Bedeutung insgesamt ist allerdings gering, da es sich hier um den Oberlauf handelt (vgl. Abbildung 7-14). Im nachfolgenden Wasserkörper (SUDE-0300) wird die ökologische Durchgängigkeit vor allem durch das Bohlenstauwehr (in Kombination mit einer Brücke) am Ablauf des Dümmer Sees eingeschränkt. Organismen ist es somit nicht möglich, von der Sude in den Dümmer See zu gelangen. Im Wasserkörper SUDE-0400 ist der Sohlabsturz an der ehemaligen roten Mühle in Radelübbe für die Durchgängigkeit limitierend.

Tabelle 3-5: Übersicht der Querbauwerke im Untersuchungsgebiet mit Einschätzung der ökologischen Durchgängigkeit (FIS-WRRL, abgerufen am 23.02.2021)

Station	Art des Bauwerks	Name der Anlage	Ökologische Durchgängigkeit			
			gesamt	Fische	Wirbellose	Fischotter
Wasserkörper SUDE-0100						
85+860	Durchlass	Rohrdurchlass zw. Wald und Acker am Schwarzen Moor	ja	ja	ja	ja
84+808 bis 85+105	Rohrleitung	Für Entwässerung Sumpfwald im Oberlauf, Rohrleitung macht kleinen Bogen da Altprofil durch Verlandung höher liegend	nein	-	-	-
83+292	Durchlass	Durchlass zwischen Feld- und Waldweg n. Dümmer See	ja	ja	ja	ja
83+237	Durchlass	Durchlass für Wirtschaftsweg am N-Ufer Dümmer See	nein	ja	nein	ja
Wasserkörper SUDE-0300						
81+518	Brücke	Dümmerstück	nein	nein	nein	nein
81+515	Stau, Wehr	Bohlenstauwehr am Ausfluss Dümmer See in Dümmer	nein	nein	nein	nein
81+346	Brücke	Straßenbrücke im Ortsteil Dümmerstück	ja	ja	ja	ja
80+301	Durchlass	Rohrdurchlass zw. Grünland u. Acker no. Dümmer	ja	ja	ja	ja
79+674	Brücke	Forstwirtschaftsbrücke zw. Dümmerstück Hof u. Dümmerhütte	ja	ja	ja	ja
79+659	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite unter Forstwegbrücke s. Dümmerstück Hof	ja	ja	ja	ja
79+099	Brücke	Forstwirtschaftsbrücke im „Schleusenholz“ nördl. Dümmerhütte	ja	ja	ja	ja
78+476	Brücke	Forstwirtschaftsbrücke im „Schleusenholz“ nordwestl. Dümmerhütte	ja	ja	ja	ja
78+463	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite unter Forstwegbrücke no. Dümmerhütte	ja	ja	ja	ja
78+340	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite SO-Rand „Schleusenholz“ no Dümmerhütte	nein	nein	nein	ja
78+274	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite SO-Rand „Schleusenholz“ no Dümmerhütte	ja	ja	ja	ja
77+775	Durchlass	Rohrdurchlass f. Wirtschaftsweg nw Walsmühlen	ja	ja	ja	ja
76+357	Stau, Wehr	Doppelschützwehr in Walsmühlen	zeitweise	zeitweise	zeitweise	zeitweise
76+227	Brücke	Straßenbrücke der Hauptstraße in Walsmühlen	ja	ja	ja	ja
75+901	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlrampe aus 2 Betonschwellen in Walsmühlen	zeitweise	zeitweise	ja	ja
75+891	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite unterhalb Sohlrampe in Walsmühlen	zeitweise	zeitweise	zeitweise	ja
75+706	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite s. Walsmühlen	ja	ja	ja	ja

Station	Art des Bauwerks	Name der Anlage	Ökologische Durchgängigkeit			
			gesamt	Fische	Wirbellose	Fischotter
75+672	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite am Altarm s. Walsmühlen	ja	ja	ja	ja
75+611	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	-	zeitweise	zeitweise	zeitweise	ja
74+226	Stau, Wehr	Doppelschützwehr s. Walsmühlen/n. Krumbeck	zeitweise	zeitweise	zeitweise	zeitweise
74+216	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlbefestigung zw. Sohlgleite u. Wehr s. Walsmühlen	ja	ja	ja	ja
74+197	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite unterhalb Wehr s. Walsmühlen/n. Krumbeck	ja	ja	ja	ja
73+727	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite n/w Krumbeck/s. Walsmühlen	ja	ja	ja	ja
72+905	Brücke	Wirtschaftswegbrücke zw. Schossin u. Krumbeck	ja	ja	ja	ja
72+279	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite westl. Krumbeck	ja	ja	ja	ja
Wasserkörper SUDE-0300 – Bach aus Schossin						
0+194	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
0+214	Stau, Wehr	-	zeitweise	zeitweise	zeitweise	zeitweise
0+408	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
0+812	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
1+308	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
1+320	Stau, Wehr	-	zeitweise	zeitweise	zeitweise	zeitweise
1+604	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
1+915	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
2+135	Stau, Wehr	-	zeitweise	zeitweise	zeitweise	zeitweise
2+683	Durchlass	-	ja	ja	ja	ja
Wasserkörper SUDE-0400						
71+324	Brücke	-	ja	ja	ja	ja
70+915	Brücke	Brückensteg f. Förster w. Krumbeck	ja	ja	ja	ja
70+227	Brücke	-	ja	ja	ja	ja
68+594	Brücke	Straßenbrücke in Sudenmühle zw. Warsaw u. Mühlenbeck	ja	ja	ja	nein
68+90	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite an d. Straßenbrücke Sudenmühle	ja	ja	ja	ja
65+883	Stau, Wehr	Sohlabsturz an ehem. Roten Mühle in Radelübbe	nein	nein	nein	ja
65+853	Durchlass	Hamco-Durchlass f. Straße in Radelübbe nach Gammelin	ja	ja	ja	ja
65+371	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Furth oberhalb Fuß- u. Radwegebrücke in Radelübbe	ja	ja	ja	ja
65+366	Brücke	Fuß- und Radwegebrücke unterhalb einer Furth am Ostrand Radelübbe	ja	ja	ja	ja

Station	Art des Bauwerks	Name der Anlage	Ökologische Durchgängigkeit			
			gesamt	Fische	Wirbellose	Fischotter
64+696	Brücke	Fuß- und Radwegebrücke am Südostrand von Radelübbe	ja	ja	ja	ja
63+528	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlschwelle oberh. Str.-durchlass N-Rand Bandenitz	ja	ja	ja	ja
63+497	Durchlass	Hamco-Durchlass N-Rand Bandenitz	ja	ja	ja	nein
63+483	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite am Straßendurchlass N-Rand Bandenitz	ja	ja	ja	ja
60+817	Brücke	Fuß- und Radwegebrücke nördl. A24 zw. Bandenitz u. Bakendorf	ja	ja	ja	ja
60+684	Brücke	Autobahnbrücke d. A24 Berlin-Hamburg	ja	ja	ja	ja
60+673	Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Sohlgleite unter d. A24 Berlin-Hamburg	ja	ja	ja	ja

3.4.2 Maßnahmen aus der Bewirtschaftungsplanung

Die vorliegende Studie dient der Prüfung der Machbarkeit der Umsetzung der WRRL-Maßnahmen. In Tabelle 3-6 sind die Maßnahmen der Bewirtschaftungsplanung (BWP) für den 3. Bewirtschaftungszeitraum (BWZ) dargestellt.

Tabelle 3-6: Maßnahmen aus der Bewirtschaftungsplanung für den 3. Bewirtschaftungszeitraum (LUNG 2020)

Maßnahmennummer	Maßnahmenbeschreibung	Stationierung		Maßnahmentyp	Umsetzung
		von	bis		
Wasserkörper SUDE-0100					
SUDE-0100_M01	Erstellung einer Studie zur Ermittlung des guten ökologischen Potenzials	83.204	86.390	501: Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten	bereits umgesetzt
SUDE-0100_M02	Erstellung eines GEPP	83+195	86+390	79: Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung	2027
SUDE-0100_M03	Angepasste Unterhaltung entsprechend eines GEPP	83+195	86+390	79: Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung	2027
SUDE-0100_M04	Maßnahmen zur Förderung des natürlichen Wasserrückhalt	83+195	86+390	65: Förderung des natürlichen Rückhalts (einschließlich Rückverlegung von Deichen und Dämmen)	2033
Wasserkörper SUDE-0300					
SUDE-0300_M00	Neubau oder Erweiterung von Kleinkläranlagen in Schossin	-	-	-	Bereits umgesetzt (2009)
SUDE-0300_M01	Renaturierung der Sude im Bereich des Schossiner Beckens (MBS liegt vor)	71+979	74+944	74: Verbesserung von Habitaten im Ge-	2027

Maßnahmennummer	Maßnahmenbeschreibung	Stationierung		Maßnahmentyp	Umsetzung
		von	bis		
				wässerentwicklungskorridor einschließlich der Auenentwicklung	
SUDE-0300_M12	Anlegen einer FAA als Raugerinne-Beckenpass mit Umgehung des Doppelschützwehrs südl. Walsmühlen	74+163	74+273	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2033
SUDE-0300_M13	Umbau der aus 4 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe südl. Walsmühlen zur fischdurchgängigen Sohlgleite mit Pfahlreihe am oberen Ende	75+593	75+623	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2033
SUDE-0300_M16	Umbau des Doppelschützwehrs zum Fischaufstiegspass in Riegelbauweise; Nutzung des Umfluters (linksseitig der Sude) zur Abflussregulierung	76+333	76+368	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2033
SUDE-0300_M18	Umbau der aus 3 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe am Südostrand vom Wald "Schleusenholz" nordöstl. Dümmerhütte in naturnahe Sohlgleite FFH-Gebiet "Wald bei Dümmer"	78+308	78+353	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2033
SUDE-0300_M19	Umbau des Bohlenstauwehres am Ausfluss vom Dümmer See in Dümmer zu kleinen Sohlrampe (Stützschwelle) mit nachfolgender Sohlgleite	81+503	81+523	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2033
SUDE-0300_M20	Entwicklung eines naturnahen Gehölzstreifens, beidseitig oder wenigstens wechselseitig	76+501	78+109	73: Verbesserung von Habitaten im Uferbereich (z.B. Gehölzentwicklung)	2033
SUDE-0300_M21	Erstellung eines GEPP	72+010	81+435	79: Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung	2027
SUDE-0300_M22	Angepasste Unterhaltung entsprechend eines GEPP	72+010	81+500	79: Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung	2027
Wasserkörper SUDE-0400					
SUDE-0400_M34	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an der ehem. Roten Mühle in Radelübbe FFH-Gebiet "Sude mit Zuflüssen"	65+833	65+888	69: Maßnahme zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen	2027
SUDE-0400_M41	Maßnahmen gegen Belastung mit prioritären oder flussgebietsspezifischen Schadstoffen: Silber: Eintrag aus KA durch Biozidanwendung / Herkunft unbekannt	-	-	-	2027

3.5 Überprüfung der Statuszuweisung und des Umweltziels (AP7-18)

Aktuell sind die Wasserkörper der oberen Sude als erheblich verändert (SUDE-0100, SUDE-0300) bzw. als natürlich (SUDE-0400) eingestuft (LUNG 2020). Demnach ist das Bewirtschaftungsziel das gute ökologische Potenzial bzw. der gute ökologische Zustand und der gute chemische Zustand.

Die Statuszuweisung ist zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Bei der Überprüfung des Status von bereits als erheblich verändert ausgewiesenen Wasserkörpern entfallen einige Schritte, die bei der Erstaussweisung noch zu durchlaufen sind (Abbildung 3-6, Abbildung 3-7).

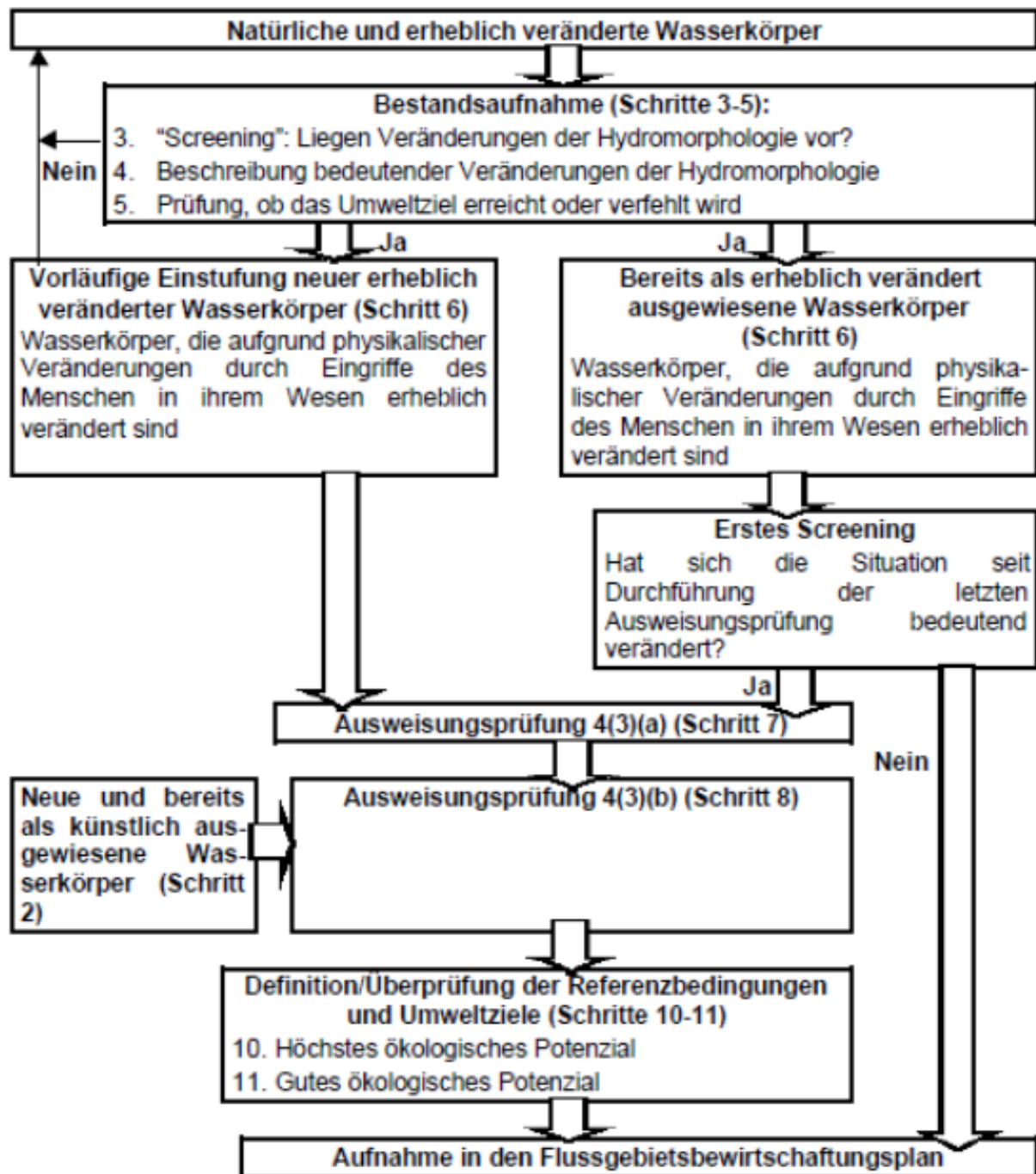


Abbildung 3-6: Betrachtung von erheblich veränderten Wasserkörpern im zweiten Bewirtschaftungsplan für die Flussgebiete (CIS-Arbeitsgruppe 2.2 2003, S. 91; LAWA 2013, S. 29)

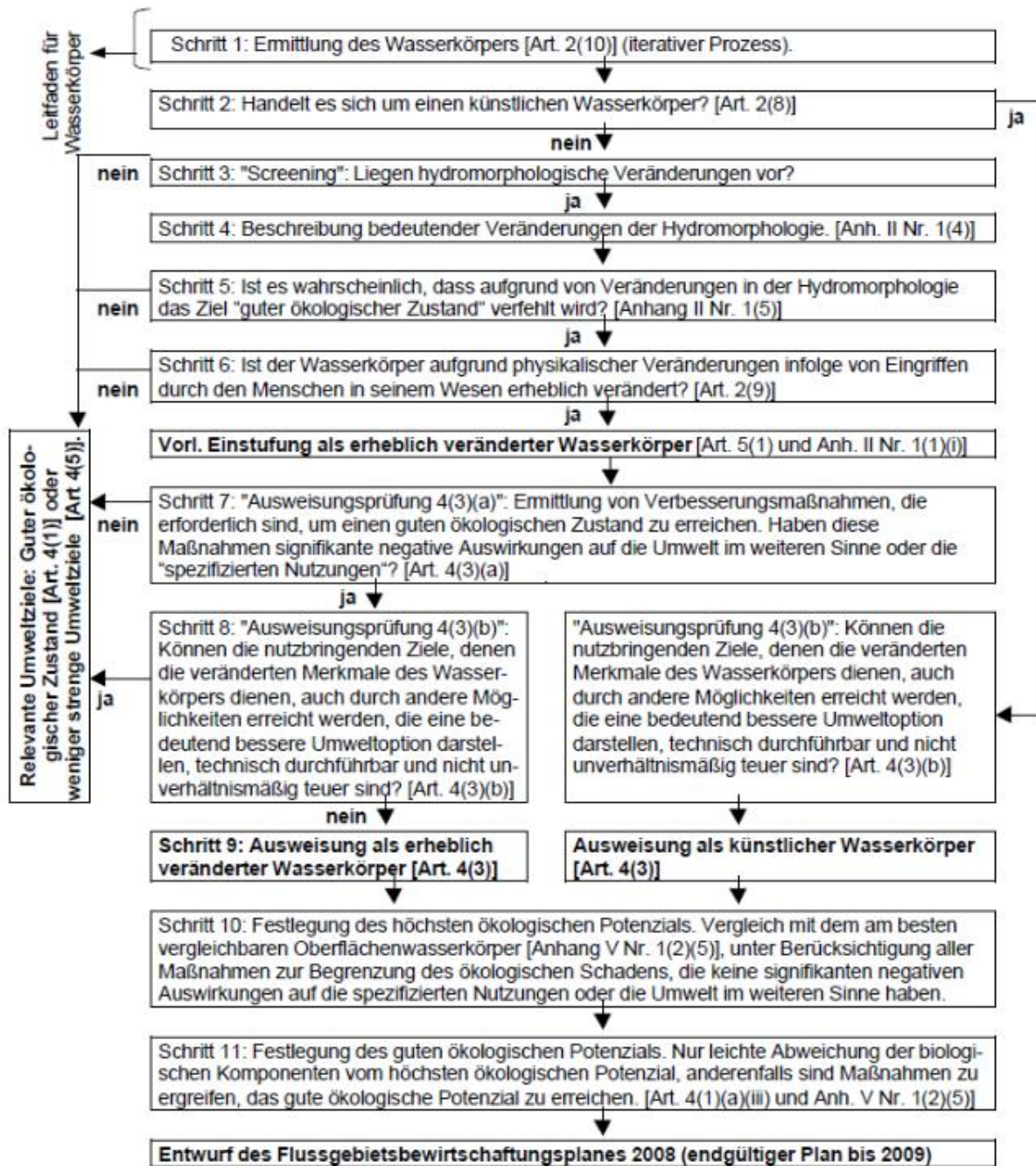


Abbildung 3-7: Einzelschritte des Verfahrens zur vorläufigen Einstufung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern (CIS-Arbeitsgruppe 2.2 2003, S. 35; LAWA 2013, S. 27)

Schritt 1: Ermittlung des Wasserkörpers

nur bei Erstaufnahme, entfällt bei Ausweisungsprüfung

Schritt 2: Handelt es sich um einen künstlichen Wasserkörper?

nur bei Erstaufnahme, entfällt bei Ausweisungsprüfung

Schritt 3: „Screening“: Liegen hydromorphologische Veränderungen vor?

SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
Für alle drei Wasserkörper gilt, dass ist die hydromorphologische Qualitätskomponente insgesamt mit „nicht gut“ bewertet ist. Damit liegen hydromorphologische Veränderungen vor.		

Schritt 4: Beschreibung bedeutender Veränderungen der Hydromorphologie

SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
<p>Wasserhaushalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohrleitung zum Anschluss/Entwässerung des oberhalb liegenden Sumpfwaldes - Entwässerung der oberhalb des Dümmer Sees liegenden Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung (Grünland), betroffen sind grundwasserabhängigen Landökosysteme/Niedermoore <p>Durchgängigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohrleitung nicht durchgängig - Durchlass für Wirtschaftsweg am N-Ufer Dümmer See für Wirbellose nicht durchgängig <p>Morphologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - starke strukturelle Defizite, insgesamt ist die Struktur des Wasserkörpers unbefriedigend (Klasse 4; längengewichteter Mittelwert: 3,6) - 69 % des Wasserkörpers weisen bedeutende physische Veränderungen auf (Tabelle 3-7) 	<p>Wasserhaushalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Veränderung Abflüsse durch Anschluss der Senken oberhalb - Stauhaltung/Entwässerung Schossiner Becken <p>Durchgängigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einige Bauwerke sind nicht oder nur zeitweise durchgängig (Tabelle 3-5) <p>Morphologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - starke strukturelle Defizite, insgesamt ist die Struktur des Wasserkörpers unbefriedigend (Klasse 4; längengewichteter Mittelwert: 3,47) - 64 % des Wasserkörpers weisen bedeutende physische Veränderungen auf (Tabelle 3-7) 	<p>Wasserhaushalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <p>Durchgängigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einige Bauwerke sind nicht oder nur zeitweise durchgängig (Tabelle 3-5) <p>Morphologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - deutliche strukturelle Defizite, insgesamt ist die Struktur des Wasserkörpers mäßig (Klasse 3; längengewichteter Mittelwert: 3,07) - Dies betrifft vor allem die Bereiche weiter unterhalb, im Planungsabschnitt sind die Strukturen z.T. sogar sehr gut. - 34 % des Wasserkörpers weisen bedeutende physische Veränderungen auf (Tabelle 3-7)

Grundlage für die Bewertung der Morphologie sind die Ergebnisse der Gewässerstrukturgütekartierung. Werden 30 % der Gewässerlänge oder mehr der Strukturgüteklassen 6 und 7 zugeordnet, ist eine „bedeutende physische Veränderung“ zu vermuten (LAWA 2013). Es sind erhebliche Auswirkungen auf die Biologie zu erwarten. Von diesem Grenzwert kann abgewichen werden. Beispielsweise kann auch bereits die Strukturgütekategorie 5 als Grenze herangezogen werden. Entscheidend hierbei ist, ob die Veränderungen das Erreichen des guten ökologischen Zustandes verhindern (LAWA 2013). Bezogen auf die fünfstufige Strukturgütebewertung, wie sie für die Sude vorliegt, werden somit die Fließgewässerabschnitte der Klassen 4 und 5 als morphologisch verändert angenommen, so dass erheblichen Auswirkungen auf die Biologie nicht ausgeschlossen werden können.

Tabelle 3-7: Anteil der morphologisch veränderten Fließgewässerabschnitte (Klasse 4 und 5) der zu untersuchenden Wasserkörper (nach LAWA 2013)

Wasserkörper	Länge gesamt	Länge (Klasse 5)	Länge (Klasse 4 und 5)	Prozent (Klasse 5)	Prozent (Klasse 4 und 5)
SUDE-0100	3189 m	297 m	2079 m	9 %	69 %
SUDE-0300	12860 m	0 m	8261 m	0 %	64 %
SUDE-0400	35474 m	0 m	13729	0 %	39 %

Umrechnung von 7stufiger auf 5stufige Bewertung:
 Klasse 6 und 7 → Klasse 5 (inklusive verrohrter Abschnitte)
 Klasse 5 → Klasse 4

Im nächsten Teilschritt erfolgt die Ermittlung und Beschreibung der wichtigsten spezifischen Nutzungen des Wasserkörpers, die für die hydromorphologischen Veränderungen verantwortlich sind. Nur, wenn den ermittelten und beschriebenen bedeutenden Veränderungen der Hydromorphologie auch eine spezifische Nutzung zuzuordnen ist, ist die mögliche Ausweisung des Wasserkörpers als erheblich verändert entsprechend des Ablaufschemas weiter zu prüfen. Die Ausweisungsgründe sind gemäß Wasserkörpersteckbrief:

SUDE-0100:

- Hydromorphologische Änderungen: Wehre / Dämme / Talsperren
- Wassernutzungen: Landwirtschaft - Bewässerung

SUDE-0300:

- Hydromorphologische Änderungen: Landentwässerung / Drainagen
- Wassernutzungen: Landwirtschaft - Landentwässerung

SUDE-0400:

- keine, da als natürlich eingestuft

Die landwirtschaftliche Nutzung ist die prägende Nutzung. „Prägende Nutzungen“ sind Nutzungen, die die erreichbaren Habitatstrukturen und die Biozönose im HÖP und GÖP maßgeblich bestimmen.

Schritt 5: Ist es wahrscheinlich, dass aufgrund von Veränderungen in der Hydromorphologie das Ziel „guter ökologischer Zustand“ verfehlt wird?

SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
Ja, die Änderungen sind so massiv, dass der gute ökologische Zustand voraussichtlich nicht erreicht werden kann. Es ist unwahrscheinlich, dass sich unter den aktuellen Bedingungen die entsprechenden Tier- und Pflanzenarten dauerhaft ansiedeln.		Nein, trotz der Veränderungen kann der gute ökologische Zustand erreicht werden

Schritt 6: Ist der Wasserkörper aufgrund physikalischer Veränderungen infolge von Eingriffen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert? Hat sich die Situation seit Durchführung der letzten Ausweisungsprüfung bedeutend verändert?

SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
Ja, der Wasserkörper ist infolge von Eingriffen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert. Nein, es gab seit der letzten Ausweisungsprüfung keine wesentlichen Änderungen.		-

Schritt 7/8/9: Ausweisungsprüfung

Im konkreten Fall entfällt die Ausweisungsprüfung, da sich die Situation seit der letzten Ausweisungsprüfung nicht bedeutend verändert hat.

Schritt 10/11: Überprüfung der Referenzbedingungen (höchstes ökologisches Potenzial) und Umweltziele (gutes ökologisches Potenzial)

Diese Schritte werden nur bei der Erstaufnahme, nicht bei der erneuten Ausweisungsprüfung durchgeführt.

Aufgrund der sehr deutlichen Veränderungen der Hydromorphologie wurden und werden die Wasserkörper SUDE-0100 und SUDE 0-0300, als erheblich verändert eingestuft (siehe auch LUNG 2015a, S. 43, Artikel 4 (3) a) der EU-WRR). Die zum Erreichen des guten ökologischen Zustandes erforderlichen Änderungen der hydromorphologischen Merkmale hätten signifikant negative Auswirkungen die Nutzung.

Für erheblich veränderte Wasserkörper gilt das Erreichen des guten ökologischen Potenzials als Bewirtschaftungsziel. Dieses Ziel kann erreicht werden, ohne die spezifische Nutzung zu gefährden.

Der Wasserkörper SUDE-0400 wurde und wird als natürlich eingestuft. Bewirtschaftungsziel ist es damit den guten ökologischen Zustand zu erreichen.

Sowohl für erheblich veränderte als auch natürliche Wasserkörper gilt das Erreichen des guten chemischen Zustandes als Bewirtschaftungsziel.

3.6 Gewässertypbezogenes Leitbild

Die zu betrachtenden Wasserkörpern sind dem aggregierten LAWA-Gewässertyp

- organisch geprägter Bach (SUDE-0100, Typ 11),
- sand- und lehmgeprägten Tieflandbach (SUDE-0300, Typ 14) bzw.
- sand- und lehmgeprägten Tieflandfluss (SUDE-0400, Typ 15)

zugeordnet. Die Darstellung der LAWA-Detailtypen erfolgt für die einzelnen Wasserkörper in Karte 4-10 bis 4-12 der Anlage A.

LAWA-Typ 11: Organisch geprägter Bach

Nach POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER (2008) hat ein organisch geprägter Bach einen „[g]eschwungene[n] Verlauf in einem ausgeprägten Sohlental mit Neigung zur Mehrbettgerinnebildung (Anastomosen) bzw. Ausbildung von Seiten- und Nebengerinnen. Das kaum eingeschnittene Gewässer kann eine vollständig oder nahezu vollständig von organischen Substanzen wie Torf, Holz, Grob- und Feindetritus geprägte Sohle

aufweisen. Reiche Wasserpflanzenbestände. Auf Grund von Huminstoffen häufig Braunfärbung des Wassers („Schwarzwasserbäche“). Wasserspiegel bei Mittelwasser ganzjährig nur gering unter Flur, die geringe Einschnitttiefe ermöglicht eine enge Verzahnung von Gewässer und Umfeld z.B. gewässerbegleitender Moore. Bei Hochwasser wird die gesamte Aue überflutet. Besonders im Jungmoränengebiet können auch höhere mineralische Anteile an der Gewässersohle bzw. kurze, rein mineralische Abschnitte ausgeprägt sein.

Nach UBA (2014) verlaufen organisch geprägte Bäche (Typ 11) im sehr guten Zustand „meist in anastomosierenden Gerinnen geschwungen bis mäandrierend durch sehr gefällearme Sohlen- oder Muldentäler und Niederungen. Kleinere Bäche können im Sommer trockenfallen. Das Sohlsubstrat besteht fast ausschließlich aus lage-stabilem organischen Material (v. a. Totholz, Torf und Detritus). Teilweise finden sich Kies, Sand oder Lehm. Der Totholzanteil beträgt 10 bis 50 %. Vor allem die kleineren Bäche sind nahezu vollständig beschattet, meist durch Erlen oder Birken. Stellenweise nutzen Röhricht- und Riedgesellschaften das einfallende Licht. Stark belichtete Bereiche können hohe Deckungsgrade an Makrophyten aufweisen. Basenreiche und stark beschattete Abschnitte zeigen dagegen nur geringe Makrophytenbestände. Die Strömungsdiversität ist überwiegend mäßig. Lange, ruhige Fließstrecken werden von meist kurzen, turbulenten Abschnitten unterbrochen. Wie die meisten Strukturelemente werden diese turbulenten Bereiche in Form von kleinen Sohlstufen häufig durch Totholz initiiert. Die vorwiegend diffus im Tal verlaufenden Gewässer haben eine sehr große Breitenvarianz und eine mäßige bis (sehr) große Tiefenvarianz. Besondere Laufstrukturen wie Totholzverklauselungen, Inseln, Sturzbäume und Laufweitungen sind häufig. Die Auen der organisch geprägten Bäche werden häufig und langanhaltend überflutet, da die Profile überwiegend sehr flach sind. Das Umfeld wird von Erlen- und Birkenbruchwäldern dominiert. Gewässernahe Niedermoore treten häufig auf.“

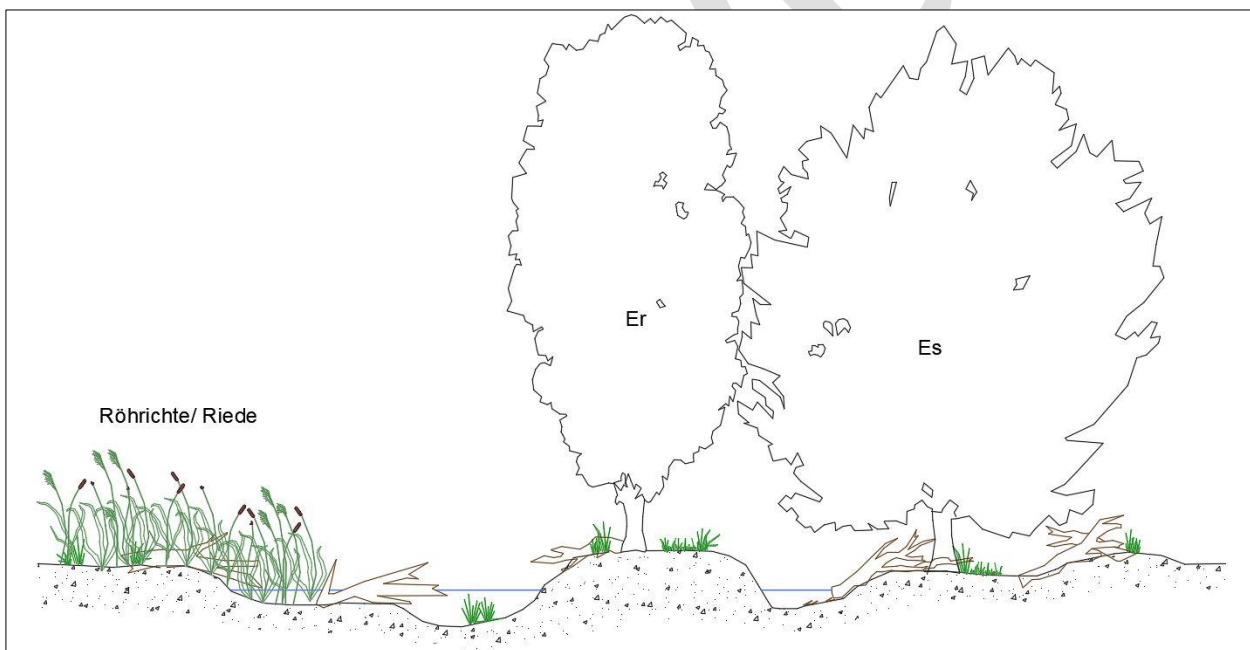


Abbildung 3-8: Ansicht des Querprofils im sehr guten ökologischen Zustand des Fließgewässertyps 11 (Organisch geprägter Bach) gemäß OGewV, Prinzipdarstellung nach UBA (2014); geändert/eigene Darstellung

LAWA-Typ 14: Sand- und Lehmgeprägter Tieflandbach

Nach POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER (2008) handelt es sich bei einem sand- und lehmgeprägten Tieflandbach im Referenzzustand um ein „[s]tark mäandrierendes (bei Grundwasserprägung mehr gestrecktes) FG in einem flachen Mulden- oder breiten Sohlental. Neben der stets dominierenden Sandfraktion stellen Kiese kleinräumig nennenswerte und gut sichtbare Anteile (Ausbildung von Kiesbänken), lokal finden sich auch Tone und Mergel. Wichtige sekundäre Habitatstrukturen stellen Totholz, Erlenwurzeln, Wasserpflanzen und Falllaub dar. Diese organischen Substrate stellen jedoch keine dominierenden Anteile. Das Profil ist flach, jedoch können Tiefenrinnen und hinter Totholzbarrieren auch Kolke vorkommen. Prall- und Gleithänge sind deutlich ausgebildet. Uferabbrüche kommen vor. Uferunterspülungen sind wenig ausgeprägt. Niedermoorbildungen können im Gewässerumfeld vorhanden sein.“

Nach UBA (2014) weisen sandgeprägte Tieflandbäche (Typ 14) im sehr guten Zustand „einen stark geschwungenen bis mäandrierenden, unverzweigten Lauf auf. Das Sohlsubstrat besteht hauptsächlich aus lagestabilem Sand sowie in Teilbereichen aus Kies. Mergel und Ton können zudem untergeordnet vorkommen. Der Totholzanteil liegt bei 10 bis 25 %. Die Sohle der überwiegend ruhig fließenden Bäche ist häufig großflächig mit Makrophyten bewachsen. Bei starker Beschattung treten auch makrophytenfreie Abschnitte auf. Querbänke sind insgesamt selten. Sie bilden sich meist an Totholzverkläuserungen oder lokalen Mergelbänken. Flache, kastenartige Profile mit Prall- und Gleithängen sind charakteristisch. Die überwiegend dynamische Wasserführung verursacht Laufverlagerungen, durch die Altarme und Altwasser entstehen. Ufer und Aue sind von Erlen, Eschen, Buchen oder Eichen bewachsen, die große Teile der Gewässer beschatten. Daneben gibt es abschnittsweise offene Moor- und Röhrichtflächen, die bis an die Ufer reichen können. Mit zunehmender Gewässergröße nimmt die Ausuferungshäufigkeit zu. Diese ist insgesamt jedoch vergleichsweise gering.“

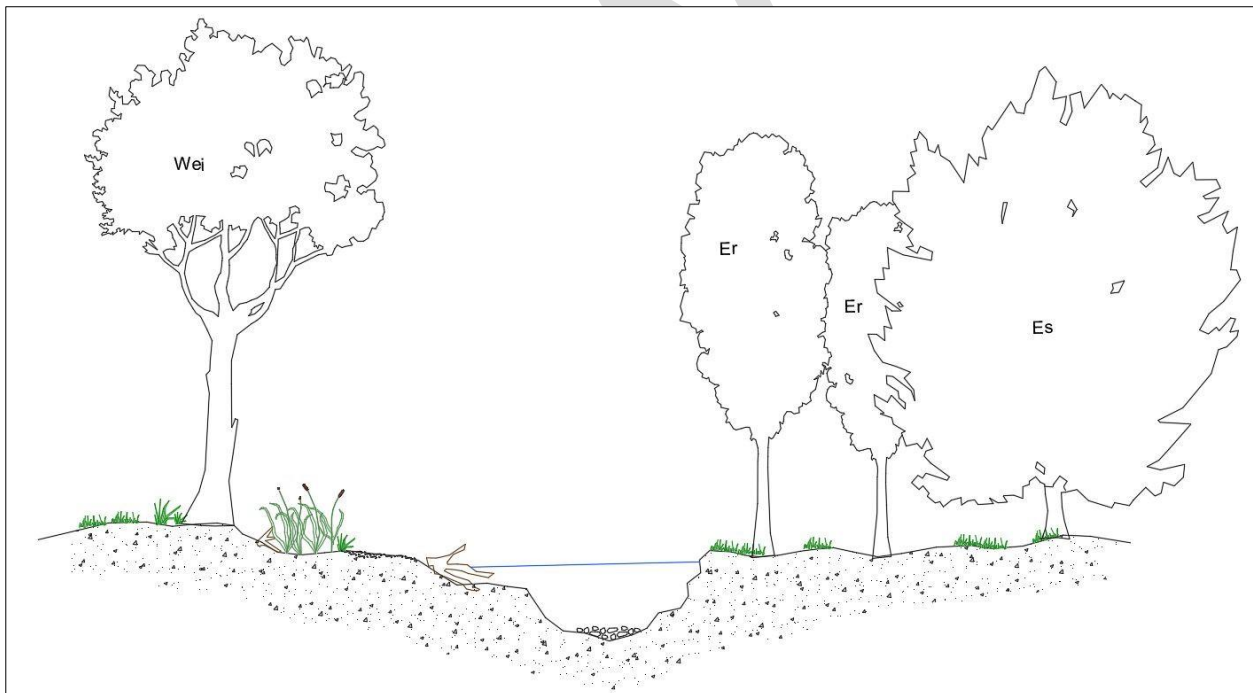


Abbildung 3-9: Ansicht des Querprofils im sehr guten ökologischen Zustand des Fließgewässertyps 14 (sandgeprägter Tieflandbach) gemäß OGewV, Prinzipdarstellung nach UBA (2014); geändert/eigene Darstellung

LAWA-Typ 15: Sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss

Nach POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER (2008) handelt es sich bei sand- und lehmgeprägten Tieflandflüssen im Referenzzustand um ein „[g]eschwungene bis mäandrierende FG in einem flachen Mulden- oder breiten Sohlental. Neben der dominierenden Sand- oder Lehmfraktion können auch Kiese nennenswerte Anteile (Ausbildung von Kiesbänken) darstellen, häufig finden sich auch Tone und Mergel, z.T. zu Platten verpacken. Wichtige Habitatstrukturen stellen natürliche Sekundärsubstrate wie Totholz, Erlenwurzeln, Wasserpflanzen und Falllaub dar. Das Profil der sandgeprägten Flüsse ist flach, Prall- und Gleithänge sind deutlich ausgebildet. In der Aue finden sich eine Vielzahl von Rinnensystemen und Altgewässern unterschiedlicher Altersstadien, ebenso wie Niedermoore. Flüsse mit höheren Lehmanteilen besitzen natürlicherweise ein tief eingeschnittenes Kastenprofil, Altgewässer sind kaum ausgebildet.“

Nach UBA (2014) verlaufen sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse im sehr guten Zustand geschwungen bis stark mäandrierend in weiten Sohlentälern oder in flachen Muldentälern. In Engtälern gibt es auch gestreckte bis schwach geschwungene Abschnitte. Das Sohlsubstrat besteht überwiegend aus lagestabilem Sand, Lehm und Totholz. Stellenweise kommen größere Kiesanteile vor. Der Totholzanteil beträgt 5 bis 10 %. Makrophyten treten mit teils sehr großen Deckungsgraden auf. Der Fluss hat eine dynamische Wasserführung. Bei erhöhten Abflüssen kommt es zu Laufverlagerungen. Es gibt mehrere bis viele besondere Lauf-, Sohl- und Uferstrukturen bei großer Tiefen- und Breitenvarianz. Prall- und Gleitufer sind typische Strukturelemente. Die Außenbögen sind meist stark erodiert. Die Ufer werden häufig von Eichen, Erlen, Eschen oder Ulmen teilweise beschattet. Daneben gibt es Abschnitte mit offenen Röhricht- oder Moorflächen, die kaum beschattet werden. In den Auen gibt es häufig Altwasser und Altarme sowie Hochflutrinnen. Hinzu kommen zahlreiche Vollformen wie Dünen und Rehen. Lehmgeprägte Abschnitte und solche in Engtälern weisen weniger und kleinere besondere Umfeldstrukturen auf als Abschnitte in weiten Sohlen- und flachen Muldentälern.“

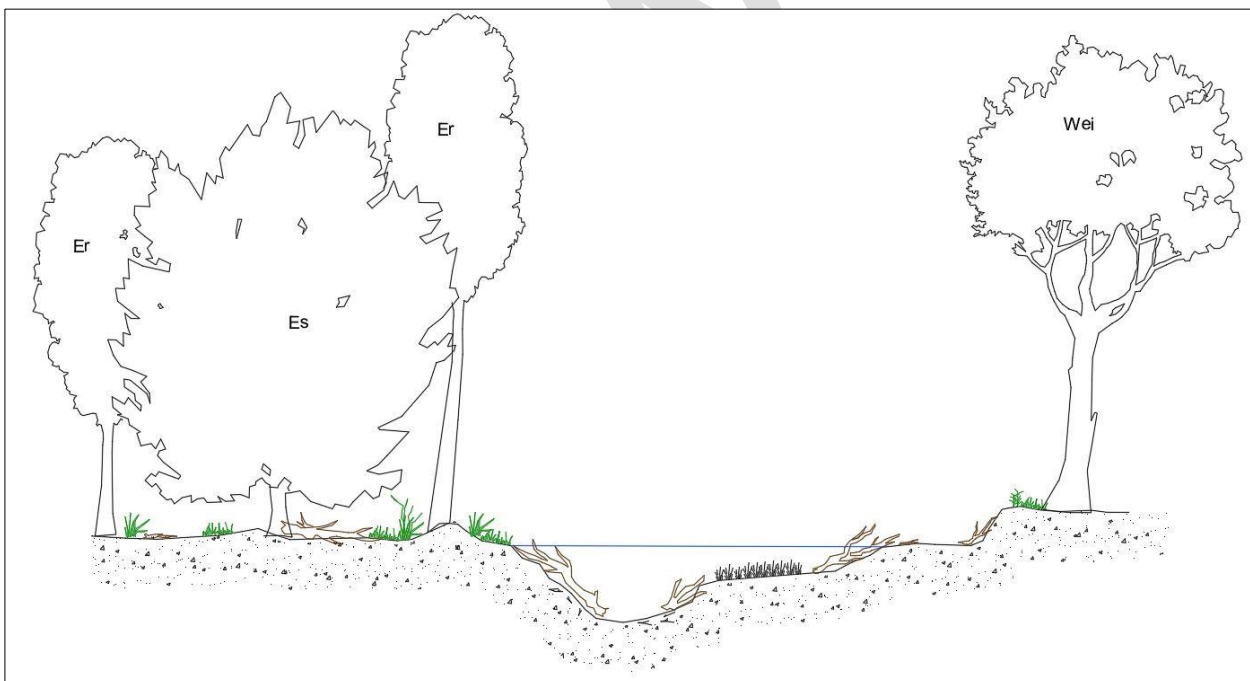


Abbildung 3-10: Ansicht des Querprofils im sehr guten ökologischen Zustand des Fließgewässertyps 15 (Sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss) gemäß OGewV, Prinzipdarstellung nach UBA (2014); geändert/eigene Darstellung

3.7 Schutzgebiete/Naturschutzrechtliche Anforderungen

Eine Übersicht der im EZG der Oberen Sude gelegenen Schutzgebiet ist in Abbildung 3-11 dargestellt. Im Oberlauf der Sude (Wasserkörper SUDE-0100) befinden sich keine naturschutzrechtlich relevanten Schutzgebiete (Karte 4-13 der Anlage A). Direkt an den Wasserkörper grenzt das Landschaftsschutzgebiet „Dümmer See“. Der nachfolgende Wasserkörper der Sude (SUDE-0300) durchfließt das FFH-Gebiet „Wald bei Dümmer“ (DE 2433-302) (Karte 4-14 der Anlage A). Anschließend wird die Sude (SUDE-0400) vom FFH-Gebiet „Sude mit Zuflüssen“ (DE 2533-301) und dem fast flächengleichen Landschaftsschutzgebiet „Mittlere Sude“ eingefasst (Karte 4-15 der Anlage A). Südlich grenzt das SPA-Gebiet „Hagenower Heide“ (DE-2533-401) an das Untersuchungsgebiet an.

Gesetzlich geschützte Biotope sind vereinzelt direkt am Lauf oder in der Nähe des Laufs vorhanden. Die meisten befinden sich am untersten Wasserkörper SUDE-0400 (Karte 4-16 bis 4-18 der Anlage A).

Relevante Wasserschutzzonen befinden sich lediglich in der Ortschaft Perlin (Zone 2 und 3) (Abbildung 3-11).

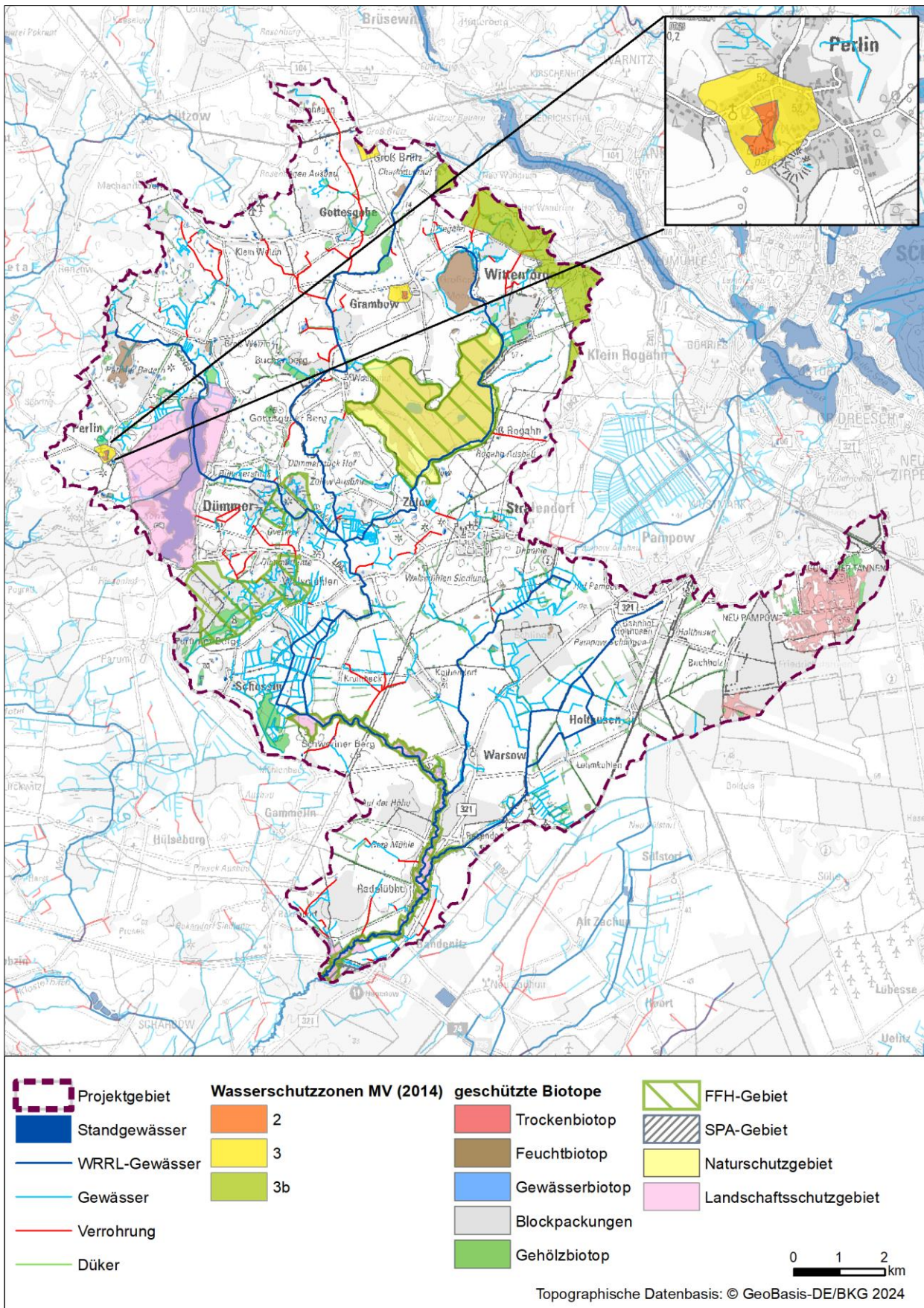


Abbildung 3-11: Schutzgebiete und Wasserschutzzonen im Projektgebiet (Darstellung aus FIS-WRRL, abgerufen am 26.02.2021)

3.8 Grundwasserabhängige Landökosysteme

Gewässerabhängige Landökosysteme und Feuchtgebiete unterliegen nach WRRL und WHG besonderen Anforderungen. Ziel nach Art. 1 WRRL sind die Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt. Nach den Bewirtschaftungsgrundsätzen des § 6 Abs. 1 Nr. 2 WHG sind Beeinträchtigungen so weit wie möglich auszugleichen. Ein naturnaher Wasserhaushalt dieser Gebiete ist geprägt von regelmäßigen Überschwemmungen bzw. nahezu flurgleichen Wasserständen. Deshalb sollten diese Flächen nicht gegen Überschwemmungen geschützt werden“ (LUNG M-V 2019, S. 4). Auch an der Sude befinden sich nahezu am gesamten Fließverlauf sowie im EZG grundwasserabhängige Landökosysteme (Abbildung 3-12 und Karte 4-19 bis 4-21 der Anlage A).

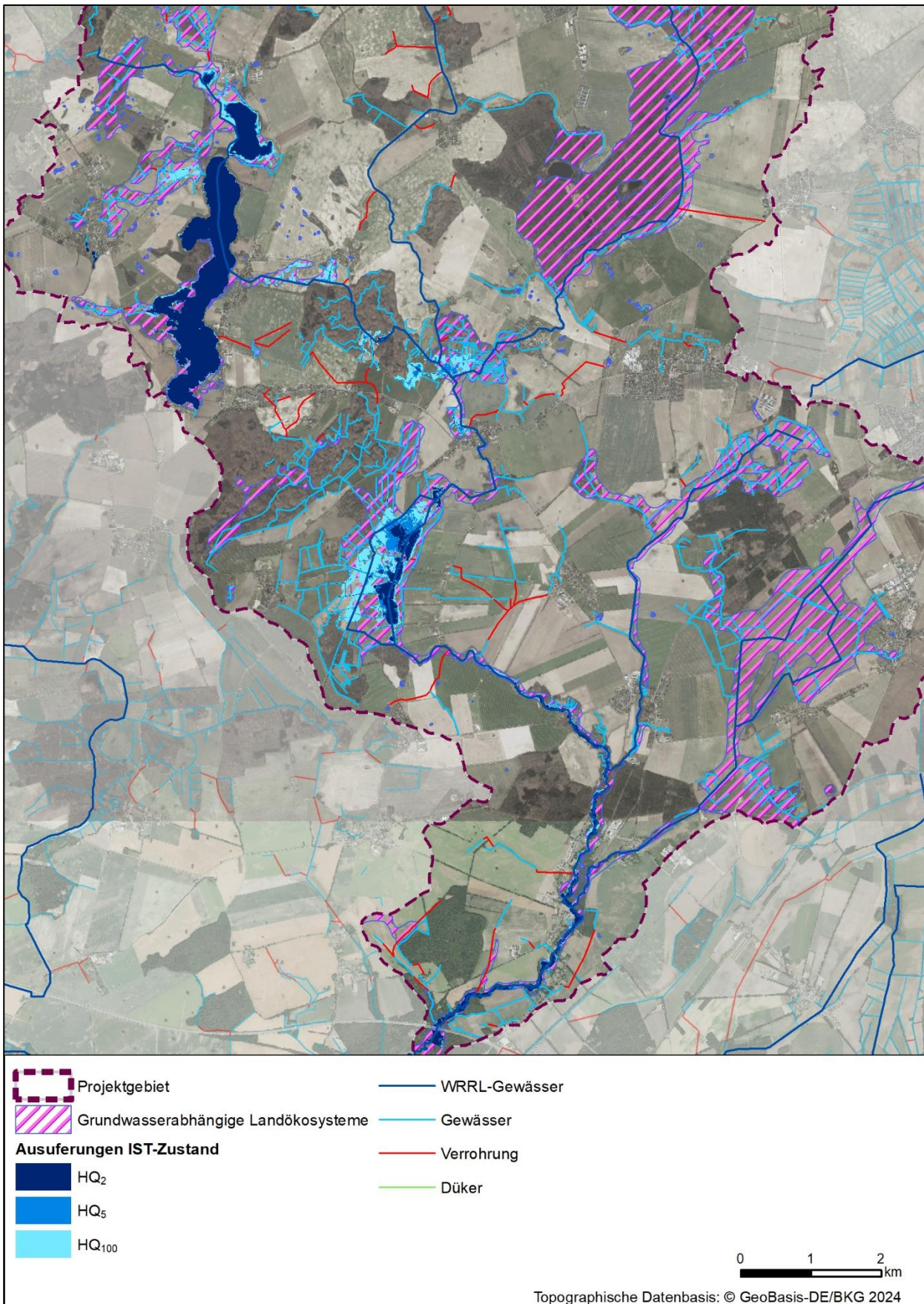


Abbildung 3-12: Grundwasserabhängige Landökosysteme und Ausuferungen im Untersuchungsgebiet

3.9 Historischer Zustand und Gewässerausbau

Im Managementplan für das FFH-Gebiet DE 2533-301 wird der historische Zustand und der Gewässerausbau der Sude beschrieben. So ist das Sudetal im jetzigen Erscheinungsbild geprägt von großflächigen Meliorationsmaßnahmen zur Gewinnung von Landwirtschaftsflächen, welche vor Allem im 19. und 20. Jahrhundert erfolgten. Messtischblätter der Preußischen Landesaufnahmen um 1900 zeigen, dass die Sude zwischen Redefin und Sudenhof begradigt und das Bachtal insbesondere südlich von Viez systematisch von landwirtschaftlichen Vorflutern zur Entwässerung durchzogen wurde. Dies führte zu einer Absenkung der Grundwasserstände innerhalb der Niederung. Im Rahmen von Meliorationsmaßnahmen erfolgte Ende des 19. Jahrhunderts die Begradigung und künstliche Verlängerung des Strohkirchener Baches durch den Bau des Neuen bzw. Wöbbeliner Kanals. Dadurch wurden die Niedermoorflächen der westlichen Lewitz statt in Richtung der Elde nun in Richtung der Sude entwässert und das Einzugsgebiet der Oberen Sude entsprechend vergrößert.

Durch die Errichtung zahlreicher Querbauwerke sollten die Wasserstände in den Landwirtschaftsflächen reguliert und ein Rückstau in Folge von Hochwasserereignissen in der Elbe verhindert werden. In den Jahren 1980 – 1984 wurde zudem die Sudemündung in die Elbe von ursprünglich bei Gothmann stromabwärts auf die Höhe des Boizenburger Hafens verlegt und mit einem Abschlusswehr versehen, welches bei Elbehochwasser verschlossen werden kann.

3.10 Hydrologisch/hydraulische Vorgaben

Mit einem Einzugsgebiet von insgesamt 2.253 km² stellt die Sude den zweitgrößten Elbezufluss in Mecklenburg-Vorpommern dar. Das Untersuchungsgebiet befindet sich oberhalb der Autobahn A24.

Hier hat das Einzugsgebiet eine Größe von 159 km² und untergliedert sich in 27 Teileinzugsgebiete (Abbildung 3-13 und Karte 4-22 der Anlage A).

Für die Wasserhaushaltsbilanzierung des Dümmer See wurde zudem das unterirdische Einzugsgebiet des Dümmer Sees anhand der vorliegenden Grundwasserisohypsen (Linien gleicher Grundwasserstände, FUGRO & UMWELTPLAN 2016 im Auftrag des LUNG) GIS-technisch ermittelt. Die Grundwasserhöhengleichungen beziehen sich jedoch auf den obersten Grundwasserleiter in Mecklenburg-Vorpommern; die Einzugsgebiete etwaiger tieferer Grundwasserleiter (sofern mit dem See korrespondierend) können daher abweichen. Hinsichtlich der Gebietswasserbilanz für das gesamte EZG der Oberen Sude spielt das unterirdische EZG eine untergeordnete Rolle. Da der Dümmer See aber als Wasserspeicher das Abflussgeschehen der stromabwärts gelegenen Fließabschnitte der Sude reguliert beeinflusst, wird es der Vollständigkeit halber im Folgenden mit dargestellt. Die Abbildung 3-13 stellt alle oberirdischen Teileinzugsgebiete dem potenziellen unterirdischen Einzugsgebiet des Dümmer Sees im Raum gegenüber.

Anhand der Grundwasserisohypsen lässt sich weiterhin feststellen, dass insbesondere im Nordosten des Untersuchungsgebietes größere GW-Abstrombereiche in Richtung Schweriner See existieren, sofern das neugebildete Grundwasser hier nicht über die Vorfluter vollumfänglich entlastet und oberflächlich zum Abfluss bis in die Sude gelangt.

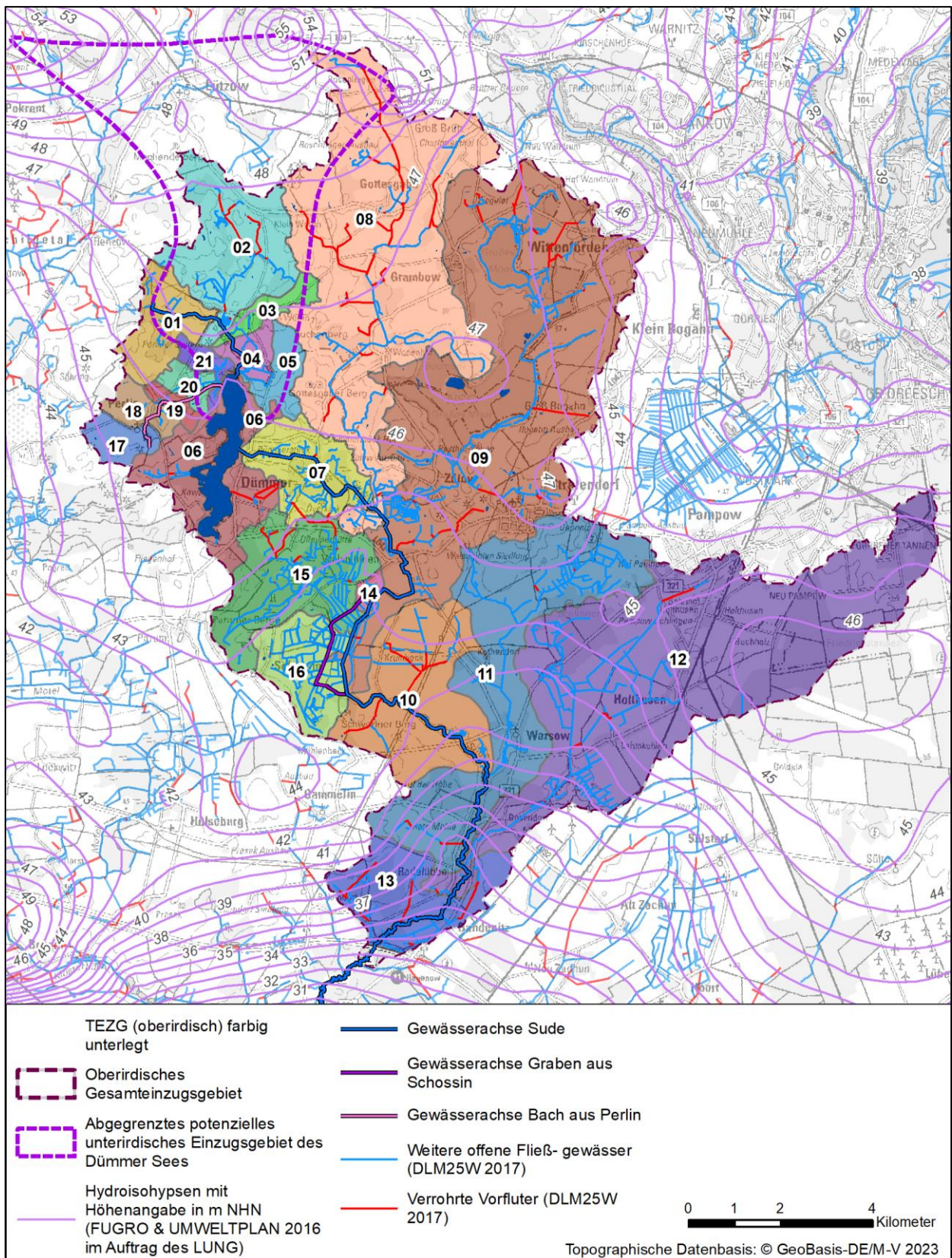


Abbildung 3-13: Abgrenzung der oberirdische Teileinzugsgebiete (TEZG) im Untersuchungsgebiet sowie des potenziellen unterirdischen Einzugsgebietes des Dümmer Sees nach Grundwasserhöhengleichungen des obersten Grundwasserleiters (FUGRO & UMWELTPLAN 2016 im Auftrag des LUNG); Modifizierung basierend auf den TEZG nach BIOTA (2012), BIOTA (2016) sowie dem DLM25W (2017); Fläche des Dümmer Sees als eigenständiges Bilanzgebiet abgegrenzt; vgl. auch BIOTA (2022)

Tabelle 3-8: Abgrenzung von oberirdischen Teileinzugsgebieten (TEZG) entlang der Sude zur Bilanzierung von Wasserhaushaltsgrößen; EZG-Größen kumuliert und einschließlich der Fläche des Dümmer Sees; rot hinterlegten Zellen – Pegelstandort Radelübbe (Quellen: BIOTA 2012, BIOTA 2016; vgl. auch BIOTA 2022)

Nr.	GBK-Nr.	EZG-Größe in km ²	Bezeichnung/Beschreibung
Sude			
01	5936111000	3,0	TEZG bis zum oberen Modellrand/bis zum Beginn des Untersuchungsabschnitts
02	5936111000	9,9	TEZG mit u. a. Zufluss des Grabens LV49G/3.01
03	5936111000	10,9	TEZG mit Zufluss des Grabens LV49G/1.05
04	5936111000	11,9	TEZG mit Polderflächen
05	5936111000	13,4	TEZG bis Mündung in den Dümmer See mit dem Zufluss des Grabens LV49G/1.01
06	5936113000	24,6	Auslauf vom Dümmer See
07	5936115000	28,7	TEZG zwischen Dümmer See und dem Zufluss der Zare
08	5936119000	53,9	TEZG nach Zufluss der Zare
09	5936131000	87,3	TEZG nach Zufluss des Ottergrabens und vor dem Zufluss des Grabens aus Schossin
10	5936133000	107,5	TEZG nach Zufluss des Grabens aus Schossin
11	5936139000	122,9	TEZG nach Zufluss des Grabens LV59
12	5936151100	153,6	TEZG nach Zufluss des Lehmkuhlener Bachs
13	5936151900	159,3*	TEZG bis zum unteren Modellrand mit u. a. Zufluss des Grabens LV96H und des Grabens ZV14/028
Graben aus Schossin			
14	5936132000	0,3	TEZG am oberen Modellrand mit u. a. Zufluss des Grabens LV71.1/2.17
15	5936132000	7,6	TEZG mit u. a. Zufluss des Grabens LV68 und des Grabens LV73
16	5936132000	11,4	TEZG bis Mündung in die Sude
Bach aus Perlin			
17	5936112000	1,3	TEZG bis zum oberen Modellrand/bis zum Beginn des Untersuchungsabschnitts (Ortslage Perlin)
18	5936112000	2,5	TEZG mit u. a. Zufluss des Grabens LV48G/7
19	5936112000	3,0	TEZG mit u. a. Zufluss des Grabens LV48G/3 und des Grabens LV48G/5
20	5936112000	3,8	TEZG mit dem linksseitigen Grabensystem um den Graben LV48G/1
21	5936112000	4,5	TEZG bis Mündung in den Dümmer See mit u. a. Zufluss des Grabens LV48G/1.2 und des Grabens 15040085

3.11 Gewässernutzungen/Wasserrechte

Eine Anfrage bzgl. der Wasserrechte beim Landkreis Ludwigslust-Parchim ergab, dass keine relevanten Unterlagen vorhanden sind. Auch beim zuständigen WBV liegen keine Daten zur gegenwärtigen Gewässernutzung vor.

Für die Planung relevant wären – neben Einleitungen und Entnahmen – vor allem die Stauziele der folgenden Bauwerke:

- Dümmer See/Bohlenstauwehr Auslauf Dümmer See (Stat. 81+515),
- Doppelschützwehr in Walsmühlen (Stat. 76+357),
- Doppelschützwehr s. Walsmühlen/n. Krumbek (Stat. 74+266) und
- Sohlabsturz an der ehemaligen Roten Mühle in Radelübbe (Stat. 65+883).

Nach den Daten im FIS-WRRL (abgerufen am 26.02.2021) gibt es Gewässerbenutzungen im Bereich Groß Welzin und Walsmühlen (**Abbildung 3-14**).

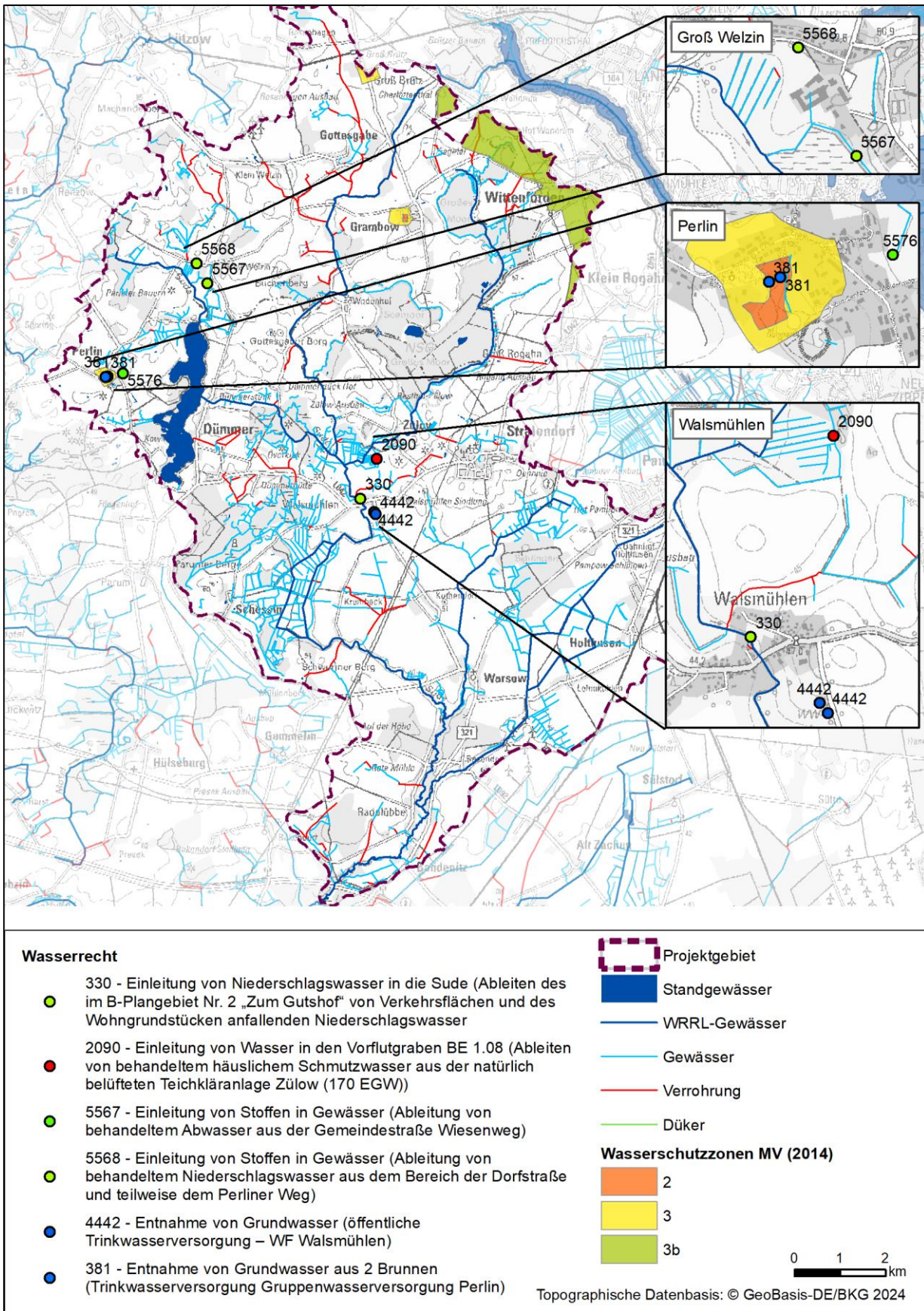


Abbildung 3-14: Wasserrechte (Benutzungen) im Bereich der Sude (Darstellung aus FIS-WRRL, abgerufen am 26.02.2021)

3.12 Belange des Denkmalschutzes

Für die Untersuchung wurden Bau- und Bodendenkmale berücksichtigt (siehe Tabelle 3-9 und Tabelle 3-10), die sich im Umkreis von ca. 200 m beidseitig des Gewässers befinden (Karte 4-26 bis 4-28 der Anlage A).

Baudenkmale dürfen in ihrer Substanz und ihrem Erscheinungsbild nicht erheblich verändert werden.

Die Bodendenkmale im Landkreis Nordwestmecklenburg sind in der Kartendarstellung gelb markiert. Die Bodendenkmale des Landkreises Ludwigslust-Parchim, sind – je nach Art des Denkmals – unterschiedlich zu behandeln. Die mit der Farbe Rot gekennzeichneten Bodendenkmalen und ihre Umgebung dürfen angesichts ihrer wissenschaftlichen und kulturgeschichtlichen Bedeutung gemäß § 7 Abs. 4 DSchG M-V grundsätzlich nicht verändert werden. Hierzu ist eine fachliche Prüfung des Landesamtes für Kultur und Denkmalpflege, Fachbereich Archäologie erforderlich. Bei den mit der Farbe Blau gekennzeichneten Bodendenkmalen ist vor Beginn jeglicher Erdarbeiten die fachgerechte Bergung und Dokumentation des Bodendenkmals sicherzustellen. Die Kosten für diese Maßnahmen trägt der Verursacher des Eingriffs (§ 6 Abs. 5 DSchG M-V). Über die in Aussicht genommenen Maßnahmen zur Bergung und Dokumentation der Bodendenkmale ist das Landesamt für Kultur und Denkmalpflege, Fachbereich Archäologie rechtzeitig vor Beginn der Erdarbeiten zu unterrichten.

Wenn bei Erdarbeiten neue Bodendenkmale oder auffällige Bodenverfärbungen entdeckt werden, sind diese gemäß § 11 Abs. 1 DSchG M-V der unteren Denkmalschutzbehörde unverzüglich anzuzeigen und der Fund und die Fundstelle bis zum Eintreffen eines Mitarbeiters oder Beauftragten des Landesamtes für Kultur und Denkmalpflege in unverändertem Zustand zu erhalten. Die Anzeigepflicht besteht für den Entdecker, den Leiter der Arbeiten, den Grundeigentümer sowie zufällige Zeugen, die den Wert des Fundes erkennen.

Die Verpflichtung erlischt fünf Werktagen nach Zugang der Anzeige, bei schriftlicher Anzeige spätestens nach einer Woche. Die untere Denkmalschutzbehörde kann die Frist im Rahmen des Zumutbaren verlängern, wenn die sachgerechte Untersuchung oder die Bergung des Denkmals dies erfordert (§ 11 Abs. 3 DSchG M-V).



Abbildung 3-15: Bau- und Bodendenkmale im Umkreis von ca. 200 m beidseitig der Sude

Tabelle 3-9: Liste der Baudenkmale im Umkreis von 200 m beidseitig um das Gewässer

Gemeinde	Beschreibung	Kartenlabel
Landkreis Nordwestmecklenburg		
Perlin	Kirche m. Grabstätte Inspektor F. Anders (Tumba u. Einfriedung) (1051)	1
Perlin	Am Friedhof, Pfarrhaus m. Gedenktafel für Heinrich Seidel (1047)	2
Perlin	Boddiner Straße 27, ehem. Kutscherhaus (1048)	3
Perlin	Dümmer Weg 15, ehem. Försterhaus (1049)	4
Perlin	Gedenkstein zur Vollgenossenschaft 1960 (1050)	5
Landkreis Ludwigslust-Parchim		
Bandenitz	Hauptstraße 13, Wohnhaus	6
Bandenitz	Gefallenendenkmal 1914/18, Hauptstraße	7
Dümmer	Dorfstraße, Gefallenendenkmal 1870/71 mit Friedenseiche, Gemarkung Dümmer, Flur: 1 Flurstück: 48	8
Dümmer	Dorfstraße 35, Wohnhaus	9
Dümmerhütte	Forstweg 12/13, Forstthof mit Wohnhaus, Stall, Scheune, Backhaus und Trockenmauer	10
Dümmerhütte	Överkiek 2, Wohnhaus	11
Dümmerstück Dorf	Stücker Straße 10, Wohnhaus	12
Radelübbe	Ringstraße 21, Fachwerkscheune mit Natursteinmauer	13
Radelübbe	Bakendorfer Weg 07, Forstamt Radelübbe, Gemarkung Raelübbe, Flur: 2, Flurstück 39/2 – Wohnhaus, zwei Fachwerkscheune, ehem. Pferdestall, ehem. Backhaus	14
Studenmühle (Warsow)	Nr. 1, Mühlengebäude	15
Walsmühlen	Gefallenendenkmal 1914/18, Walsmühler Straße	16
Walsmühlen	Zum Gutshaus 14, Amtshaus (ehem. Gutshaus)	17

Tabelle 3-10: Bodendenkmale in einem Umkreis von ca. 200 m beidseitig des Gewässers

Gemeinde	Beschreibung	Kartenlabel
Landkreis Nordwestmecklenburg		
Perlin	Fundplatz 10 – Gemarkung Perlin, Flur 3, Flurstücke 64/5, 64/8, 64/9, 66, 67/1, 67/2	Bod_1
Perlin	Fundplatz 11 – Gemarkung Perlin, Flur 3, Flurstück 75	Bod_2
Perlin	Fundplatz 19 – Gemarkung Perlin, Flur 3, Flurstück 73/6	Bod_3
Perlin	Fundplatz 23 – Gemarkung Perlin, Flur 3, Flurstück 66	Bod_4
Perlin	Fundplatz 21 – Gemarkung Perlin, Flur 2, Flurstücke 16/8, 16/14, 16/15, 16/16, 16/17, 16/18, 16/19, 16/37, 16/38, 16/39, 16/42, 16/43, 17/35, 17/36, 17/37, 17/38, 17/39, 17/40, 17/41, 17/43	Bod_5
Landkreis Ludwigslust-Parchim		
	ohne weitere Beschreibung	Bod_6 bis Bod_58

3.13 Gewässerunterhaltung

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) definiert in § 39 Inhalte und Ziele der Gewässerunterhaltung und formuliert folgende Maßgaben:

- (1) „Die Unterhaltung eines oberirdischen Gewässers umfasst seine Pflege und Entwicklung als öffentlich-rechtliche Verpflichtung (Unterhaltungslast). Zur Gewässerunterhaltung gehören insbesondere:
 1. die Erhaltung des Gewässerbettes, auch zur Sicherung eines ordnungsgemäßen Wasserabflusses,
 2. die Erhaltung der Ufer, insbesondere durch Erhaltung und Neuanpflanzung einer standortgerechten Ufervegetation, sowie die Freihaltung der Ufer für den Wasserabfluss,
 3. die Erhaltung der Schiffbarkeit von schiffbaren Gewässern mit Ausnahme der besonderen Zufahrten zu Häfen und Schiffsanlegestellen,
 4. die Erhaltung und Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers insbesondere als Lebensraum von wild lebenden Tieren und Pflanzen,
 5. die Erhaltung des Gewässers in einem Zustand, der hinsichtlich der Abführung oder Rückhaltung von Wasser, Geschiebe, Schwebstoffen und Eis den wasserwirtschaftlichen Bedürfnissen entspricht.

Zur Gewässerunterhaltung gehören demnach klassische Maßnahmen wie z.B. die Krautung zur Erhaltung des Gewässerbettes und Sicherung des ordnungsgemäßen Wasserabflusses, aber auch Maßnahmen, die ihren Fokus auf der Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers haben. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Abführung oder der Rückhalt von Wasser (sowie Geschiebe, Schwebstoffen und Eis) entsprechend den wasserwirtschaftlichen Bedürfnissen (Satz 5).

Die Unterhaltung der Sude im Projektgebiet obliegt dem Wasser- und Bodenverband (WBV) „Schweriner See/Obere Sude“. Im Projektgebiet arbeitet der WBV mit Kraut- und Kettenbagger inklusive Mähkorb. Bei unzugänglichen Gewässerabschnitten greift der WBV auf Handkrautung zurück. In Bereichen mit vermehrten Sedimentablagerungen werden Grundräumungen durchgeführt, um das ursprüngliche Gewässerprofil wiederherzustellen. Tabelle 3-11 listet die Maßnahmen der aktuellen Gewässerunterhaltung an der Sude zwischen Quelle und Autobahn 24 (WBV „Schweriner See/Obere Sude“ 2021) auf. In Abbildung 3-16 ist die aktuelle Gewässerunterhaltung dargestellt. Informationen zu den entsprechenden Unterhaltungsintervallen liegen nicht vor. In der Regel erfolgt die Krautung von Gewässern einmal jährlich.

Tabelle 3-11: Unterhaltungsplan Sude (2020) des WBV „Schweriner See / Obere Sude“ an der Oberen Sude (WK SUDE-0100, SUDE-0300 und SUDE 0-400)

Station von	Station bis	Unterhaltungsmaßnahme
SUDE-0100		
86+390	83+187	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
SUDE-0300		
81+334	79+467	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
78+790	78+746	Grundräumung
79+467	78+019	Krautung von Hand
78+019	76+271	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
76+271	75+780	Krautung von Hand
75+780	71+815	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
Bach aus Schossin		
0+000	3+327	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb

Station von	Station bis	Unterhaltungsmaßnahme
SUDE-0400		
71+815	70+860	Krautung von Hand
70+860	68+540	maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
68+540	60+497	Krautung von Hand

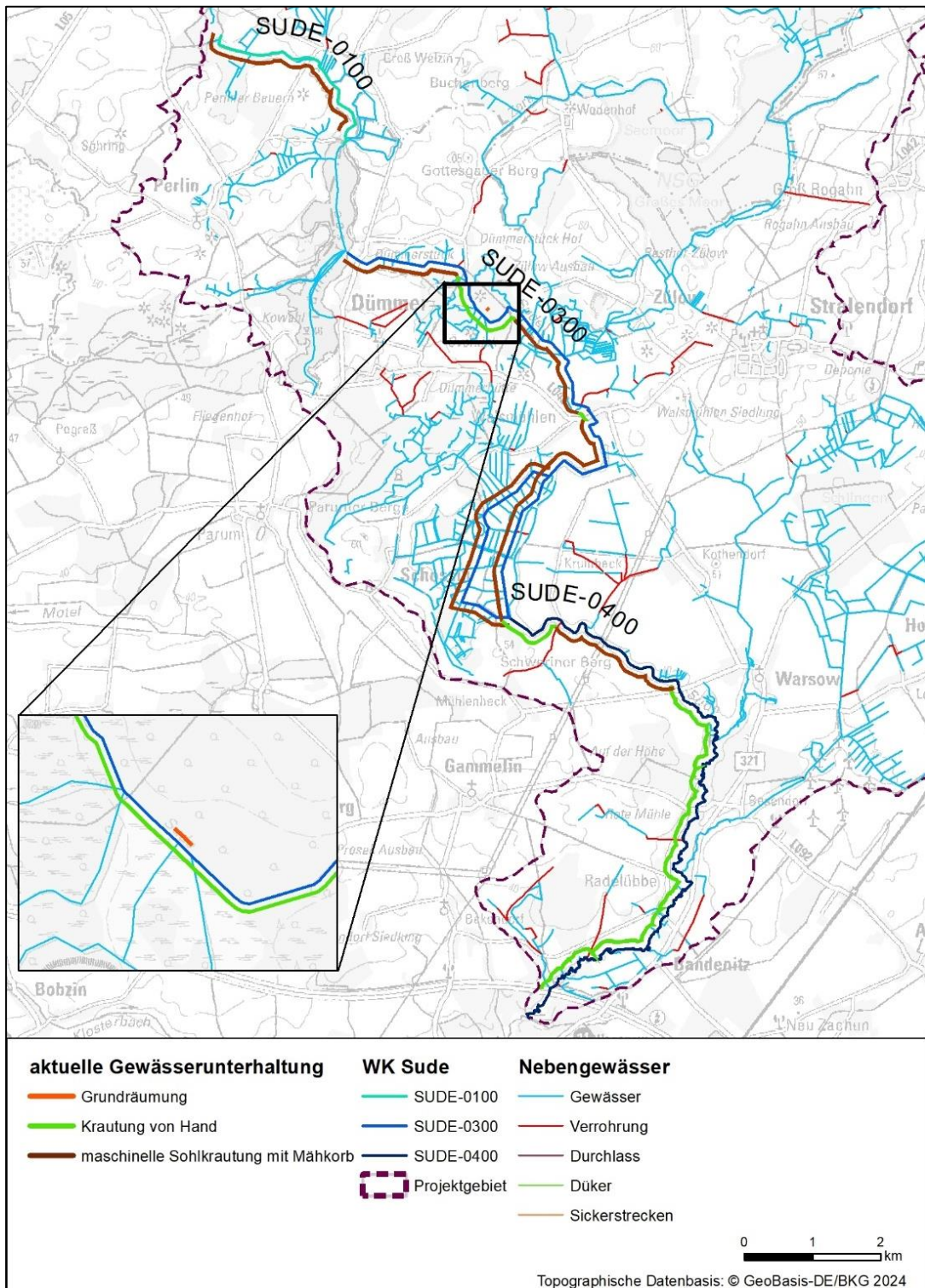


Abbildung 3-16: aktuelle Gewässerunterhaltung an der Sude sowie am Bach aus Schossin

3.14 Weitere Relevante Planungen

Zu berücksichtigen ist die „Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der Bewirtschaftungsplanung nach EU-WRRL in Hinblick auf eine Renaturierungsmaßnahme an der Sude im Bereich des Schossiner Beckens“ (PÖYRY 2011). Für den genannten Abschnitt werden verschiedene Maßnahmen zur Erhöhung der fließgewässertypischen Strukturvielfalt vorgeschlagen. Zentral ist die Festlegung eines Entwicklungskorridors. Weitere Maßnahmen sind:

- Querprofilaufweitung, um das Verhältnis von Sohlbreite zu Sohltiefe zu verbessern
- Laufverlängerung, um einen geschwungenen Gewässerlauf zu schaffen (In Verbindung mit einer Sohlanhebung wirkt sich die Laufverlängerung zudem positiv auf den Wasserrückhalt im betrachteten Gebiet aus.)
- Einbau von Totholz zur Erhöhung der Strömungsdiversität und Förderung der Tiefenvarianz
- Herstellung der longitudinalen Durchgängigkeit (Umbau Wehranlage an Sohlgleite)

Entwurf

4 Hydrologische Modellierung (Wasserhaushalt, AP 2_14)

4.1 Einführung

Zur Bewertung potenzieller Auswirkungen in Folge klimatischer Veränderungen war es im Rahmen der Erweiterung der Machbarkeitsstudie (Zukunftsstudie) notwendig, eine hydraulische Modellierung durchzuführen, um den gegenwärtigen Wasserhaushalt im Untersuchungsgebiet abzubilden und entsprechende Prognosen zukünftiger Entwicklungen abzuleiten.

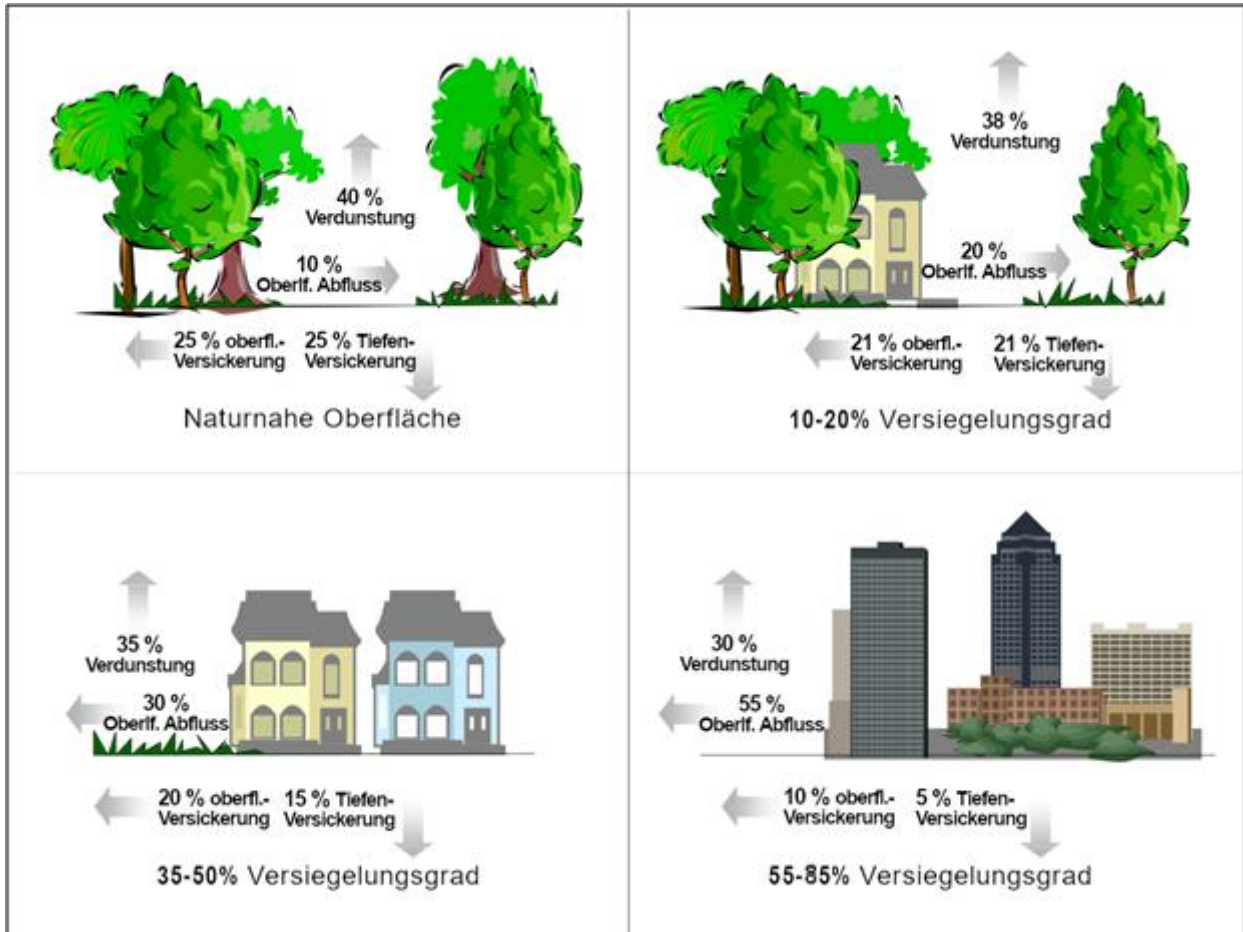


Abbildung 4-1: Schematische Darstellung von Wasserhaushaltsgrößen bei unterschiedlich starker Versiegelung (übersetzt aus EPA 2005)

Die Geowissenschaften, insbesondere die Fachgebiete Hydrologie, (Hydro-)Geographie und Landschaftsökologie, betrachten das Wasser als einen Teil der Landschaft bzw. des Landschaftsökosystems. Die Hydrologie als Wissenschaft vom Wasser und von seinen Eigenschaften (DIN 4049 Teil 1) befasst sich mit den Zusammenhängen und Wechselwirkungen der Erscheinungsformen des Wassers mit umgebenden Medien, seinem Kreislauf, seiner Verteilung auf und unter der Landoberfläche und deren Veränderungen durch anthropogene Beeinflussung (DYCK & PESCHKE 1983).

Die Fließgewässer als linienhafte Naturraumelemente führen das überschüssige Wasser ab, wobei die hohe Bedeutung des Abflussprozesses in seiner grundsätzlich gerichteten, aber stets Naturraumeinheiten verbindenden Wirkung liegt. Ein Wasserüberschuss ist immer dann gegeben, wenn der Niederschlag summarisch die Verdunstung und die Speicherung übertrifft.

Für die Einzugsgebiete der Fließgewässer gilt bei Zeitabschnitten von wenigen Jahren oder Einzeljahren/-monaten die Bilanzgleichung des Wasserhaushalts:

$$R = P - ET - \Delta S \quad [\text{mm a}^{-1}]$$

mit

R – Abfluss,

P – Niederschlag,

ET – Evapotranspiration,

ΔS – Speicheränderung

Die Gebiets-speicherung wirkt ausgleichend (Retention) und kann in Abhängigkeit von den klimatischen, hydrogeologischen und geomorphologischen Bedingungen in Form von unterirdischem Wasser (Grundwasser, Bodenwasser), Oberflächenwasser, Eis oder Schnee auftreten. Die Speicheränderung ΔS kann folglich sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Wird die Bilanzgleichung für längere Zeiträume (mehrere Jahre oder Jahrzehnte) und damit für mittlere langjährige Zustände angewandt, so kann wegen des längerfristigen Ausgleichs von Speichergewinn und -verlust gemeinhin die Gebiets-speicherung vernachlässigt werden. Die vorstehende Bilanzgleichung vereinfacht sich unter diesen Voraussetzungen zu:

$$R = P - ET \quad [\text{mm a}^{-1}]$$

Deshalb werden Wasserhaushaltsberechnungen regelmäßig für längere Bezugsperioden (im Regelfall mehrere Dekaden) durchgeführt. Bei bekannten Gebietsmitteln des Niederschlages und bei sachgerechter Abschätzung/Berechnung der realen Verdunstung kann somit auf den mittleren langjährigen Gesamtabfluss R geschlossen werden.

Der Wasserhaushalt hat im Gewässerschutz eine fundamentale Bedeutung, da er den physikalischen Rahmen für ober- und unterirdische Gewässer setzt. „Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verfolgt für die Oberflächengewässer das Ziel eines guten chemischen und ökologischen Zustands. Der ökologische Zustand wird anhand biologischer Qualitätskomponenten bewertet, wobei hydromorphologische Komponenten unterstützend beteiligt sind. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Hydromorphologie eine geringe Rolle bei der Umsetzung der WRRL spielt. Der Zustand der Morphologie und die hydrologischen Verhältnisse in Gewässern beeinflussen die Habitatvielfalt aquatischer Lebensräume in hohem Maße und stellen somit eine Schlüsselfunktion für den Zustand der Biozönosen dar. Weitgehend intakte variable Gewässerstrukturen sowie möglichst natürliche hydrologische Verhältnisse sind eine Grundvoraussetzung für das Erreichen des guten ökologischen Zustands.“ (MEHL et al. 2014a)

Der Wasserhaushalt ist folglich auch eine Qualitätskomponentengruppe der hydromorphologischen Qualitätskomponenten für Flüsse und Seen nach Anhang V WRRL bzw. OGewV; zudem wird bei Grundwasserkörpern der mengenmäßige Zustand entsprechend Anhang V WRRL bzw. GrwV bewertet. Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser hat zur „Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern“ eine spezifische Verfahrensempfehlung erarbeiten lassen (MEHL et al. 2014a, b).

Die Berechnung des Wasserhaushalts für das Einzugsgebiet der Sude erfolgte auf Grundlage von Jahresmittelwerten einer entsprechend langen Zeitreihe (hier die **30-jährige Zeitreihe 1991 – 2020**). Grundlage sind neben den herangezogenen Geodaten langjährige mittlere Jahresniederschlags-summen, Lufttemperaturen und Sonnenscheindauern (DWD 2022). Eine Betrachtung auf kürzeren Zeitskalen (Monatsmittel) erfolgte durch eine Modellmodifikation. Zu beachten ist, dass die Ergebnisse der Berechnungen zum Direktabfluss (vgl. auch Kapitel 4.2.2) nicht mit Oberflächenabflüssen, insbesondere nicht mit den Spitzenabflüssen, z. B. aufgrund einzelner, extremer Starkregenereignisse, zu verwechseln sind.

4.2 Methodik

4.2.1 Methodische Vorgehensweise für die Wasserhaushaltsberechnung nach dem BAGLUVA-Verfahren

Der in Kapitel 4.1 beschriebene Ansatz wird nachfolgend umgesetzt, indem das sogenannte „BAGLUVA-Verfahren“ (Wasserhaushaltsverfahren zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte der tatsächlichen Verdunstung und des Gesamtabflusses) nach BFG (2003) angewandt wird:

„Die Grundlage des Verfahrens [siehe Abbildung 4-2] ist die von BAGROV (1953) entwickelte und von GLUGLA et al. (BFG 2003) modifizierte BAGROV-Beziehung, die basierend auf vieljährigen Mittelwerten wesentliche Zusammenhänge zwischen Wasser- und Wärmehaushalt beschreibt. Die tatsächliche Verdunstung ist abhängig von der Wasserverfügbarkeit aus korrigiertem Niederschlag, Beregnung sowie Kapillaraufstieg aus flurnahem Grundwasser, der Energieverfügbarkeit in Form der maximalen Verdunstung sowie den Standortbedingungen, die durch den Effektivitätsparameter n gekennzeichnet werden. Im BAGROV-Diagramm [Abbildung 4-2, unten rechts] wird der Quotient aus aktueller zu maximaler Evapotranspiration als Funktion des Quotienten aus (korrigiertem) Niederschlag zu maximaler Evapotranspiration graphisch dargestellt. Der Verlauf des Funktionsgraphen variiert in Abhängigkeit vom Effektivitätsparameter n , der den Einfluss der Standortbedingungen bezüglich der zeitlichen und räumlichen Verfügbarkeit des stochastisch verteilten Niederschlags auf die tatsächliche Verdunstung im Interzeptionsspeicher und im Bodenspeicher quantifiziert.“ (BGR 2004)

Ausgangspunkt ist die folgende von BAGROV konzipierte Differenzialgleichung:

$$\frac{d\overline{ETa}}{dP_{\text{korr}}} = 1 - \left(\frac{\overline{ETa}}{\overline{ET_{\text{max}}}} \right)^n$$

- ETa – tatsächliche (reale) Verdunstung [mm a⁻¹]
- P_{korr} – korrigierter Niederschlag [mm a⁻¹]
- ET_{max} – maximale Verdunstung bei ausreichender Wasserverfügbarkeit [mm a⁻¹]
- n – Effektivitätsparameter nach BAGROV [-]

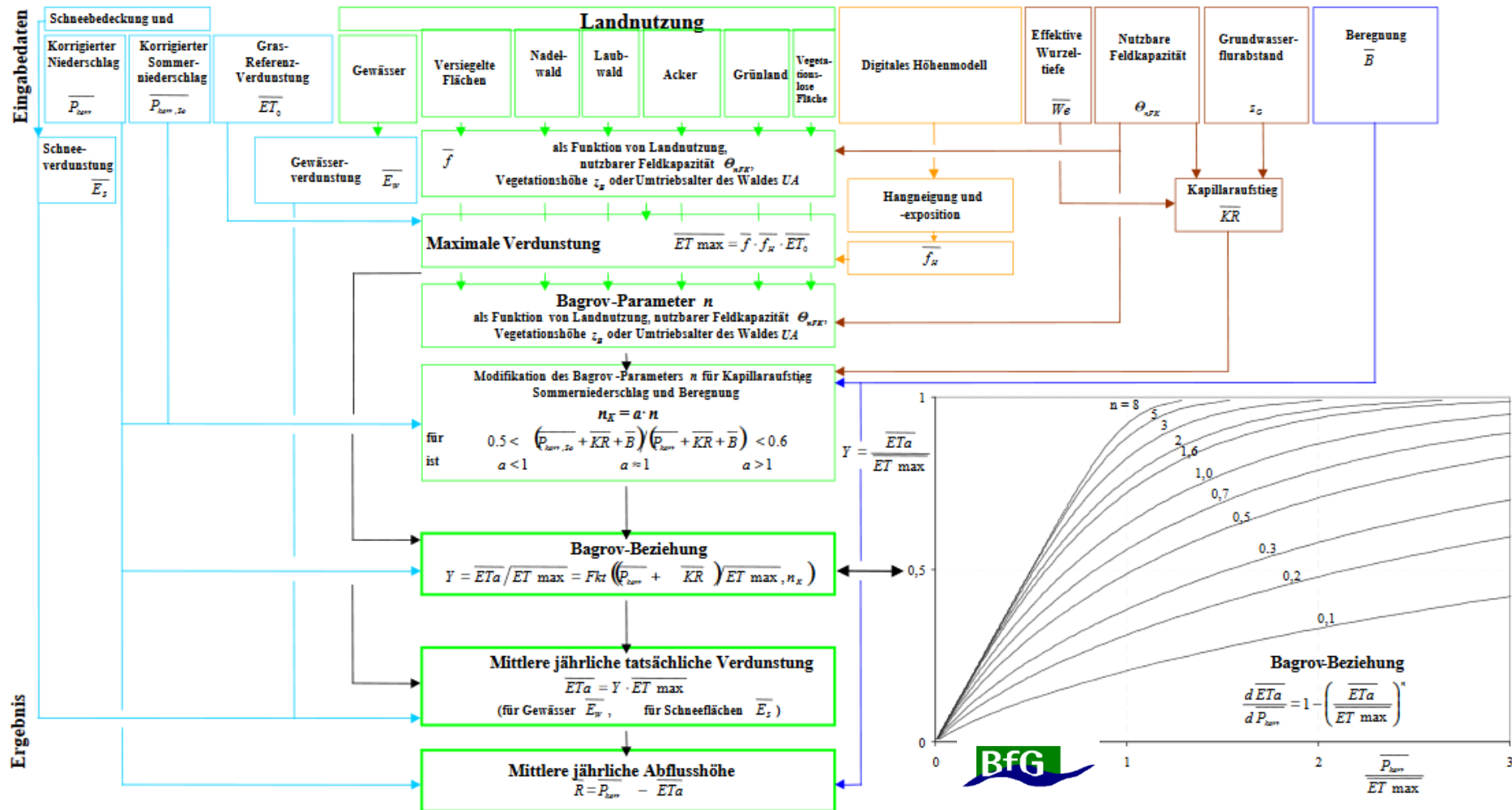


Abbildung 4-2: Schema zur Berechnung der mittleren jährlichen tatsächlichen Verdunstung und des mittleren Gesamtabflusses nach dem Wasserhaushaltsverfahren BAGLUVA (GLUGLA et al. 1999; aus BFG 2003, verändert)

Die kleinste Einheit der Wasserhaushaltsbilanzierung durch das BAGLUVA-Verfahren bilden die Hydrotope, die als Areale mit weitgehend einheitlichen hydrologisch maßgeblichen Eigenschaften und damit einer ähnlichen (vertikalen) hydrologischen Prozessstruktur gelten. Da der Hydrotop-Typ maßgeblich vor allem durch räumlich manifestierte Eigenschaften des Bodens, der Vegetation, der Exposition, der Nutzung usw. bestimmt wird, entzieht er sich überwiegend einer Abgrenzungsmöglichkeit durch Wasserscheiden. Seine Grenzen lassen sich im konkreten Verfahren durch flächenhafte Kombination der folgenden Eigenschaftsmerkmale bestimmen:

- Gebiete gleicher Niederschlags- (Abbildung 4-4) und potenzieller Verdunstungshöhen (Klimatop, näherungsweise repräsentiert durch die Gebiete der meteorologischen Stationen); die Flächenmittel des Niederschlages wurden im Geographischen Informationssystem (GIS) nach der Thiessen-Methode, einem Polygonverfahren, zugewiesen (vgl. DYCK et al. 1980) und ermöglichen so eine räumlich adäquate Auflösung des Niederschlages
- Substrat (Abbildung 3-2) und nutzbare Feldkapazität (nFK)
- Landnutzung (Abbildung 3-3)
- Hangneigung (Abbildung 4-5) und -exposition
- Grad der Versiegelung (Abbildung 4-6)
- Grundwasser-Flurabstand (Abbildung 4-7)
- anthropogene Eingriffe, vor allem Maßnahmen zur Flächenentwässerung (BIOTA 2010, KOCH et al. 2010)

Die Berechnungen erfolgten unter Verwendung von Eingangsdaten der in Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 aufgelisteten, nächstgelegenen Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die eine ausreichende quantitative Datenlage vorweisen können. Für Analysen und Darstellungen zur mittleren Lufttemperatur an der Station Schwerin sei zudem verwiesen auf die Kapitel 4.2.3 und 6.5.2.

Tabelle 4-1: Im Untersuchungsgebiet relevante Klimastation (DWD 2022) mit Angabe zur Gras-Referenzverdunstung (potenzielle Evapotranspiration unter Standardbedingungen) nach WENDLING (1995)

Stationsname	Grasreferenzverdunstung [mm a ⁻¹]	Bezugsreihe
Schwerin	593	1991 – 2020

Tabelle 4-2: Im Untersuchungsgebiet relevante Niederschlagsstationen (DWD 2022) mit Angaben zum korrigierten Jahresniederschlag nach RICHTER (1995)

Stationsname	Mittlerer Jahresniederschlag [mm a ⁻¹], korrigiert nach RICHTER (1995)	Bezugsreihe
Groß Brütz	719	1991 – 2020
Hagenow	753	1991 – 2020
Holthusen	759	1991 – 2020
Perlin	717	1991 – 2020
Schwerin	704	1991 – 2020
Schwerin-Görries	758	1991 – 2020
Schwerin-Mueß	759	1991 – 2020

Die verwendeten Niederschlagsdaten wurden korrigiert, weil Niederschlagsmessungen grundsätzlich fehlerbehaftet sind und daher für Wasserhaushaltsbetrachtungen und Wasserbilanzen auf ein geländegleiches Niveau bezogen werden müssen. Die wichtigsten Fehlerarten der Niederschlagsmessung ergeben sich durch Windfeldderformation, Verlust durch Benetzungsverdunstung am Niederschlagsmesser sowie Verdunstungsverlust aus dem Sammelgefäß. Eine wesentliche Rolle spielt die Windfeldderformation, so dass mit zunehmender Höhe einer Niederschlagsmessung über dem Erdboden sowie bei abnehmender Windabschirmung einer Messstelle die registrierte Niederschlagsmenge abnimmt.

Für die Korrektur wurden in Anlehnung an den HAD (2000, 2001, 2003) die Werte des Jahresganges des prozentualen Niederschlagsmessfehlers in Abhängigkeit der Region und des Geschütztheitsgrades nach RICHTER (1995) verwendet (siehe Tabelle 4-3). Die Gebietseinteilungen wurden nach RICHTER übernommen und die Stationen jeweils zugeordnet (entsprechend Abbildung 4-3, Gebiet II – „Norddeutsches Tiefland, Mitte“). Da die Einschätzung des Geschütztheitsgrades der Stationen vom Deutschen Wetterdienst nicht vorliegt (vgl. zu dieser Problematik auch MÜCK 2000), wurde einheitlich von einer mäßig geschützten Stationslage „c“ ausgegangen.

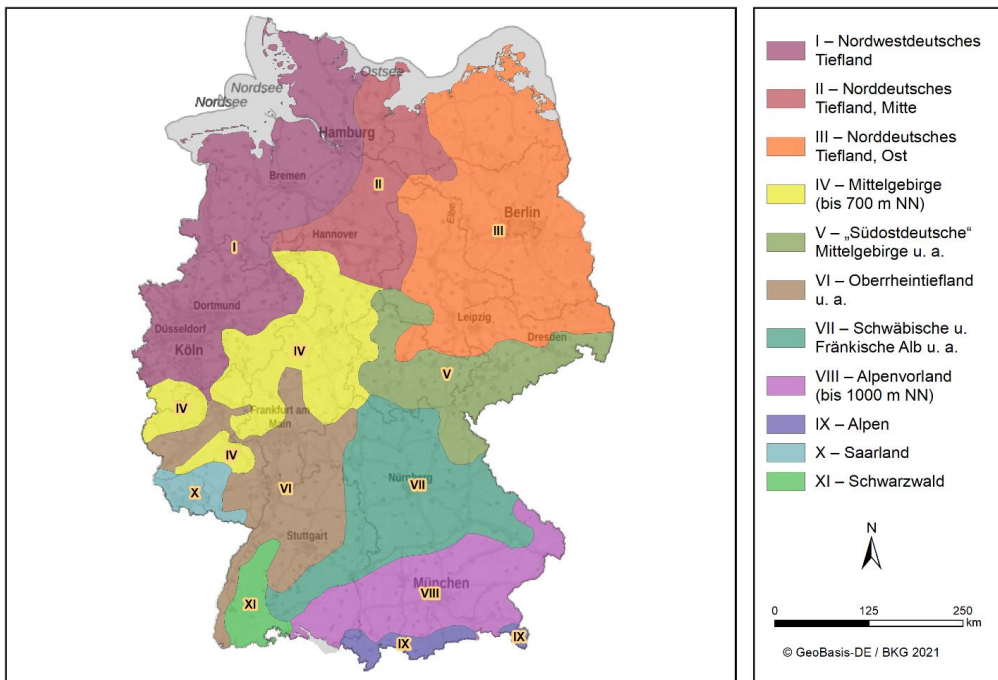


Abbildung 4-3: Gebiete einheitlicher Niederschlagskorrektur in Deutschland (prozentualer Niederschlagsmessfehler der Zeitreihe 1961/90) nach RICHTER (1995)

Als Ergebnis der Verschneidung aller oben genannten Eingangsdaten (Geodaten) konnten für das Untersuchungsgebiet (oberirdisches Gesamteinzugsgebiet + Puffer) im **IST-** und im **PROGNOSE-Zustand** jeweils etwa 135.000 Hydrotope ausgegrenzt werden.

Für alle Hydrotope wird aus Landnutzung, Grundwasserflurabstand, Hangneigung und Substrateigenschaft des Untergrundes ein Effektivitätsparameter n bestimmt. Eine Korrektur ($n \rightarrow nk$) berücksichtigt das Verhältnis von Sommer- zu Gesamtjahresniederschlag sowie den Einfluss von Beregnung und Kapillaraufstieg aus flurnahem Grundwasser. Je größer der ermittelte BAGROV n -Wert für ein Hydrotop ist, desto enger wird das Verhältnis zwischen realer und maximaler Evapotranspiration (vgl. Abbildung 4-2, unten rechts). In Abhängigkeit von dem Quotienten aus korrigiertem Niederschlag zu maximaler Evapotranspiration wird anschließend die reale Verdunstung ermittelt. Die räumliche Verteilung des Parameters nk über alle Hydrotope ist der Abbildung 4-8 zu entnehmen.

Tabelle 4-3: Mittlerer Jahrgang des prozentualen Niederschlagsmessfehlers der Zeitreihe 1961/90, gebietsweise zusammengefasst (nach RICHTER 1995); a – freie, b – leicht geschützte, c – mäßig geschützte, d – stark geschützte Stationslage; Gebiete entsprechend Abbildung 4-3

Klasse/Gebiet	Grad der Geschütztheit	Mittlerer Jahrgang des Niederschlagsmessfehlers [%]						
		Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun	
Klasse B: Gebiete II, VI & VII (bis 700 m ü. NN)	a	27,5	29,0	23,6	18,2	12,3	10,3	
	b	20,5	21,5	17,8	15,0	10,9	9,3	
	c	15,2	15,8	14,0	12,4	9,8	8,3	
	d	10,3	10,7	10,0	9,6	8,5	7,3	

Grad der Geschütztheit	Mittlerer Jahrgang des Niederschlagsmessfehlers [%]						
	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a	10,5	10,5	12,1	14,2	19,1	22,7	16,6
b	9,4	9,5	10,9	11,6	15,0	17,3	13,5
c	8,6	8,6	9,6	10,2	12,0	13,2	11,1
d	7,5	7,5	8,2	8,2	8,7	9,2	8,6

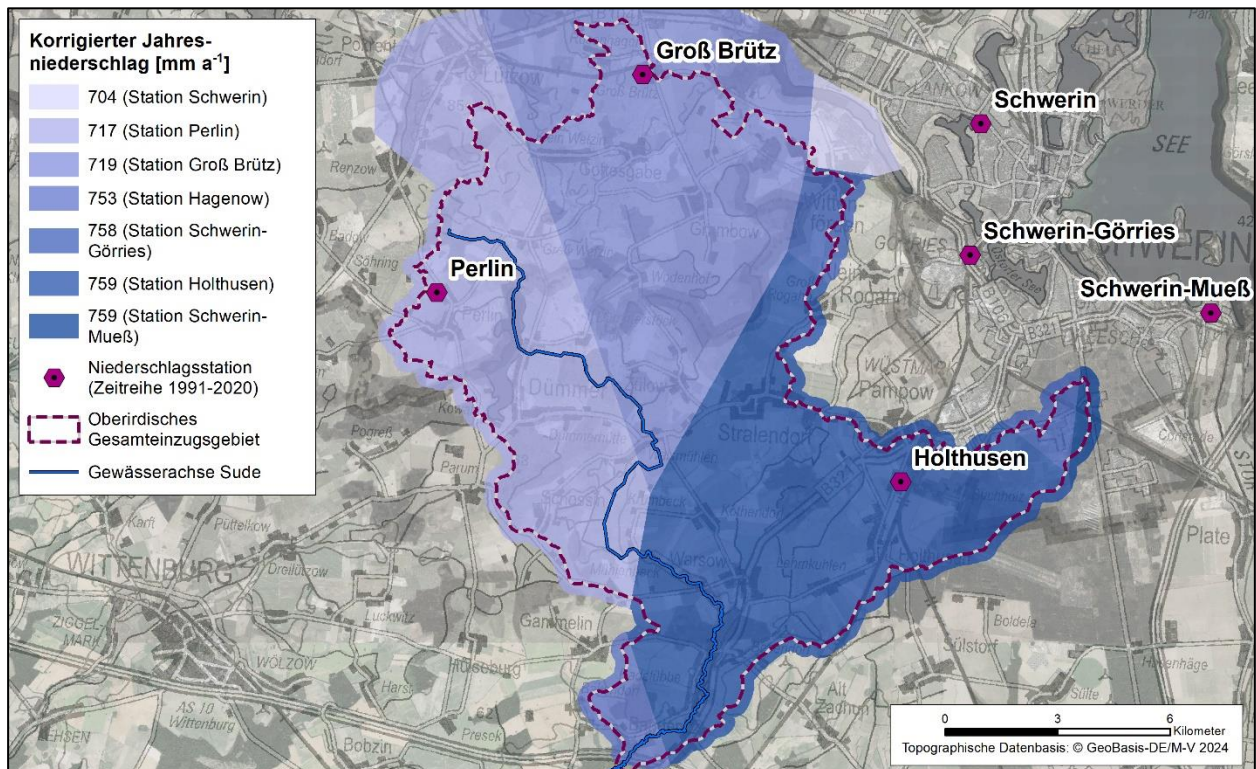


Abbildung 4-4: Mittlerer korrigierter Jahresniederschlag für die Dekaden 1991 – 2020 (Korrekturverfahren nach RICHTER 1995; Quellen: DWD 2022, ENKE et al. 2006a, b)

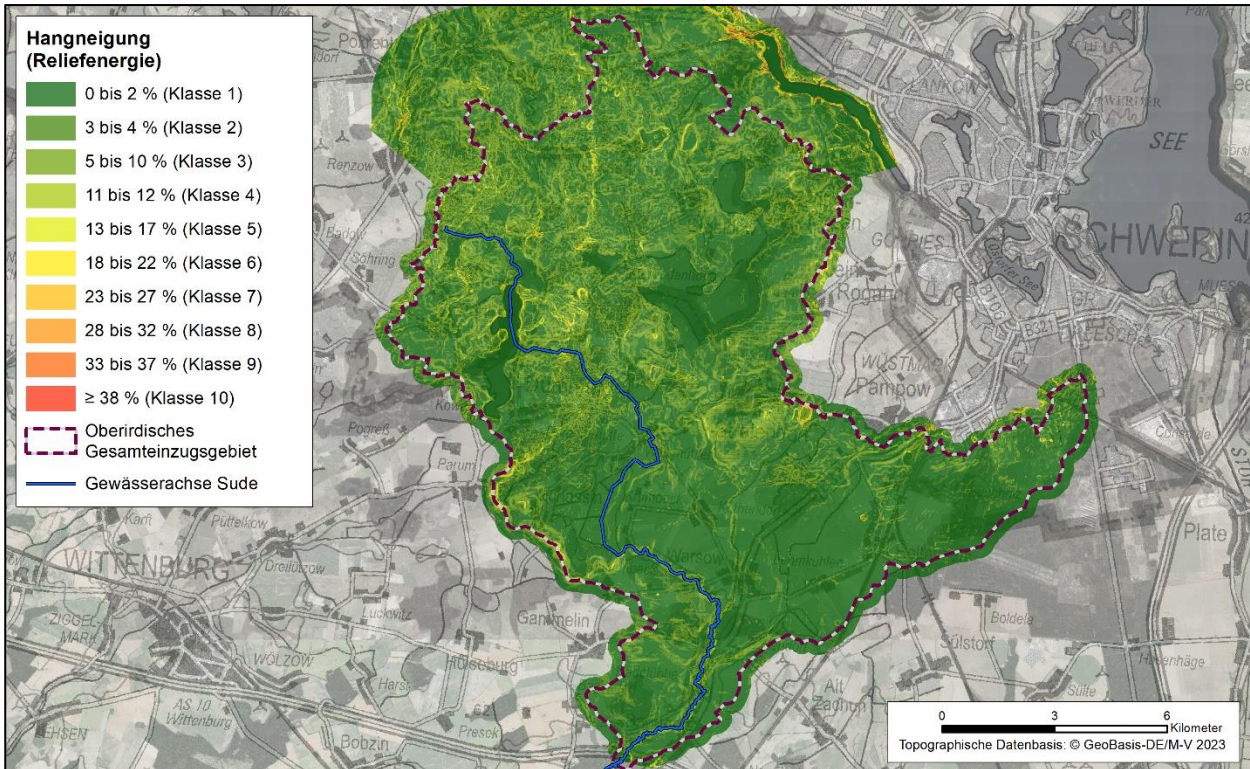


Abbildung 4-5: Mittlere Hangneigung (Reliefenergie) im Untersuchungsgebiet (Datenbasis: LAIV 2019, DGM 1 zu DGM 15)

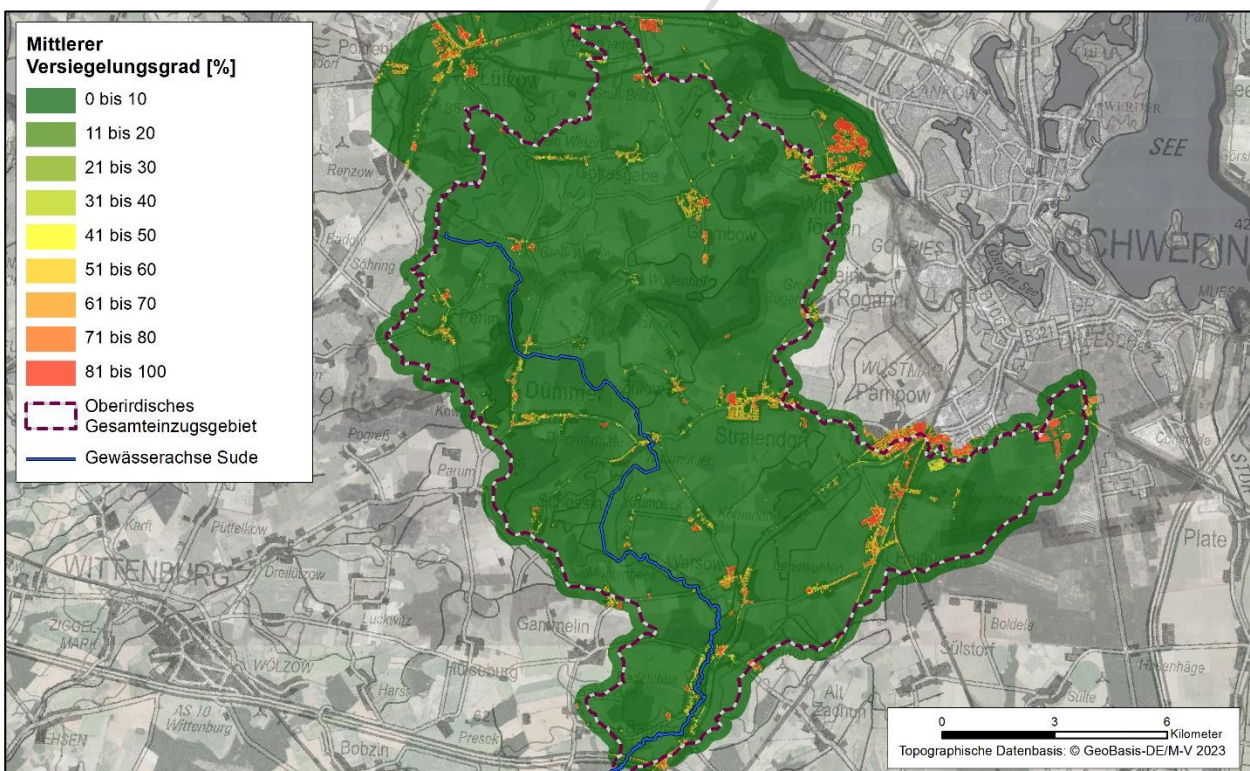


Abbildung 4-6: Angaben zur Flächenversiegelung im Untersuchungsgebiet (Quelle: CORINE Landcover, CLC 2018)

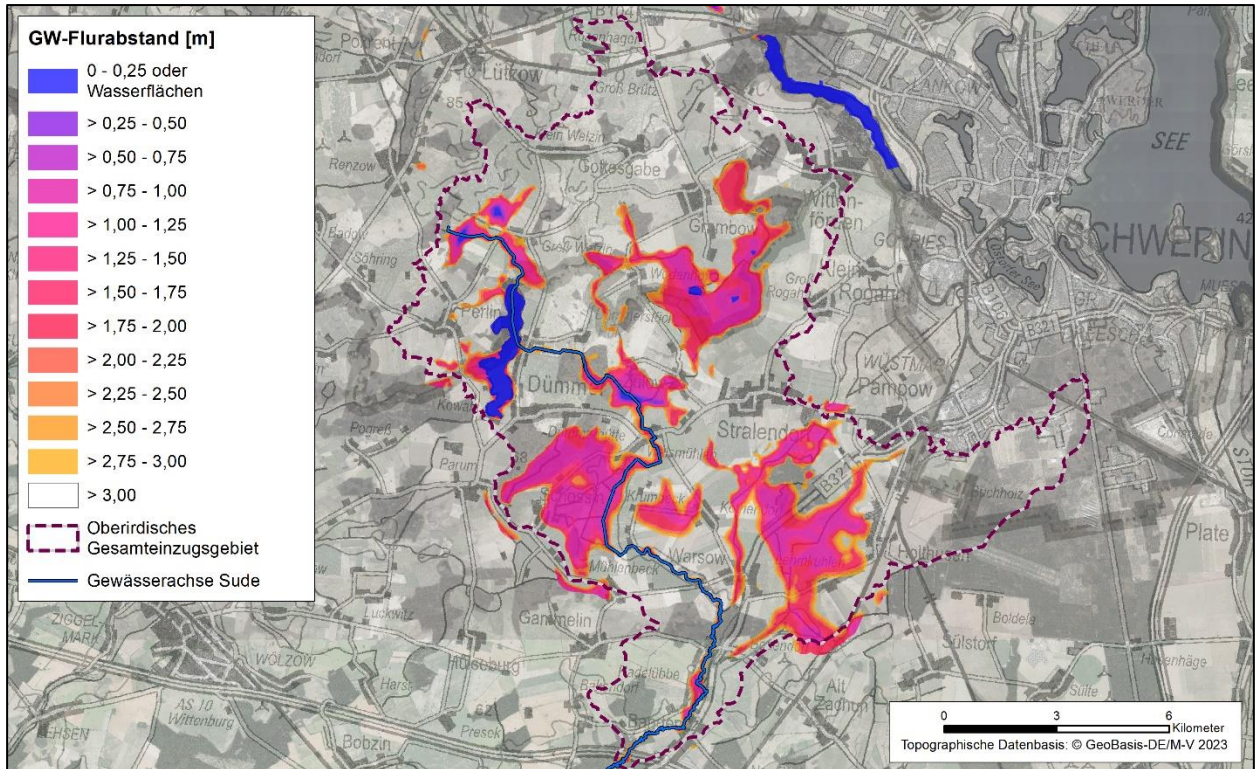


Abbildung 4-7: Mittlerer GW-Flurabstand im Untersuchungsgebiet (Quellen: Grundwasserisohypsen nach HYDOR 2010, LAiV, DGM-Daten)

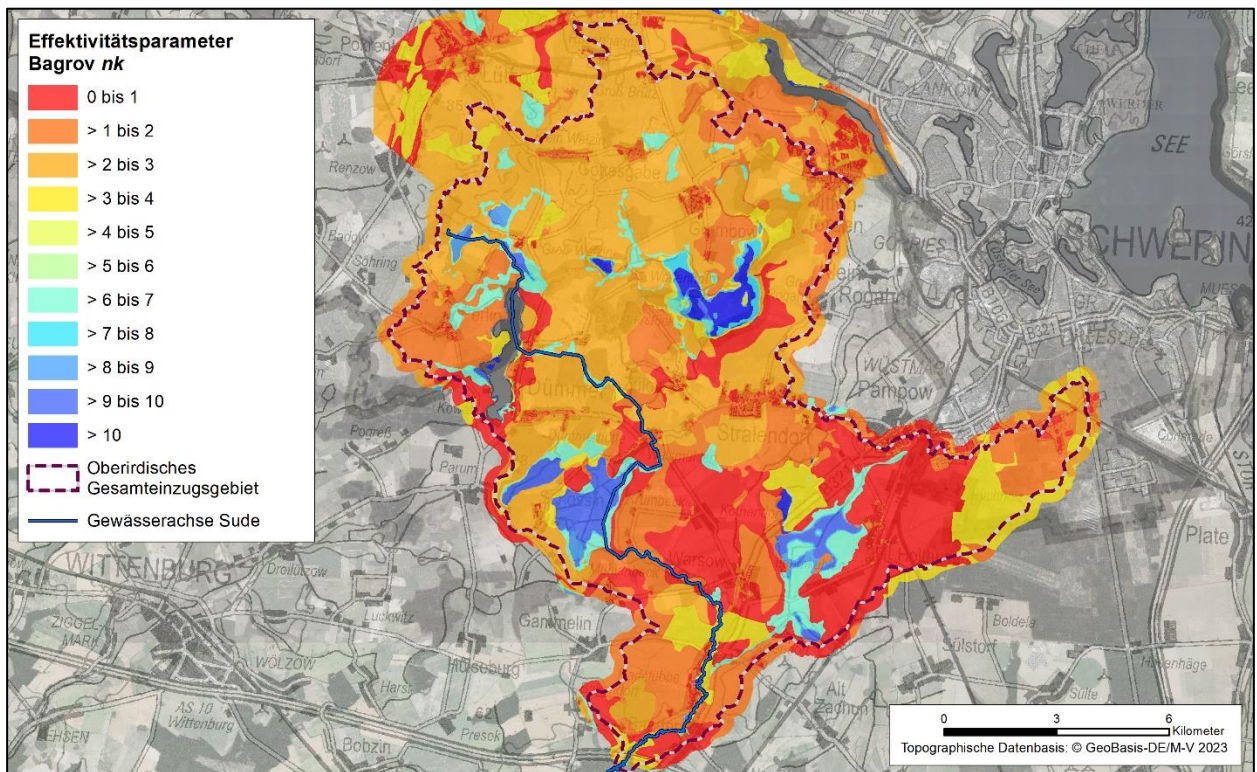


Abbildung 4-8: Verteilung des Effektivitätsparameters BAGROV nk im Untersuchungsgebiet

Weitergehend wurde eine Modellmodifikation entwickelt, die es erlaubt, unter Hinzuziehung des BAGROV-Effektivitätsparameters n und der berechneten mittleren Jahreswerte der Wasserhaushaltsgrößen die mittleren Monatswerte zu bestimmen. Dabei berücksichtigt ein Bodenspeichermodell unter Vernachlässigung von lateralem Zu- und Abfluss den Wasserrückhalt im Untersuchungsgebiet. In monatlichen Zeitschritten erfolgt das Lösen der klimatischen Bodenwasserbilanz. Die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes definiert dabei das Volumen des Bodenspeichers; die max. pflanzenverfügbare Wassermenge kann durch kapillaren Aufstieg ergänzt werden. Zum Ende des hydrologischen Winters (März bis April) wird im langjährigen Mittel von einer Füllung des Speichers ausgegangen.

Die reale Verdunstung über Gewässerflächen ist in großem Maße abhängig von der mittleren Gewassertiefe und liegt in der Regel 10 bis 20 % über der potenziellen Landverdunstung (IBGW 2016). Da es sich im gesamten Verfahren lediglich um Näherungswerte handelt, wurde die Gewässerverdunstung für Wasserflächen abseits des Dümmer Sees mit $ET_{max} \cdot 1,15$ berücksichtigt. Für die Fläche des Dümmer Sees wurde nach Kapitel 4.2.3 verfahren. Bei der Bilanzierung ist es generell möglich, dass auf Gewässerflächen oder grundwassernahen Standorten ein negativer Gesamtabfluss auftritt, wenn die Verdunstung die Niederschlagshöhe übersteigt.

Außerdem wurde als Ergänzung des Wasserhaushaltsbilanzierungsverfahrens eine Abschätzung der direkten Dränabflüsse in Abhängigkeit des Flächenanteils von Landwirtschaftsflächen mit künstlichen Entwässerungssystemen anhand eines einfachen, mit Werten aus Mecklenburg-Vorpommern kalibrierten und leicht modifizierten, linearen Regressionsverfahrens (HGN 2007) durchgeführt:

$$Q_{draen} = k \cdot (A \cdot P_{korr} - B) \cdot n_{DF}$$

Q_{draen}	–	über Dränung abgeführter Direktabfluss [$mm a^{-1}$]
P_{korr}	–	Jahresniederschlagssumme, korrigiert [$mm a^{-1}$]
A	–	Anstieg der Regressionsgeraden = 0,96
B	–	Regressionskonstante = 499
k	–	Kalibrierungsfaktor für genauere Datengrundlage der Dränflächen = 0,5
n_{DF}	–	Dränflächenanteil im Hydrotop [0 ... 1] (BIOTA 2010, KOCH et al. 2010)

4.2.2 Methodische Vorgehensweise zur Ermittlung von Grundwasserneubildung und Direktabfluss

Der mit Hilfe des BAGLUVA-Verfahrens ermittelte Gesamtabfluss für jedes Hydrotop kann in einem weiteren Schritt als Eingangsgröße in „ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung in Mitteleuropa“ nach MEßER (1997, 2013) herangezogen werden. Im Vergleich zu früheren vereinfachten Ansätzen berücksichtigt es den Versiegelungsgrad und nimmt weiter eine Differenzierung nach Bodenart und Grundwasserflurabständen vor. Es fand in der Vergangenheit häufiger Anwendung zur Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate als Eingangsgröße in numerischen Grundwassermodellen. Das Verfahren wurde in den Jahren 2008 und 2013 verfeinert und auf eine größere Anzahl an Landnutzungsklassen ausgeweitet (MEßER 2013; Schema siehe Abbildung 4-9).

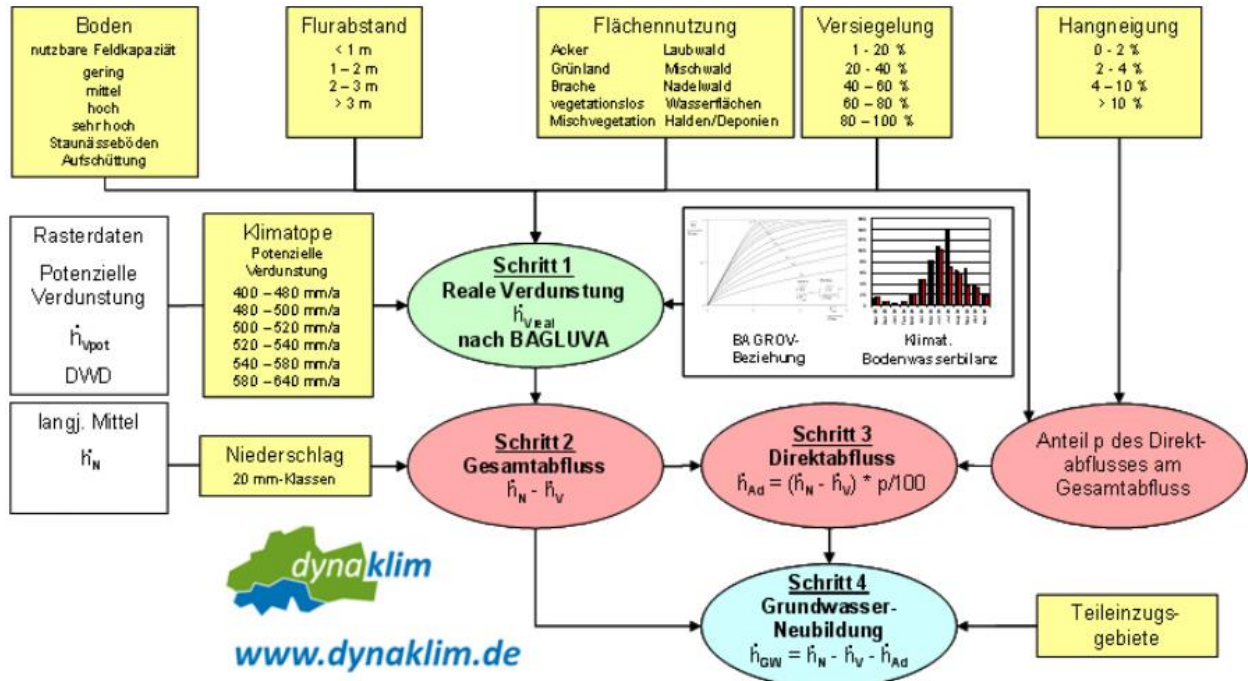


Abbildung 4-9: Schema für das Verfahren zur Berechnung der Grundwasserneubildung (Quelle: <http://www.gwneu.de/verfahren.html>, verändert)

Der Direktabfluss als schnelle Abflusskomponente ist dabei definiert als die Summe aus Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss. Die Bilanzgleichung des Wasserhaushalts erweitert sich für mittlere langjährige Zustände zu:

$$R_{Direkt} + R_{GW} = P - ET \quad [\text{mm a}^{-1}]$$

- R_{Direkt} – mittlerer Direktabfluss inkl. Dränabfluss
- R_{GW} – mittlerer Grundwasserabfluss (unterirdischer Abfluss) = mittlere Grundwasserneubildung
- P – Niederschlag, ET – Evapotranspiration

Die Zuweisung des prozentualen Anteils des Direktabflusses (p -Wert) zu den jeweiligen Hydrotopen erfolgt tabellarisch anhand der Eingangsparameter Reliefenergie bzw. Hangneigung (Tabelle 4-4, Abbildung 4-5), Landnutzung (Abbildung 3-3), Bodenart (Tabelle 4-5, Abbildung 3-2) und Grundwasserflurabstand (Abbildung 4-7). Um nur die in Mecklenburg-Vorpommern vorherrschenden Bodenarten abzubilden, wurden die vorgegebenen Bodenklassen zum einen reduziert um die Abteilung der Lößböden, die im Land nicht von Bedeutung sind (vgl. LUNG 2005), zum anderen um die Klasse der Pseudogleye, da mit der Forstlichen Naturraumkarte als Datengrundlage keine Rückschlüsse auf den Bodentyp möglich sind. In MEßER (2013) werden torfhaltige Böden in Abhängigkeit des Zersetzungsgrades der entsprechenden Bodenklasse zugeordnet. Da für diese Einflussgröße keine weiteren Eingangsdaten vorliegen, wurde eine separate Klasse der Torfböden gebildet, welche die mittleren Werte aus schwach und stark zersetzten Torfen umfasst. Die ursprüngliche Unterteilung hinsichtlich der Landnutzung wurde auf alle im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Ausprägungen nach CORINE Landcover (CLC 2018) übertragen und an den erforderlichen Stellen wurden Anpassungen vorgenommen. Die Beurteilung des Befestigungsgrades städtisch geprägter Flächen orientiert sich dabei an den im Zuge der Realnutzungskartierung der Hansestadt Rostock ermittelten Werten der jeweiligen Nutzungsklasse und den mittleren Versiegelungsgraden nach CORINE Landcover.

Der mittlere jährliche Gesamtabfluss reduziert um den so bestimmten mittleren jährlichen Direktabfluss ergibt die mittlere jährliche Grundwasserneubildung. Fließt diese den Vorflutern als eine Komponente des Basisabflusses aus dem Grundwasserkörper zu (Exfiltration), so spricht man auch vom grundwasserbürtigen Abfluss. Ggf. zuvor ermittelte Dränabflüsse werden auf die Direktabflüsse aufgeschlagen.

Tabelle 4-4: Einteilung der Hangneigungsklassen, modifiziert nach MEßER (2013), basierend auf ATV A 118, DIN 4220 (1998) und SCHROEDER & WYRWICH (1990)

Hangneigungsklasse	Reliefenergie [m km ⁻²]	Gefälle [%]
1	0 - 20	0 - 2
2	> 20 - 40	3 - 4
3	> 40 - 100	5 - 10
4	> 100	> 10

Tabelle 4-5: Zuordnung der Bodenarten bzw. organischen Sedimente zu den Bodenklassen, modifiziert nach MEßER (2013)

Bodenklasse	Bezeichnung	Zugeordnete Bodenarten
1	Sandböden, flachgründige skelettreiche Böden	Sand (S)
2	lehmige Sand- und sandige Lehmböden	Lehm (L), Schluff (U), lehmiger Sand (IS), schwach lehmiger Sand (SI)
3	Torfböden	Torf
4	Tonböden, schluffige Lehmböden	lehmiger Ton (LT), Ton (T)

4.2.3 Dalton-Verfahren (auch aerodynamisches Verfahren oder Massentransportverfahren) zur Verdunstungsberechnung über freien Wasserflächen

Die Fläche des Dümmer Sees macht mit 1,64 km² einen Anteil von ca. 1 % am untersuchten oberirdischen Gesamteinzugsgebiet (159,3 km²) aus. Die Verdunstungsberechnungen über dieser freien Wasserfläche wurden mit Hilfe des Dalton-Verfahrens, basierend auf den Berechnungsvorschriften des DVWK-Merkblattes 238/1996 („Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen“) sowie dem neueren Merkblatt DWA-M 504-1 (2018), durchgeführt. Die mittlere Seetiefe wurde mit 7,9 m berücksichtigt.

Das empirisch-statistische aerodynamische Verfahren erlaubt die Berechnung von Verdunstungsraten über freien Wasserflächen sowohl für einzelne Messtage als auch unter Verwendung monatsgemittelter Eingangsdaten. Die Verdunstung wird dabei in Abhängigkeit gesetzt von vorherrschender Windgeschwindigkeit, der Temperatur der Wasseroberfläche bzw. des daraus abgeleiteten Sättigungsdampfdrucks sowie des Dampfdrucks der umgebenden Luftmassen:

„Bei einem Großteil der Gewässer in Deutschland kann davon ausgegangen werden, dass die an Land gemessene Lufttemperatur und Luftfeuchte ausreichend repräsentativ für die Gewässeroberfläche [bzw. die Luftschicht darüber] sind“ (Merkblatt DWA-M 504-1). „Dabei wird davon ausgegangen, dass die direkt der Wasserfläche auflagernde Luft die gleiche Temperatur wie die Wasseroberfläche aufweist und mit Wasserdampf gesättigt ist. Der Sättigungsdampfdruck lässt sich in Kenntnis ebendieser Wasseroberflächentemperatur leicht berechnen.“ (VIETINGHOFF 2002)

Die Multiplikation des vertikalen Dampfdruckgradienten mit dem Parameter für das Transportvermögen (Stärke des Wasserdampftransports) beschreibt die nachfolgende Gleichung:

$$E_w = f(v) \cdot (e_s(T_{w_0}) - e) \quad [\text{mm d}^{-1}]$$

- E_w – Verdunstungshöhe über der freien Wasserfläche
- $f(v)$ – Funktion der Windgeschwindigkeit v
- $e_s(T_{w_0})$ – Sättigungsdampfdruck bei Wasseroberflächentemperatur [hPa]
- e – Dampfdruck der Luft [hPa]

Die Windfunktion wird bestimmt für mittlere Tageswerte der Windgeschwindigkeit v [m s^{-1}] in 2 m über der Wasseroberfläche und ist wie folgt definiert:

$$f(v) = a + b \cdot v^c$$

RICHTER (1977) entwickelte und erprobte für norddeutsche Seen eine Windfunktion mit den nachstehenden Koeffizienten:

- a = 0,16
- b = 0,2
- c = 0,5

Die Modellergebnisse lassen sich zu langjährigen, mittleren Monats- und/oder Jahreswerten zusammenfassen. Der wahrscheinliche Fehler des Dalton-Verfahrens ist für die Betrachtungen einzelner Monate mit 10 % beziffert und liegt bei aufsummierten Jahreswerten bei ca. 5 %.

Alle Berechnungen erfolgten unter Verwendung von Eingangsdaten der in Tabelle 4-6 aufgelisteten, nächstgelegenen Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die eine ausreichende quantitative Datenlage vorweisen können (Zeitreihe von mindestens 10 Jahren innerhalb des Bezugszeitraumes 1991 – 2020).

Tabelle 4-6: Für die Verdunstungsberechnungen und die Ergebnisbilanzierung berücksichtigte, nahegelegene Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

Messparameter	Messstation (DWD)	Messparameter	Messstation (DWD)
Niederschlag	Perlin	Dampfdruck	Schwerin
Lufttemperatur	Schwerin	Windgeschwindigkeit	Schwerin

Die Umrechnung der in Geberhöhe der jeweiligen Station gemessenen Windgeschwindigkeiten auf eine Höhe von 2 m über Boden wurde für die mittleren Tageswerte nach HÄCKEL (1990) unter Berücksichtigung der Geländerauhigkeit (hier: Geländetyp „Wasserflächen, z. B. größere Teiche und Binnenseen“) vorgenommen.

Die Abbildung 4-10 zeigt die langjährigen Monatsmittel der Lufttemperatur an der Station Schwerin und die daraus nach RICHTER (1977) abgeleiteten Wasseroberflächentemperaturen für den Dümmer See. Es wird damit die Phasenverschiebung zwischen Luft- und Wasseroberflächentemperatur (thermische Trägheit des Wasserkörpers) erfasst. „Empirische Berechnungsverfahren für die Wasseroberflächentemperatur beruhen auf der erkennbar engen Korrelation zwischen Wasseroberflächen- und Lufttemperatur und auf der Abhängigkeit der Oberflächentemperatur von der Gewässertiefe“ (Merkblatt DWA-M 504-1).

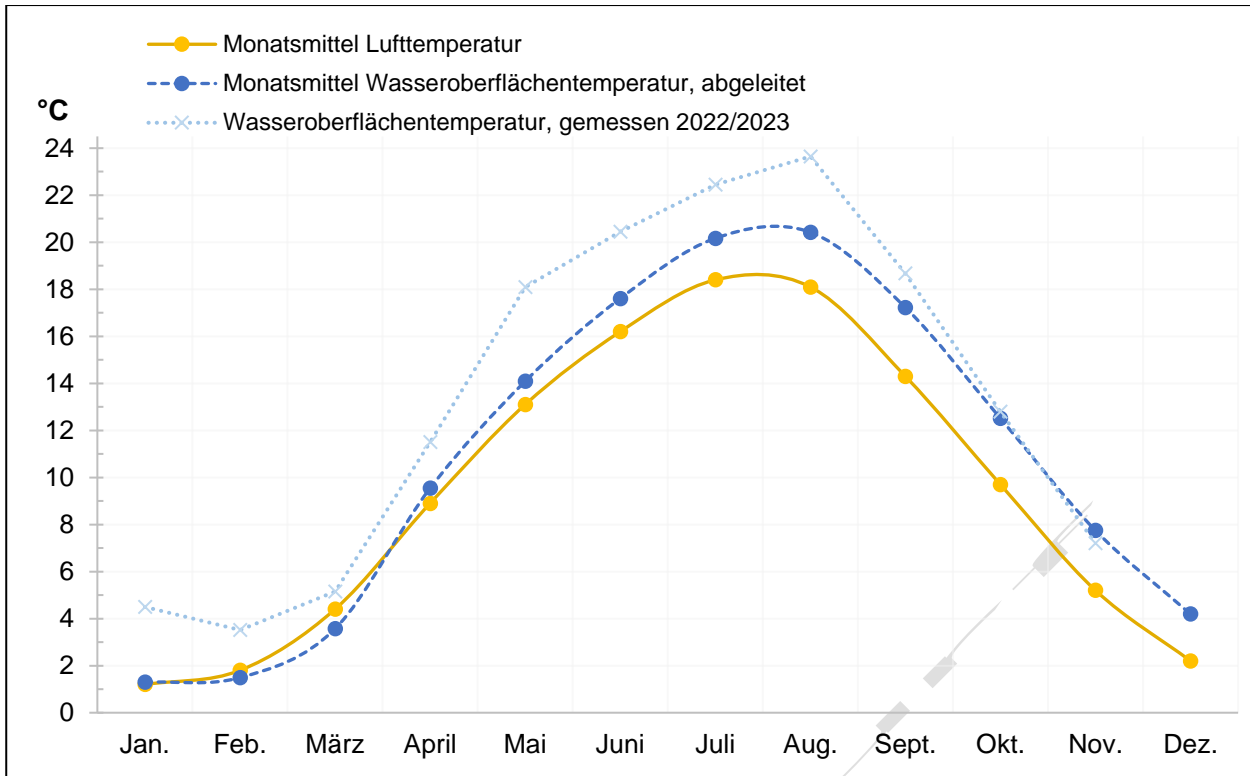


Abbildung 4-10: Langjährige Monatsmittel der Lufttemperatur an der Station Schwerin und die daraus nach RICHTER (1977) abgeleiteten Wasseroberflächentemperaturen für den Dümmer See (Datenbasis: DWD 2022, 2023) im Vergleich mit der im Untersuchungsjahr 2022/2023 gemessenen Wasseroberflächentemperatur

In Abbildung 4-11 ist der anschließend aus der Wasseroberflächentemperatur nach der Magnus-Formel (SONNTAG 1994) berechnete Sättigungsdampfdruck abgebildet, ebenso wie die eingehenden, hier gemittelten Windgeschwindigkeiten in einer Höhe von 2 m über Gelände und die Daten zum Dampfdruck der umgebenden (wasserungesättigten) Luftmassen.

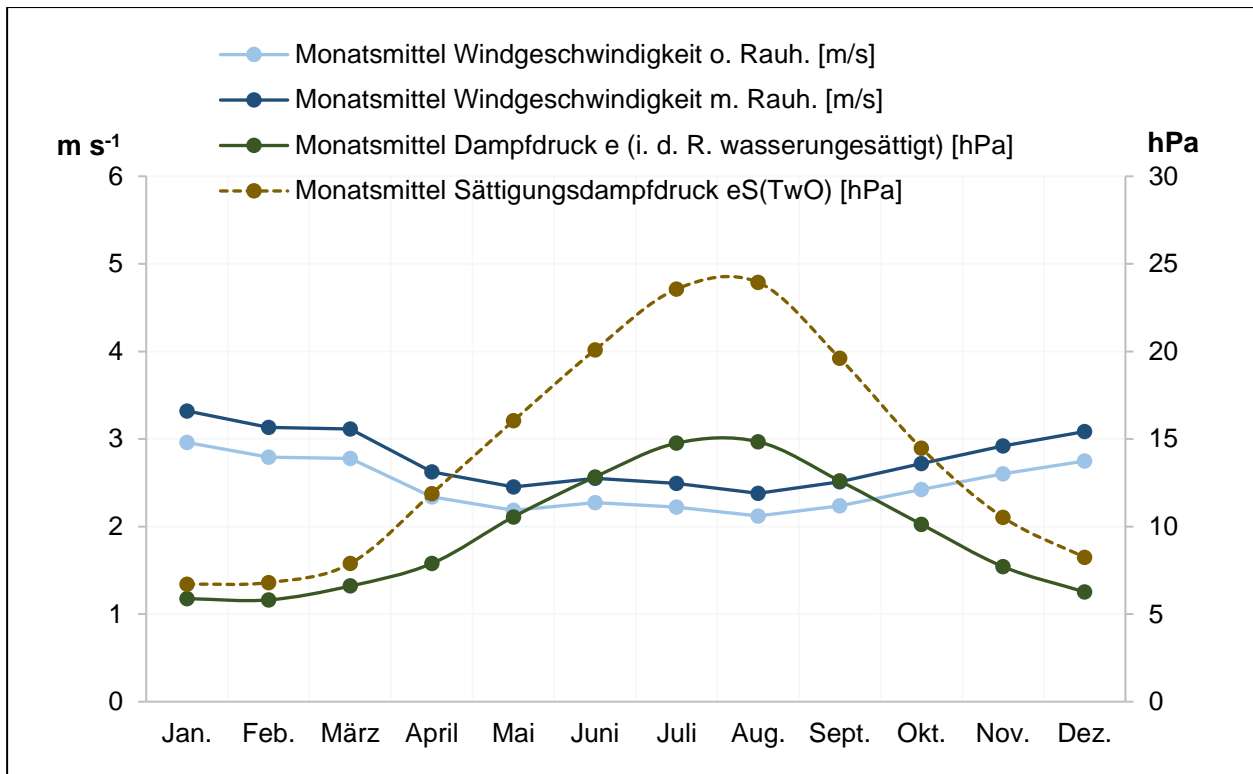


Abbildung 4-11: Langjährige Monatsmittel der auf 2 m über Gelände umgerechneten Windgeschwindigkeit (mit und ohne Berücksichtigung der Geländerauhigkeit) und des Dampfdrucks an der Station Schwerin sowie des nach der Magnus-Formel (SONNTAG 1994) berechneten Sättigungsdampfdrucks bei Wasseroberflächentemperatur am Standort Dümmer See (Datenbasis: DWD 2022, 2023)

4.3 Ergebnisse und Bilanzierungen zum langjährigen Wasserhaushalt (IST-Zustand)

4.3.1 Betrachtungen ausschließlich des Dümmer Sees

4.3.1.1 Oberirdisches Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude

Die Abbildung 4-12 zeigt für die einzelnen Hydrotope kartografisch aufbereitet die mittlere jährliche reale Verdunstungshöhe für den Zeitraum 1991 – 2020 im gesamten Untersuchungsgebiet. In Abbildung 4-13 sind die resultierenden Gesamtabflüsse (korrigierter Jahresniederschlag abzüglich der Verdunstungshöhe) dargestellt.

Es wird ersichtlich, dass die größten Verdunstungsraten im Untersuchungsgebiet von über 650 mm a^{-1} für die bewaldeten Areale bei Parum und im Gramboweer Moor bei Wodenhof berechnet wurden. Die Nähe zum Grundwasser, der damit verbundene kapillare Aufstieg und Böden mit z. T. höherem organischen Anteil sind dafür als Gründe auszumachen. Das Einzugsgebiet ist überwiegend ackerwirtschaftlich geprägt; hier bewegen sich die Verdunstungswerte um 400 bis 450 mm a^{-1} . Diese sind wesentlich abhängig vom anstehenden Bodensubstrat und daher auf sandigen Böden tendenziell kleiner.

Die höchsten Abflüsse treten generell innerhalb der Ortslagen aufgrund der höheren Flächenversiegelung auf (Gesamtabflusshöhe $> 500 \text{ mm a}^{-1}$).

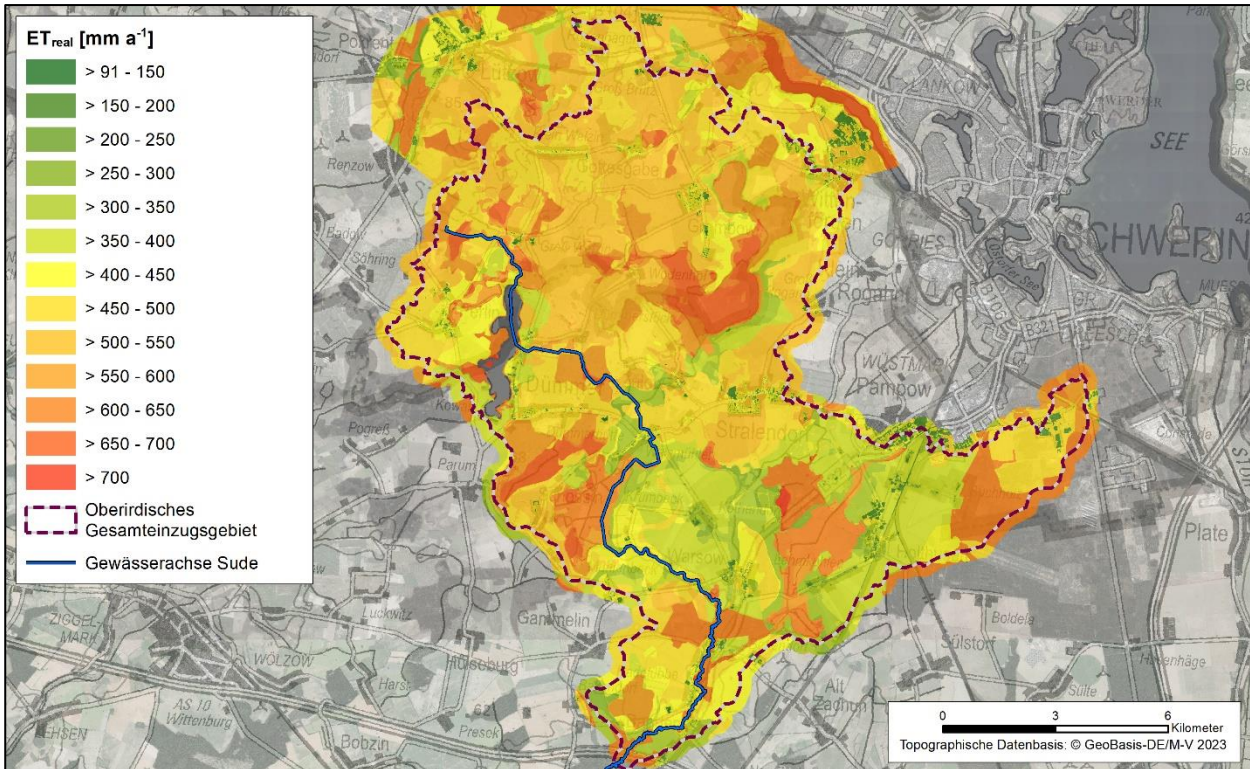


Abbildung 4-12: Mittlere jährliche reale Verdunstungshöhe nach BAGLUVA für die Dekaden 1991 – 2020 im Untersuchungsgebiet

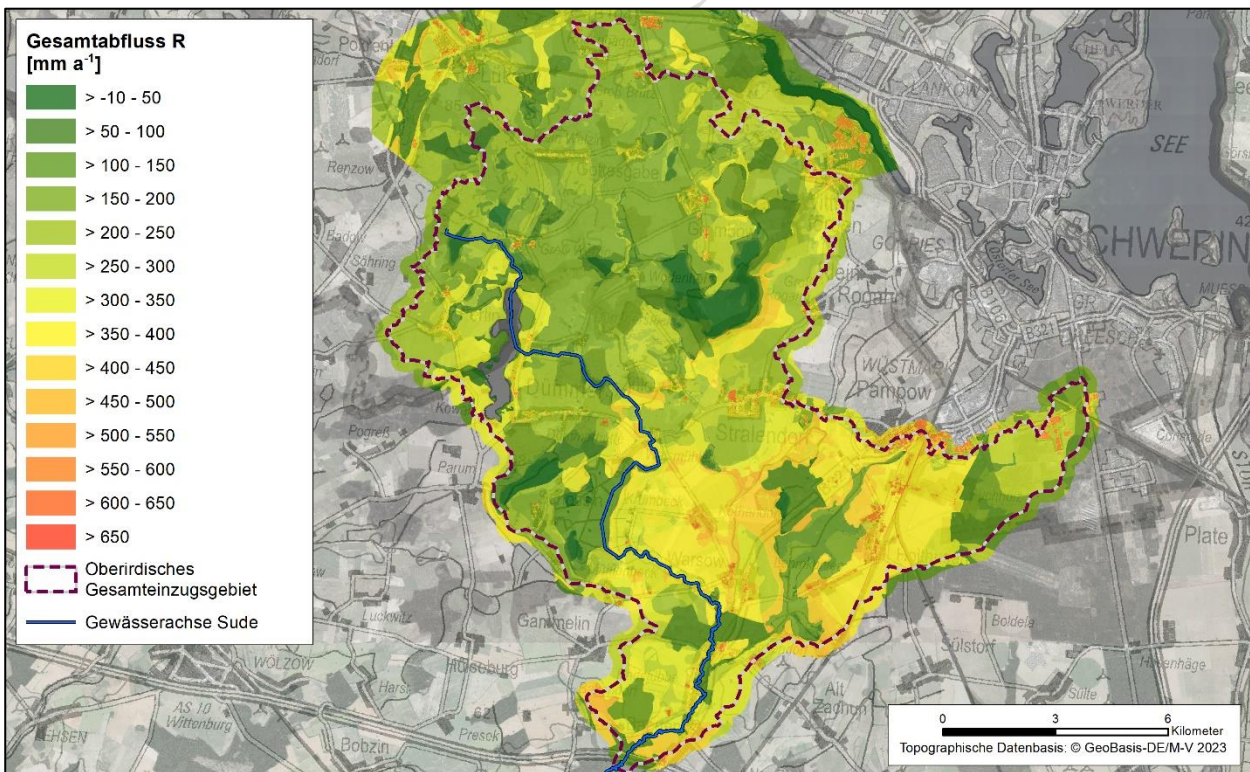


Abbildung 4-13: Mittlere jährliche Gesamtabflusshöhe nach BAGLUVA für die Dekaden 1991 – 2020 im Untersuchungsgebiet

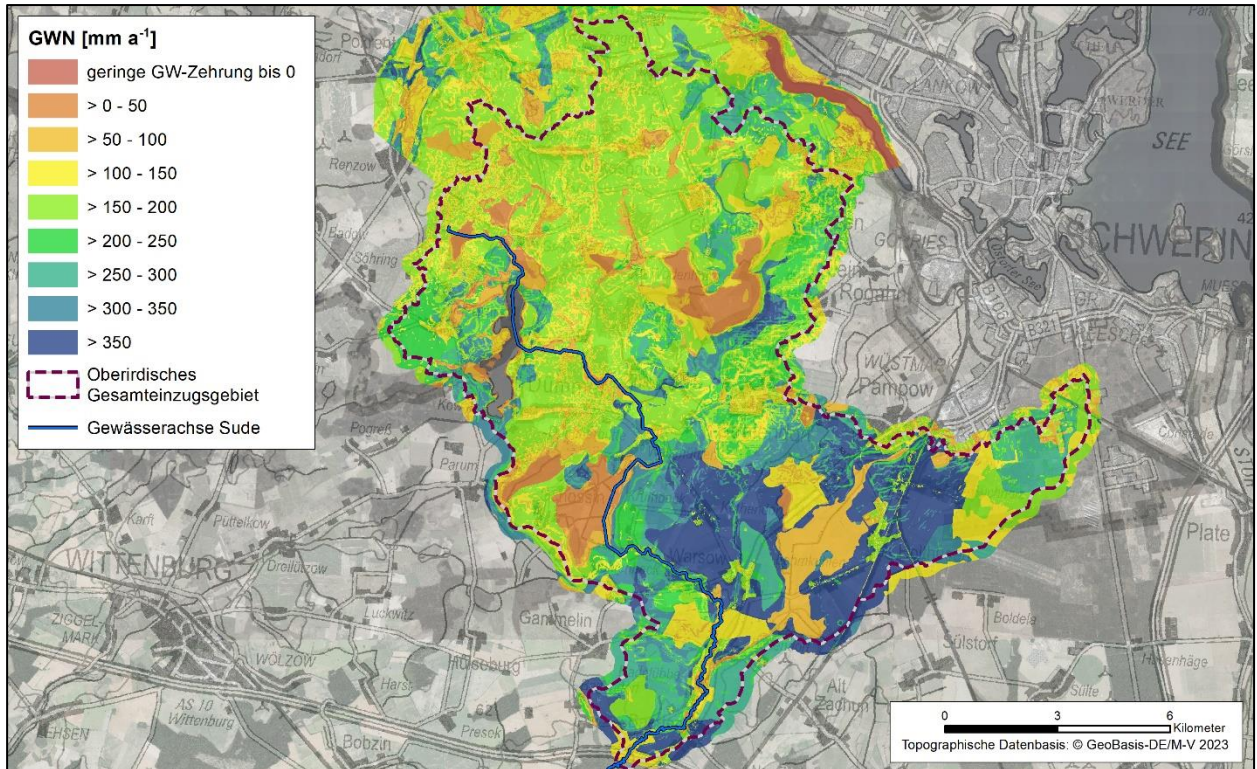


Abbildung 4-14: Mittlere jährliche Grundwasserneubildungshöhe nach BAGLUVA und MEßER (2013) für die Dekaden 1991 – 2020 im Untersuchungsgebiet

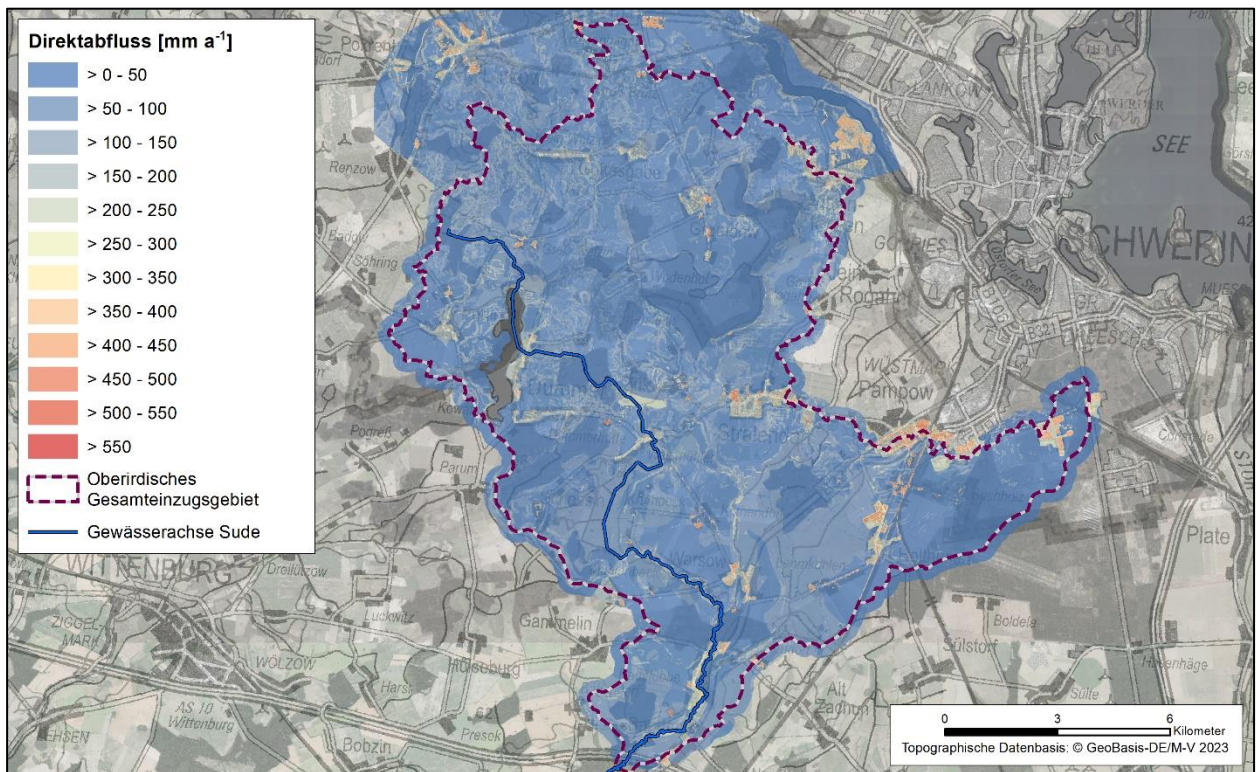


Abbildung 4-15: Mittlere jährliche Direktabflusshöhe nach BAGLUVA und MEßER (2013) für die Dekaden 1991 – 2020 im Untersuchungsgebiet

Die flächendifferenzierte Verteilung der Grundwasserneubildung (GWN bzw. R_{GW}) kann der vorausgegangenen Abbildung 4-14 entnommen werden. Den Direktabfluss (R_{Direkt}) als restliche, zeitnahe und offensichtlich überwiegend deutlich kleinere Abflusskomponente veranschaulicht die Abbildung 4-15.

Auf den sandigen Ackerstandorten mit großen Abständen zum Grundwasserspiegel und einer geringen Reliefenergie wurden Grundwasserneubildungsraten von z. T. $> 350 \text{ mm a}^{-1}$ berechnet (Südosten des Untersuchungsgebietes, vgl. auch Tabelle 4-9, TEZG 10-13). Insgesamt zeichnen sich die landwirtschaftlich geprägten Flächen durch die höchsten Werte aus (überwiegend um die 150 bis 200 mm a^{-1}). Über den (voll-) versiegelten Flächen (Gebäude, Straßen) findet unter Vernachlässigung von horizontalen Abflussprozessen (nicht Bestandteil des Verfahrens) entsprechend wenig bis keine Grundwasserneubildung statt.

Die Höhe des Direktabflusses (Summe aus Oberflächen- und Zwischenabfluss) korreliert u. a. stark mit dem Grad der Geländeneigung und der Versiegelung. In den stärker versiegelten Hydrotopen ($R_{Direkt} > 400 \text{ mm a}^{-1}$, Abbildung 4-15) ist daher in der Regel auch mit den höchsten (vorübergehenden) „Belastungen“ für das Entwässerungssystem zu rechnen.

Zieht man nun die zuvor ermittelten hydrologischen Einzugsgebiete als Bilanzierungsgebiete heran, so lassen sich für diese (zunächst im **IST-Zustand**) die Werte verschiedener Wasserhaushaltsgrößen ermitteln (siehe Tabelle 4-7, oberirdisches Gesamteinzugsgebiet). Zur weiteren Verwendung wurden die Werte (mm) auf die Flächengrößen bezogen und werden daher nachfolgend auch in l s^{-1} angegeben.

Im langjährigen Mittel resultiert aus den Berechnungen für den korrigierten Niederschlag ein Wert von 736 mm bzw. etwa 3.700 l s^{-1} , wovon 66 % (487 mm) auf die reale Verdunstung fallen. Der Gesamtabfluss teilt sich auf in 52 mm Direktabfluss (7 % vom Niederschlag) und 196 mm Grundwasserneubildung (27 %).

Der Vergleich der berechneten Gesamtabflüsse ($R_{direkt} 259 \text{ l s}^{-1} + R_{GW} 979 \text{ l s}^{-1}$) aus dem Einzugsgebiet von 1.238 l s^{-1} mit den kumulierten, regionalisierten, **mittleren Abflüssen in der Sude** (Station 60+282 km, BIOTA 2012, Zeitreihe 1981 – 2010) von 945 l s^{-1} zeigt, dass die Ergebnisse in der Größenordnung plausibel sind. Abweichungen ergeben sich durch die Annahme, dass im Nordosten des Untersuchungsgebietes größere GW-Abströmbereiche in Richtung des Schweriner See bestehen (vgl. Kapitel 4.3.1.2) und weitere Anteile des tiefenversickernden Wassers nicht wieder im Einzugsgebiet über die Vorflut entlasten. Hinzu kommt eine Vielzahl an Querbauwerken und Gegebenheiten, die einen **Wasserrückhalt im Einzugsgebiet** bewirken und nicht mit dem Wasserhaushaltsmodell abgebildet werden können: z. B. die Stauwehre am Graben aus Schossin, die Biberstau an der Sude, das Doppelschützwehr Walsmühlen, das Bohlenstauwehr am Auslauf vom Dümmer See sowie verlandete Durchlässe und Grabenabschnitte. All dies hatte und hat Einfluss auf das Abflussverhalten und die erfassten Abflüsse am Pegel Radelübbe.

Tabelle 4-7: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und das untersuchte oberirdische Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude abzüglich der Fläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 158 km^2); langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanz) für die Zeitreihe 1991 – 2020

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Direktabfluss (Anteil an P)	+	Grundwasserneubildung (Anteil an P)
P	=	ET	+	R_{Direkt}	+	R_{GW}
736 mm	=	487 mm (66 %)	+	52 mm (7 %)	+	196 mm (27 %)
3.666 l s^{-1}	=	2.428 l s^{-1}	+	259 l s^{-1}	+	979 l s^{-1}

Die Tabelle 4-8 fasst die Bilanzierungsergebnisse nach meteorologischen Jahreszeiten zusammen. Abweichend zu der langjährigen, mittleren Jahresbilanz müssen die Werte hier aufgrund der berücksichtigten Speicherprozesse im Boden nicht ausgeglichen sein. Die Verdunstung ist mit in Summe 234 mm bzw. im Mittel 4.625 l s^{-1} in den Sommermonaten erwartungsgemäß am höchsten. Der Gesamtabfluss teilt sich im Sommer auf in 3 mm Direktabfluss und 13 mm Grundwasserneubildung.

Tabelle 4-8: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und das untersuchte oberirdische Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude abzüglich der Fläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 158 km^2); langj., mittlere Werte für die Zeitreihe 1991 – 2020, bilanziert für die meteor. Jahreszeiten

JZ	Niederschlag (korr.)	Reale Verdunstung	Direktabfluss	GWN
	P	ET	R_{Direkt}	R_{GW}
Wi	188 mm	32 mm	22 mm	116 mm
Wi	3.789 l s^{-1}	642 l s^{-1}	452 l s^{-1}	2.349 l s^{-1}
Fr	147 mm	130 mm	15 mm	22 mm
Fr	2.908 l s^{-1}	2.568 l s^{-1}	294 l s^{-1}	427 l s^{-1}
So	225 mm	234 mm	3 mm	13 mm
So	4.456 l s^{-1}	4.625 l s^{-1}	57 l s^{-1}	256 l s^{-1}
He	176 mm	92 mm	12 mm	45 mm
He	3.512 l s^{-1}	1.838 l s^{-1}	235 l s^{-1}	908 l s^{-1}

Anmerkung: JZ = Jahreszeit, Wi = Winter (Dez., Jan., Feb.), Fr = Frühjahr, So = Sommer (Juni, Juli, Aug.), He = Herbst

Der Tabelle 4-9 lassen sich darüber hinaus für etwaige Detailbetrachtungen die Gebietswasserbilanzen aller Teileinzugsgebiete (TEZG) separat entnehmen. Die Werte sind dabei durchweg auf das jeweilige Teileinzugsgebiet bezogen, d. h. sind nicht kumuliert oder gemittelt mit oberhalb liegenden TEZG verrechnet. In Abbildung 4-16 ist die mittlere jährliche reale Verdunstungshöhe je TEZG räumlich dargestellt. Zur besseren Unterscheidbarkeit wird hier eine von Abbildung 4-12 (hydrotopbezogene Darstellung) abweichende Farbskala verwendet.

Tabelle 4-9: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und alle untersuchten oberirdischen Teileinzugsgebiete der Oberen Sude abzüglich der Fläche des Dümmer Sees; langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanzen) für die Zeitreihe 1991 – 2020

TEZG Nr.	Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Direktabfluss (Anteil an P)	+	GWN (Anteil an P)
	P	=	ET	+	R _{Direkt}	+	R _{GW}
01	717 mm	=	532 mm (74 %)	+	54 mm (7 %)	+	131 mm (18 %)
02	717 mm	=	523 mm (73 %)	+	61 mm (8 %)	+	134 mm (19 %)
03	717 mm	=	516 mm (72 %)	+	59 mm (8 %)	+	143 mm (20 %)
04	717 mm	=	554 mm (77 %)	+	60 mm (8 %)	+	103 mm (14 %)
05	717 mm	=	496 mm (69 %)	+	43 mm (6 %)	+	178 mm (25 %)
06	717 mm	=	462 mm (64 %)	+	57 mm (8 %)	+	198 mm (28 %)
07	717 mm	=	521 mm (73 %)	+	59 mm (8 %)	+	137 mm (19 %)
08	719 mm	=	518 mm (72 %)	+	44 mm (6 %)	+	156 mm (22 %)
09	731 mm	=	497 mm (68 %)	+	56 mm (8 %)	+	178 mm (24 %)
10	750 mm	=	420 mm (56 %)	+	40 mm (5 %)	+	290 mm (39 %)
11	759 mm	=	450 mm (59 %)	+	53 mm (7 %)	+	256 mm (34 %)
12	759 mm	=	465 mm (61 %)	+	52 mm (7 %)	+	242 mm (32 %)
13	756 mm	=	442 mm (58 %)	+	56 mm (7 %)	+	258 mm (34 %)
14	717 mm	=	463 mm (65 %)	+	90 mm (13 %)	+	164 mm (23 %)
15	717 mm	=	531 mm (74 %)	+	47 mm (7 %)	+	138 mm (19 %)
16	717 mm	=	562 mm (78 %)	+	55 mm (8 %)	+	100 mm (14 %)
17	717 mm	=	460 mm (64 %)	+	36 mm (5 %)	+	221 mm (31 %)
18	717 mm	=	465 mm (65 %)	+	60 mm (8 %)	+	192 mm (27 %)
19	717 mm	=	469 mm (65 %)	+	67 mm (9 %)	+	180 mm (25 %)
20	717 mm	=	509 mm (71 %)	+	62 mm (9 %)	+	146 mm (20 %)
21	717 mm	=	490 mm (68 %)	+	67 mm (9 %)	+	159 mm (22 %)

Anmerkung: TEZG 14-16: Graben aus Schossin, TEZG 17-21: Bach aus Perlin, vgl. auch Tabelle 3-8

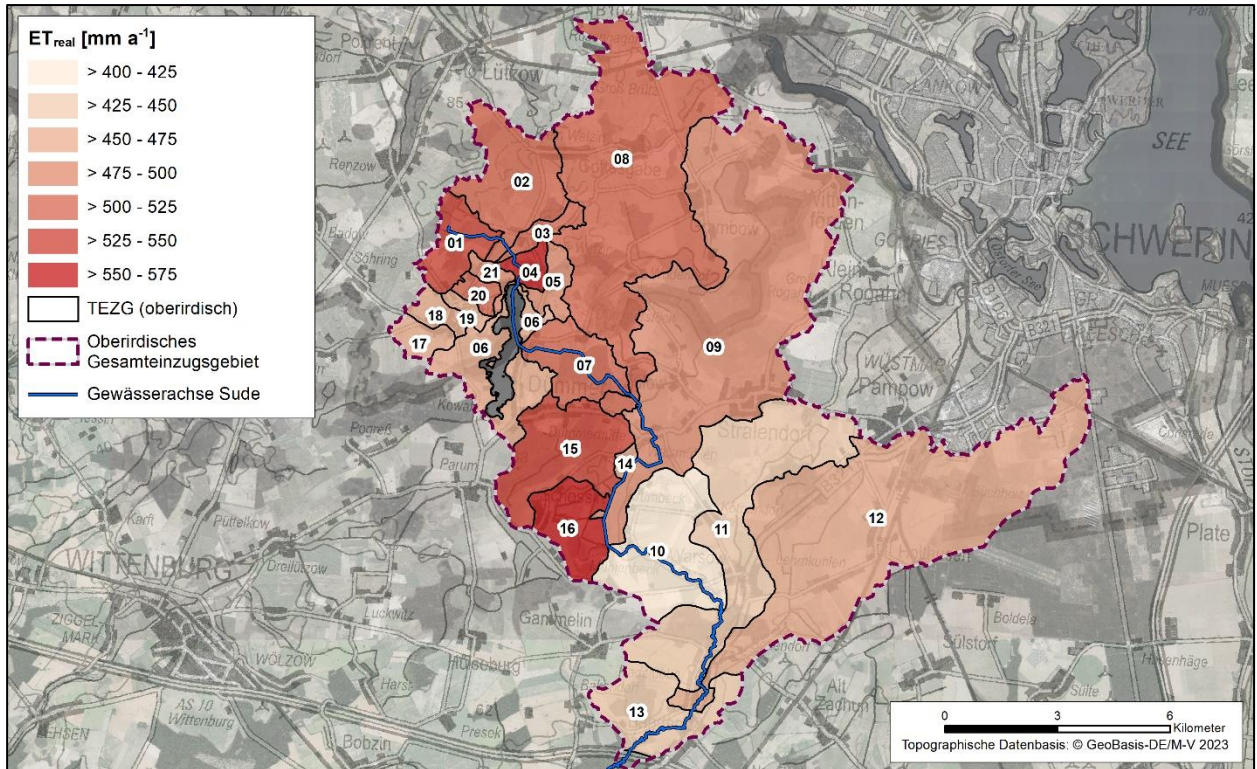


Abbildung 4-16: Mittlere jährliche reale Verdunstungshöhe nach BAGLUVA für die Dekaden 1991 – 2020 im Untersuchungsgebiet, flächengewichtet nach Teileinzugsgebiet entsprechend Tabelle 4-9

4.3.1.2 Unterirdisches Einzugsgebiet des Dümmer Sees

Die Gebietswasserbilanz des oberirdischen Einzugsgebietes des Dümmer Sees ist als Teilmenge des gesamten oberirdischen Einzugsgebietes der Oberen Sude in der Konzeptstudie Dümmer See (BIOTA 2024) dargestellt. Für die Wasserbilanz des Dümmer See ist zudem sein unterirdisches Einzugsgebiet relevant.

Das abgegrenzte unterirdische Einzugsgebiet des Dümmer Sees nach Grundwasserhöhengleichen des obersten Grundwasserleiters (vgl. Abbildung 3-13) weist eine Größe von 31,6 km² auf.

Die ermittelten Werte der Wasserhaushaltsgrößen können der Tabelle 4-10 entnommen werden. Im Mittel ergeben sich gegenüber dem oberirdischen Einzugsgebiet des Dümmer Sees nur geringfügige Abweichungen. Dies ist u. a. auf die großflächige räumliche Überschneidung beider Einzugsgebiet zurückzuführen.

Das Gebiet entwässert teilweise über Vorfluter außerhalb des oberirdischen Einzugsgebietes der Sude. Die (berechnete) Grundwasserneubildung über dem unterirdischen Einzugsgebiet von 145 l s⁻¹ **muss nicht** dem mittleren, langjährigen GW-Zustrom zum See (aus dem obersten Grundwasserleiter) entsprechen, bietet aber einen Größenwert zur Orientierung. Für eine genauere Analyse der Grundwasserströme wäre eine detaillierte Grundwassermodellierung (nicht Teil der vorliegenden Studien) notwendig.

Tabelle 4-10: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und das untersuchte unterirdische Einzugsgebiet des Dümmer Sees abzüglich der Seefläche (Flächengröße ca. 32 km²); langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanz) für die Zeitreihe 1991 – 2020

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Direktabfluss (Anteil an P)	+	Grundwasserneubildung (Anteil an P)
P	=	ET	+	R _{Direkt}	+	R _{GW}
717 mm	=	503 mm (70 %)	+	62 mm (9 %)	+	153 mm (21 %)
678 l s ⁻¹	=	475 l s ⁻¹	+	58 l s ⁻¹	+	145 l s ⁻¹

4.3.2 Dümmer See (freie Wasserfläche)

Die Werte der Wasserhaushaltsgrößen für die Fläche des Dümmer Sees können der Tabelle 4-11 entnommen werden. Im langjährigen Mittel resultiert aus den Berechnungen nach dem aerodynamischen Verfahren ein Defizit (Verdunstungsüberschuss gegenüber dem Niederschlag) von 63 mm bzw. 3,3 l s⁻¹. Die Verdunstung liegt damit etwa 10 % über der korrigierten Niederschlagssumme. Zu welchen Anteilen dieses Defizit in der Bilanz über den Oberflächenzufluss und den Grundwasserzustrom ausgeglichen wird, kann an dieser Stelle nicht weiter ausgewiesen werden.

Tabelle 4-11: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und die freie Wasserfläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 1,65 km²); langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanz) für die Zeitreihe 1991 – 2020

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Gesamtabfluss (Anteil an P)
P	=	ET	+	R _{ges}
717 mm	=	780 mm (109 %)	+	-63 mm (-9 %)
37 l s ⁻¹	=	40 l s ⁻¹	+	-3,3 l s ⁻¹

Die Tabelle 4-12 fasst die Bilanzierungsergebnisse nach meteorologischen Jahreszeiten zusammen. Abweichend zu den vorangegangenen Kapiteln ist die klassische Wasserhaushaltsbilanz (vertikale Prozessstruktur) über Wasserflächen auch bei der Betrachtung kürzerer Zeitschritte stets ausgeglichen, da kein Bodenspeicher auf den Abfluss einwirkt. Die Verdunstung ist mit in Summe 361 mm bzw. im Mittel 74 l s⁻¹ in den Sommermonaten erwartungsgemäß am höchsten. Der Überschuss gegenüber dem Niederschlag beträgt hier etwa 29 l s⁻¹ (R_{ges, So} = -29 l s⁻¹). In den Wintermonaten füllt sich der Speicherraum allein durch den Überschuss an Niederschlag über dem See mit durchschnittlich 26 l s⁻¹ (R_{ges, Wi}) oder aber dieser kommt (anteilig), abhängig von weiteren Zuflüssen und der Steuerung am Ablaufbauwerk, zum Abfluss.

Tabelle 4-12: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den IST-Zustand und die freie Wasserfläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 1,65 km²); langjährige, mittlere Werte für die Zeitreihe 1991 – 2020, bilanziert für die meteorologischen Jahreszeiten

JZ	Niederschlag (korr.)	Reale Verdunstung	Gesamtabfluss
	P	ET	R _{ges}
Wi	179 mm	58 mm	122 mm
Wi	38 l s ⁻¹	12 l s ⁻¹	26 l s ⁻¹
Fr	145 mm	157 mm	-12 mm
Fr	30 l s ⁻¹	32 l s ⁻¹	-2,4 l s ⁻¹
So	222 mm	361 mm	-139 mm
So	46 l s ⁻¹	74 l s ⁻¹	-29 l s ⁻¹
He	171 mm	205 mm	-34 mm
He	36 l s ⁻¹	43 l s ⁻¹	-7,1 l s ⁻¹

Anmerkung: JZ = Jahreszeit, Wi = Winter (Dez., Jan., Feb.), Fr = Frühjahr, So = Sommer (Juni, Juli, Aug.), He = Herbst

Für den Gesamt-Wasserhaushalt des Dümmer Sees ausschlaggebend sind neben der realen Verdunstung über der Seefläche, die Zuflüsse zum See (Direktabfluss aus der Gebietswasserbilanz, oberirdisch), der Grundwasserszustrom und der unterirdische und oberirdische Abstrom. Die Werte der Zuflüsse in l s⁻¹ lassen sich entsprechend aufsummieren. Der Wasserstand des Sees sowie der real messbare Abfluss am Auslass ergeben sich zudem aus dem Speicherraum, dem Grundwasserzu- und -abstrom und der Steuerung am Wehr.

Die Wasserhaushaltsbilanz für den Dümmer See ist in der Konzeptstudie Dümmer See (BIOTA 2024) im Detail dargestellt.

5 Ermittlung des ordnungsgemäßen Wasserabflusses (AP7)

5.1 Grundsätze

Die Kenntnis der hydraulischen Leistungsfähigkeit eines Gewässerabschnittes ist eine notwendige Grundlage für die Ermittlung des ordnungsgemäßen Wasserabflusses (OWA) und die Begründung eines Unterhaltungserfordernisses. Neben Rauheitskennwerten sind vor allem die Gerinnelängs- und -querprofile sowie Querbauwerkparameter (Anlage D AP8-13) wichtige Eingangsgrößen.

Die Vorfluterwasserstände bei gewöhnlichen Abflussverhältnissen (z. B. MQ_{Jahr}) sowie das Überflutungsverhalten bei Hochwasserereignissen (hier untersucht: HQ₂ bis HQ₁₀₀) beeinflussen die Nutzbarkeit des Gewässerumlandes. Die Gewässerunterhaltung muss im Sinne der Erhaltung des „ordnungsgemäßen Abflusses“ (§ 39 WHG) darauf abzielen, ein für die Landnutzung angemessenes Vorflutniveau sicherzustellen und damit einen Gewässerzustand mit adäquater hydraulischer Leistungsfähigkeit zu erhalten bzw. diesen bei der Gewässerentwicklung zu berücksichtigen. Ebenso muss die Sicherstellung dieses angemessenen Vorflutniveaus nach Umsetzung der in Betracht kommenden Ausbaumaßnahmen an den Untersuchungsgewässern gewährleistet sein. Dies gilt es zu prüfen.

Im Zuge der hydraulischen Modellierung werden für verschiedene Durchflussszenarien und Gewässerzustände Wasserstände berechnet, für die anschließend die Auswirkungen auf das Umland untersucht werden. Konkret erfolgte die Modellierung an der Sude entsprechend der im folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen für die folgenden Zustände:

- **IST-Zustand** – langjähriger Mittelwert auf Basis Regionalisierung 1981 – 2010, für MQ (Pegel Radelübbe) auch 2012 – 2020
- **Plan I-Zustand** – nach Umsetzung der in Kapitel 7 erarbeiteten Maßnahmen (ohne Klimawandelfolgen/Wasserrückhalt)
- **Plan II-Zustand** – nach Stilllegung des Schöpfwerk Welzin

Die verschiedenen Zustands-Varianten wurden mit der Berechnung von verschiedenen Durchflüssen und Verkräutungssituationen kombiniert (bis zu dreizehn Szenarien je Zustand (Abbildung 5-1)).

Für die Umsetzung der aus der Zukunftsstudie abgeleiteten Maßnahmen zum Wasserrückhalt (**PLAN III-Zustand**) erfolgte keine hydraulische Modellierung. Auf Basis der Zielstauhöhen und des DGM1 wurden die GWFA auf den potenziell betroffenen Flächen ermittelt.

Folgende Durchflüsse wurden dabei herangezogen (u. a. basierend auf dem Grundlagenpapier des LUNG M-V 2019; AP8-15, AP8-16):

- **MQ_{August90%}** – Für die hydrologischen Daten des Gewässerabflusses kann auf BIOTA (2012) zurückgegriffen werden: Überarbeitung und Aktualisierung der Karte der mittleren Abflüsse und mittleren Niedrigwasserabflüsse für Mecklenburg-Vorpommern; hier sind MQ-Daten sowie MQ_{August90%}-Durchflüsse landesweit regionalisiert (Mittelwerte der Periode 1981-2010). Der MQ_{August90%} ist der mittlere Durchfluss des Monats August der Zeitreihe 1981-2010 mit einer 90 %-igen Überschreitungswahrscheinlichkeit. Schon bei BIOTA (2003) wurde bestätigt, dass zwischen dem mittleren Niedrigwasserdurchfluss MNQ (Jahreswert) und dem MQ_{August90%}-Durchfluss ein sehr enger statistischer Zusammenhang besteht, der auch für die richtige Wahl des Monats August als „klassischer“ Niedrigwassermonat spricht. Der MQ_{August90%} liegt dabei landesweit leicht unter dem MNQ der Reihe (ca. bei 80 % des MNQ) (BIOTA 2003); wichtig für ökologische Grenzsituationen (Wassermangel).
 - Modellierung unter Annahme einer sommerlichen Verkräutung
- **MQ** – mittlerer Durchfluss: repräsentiert mittlere Jahresdurchflüsse; die zeitlich überwiegenden Durchflüsse sind i.d.R. kleiner (liegen zwischen MNQ und MQ); im Sommer (Juni bis Oktober) wird MQ in der Regel deutlich unterschritten und im Frühjahr (Februar bis April) häufig überschritten.
 - Modellierung unter Annahme einer sommerlichen sowie einer winterlichen Verkräutung
 - Modellierung der Zeitreihe 1981/2010 (Regionalisierung, BIOTA 2012) sowie der Zeitreihe 2012/2020 (auf das Untersuchungsgebiet übertragen vom Pegel Radelübbe)
- **HQ₂** – entspricht nahezu dem mittleren Hochwasserabfluss (MHQ); oftmals Schutzniveau für Grünland (LUNG M-V 2019: Grünlandstandorte nach Bodenschätzung gemäß BodSchätzG); Grünlandflächen in der Niederung mit einem topografisch bedingten geringen Vorflutniveau (z. B. Senken, Bachauen, ehemalige Auwaldbereiche) stellen natürlicherweise Überflutungsräume mit einem bedeutenden Beitrag zum Wasserrückhalt dar. Bei Kenntnis regelmäßiger Überflutung solcher Flächen ist von einer angepassten Nutzung auszugehen und das Schutzniveau kann ggf. auch geringer sein als zwei Jahre (DIN 1184 Teil 1, bzw. DIN 19661-1).
- **HQ₅** – häufiges Schutzniveau für Ackerflächen (LUNG M-V 2019: landwirtschaftlich genutzte Flächen, soweit es keine Grünlandstandorte nach Bodenschätzung gemäß BodSchätzG sind)

- **HQ₁₀₀** – häufiges Schutzniveau für Bebauungsflächen (bebaute Gebiete im Sinne § 34 BauGB oder Gebiete im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes nach § 30 BauGB)
- **HQ₁₀, HQ₂₀, HQ₂₅, HQ₅₀, HQ₂₀₀** (WSPL modelliert, aber nicht kartografisch aufbereitet)

Der Vollständigkeit halber ist anzumerken, dass es sich bei der Festlegung hinsichtlich der Bestimmung des Bemessungshochwassers und der **Richtwerte für Wiederkehrintervalle** durch das LUNG aus dem Jahr 2019 um ein Arbeitspapier handelt. Eine rechtliche Verankerung bzw. Handhabe der Festlegungen ist nicht gegeben, es handelt sich (bisher) um eine Empfehlung. Weiterhin ist hervorzuheben, dass durch das Arbeitspapier für **gewässerabhängige Landökosysteme und Feuchtgebiete** (insbesondere Moorstandorte) **kein Hochwasserschutz** festgesetzt ist.

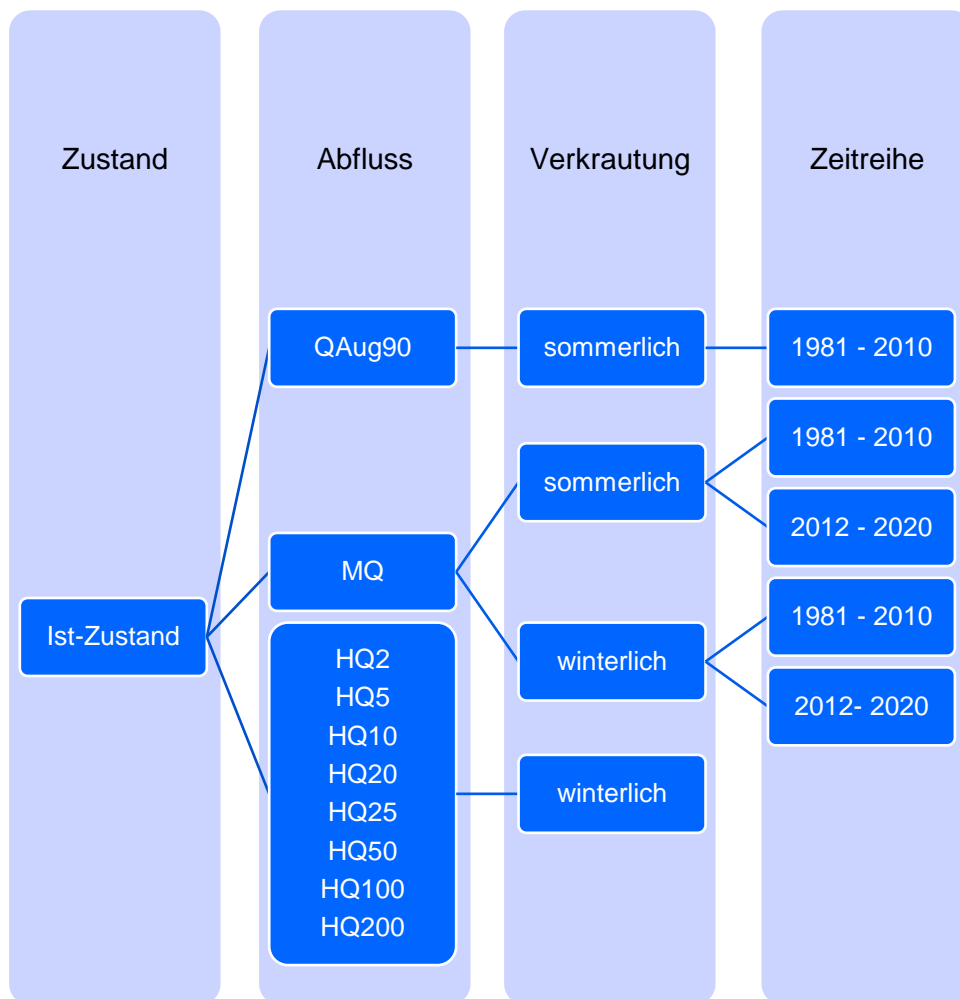


Abbildung 5-1: Übersicht der Szenarienableitung am Beispiel des **IST-Zustandes**

5.2 Abgrenzung homogen zu betrachtender Gewässerabschnitte (AP7-10)

Für die Abschnittsbildung sei auf die Tabelle 4-2 („Angesetzte Gerinnerrauheiten“) der Anlage D „AP-8 – Hydraulische Berechnungen und Vermessungsleistungen“ verwiesen. Dort wurden im Rahmen der Modellkalibrierung sieben Rauigkeitsabschnitte gebildet. Die Erweiterung der Tabelle erfolgt zur Ausweisung des Vollbord-Abflusses im nachfolgenden Kapitel 5.4.

5.3 Ermittlung des hydraulischen IST-Zustands, Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bei Vollbord-Abfluss, Ausuferungsverhalten und Überschwemmungen (AP7-14.2)

Der hydraulische IST-Zustand sowie der PLAN I-Zustand wurden im Rahmen des Arbeitspaketes 8 hydraulisch modelliert. Der hydraulische Längsschnitt der Sude (Anlage D AP8-15a – IST, Anlage D AP8-15b – PLAN I) stellt hierbei das zentrale Ergebnis der Modellierung dar. Aus ihm gehen u. a.

- die modellierten Wasserstände mit profilgenauer Angabe der Berechnungshöhen und
- die Aufstauwirkung von Querbauwerken (Brücken, Durchlässe und Wehre)

hervor.

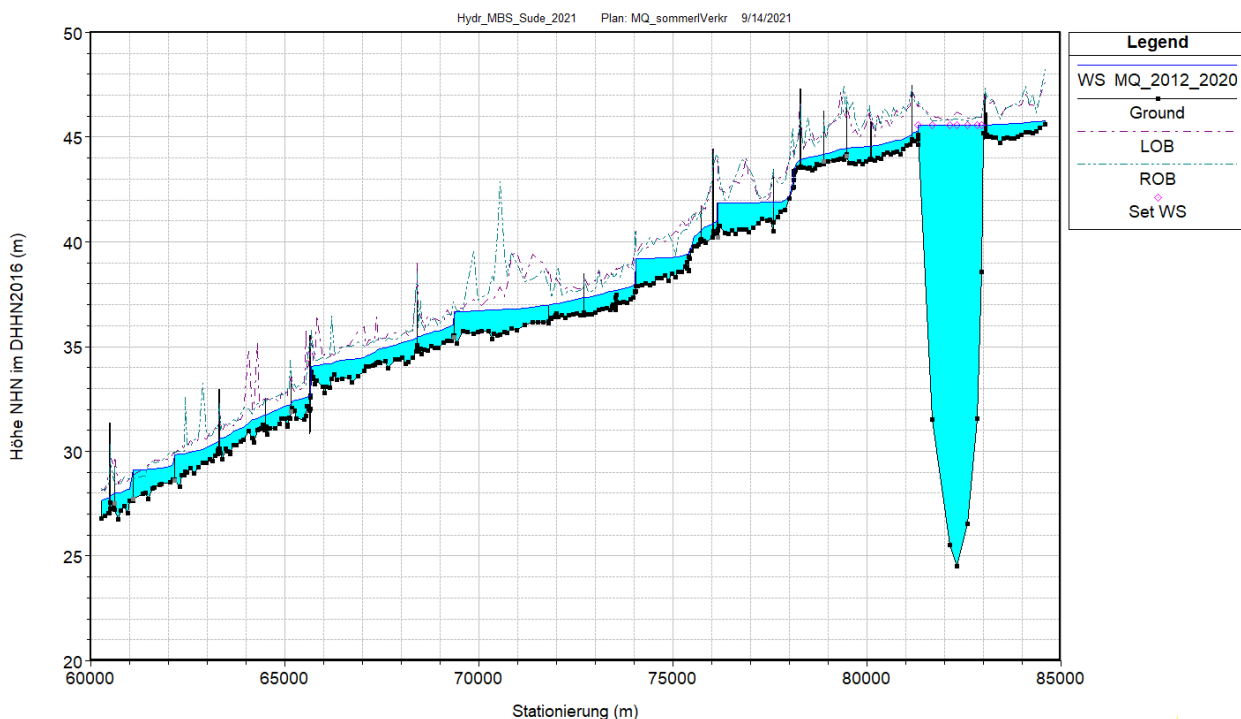


Abbildung 5-2: Hydraulischer Längsschnitt der Sude im IST-Zustand beim mittleren Abfluss (MQ, 2012- 2020) und im sommerlichen Verkräutungsstatus; LOB – linke Böschungsoberkante, ROB – rechte Böschungsoberkante

Werden diese Wasserstände mit dem digitalen Geländemodell (DGM1, korrigiert) verschnitten, können Karten mit Ausuferungsbereichen für verschiedene Hochwasser-Wiederkehrintervalle erstellt werden. In den Karten in der digitalen Anlage C AP7-14.2a werden die Hochwasserszenarien HQ₂, HQ₅ und HQ₁₀₀ für den IST-Zustand dargestellt. Im Rahmen der Planung von Maßnahmen hinsichtlich der WRRL wird zumeist Wasserspiegellagenneutralität angestrebt.

Daher ergeben sich aus der hydraulischen Prüfung einzelner Maßnahmen im PLAN I und Plan II-Zustand keine zusätzlichen, ausgedehnten Flächenbetroffenheiten, d. h. es sind keine signifikanten Veränderungen gegenüber den ausgegebenen Ausuferungskarten zu erwarten.

Beachtet werden muss hierbei ggf. die Wehrstellung einzelner Bauwerke. Informationen dazu können den Anmerkungen auf den Kartenblättern sowie der Bauwerksdokumentation entnommen werden.

Aus der hydraulischen Modellierung lassen sich kurz gefasst die nachfolgenden Erkenntnisse zum Ausuferungsverhalten an der Sude ableiten:

- **Station von 60+282 bis 69+750 km (Blatt 1 bis 3):** Nahezu durchgängig führt bereits das HQ₂-Ereignis zu deutlichen Flächenbetroffenheiten. Hier ist von einer regelmäßigen Überflutung der naturnahen Flächen auszugehen. Aufgrund der anstehenden Geländeverhältnisse dehnen sich diese Ausuferungen bei selteneren bzw. extremen Ereignissen (z. B. HQ₁₀₀) trotz höherer Wasserstände aber nicht großflächig aus.
- **Schossiner Becken (Blatt 4 & 5):** Entlang der Sude führt bereits das HQ₂-Ereignis zu deutlichen Flächenbetroffenheiten. Das Gelände am Graben aus Schossin liegt höher; hier stellen sich z. T. erst bei seltenen Ereignissen großflächige Überflutungen ein. Aus einer veränderten Steuerung/Setzung der Staue kann ggf. ein verändertes Ausuferungsverhalten resultieren.
- **Grünland bei Station 77+500 km (Blatt 6):** Ausuferungsverhalten maßgeblich auch beeinflusst durch die Wehrsteuerung am Doppelschützwehr in Walsmühlen. Deutliche Flächenbetroffenheiten durch Rückstau ab HQ₅.

Nahezu alle Ausuferungsflächen (HQ₂, HQ₅, HQ₁₀₀) liegen im Bereich grundwasserabhängiger Landökosysteme. Ein naturnaher Wasserhaushalt dieser Flächen ist geprägt von regelmäßigen Überschwemmungen bzw. nahezu flurgleichen Grundwasserflurabständen (GWFA). Zum Schutz der Feuchtgebiete sollte die Ausuferung der Sude in den Bereichen keinesfalls unterbunden werden. Vielmehr werden im **IST-Zustand** nur ein Teil der Flächen grundwasserabhängiger Landökosystem im unmittelbaren Umfeld der Sude durch regelmäßige Überschwemmung begünstigt.

Aus der Zielstellung und den Ergebnissen des erweiterten Aufgabenrahmens (Zukunftsstudie) ergab sich der Bedarf Maßnahmen mit dem Schwerpunkt „Wasserrückhalt im Einzugsgebiet“ zu entwickeln. Die Maßnahmen und deren Auswirkungen auf die Wasserstände in den betroffenen Flächen sind im Detail in Anhang H dargestellt.

5.4 Errechnung der HQ_T-Entsprechung im Gewässerbett bei Vollbord-Abfluss (AP7-14.3)

Die Ermittlung der **bordvollen Durchflüsse** basiert auf einer Einteilung in Abschnitte ähnlicher hydraulischer Eigenschaften im Längsschnitt des untersuchten Gewässers. Der Vollbord-Abfluss variiert im Untersuchungsgebiet aufgrund vorherrschender Gegebenheiten wie Rückstau und Gefälle. Über die geometrischen Daten zu den Böschungs-, ggf. Verwallungs- und Deichoberkanten können solche Querprofile identifiziert werden, an denen Ausuferungen bei steigendem Durchfluss relativ früh einsetzen.

In Tabelle 5-1, Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3 sind für die abgegrenzten Gewässerabschnitte der drei Modellgewässer der Vollbord-Abfluss und die zugehörige HQ_T-Entsprechung aufgeführt.

Tabelle 5-1: Ermittlung des Vollbord-Abflusses für verschiedene Gewässerabschnitte mit HQ_T-Entsprechung in der Sude

Abschnitte mit Stationen			Haupteigenschaften der Abschnitte	
Nr.	von [km]	bis [km]	Vollbord-Abfluss [m ³ ·s ⁻¹]	HQ _T -Entsprechung
1	60+282	61+520	≤ 4,67	≤ HQ ₂
2	61+520	64+370	≤ 4,49	≤ HQ ₂
3	64+370	70+100	≤ 3,62	≤ HQ ₂
4	70+100	71+850	≤ 3,92	≤ HQ ₅
5	71+850	73+520	≤ 2,34	≤ HQ ₂

Abschnitte mit Stationen			Haupteigenschaften der Abschnitte	
Nr.	von [km]	bis [km]	Vollbord-Abfluss [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$]	HQ _T -Entsprechung
6	73+520	73+660	$\leq 2,72$	$\leq \text{HQ}_5$
7	73+660	74+040	$> 3,78$	$> \text{HQ}_{200}$
8	74+040	74+350	$\leq 4,85$	$\leq \text{HQ}_{50}$
9	74+350	74+920	$> 5,60$	$> \text{HQ}_{200}$
10	74+920	75+100	$\leq 2,65$	$\leq \text{HQ}_2$
11	75+100	77+120	$> 5,60$	$> \text{HQ}_{200}$
12	77+120	77+360	$\leq 1,44$	$\leq \text{HQ}_2$
13	77+360	77+550	$\leq 0,67$	$\leq \text{HQ}_2$
14	77+550	77+900	$\leq 1,36$	$\leq \text{HQ}_{50}$
15	77+900	79+360	$> 1,60$	$> \text{HQ}_{200}$
16	79+360	81+500	$> 1,30$	$> \text{HQ}_{200}$
17	81+500	82+700	$\leq 0,96$	$\leq \text{HQ}_{10}$
18	82+700	83+070	$> 1,65$	$> \text{HQ}_{200}$
19	83+070	83+300	$> 1,47$	$> \text{HQ}_{200}$
20	83+300	84+000	$\leq 1,23$	$\leq \text{HQ}_{100}$
21	84+000	84+400	$\leq 0,99$	$\leq \text{HQ}_{50}$
22	84+400	84+598	$> 0,37$	$> \text{HQ}_{200}$

Tabelle 5-2: Ermittlung des Vollbord-Abflusses für verschiedene Gewässerabschnitte mit HQ_T-Entsprechung im Graben aus Schossin

Abschnitte mit Stationen			Haupteigenschaften der Abschnitte	
Nr.	von [km]	bis [km]	Vollbord-Abfluss [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$]	HQ _T -Entsprechung
1	0+000	0+880	$> 2,96$	$> \text{HQ}_{200}$
2	0+880	1+200	$\leq 1,58$	$\leq \text{HQ}_{10}$
3	1+200	1+530	$\leq 1,26$	$\leq \text{HQ}_5$
4	1+530	2+050	$\leq 1,05$	$\leq \text{HQ}_5$
5	2+050	2+290	$> 2,58$	$> \text{HQ}_{200}$
6	2+290	2+620	$\leq 0,65$	$\leq \text{HQ}_2$
7	2+620	2+830	$\leq 0,87$	$\leq \text{HQ}_{10}$
8	2+830	3+300	$> 1,86$	$> \text{HQ}_{200}$
9	3+300	3+315	$\leq 0,32$	$\leq \text{HQ}_2$

Tabelle 5-3: Ermittlung des Vollbord-Abflusses für verschiedene Gewässerabschnitte mit HQ_T -Entsprechung im Bach aus Perlin

Abschnitte mit Stationen			Haupteigenschaften der Abschnitte	
Nr.	von [km]	bis [km]	Vollbord-Abfluss [$m^3 \cdot s^{-1}$]	HQ_T -Entsprechung
1	0+000	0+005	$\leq 0,46$	$\leq HQ_{50}$
2	0+005	0+380	$\leq 0,43$	$\leq HQ_{100}$
3	0+380	0+640	$\leq 0,38$	$\leq HQ_{50}$
4	0+640	1+620	$> 0,37$	$> HQ_{200}$
5	1+620	1+700	$\leq 0,21$	$\leq HQ_{20}$
6	1+700	2+215	$> 0,16$	$> HQ_{200}$

5.5 Einfache Wasserspiegellagenberechnung für verschiedene hydrologische Durchflusssituationen bzw. ggf. Stauhöhen (ohne Grundwassermodell) zur Ermittlung der flächenhaften Auswirkungen (Grundwasserflurabstand) in Verbindung mit Nutzungen der Landwirtschaft und urbaner Bereiche (AP7-14.5, AP7-14.9)

Der Wasserhaushalt des Untersuchungsgebietes bestimmt maßgeblich die Eignung zur landwirtschaftlichen Nutzung und hat Einfluss auf die Ökosysteme, die sich etablieren können.

Bei der Ermittlung der Wasserspiegellagen wird von räumlich durchgängiger und zeitlich konstanter hydraulischer Kommunikation zwischen Grundwasser und den oberirdischen Gewässern ausgegangen. Dies trifft in der Realität nur bei gut durchlässigem Untergrund zu. Bei bindigen Schichten muss dies in der Natur nicht der Fall sein. Auch die Reichweite der so abgeschätzten Grundwasserstände muss in einem weiteren Schritt und hiervon abhängig festgelegt werden. Für eine erste, einfache Betrachtung bzw. bei einfachen Randbedingungen bildet dieses Modell (Prinzipskizze siehe Abbildung 5-3) aber eine gute Grundlage. Insofern rechtfertigt dies nach räumlichem Verschnitt mit Geländehöhendaten (DGM) eine näherungsweise Verwendung als Grundwasserflurabstand (GWFA). Die Auswirkungen unterschiedlicher Wasserspiegellagen bzw. Stauhöhen werden folglich berücksichtigt und der Einfluss der Hauptvorfluter auf die vorherrschenden Wasserstufen kann abgeschätzt werden.

Die Berechnung der GWFA erfolgt auf Grundlage der Wasserstände bei mittleren Durchflüssen (hier: MQ_{Jahr} , Zeitreihe 2012/2020), die ausschlaggebend für die Bewirtschaftung sind. Szenarien mit höheren Winterdurchflüssen werden nicht näher untersucht. Im Rahmen der Erweiterung des Aufgabenrahmens (Zukunftsstudie) wurden die Grundwasserflurabstände im **IST-Zustand** für 30 potenziell geeignete Staustandorte ebenfalls im **IST-** und **PLAN III-Zustand** modelliert. Diese sind im Detail in Anhang IX für die jeweiligen Maßnahmenflächen gegenübergestellt.

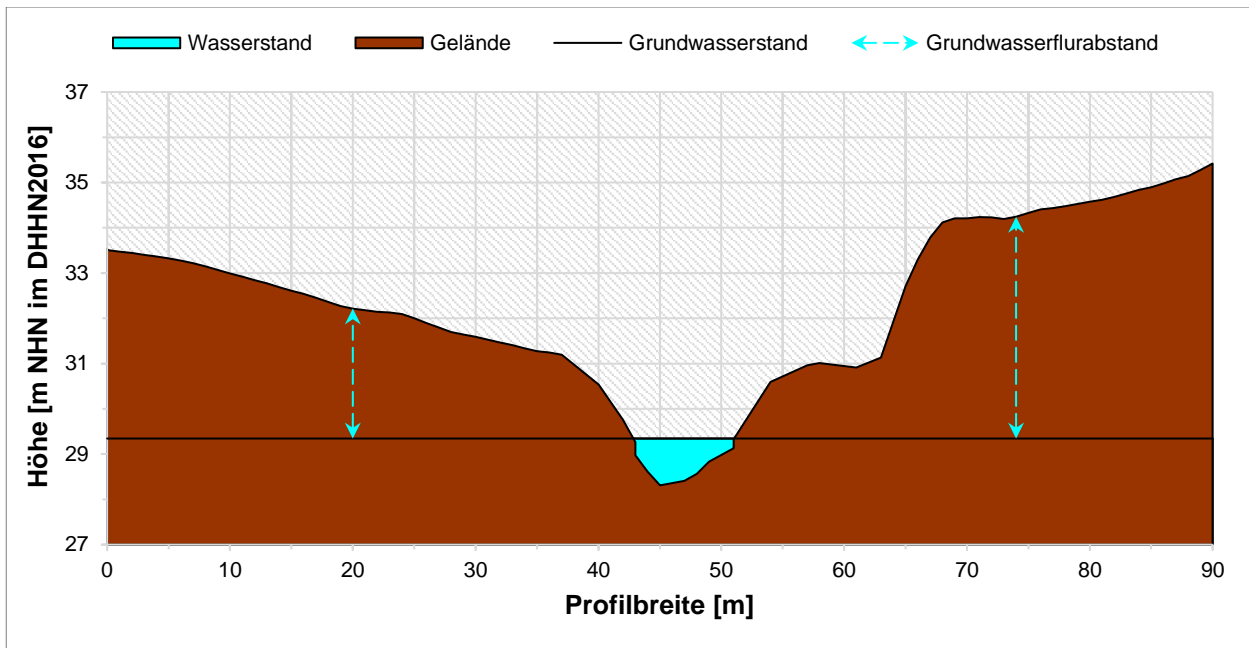


Abbildung 5-3: Prinzipdarstellung zur Berechnung des Grundwasserflurabstands auf Grundlage modellierter Wasserstände bei mittleren Durchflüssen

Die GWFA werden dabei klassifiziert und den Klassen vereinfachend Feuchtegrade zugeordnet, die nach ELLENBERG et al. (2001) maßgeblich für eine charakteristische Vegetationszusammensetzung sind und des Weiteren Aufschluss über die Flächennutzbarkeit geben (siehe Tabelle 5-4).

Lokale Vernässungserscheinungen – bedingt durch geringe Entwässerungsleistungen der Flächen (abhängig von Bodenart, Zustand, Drän-Abständen und -Systemen, lokalen Stauen oder Gräben, Grundwasserzuström) – werden hierbei nicht berücksichtigt, sondern nur der Einfluss der Hauptvorfluter.

In Abbildung 5-4 sind die GWFA überblickshaft für das gesamte EZG dargestellt. Die detaillierten Ergebniskarten (Anlagen VI AP7-14.5a und b) enthalten die berechneten Grundwasserflurabstände für mittlere Abflüsse (MQ_{Jahr}) im **IST-Zustand** sowie im **PLAN II-Zustand** (Kartenblatt 8, nach Stilllegung des Schöpfwerks). Aussagen zum Wasserstandsregime und den flächenhaften Auswirkungen im **PLAN I-Zustand** können an späterer Stelle den Maßnahmensteckbriefen entnommen werden.

Die Ermittlung der Wasserstände zur Verschneidung basiert auf einer intensiven Ausprägung der Gewässervegetation (Sommerzustand) und auf der derzeitigen Gewässerunterhaltung. Dies ist als ein kritischerer Zustand im Sinne des ordnungsgemäßen Wasserabflusses anzusehen als z. B. die geringere Vegetationsausprägung im Winter.

Die Darstellung der gegenwärtigen GWFA bezogen auf die grundwasserabhängigen Landökosysteme zeigt, dass die Wasserstände auf deinem Großteil der Flächen nicht ausreichend für den Erhalt vitaler Feuchtgebiete sind. Hierdurch werden nicht nur die besonders sensiblen Ökosysteme gefährdet. Vielmehr kommt es durch die anhaltende Entwässerung zu einer fortschreitenden Degradation organischer Böden und zu einer Freisetzung von Treibhausgasen (THG). Bei der Maßnahmenentwicklung hinsichtlich der Verbesserung der Klimaresilienz der Gewässer im Einzugsgebiet (Zukunftsstudie) wurde daher mittels GEST-Verfahren auch die THG-Emissionen im **IST-** und **PLAN III-Zustand** betrachtet (vgl. Kapitel 7.7)

Tabelle 5-4: Zuordnung von Feuchtegraden zu Grundwasserflurabständen in Anlehnung an LUNG M-V (2010), AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005) (KA5) und SUCCOW & JOOSTEN (2001)

Feuchtegrad	Feuchtezahlen nach ELLENBERG et al. (2001)	Grundwasserflurabstand (GWFA) in m unter Gelände nach LUNG M-V (2010)	Gewählte Grundwasserflurabstände (GWFA) in m unter Gelände	Beschreibung Zustand	Nutzbarkeit in Anlehnung an SUCCOW & JOOSTEN (2001)	Charakteristische Vegetationseinheit nach LUNG M-V (2010) & KA5
I	9 - 12	< 0	0	(meist) Offenes Wasser	Wasserfläche	Seerosen-Schwimblattflur, Laichkraut-Tauchflur, Armleuchteralgen-Grundrasen, Braunmoos-Grundrasen, Röhrichte, Großseggenriede
II	7 - 10	0 - 0,2	> 0 - 0,1	Nass	Moorerhalt	Schwertlilien-Erlenbruchwald, Schilfröhricht, Kleinseggenriede, Mädesüßhochstaudenfluren, Feuchtwiesen
III	8 - 9	0 - 0,4	> 0,1 - 0,3	Sehr feucht	Geeignet für Moorentwicklung (LfU 2016)	Ohrweiden-Grauweidengebüsch, Sumpfschilfröhricht
IV	6 - 7	0,2 - 0,5	> 0,3 - 0,5	Feucht	Extensiv nutzbares Grünland (Wiesen und Weiden)	Kohldistel-Feuchtwiese, Winkelseggen-Erlenbruchwald, Frauenfarn-Erlenbruch, Brennnessel-Schilf-Landröhricht, Mädesüß-Hochstaudenflur
V	5 - 6	0,4 - 1,0	> 0,5 - 0,7	Frisch	Intensiv nutzbare Wiesen und Weiden, für Ackerbau nur bedingt geeignet	Perlgras-Buchenwald, Wieskerbel-Frischwiese, Kammergras-Weide, Brennnessel-Grauweidengebüsch, Frische Trespenrasen, Zwergstrauchheiden, Glatthaferwiesen, Weiskleeweiden, Getreidewildkraut
VI	4 - 6	0,6 - 1,5	> 0,7 - 1,2	Mäßig trocken	Für Ackerbau, Wiesen und Weiden gut geeignet	Beerstrauch-Kiefernwald, Grasnelken-Schafschwingelrasen
VII	2 - 3	1,0 - 2,5	> 1,2 - 2	Trocken	Für Ackerbau geeignet, unbewässert weniger ertragreich	Trockenrasen, trockene Getreidewildkraut- und Gänsefußgesellschaften, Flechten-Kiefernwald, Frühlingspark-Silbergrasflur
VIII	-	-	> 2	Sehr trocken	-	Steppenrasen, Felsbandgesellschaften

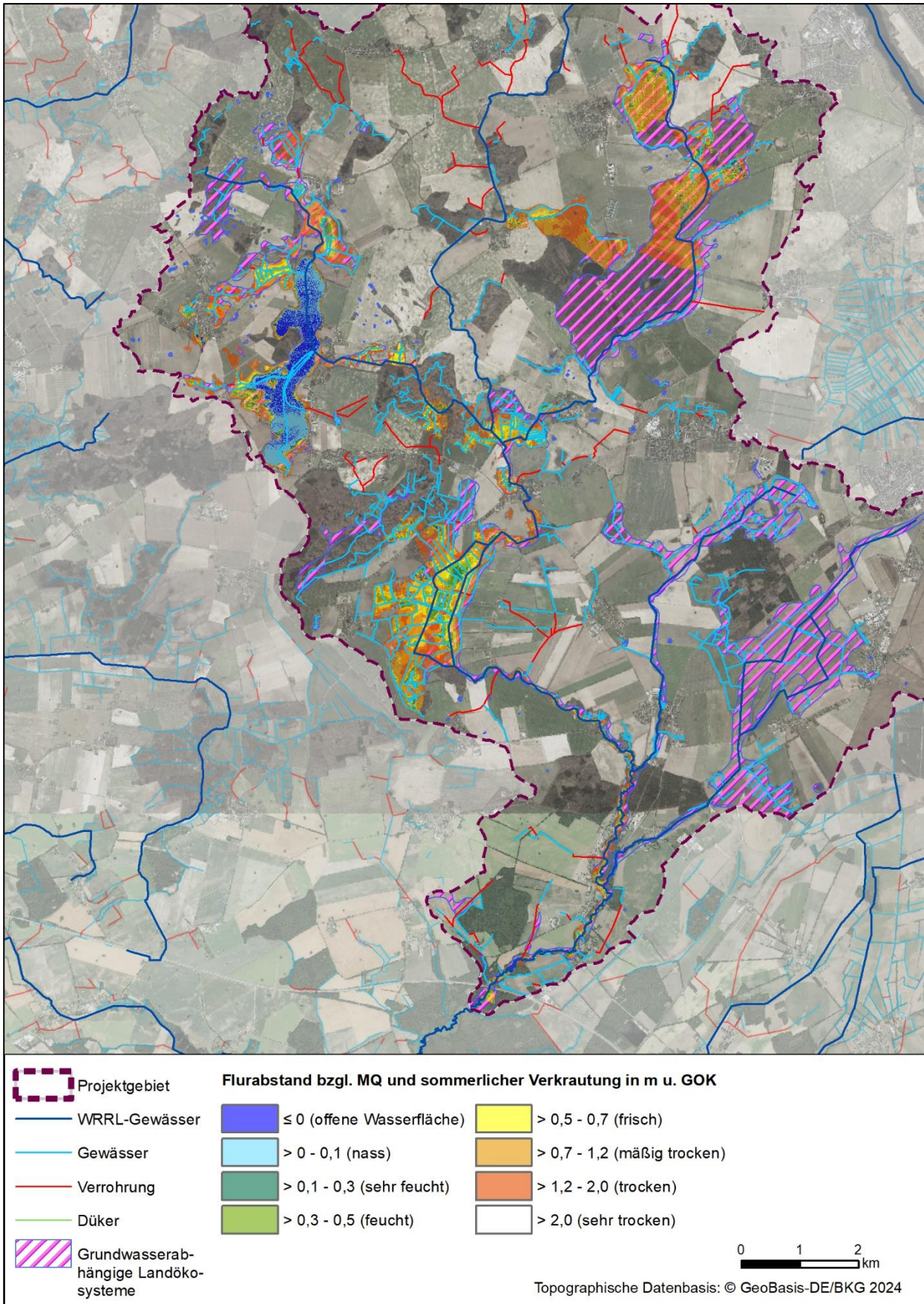


Abbildung 5-4: Grundwasserabhängige Landökosysteme sowie Grundwasserflurabstände im Untersuchungsgebiet

6 Trendanalysen und Zukunftsprognosen (AP2_14)

6.1 Grundsätzliches

Ein zentrales Ziel der Erweiterung des Aufgabenrahmens (Zukunftsstudie) war die Erarbeitung von Prognosen hinsichtlich der Auswirkungen der zu erwartenden Klimaveränderungen auf den Landschaftswasserhaushalt und das Abflussgeschehen in den Fließgewässern. Dies ist eine wesentliche Grundlage zur Entwicklung resilienter Gewässer und einer nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung. Die Bearbeitung des AP 2_14 wurde daher mit den in Tabelle 6-1 dargestellten Teilaufgaben unterlegt.

Die Ableitung der Zukunftsprognosen basiert zum einen auf der eigenen Auswertung gegenwärtiger langjähriger Trends. hierfür wurden Rohdaten des DWD (Temperatur, Niederschlag) und des StALU-MM (Abflüsse, Pegelstände) zur Verfügung gestellt und genutzt.

Des Weiteren wird auf Klimamodelle und -projektionen nach dem aktuellen wissenschaftlichen Stand und Konsens zurückgegriffen. Solche Projektionen sind keine verlässlichen Vorhersagen und mit einem gewissen Grad an Unsicherheiten verbunden. Gegenwärtige Beobachtungen belegen jedoch bereits vielfach die Veränderungen im Vergleich zur vorindustriellen Klimaperiode (1861 – 1880). Die beobachteten Zunahmen der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen wie z.B. Hitzeextreme, Starkniederschlagsereignisse, Dürre und Brandwetter führen zu tiefgreifenden Folgen für Ökosysteme, Menschen, Siedlungen und Infrastrukturen (IPCC 2023).

Tabelle 6-1: Unterlegung des AP 2_14 mit Teilaufgaben gemäß Angebot vom 05.02.2021 zur Erweiterung der MBS Sude

AP 2_14	Hydrologische/Hydraulische Vorbemessung der Vorzugsvariante	20	204	
	Ermittlung von Hydrotopen (Gebiete gleicher hydrologischer Eigenschaften)		24 h	2.1
	Aufbau und Kalibrierung eines Wasserhaushaltsmodells für die Abbildung der Komponenten Niederschlag, Abfluss, Reale Evapotranspiration und Grundwasserneubildung mittels BAGROV-Ansatz		40 h	2.2
	Berechnung von Wasserhaushaltsszenarien im IST-Zustand und nach Projektion des Klimazustandes bis 2050 unter realistischen Annahmen der menschlichen Reaktionen auf den Klimawandel als Jahresgang (monatliche Mittelwerte)		60 h	2.3
	Auswertung und kartographische Darstellung auf der Szenarien auf Teileinzugsgebietsebene im Untersuchungsgebiet		20 h	2.4
	Analyse von Trends in bei Abflüssen und Wasserständen gewässerkundlicher Pegeln und relevanten Klimaparametern von Klima- und Niederschlagsstationen im Umfeld des Untersuchungsgebietes	10 h	30 h	3.1
	Extrapolation wichtiger wasserwirtschaftlicher Kenngrößen für die Dekaden 2021-2030 und 2041 bis 2050 unter Angabe der Unsicherheiten	10 h	30 h	3.2

Die gemäß Abbildung SPM.1 des 6. IPCC Sachstandsberichtes (IPCC 2023) zu erwartenden Folgen durch Änderung der physischen Klimabedingungen, welche zunehmend dem Einfluss des Menschen zugeordnet werden, sind mit Angabe des Vertrauens- bzw. Wahrscheinlichkeitsniveaus (Mastrandrea et al. 2010) in Tabelle 6-2 angegeben. Die Modelle und darauf basierende Projektionen hinsichtlich der zu erwartenden Klimaszenarien werden auf Basis umfassender Daten fortlaufend angepasst und präzisiert.

Tabelle 6-2: Erwartete Klimawandelfolgen gemäß IPCC (2023)

mittleres Vertrauen
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von landwirtschaftlicher & ökologischer Dürre • Zunahme von Feuerwetter • Zunahme von multikausalen Hochwasserereignissen
wahrscheinlich
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von Starkregenereignissen
sehr wahrscheinlich
<ul style="list-style-type: none"> • Gletscherrückgang • Globaler Meeresspiegelanstieg
praktisch sicher
<ul style="list-style-type: none"> • Versauerung des oberen Ozeans • Zunahme von Hitzeextremen

6.2 Temperatur und Niederschlag

Zur überblickshaften Einordnung der klimatischen Entwicklung im Untersuchungsgebiet wurden die Temperatur und Niederschlagsdaten der DWD-Station Schwerin ausgewertet.

Abbildung 6-1 zeigt die Entwicklung der Jahresmittelwerte der Lufttemperatur im Vergleich zum langjährigen Mittelwert der jeweiligen Klimaperiode. Hierbei bestätigt sich der kontinuierliche Anstieg der Lufttemperatur vor Allem ab Mitte der 1980er Jahre wie er gemäß des Klimareports (DWD) auch für gesamt M-V nachgewiesen wurde.

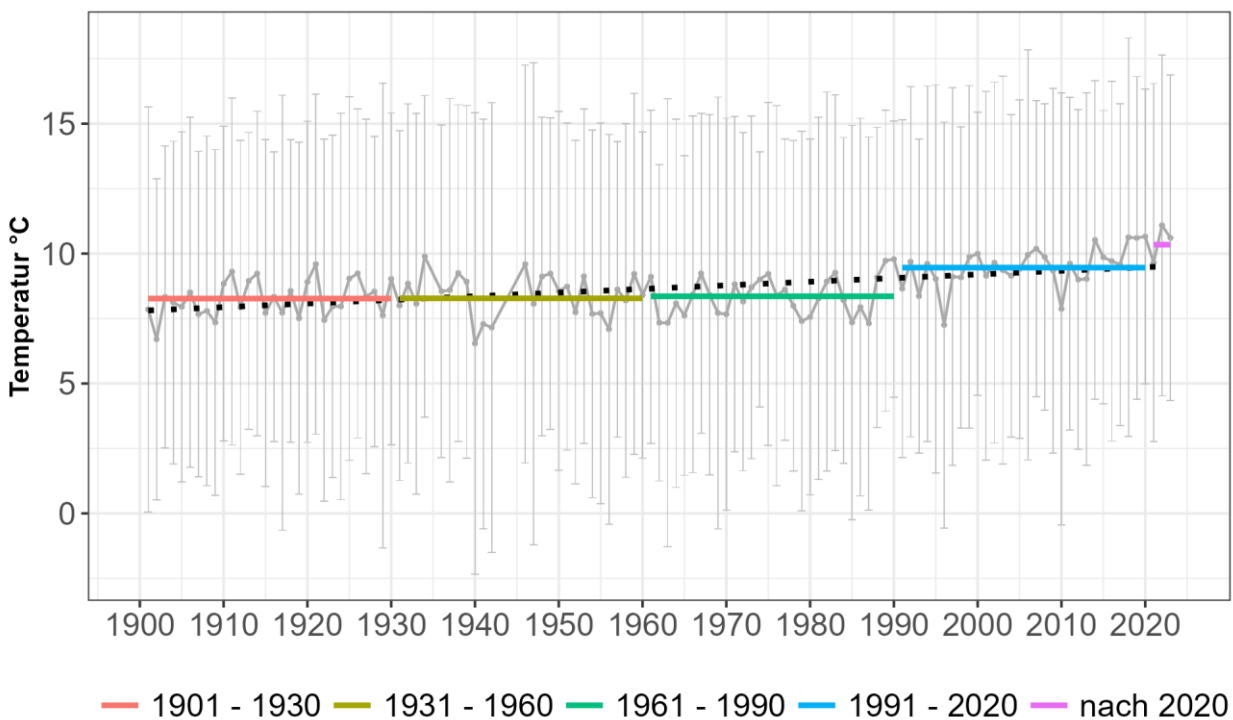


Abbildung 6-1: Langzeitentwicklung der Lufttemperatur (Jahresmittelwerte \pm Standardabweichung, grau) an der DWD-Station Schwerin mit Darstellung des Langzeittrends (gestrichelte schwarze Linie) und der langjährigen Mittelwerte der verschiedenen Klimaperioden (farbige Linien)

Das langjährige Mittel der Klimaperiode 1961 – 1990 liegt mit ...mm über dem Gebietsmittelwert von gesamt MV von 595 mm (DWD 2018). Abweichend von dem im Klimareport (DWD 2018) für gesamt MV dargestelltem leichtem Anstieg der Niederschlagssummen weist die Entwicklung der jährlichen Niederschlagssummen an der DWD-Station Schwerin keinen eindeutigen Trend auf. Die mittlere Jahressumme bleibt im Vergleich der jeweiligen Klimaperioden weitestgehend konstant. **Tage mit mehr als 10 mm**

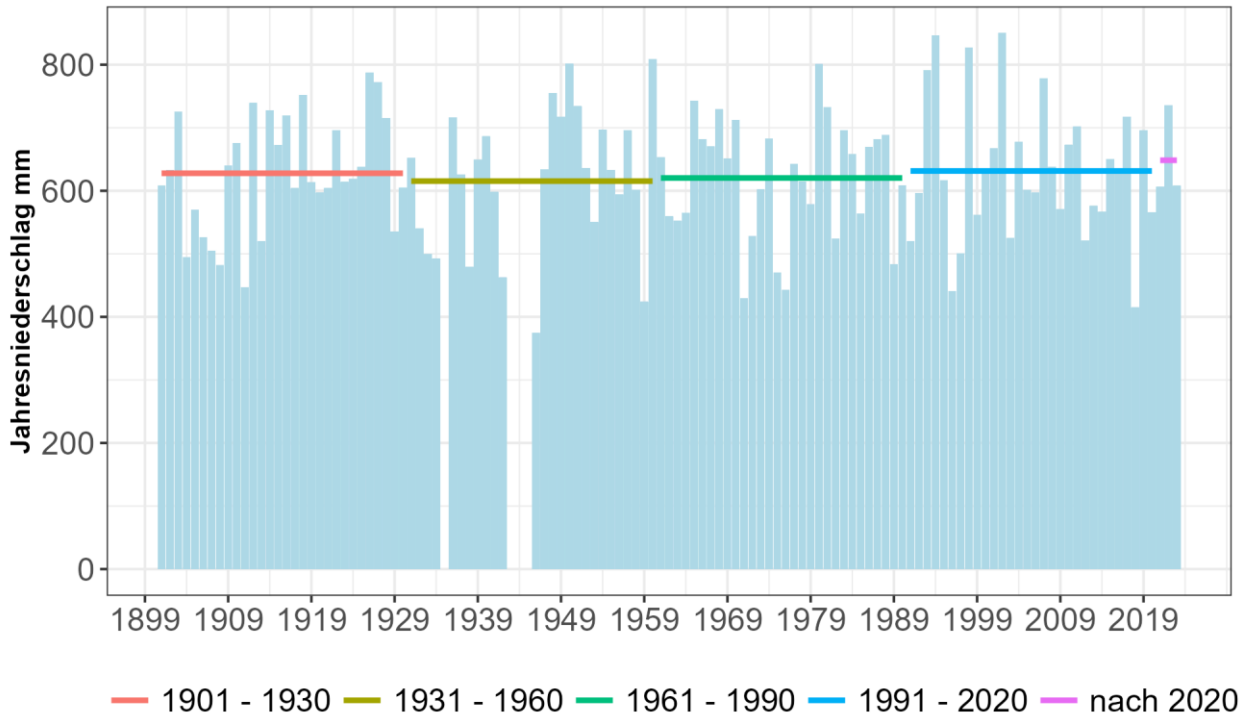


Abbildung 6-2: Langzeitentwicklung der Jahresniederschlagssummen (hellblaue Balken, unkorrigiert) an der DWD-Station Schwerin mit Darstellung der langjährigen Mittelwerte der verschiedenen Klimaperioden (farbige Linien)

6.3 Aktuelle Trends bei Wasserständen und Abflüssen

Anhand von Trendanalysen von Pegeldata aus dem Dümmer See und der oberen Sude sollen die potenziell bereits heute feststellbaren Veränderungen des Abflussverhaltens im Einzugsgebiet analysiert werden. Dazu wurden

- Wasserstandsdaten W des Pegels Dümmer (59803.0 – Dümmer See) von 1975 – 2021 sowie
- Abflussdaten Q des Pegels Radelübbe (59805.1 -Sude) von 1975 – 2021 und des Pegel Garlitz (1955 – 2021)
- Wasserstandsdaten verschiedener Grundwasserpegel

untersucht. Die jeweiligen Langzeittrends sind in Anhang E abgebildet. Ausgewertet wurden die Tagesmittelwerte welche analog zu den Betrachtungen des Wasserhaushaltes und den Klimadaten bezogen auf das Kalenderjahr bzw. die Jahreszeiten zusammengefasst wurden.

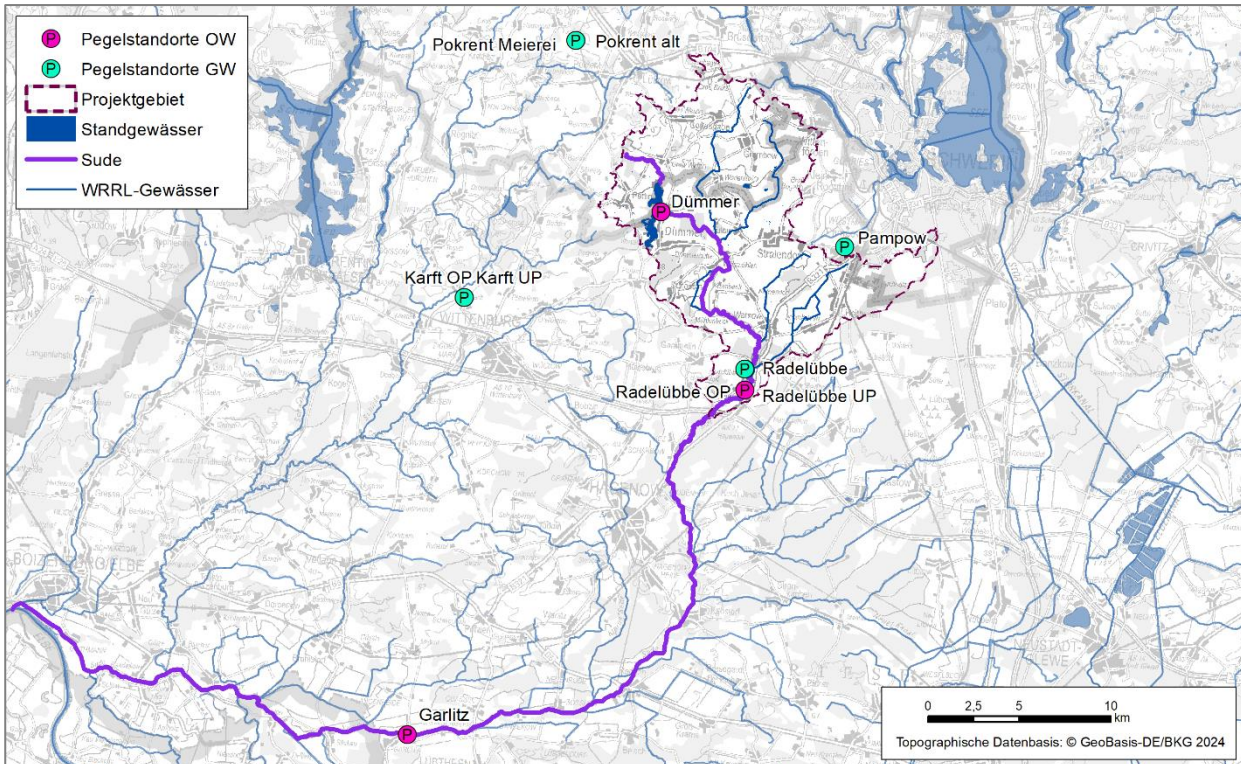


Abbildung 6-3: Pegelstandorte zur Erfassung von Wasserständen und Durchflüssen im Oberflächen- und Grundwasser

Abbildung 6-4 zeigt, dass die Jahresmittelwerte der Wasserstände des Dümmer Sees in den letzten Jahrzehnten leicht angestiegen sind. Die Anstiegsrate betrug hierbei ca. 2 mm im Jahr. Einen stärkeren Zuwachs verzeichneten die jährlichen Maximalwasserstände des Sees hier betrug die Anstiegsrate im Untersuchungszeitraum ca. 4 mm im Jahr. Die jährlichen Niedrigwasserstände weisen hingegen keinen eindeutigen Trend auf und sind etwa konstant geblieben. Insgesamt hat sich somit der mittlere jährliche Schwankungsbereich der Wasserstände von ursprünglich 0,18 m auf 0,38 m mehr als verdoppelt.

Im jahreszeitlichen Vergleich zeigt sich ein besonders deutlicher Anstieg der Wasserstände im Dümmer See im Winter und Frühjahr. Für den Herbst geben die Messwerte hingegen einen sehr leichter Rückgang der Wasserstände wieder (Abbildung 6-5).

Entgegen der Erwartung ergibt sich aus der Trendanalyse der Wasserstände des Dümmer See bisher noch keine negative Entwicklung. Die Zunahme der Maximalwerte und das verstärkte Schwankungsverhalten der Wasserstände über das Jahr deuten darauf hin, dass die winterlichen Abflüsse verstärkt im See zurückgehalten und dadurch die sommerlichen Niedrigwasserstände stabilisiert werden. Durch Steuerung der Wasserstände am Ablauf konnten so die klimatisch bedingt höheren Seeverdunstungen in Folge von Temperaturerhöhungen sowie Verringerung der Zuflussmengen (insbesondere in den Sommermonaten) ausgeglichen werden (pers. Kommunikation WBV).

Weitere konkrete Maßnahmen im Seeumfeld, z.B. Änderung der Landnutzung im Rahmen der Wiedervereinigung oder Änderung von Entnahmemengen, welche ebenfalls Einfluss auf das Schwankungsverhalten der Wasserstände im Dümmer See haben könnten, sind nicht bekannt.

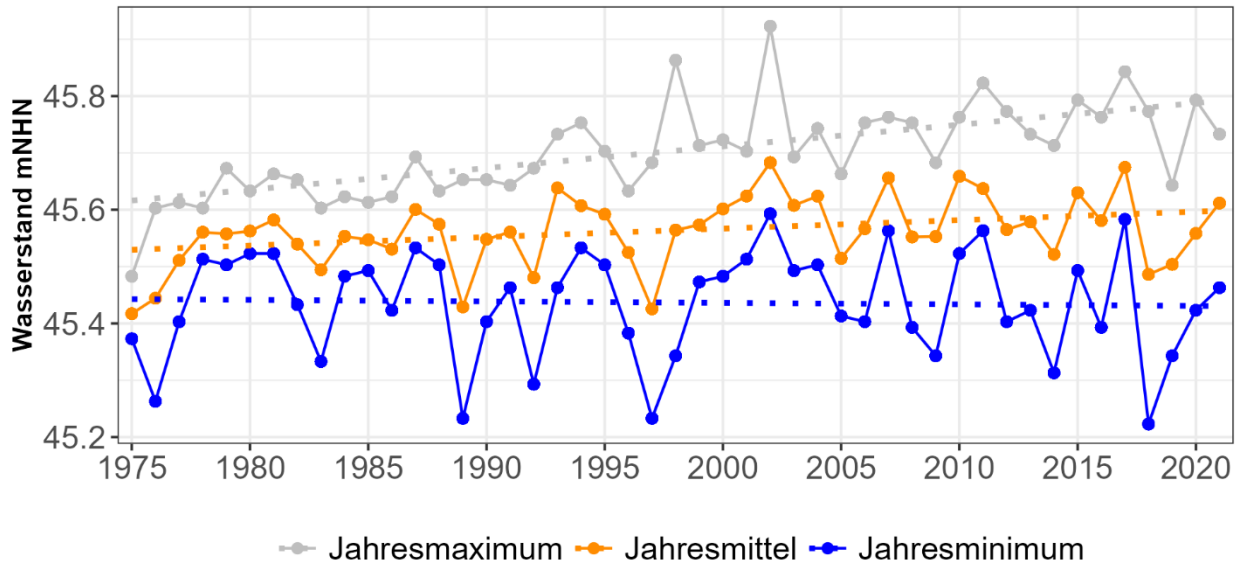


Abbildung 6-4: Kalenderjahrbezogene maximale, mittlere und minimale Wasserstände des Dümmer Sees 1975 – 2021

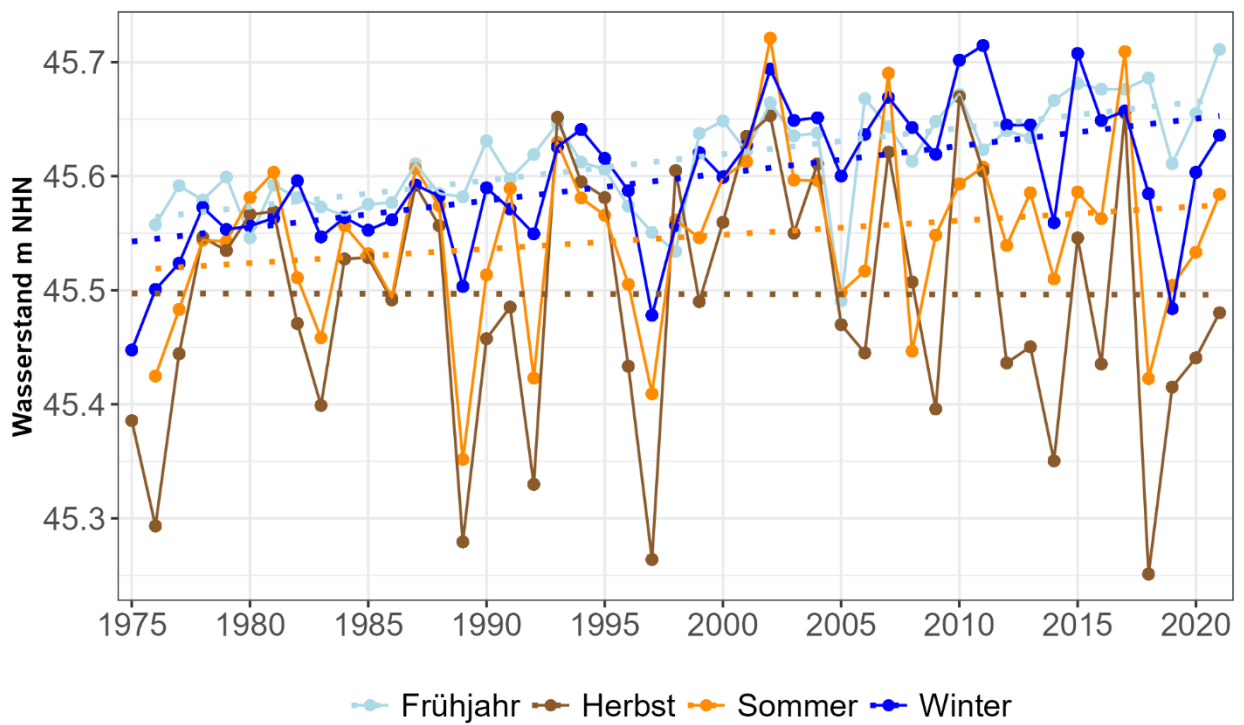


Abbildung 6-5: Mittlere jahreszeitliche Wasserstände des Dümmer Sees 1975 – 2021

Ein anderes Bild zeigt das Abflussgeschehen der oberen Sude (gesamtes EZG/Untersuchungsgebiet). Der Pegel Radelübbe, an welchem durch das StALU WM seit 1975 der Wasserstand und die Abflüsse erfasst werden, ist auf Grund seiner Lage repräsentativ für das Untersuchungsgebiet. Vergleichend und zur Plausibilisierung wurden auch die Abflussdaten des Pegel Garlitz ausgewertet, welcher stromabwärts des Pegels Radelübbe liegt und ein zusätzliches EZG von ca. 553.km² erfasst. Abbildung 6-6 zeigt, dass zwischen den am Pegel Radelübbe gemessenen Abflüsse ein linearer Zusammenhang zu den Abflüssen am Pegel Garlitz besteht.

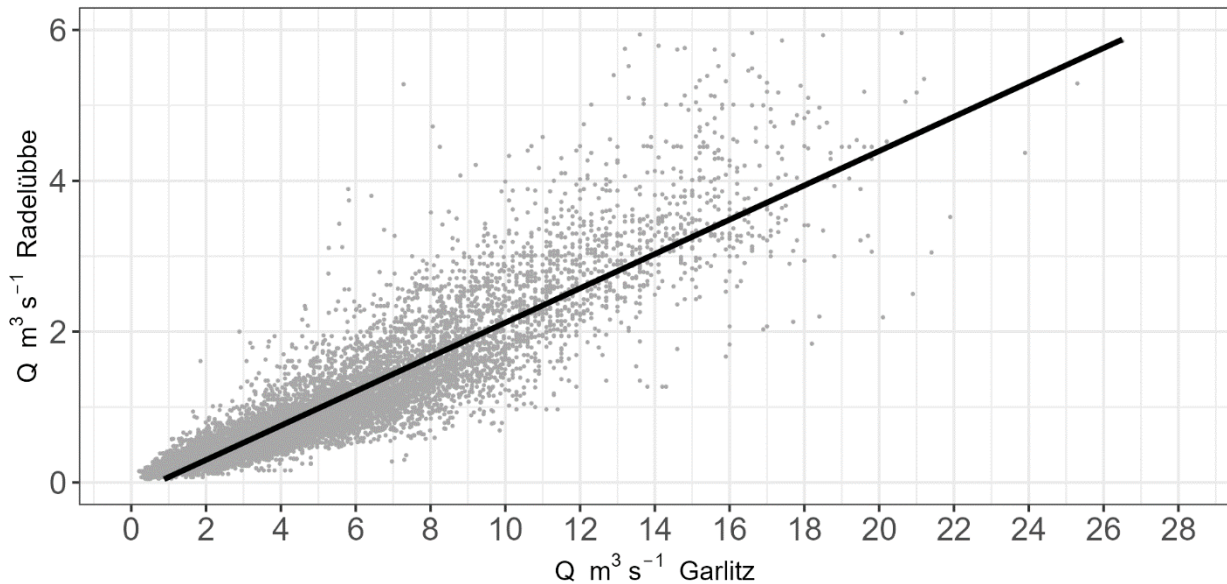


Abbildung 6-6: Zusammenhang der Abflüsse am Pegel Garlitz und Radelübbe

An beiden Pegeln zeigt sich bei den Jahresmittelwerten eine leichte Abnahme der Abflüsse (Abbildung 6-7). Am Pegel Garlitz haben die Abflüsse von 0,96 m³ s⁻¹ (1975) auf 0,72 m³ s⁻¹ (2021) kontinuierlich um 5 l s⁻¹ im Jahr abgenommen. Auch die jährlichen Minimalwerte nehmen an beiden Pegeln über die Zeit leicht ab. Die jährlichen Maximalabflüsse zeigen hingegen eine abweichende Entwicklung. Am Pegel Garlitz weisen die Maximalabflüsse einen zunehmenden Trend auf, was ähnlich wie bei den Wasserständen am Dümmer See zu einer Vergrößerung der jährlichen Schwankungsbreiten führt. Am stromabwärts gelegenen Pegel in Garlitz sind die Maximalwasserstände im gleichen Zeitraum hingegen stabil. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass Hochwasserereignisse sich in kleineren Gewässern/kleinen Einzugsgebieten kurzfristig stärker auswirken. Stromabwärts und mit Zunahme der Einzugsgebietsgröße werden Einzelergebnisse stärker abgeschwächt. Dies ist auch in Abbildung 6-6 anhand der leichten Verschiebung der Punktwolke oberhalb der Linie der linearen Regression erkennbar (höhere Maximalabflüsse in Radelübbe bei gleichbleibenden Abflüssen in Garlitz).

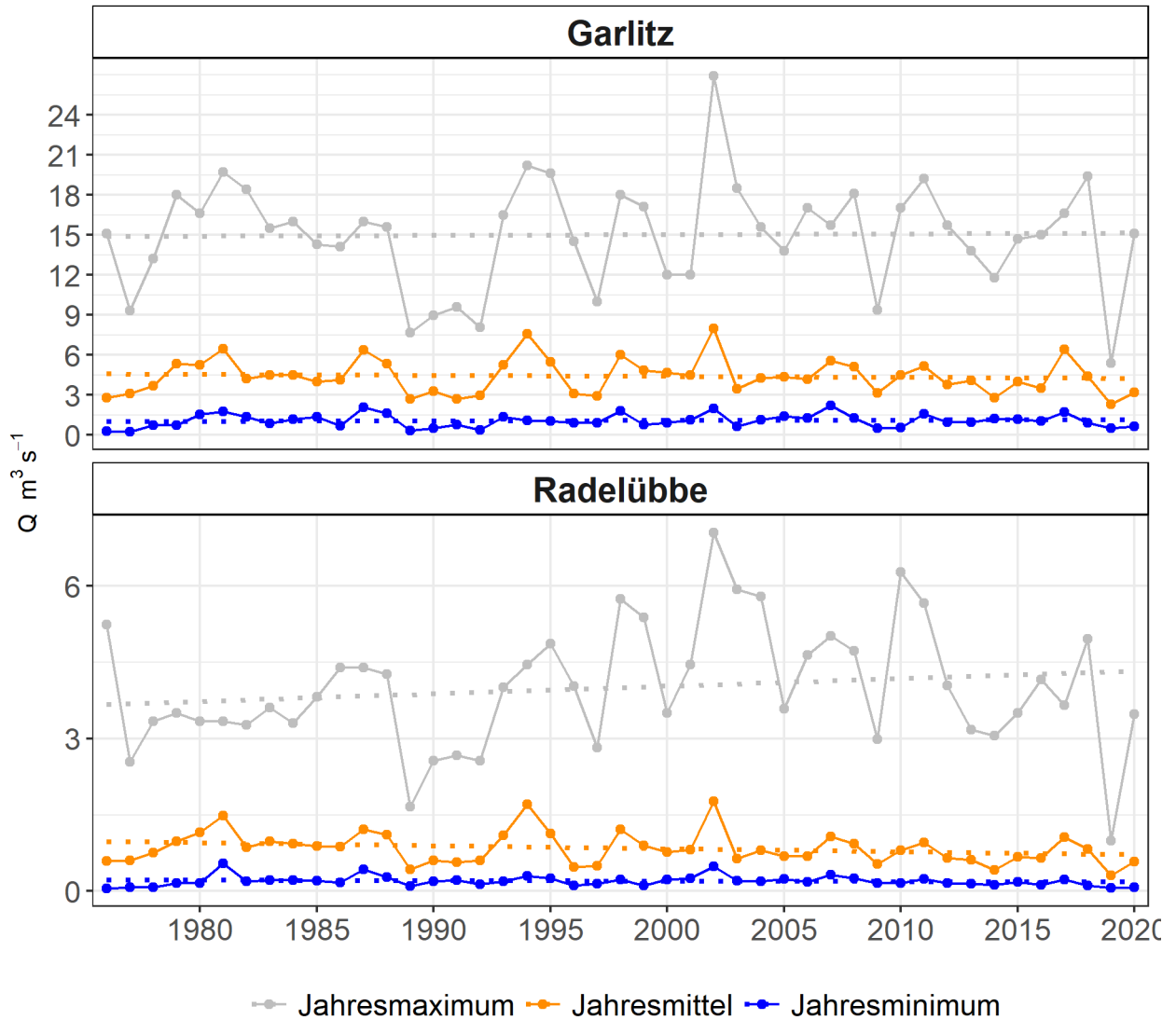


Abbildung 6-7: Kalenderjahrbezogene maximale, mittlere und minimale Abflüsse am Pegel Radelübbe (1975 – 2021) und Garlitz (1955 – 2021)

Im Vergleich der jahreszeitlichen Entwicklung, zeigt sich, dass am Pegel Garlitz die Abnahme der Abflussmengen im Frühjahr ($- 10 \text{ l s}^{-1}$ im Jahr) und im Winter ($- 6 \text{ l s}^{-1}$ im Jahr) besonders ausgeprägt ist. Dies ist vermutlich auf den verstärkten winterlichen Wasserrückhalt im Dümmer See zurückzuführen. Auch im Herbst kann über die Zeit eine leichte Abnahme der mittleren Abflüsse beobachtet werden (Abbildung 6-8). Die niedrigeren sommerlichen Abflüsse sind hingegen bisher über die Zeit unverändert. Am Pegel Garlitz zeigt sich ebenfalls vor Allem im Frühjahr eine Abnahme der Abflussmenge. Dies kann ebenfalls eine Konsequenz des Wasserrückhaltes im Dümmer See sein aber auch verringerte Schneemengen und damit eine fehlende Schneeschmelze sowie niedrigere Niederschlagssummen vor Allem im Frühjahr können zu verringerten Abflüssen in den Fließgewässern führen.

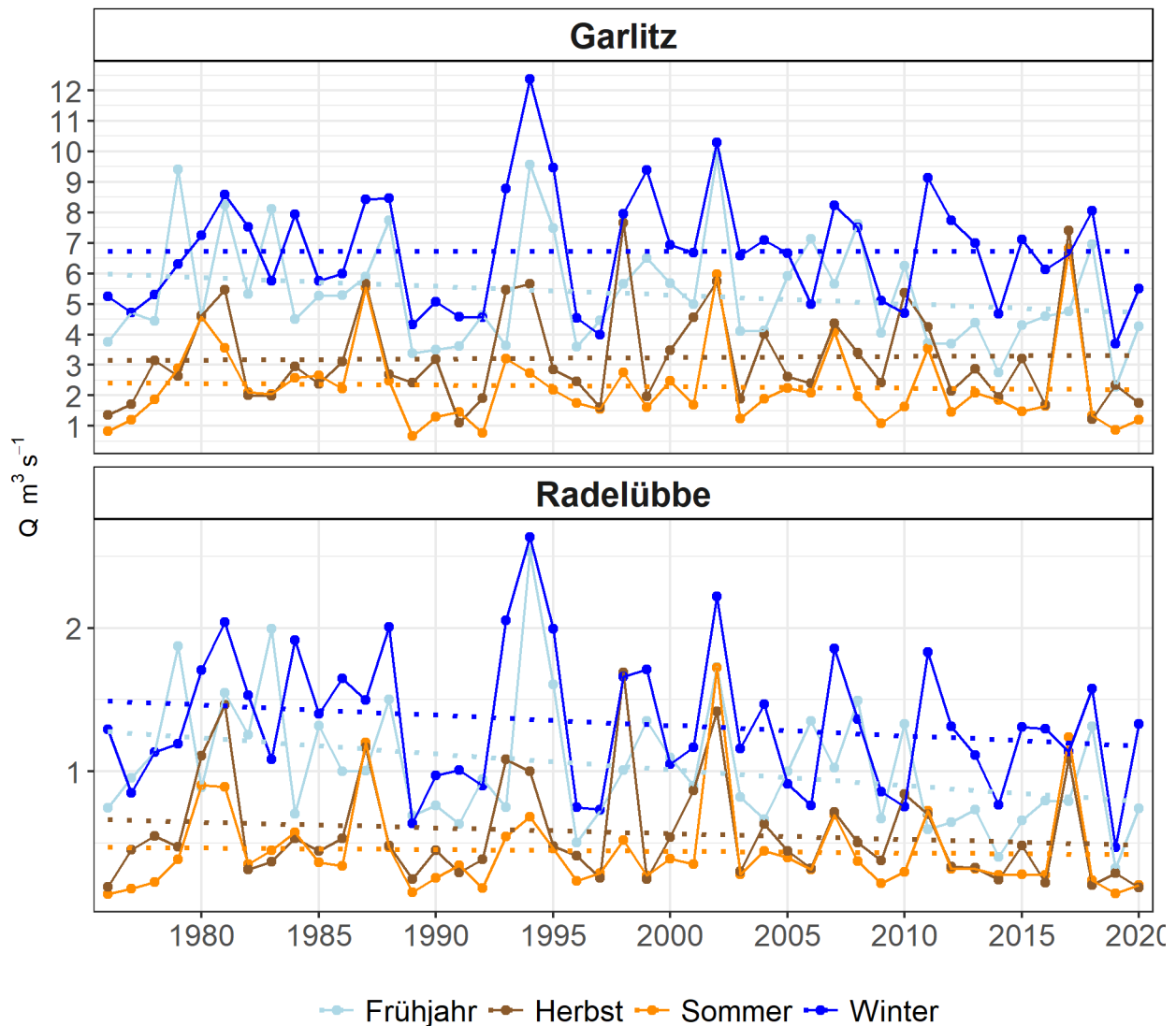


Abbildung 6-8: Mittlere jahreszeitliche Abflüsse am Pegel Radelübbe (1975 – 2021) und Garlitz (1955 – 2021)

Abbildung 6-9 zeigt die Entwicklung der Grundwasserstände an den relevanten Grundwasserpegeln im Grundwasserkörper MEL_SU_2_16 und MEL_SU_3_16. In den letzten 10 Jahren zeigt sich an nahezu allen Stationen ein abnehmender Trend der Wasserstände. An der Messstelle „Pokrent alt“ ist auf Basis der Daten der letzten 10 Jahre ein leicht zunehmender Trend der Wasserstände erkennbar. Für diesen Pegel liegen jedoch Daten einer bis 1974 zurückreichenden Zeitreihe vor, welche in der Gesamtbetrachtung einen deutlich abnehmenden Trend der Wasserstände aufweisen (Anhang E).

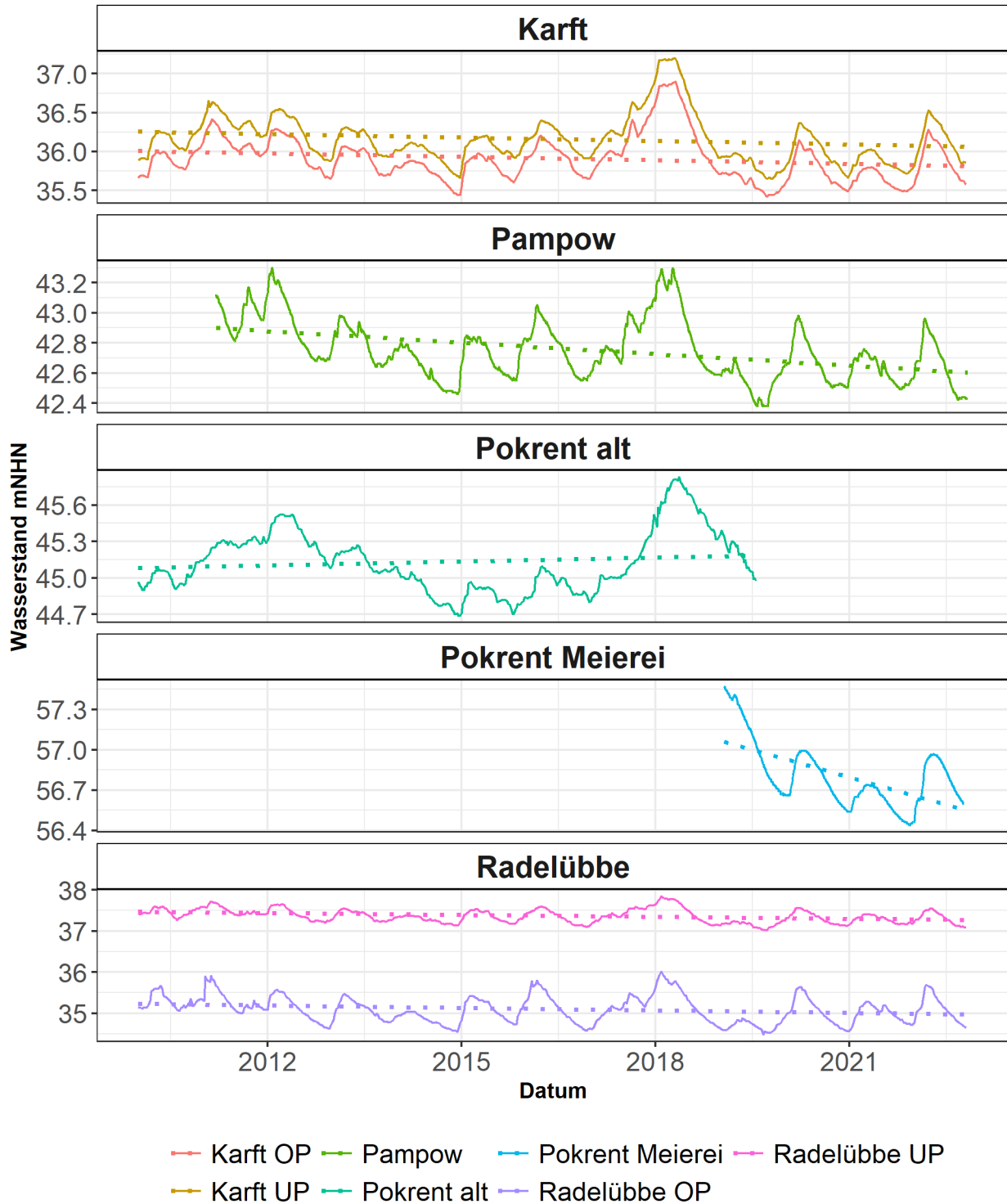


Abbildung 6-9: Grundwasserstände

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es vermutlich in Folge bereits stattfindender klimatischer Veränderungen, zu beobachtbaren Veränderungen des Abflussgeschehens in den Fließgewässern kommt. Zwar zeigen sich im Vergleich der mittleren jährlichen Niederschlagssummen an der DWD-Station Schwerin keine deutlichen Trends, aber die Verteilung der Niederschläge über das Jahr verändert sich (vgl. Abbildung 6-15). Zudem führt eine verstärkte Verdunstung in Folge der bisher gemessenen Temperaturerhöhung (vgl. Abbildung 6-1) zu höheren Wasserverlusten im Einzugsgebiet, sinkenden Grundwasserspiegeln

und damit geringerer Wasserzufuhr zu den Fließgewässern. Einzelne Starkregenereignisse, fließen hingegen hauptsächlich oberflächlich ab und führen in den Fließgewässern zu Hochwasserereignissen, welche in Folge des Klimawandels häufiger und stärker auftreten können (IPCC 2023). Hierbei zeigt sich auf Grundlage der ausgewerteten Daten am Beispiel der oberen Sude bereits gegenwärtig vor Allem in den stromaufwärts gelegenen kleineren Einzugsgebieten eine Verstärkung des Schwankungsverhaltens, vor Allem auf Grund zunehmenden Maximalabflüssen. Durch die Speicherwirkung des Dümmer Sees wirkt sich die Abnahme der Abflussmengen in der oberen Sude im Winter besonders stark aus, die sommerlichen Abflüsse können hingegen bisher stabilisiert werden.

6.4 Aktuelle Trends der Gewässergüte

Die WRRL-berichtspflichtigen Fließgewässerkörper (SUDE-0100, SUDE-0300 und SUDE-0400, Abbildung 3-4) verfehlen das Bewirtschaftungsziel des guten ökologischen Zustandes/Potenzials (Tabelle 6-3). In den Wasserkörpern ist die Bewertung der Fischfauna für die Gesamtbewertung maßgeblich. Ursache hierfür ist vor Allem die mangelnde Durchgängigkeit und das Fehlen natürlicher Habitate auf Grund morphologischer Änderungen.

Aber auch die Belastung mit Nährstoffen und die Folgen der Eutrophierung führen zu einer Beeinträchtigung der Gewässer.

Tabelle 6-3: Überblick über die Zustands- und Potenzialeinstufung der beiden im Untersuchungsgebiet liegenden Fließgewässerkörper

	SUDE-0100	SUDE-0300	SUDE-0400
Gewässertyp nach LAWA	11 – organisch geprägter Bach	14 – sandgeprägter Tieflandbach	15 – sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss
Einstufung	Erheblich verändert	Erheblich verändert	natürlich
Ökologischer/s Zustand/Potenzial	unbefriedigend	unbefriedigend	mäßig
Chemischer Zustand	Nicht gut	Nicht gut	Nicht gut
Chemischer Zustand ohne Berücksichtigung ubiquitärer Schadstoffe	Gut	Gut	Gut

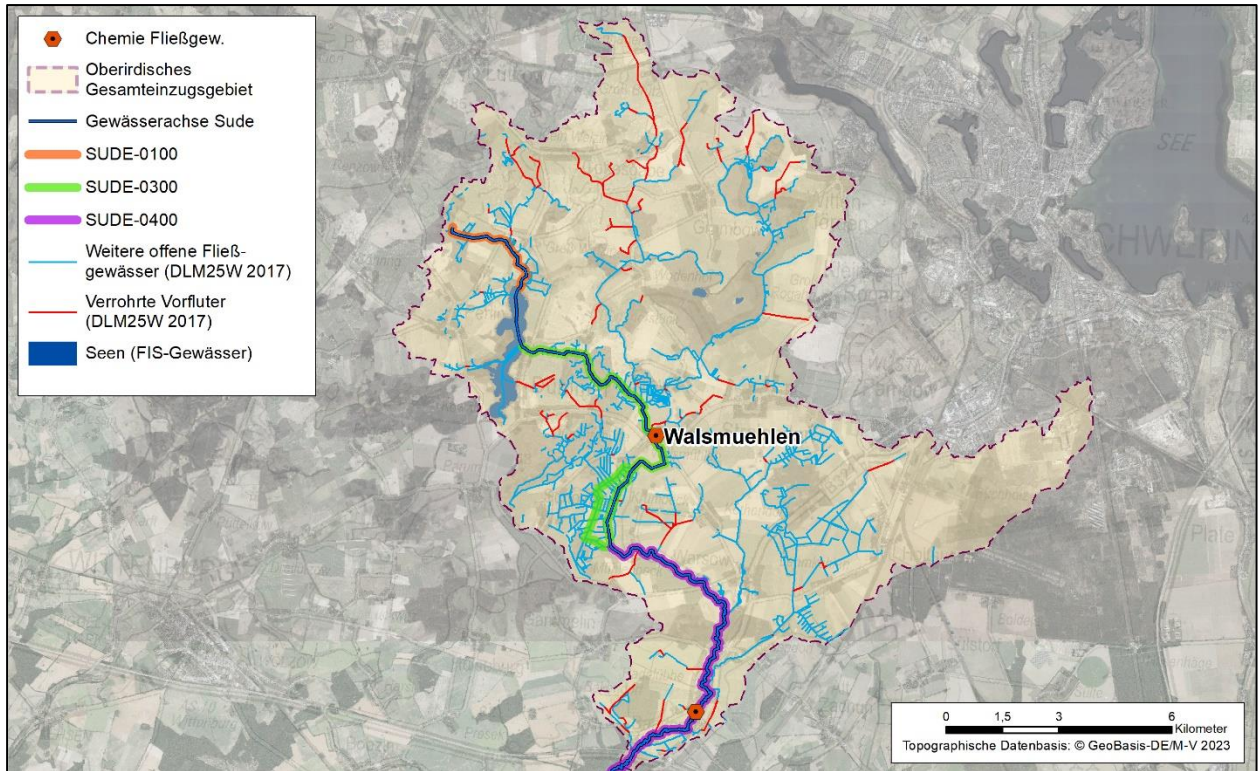


Abbildung 6-10: WRRL-berichtspflichtige Wasserkörper im Untersuchungsgebiet und Messstellen des landesweiten Gewässermonitorings

Die Daten des langjährigen, landesweiten Gewässermonitorings für die allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente wurde durch das StALU WM zur Verfügung gestellt und ausgewertet.

Abbildung 6-11 zeigt, dass sich die Konzentrationen des gelösten reaktiven Phosphats (DRP oder o-PO₄-P) im Wasserkörper SUDE-0300 seit den 1980er Jahren deutlich verringert haben. Auch im Wasserkörper SUDE-0400 ist ein schwach abnehmender Trend erkennbar. Ursachen hierfür sind eine Verbesserung des P-Rückhalts in Kläranlagen sowie seit den späten 1990er Jahren ein Verbessertes Phosphormanagement und geringere Düngung (UBA 2017, LUNG 2016c). Hierdurch werden die Anforderungen der OGewV für DRP von 0,07 mg l⁻¹ in den Wasserkörpern bereits zum Teil erreicht. Die Anforderungen für TP von 0.1 mg l⁻¹ werden hingegen noch leicht überschritten. Die abnehmenden Trends sind hier weniger deutlich ausgeprägt. Da Phosphor vor Allem für Standgewässer, wie den Dümmer See, als limitierender und eutrophierungsrelevanter Nährstoff gilt, ist eine weitere Reduzierung zum Schutz der Seen und Küstengewässer zwingend erforderlich.

Für Stickstoff kann keine signifikante Verringerung der Konzentrationen im Gewässer nachgewiesen werden. Der für Nordseezuflüsse in der OGewV festgesetzte Grenzwert von 2,8 mg l⁻¹ wird deutlich überschritten. Eine Verringerung der Stickstoffkonzentrationen in den Fließgewässern ist somit ebenfalls dringend erforderlich.

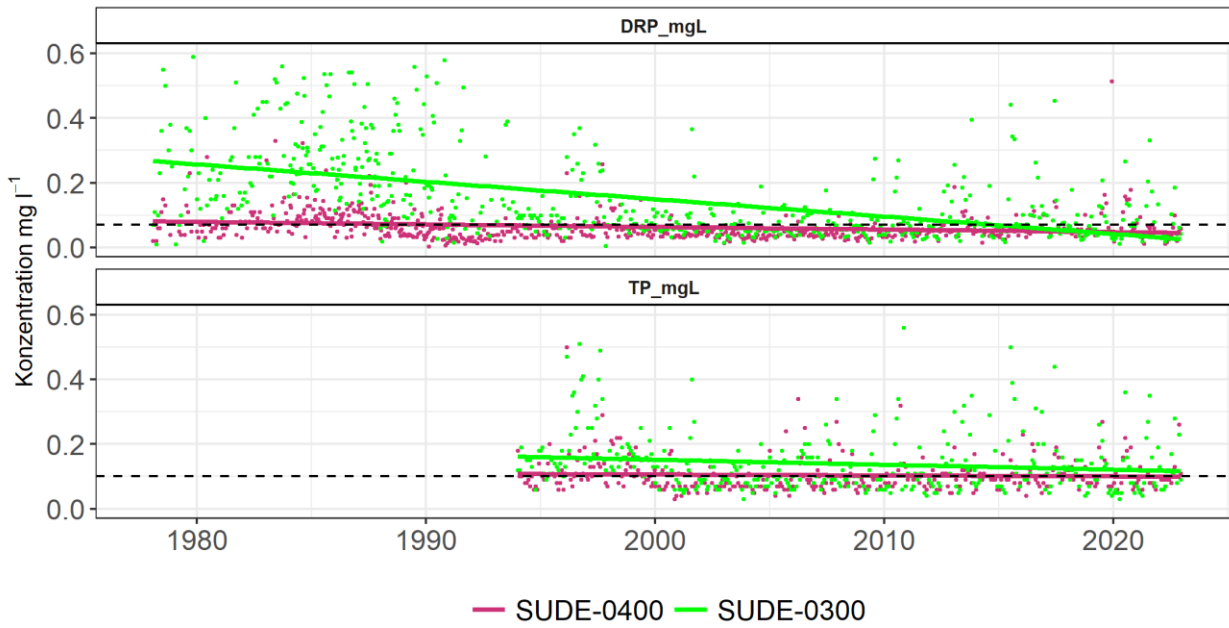


Abbildung 6-11: Konzentrationen des gelösten reaktiven Phosphates (DRP) und des Gesamtphosphor (TP) an den Messstellen Walsmuehlen (SUDE-0300) und Radeluebbe (SUDE-0400)

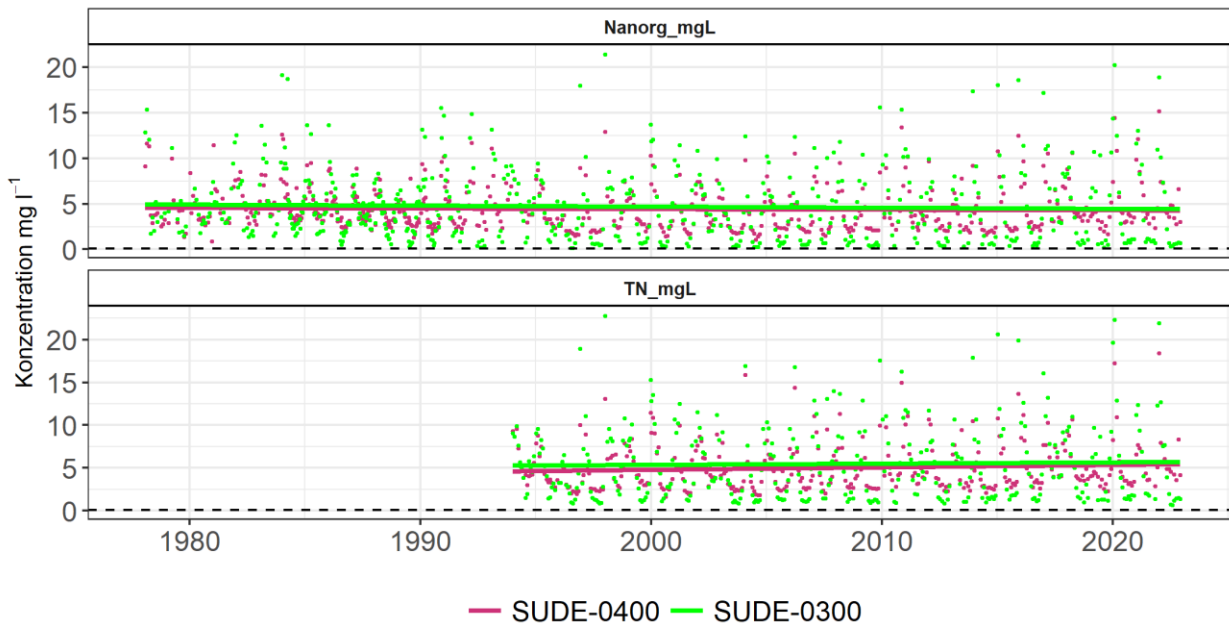


Abbildung 6-12: Konzentrationen des gesamten anorganischen Stickstoffs (Nanorg) und des Gesamtstickstoff (TN) an den Messstellen Walsmuehlen (SUDE-0300) und Radeluebbe (SUDE-0400)

6.5 Wasserhaushaltsmodellierung unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen – Grundlagen und Methodik

6.5.1 Klimareport Mecklenburg-Vorpommern

Um die Auswirkungen von steigenden Temperaturen und veränderten Niederschlagsverhältnissen auf den Wasserhaushalt zu untersuchen, wird auf die Ergebnisse des „Klimareports Mecklenburg-Vorpommern“ (DWD 2018) zurückgegriffen. Die Erstellung erfolgte in enger Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Wetterdienst und dem Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern mit Beiträgen vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Da der Report mittlerweile fünf Jahre alt ist, bestehen Unsicherheiten dadurch, dass neuere Erkenntnisse, auch im Hinblick auf die Phasen herrschender Trockenheit aufgrund langanhaltender Hitzeperioden und unterdurchschnittlicher Niederschlagsmengen in den Jahren 2018, 2019 und 2022, nicht Eingang in die Modelle fanden.

Für detailliertere und weitere Informationen über „das derzeitige Wissen über das vergangene, gegenwärtige und zukünftige Klima“ in Mecklenburg-Vorpommern sei an dieser Stelle auf ebendiesen Klimareport verwiesen (www.dwd.de/klimareport-mv).

6.5.2 Klimaprojektionen und die auf das Untersuchungsgebiet übertragenen Ergebnisse von Simulationsrechnungen

„In Vorbereitung auf den 5. Sachstandsbericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wurden vier repräsentative Szenarien oder „Konzentrationspfade“ (engl. Representative Concentration Pathways – RCPs) ausgewählt. Hierbei handelt es sich um Szenarien, die den Verlauf von Treibhausgaskonzentrationen und den Einfluss von Aerosolen (kleinen Partikeln in der Atmosphäre wie z. B. Rußflocken) gemeinsam als Strahlungsantrieb beschreiben.“ (DWD 2018, vgl. Abbildung 6-13)

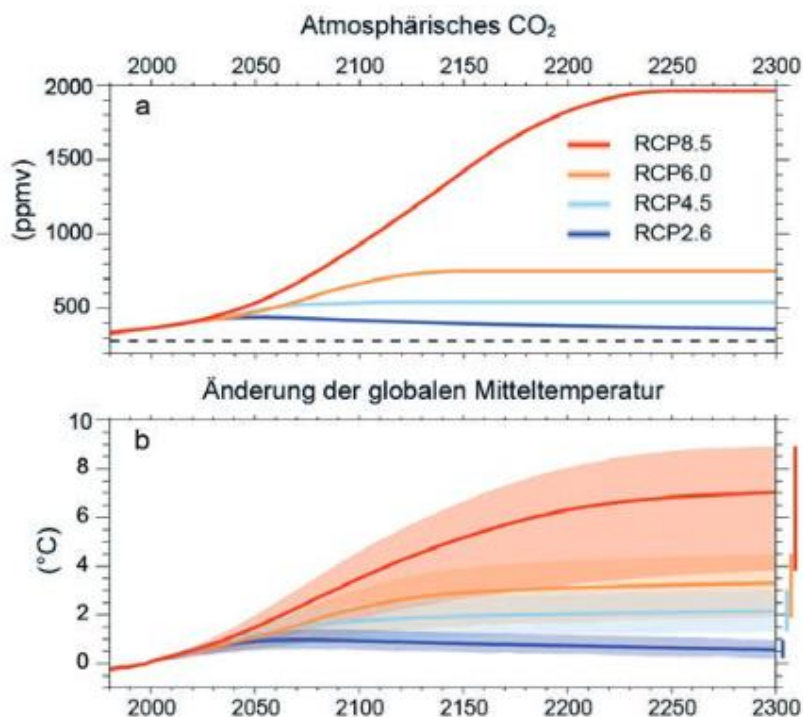


Abbildung 6-13: Entwicklung des atmosphärischen Kohlendioxids und der globalen Mitteltemperatur bis zum Jahr 2300 für die verschiedenen Emissions-Szenarien (Quelle: http://www.climatechange2013.org/images/figures/WGI_AR5_Fig12-42.jpg, verändert in DWD 2018)

Die beiden in Betracht gezogenen Szenarien RCP2.6 („Klimaschutz-Szenario“) und RCP8.5 („Weiter-wie-bisher-Szenario“) werden in der Tabelle 6-4 näher beschrieben. „Hierbei steht die jeweilige Zahl (z. B. 8.5) für die „zusätzliche“ der Erde zur Verfügung stehende Energie von $8,5 \text{ W m}^2$ im Jahr 2100 gegenüber der solaren Einstrahlung in den Jahren 1861 – 1880. Dieser Zeitraum repräsentiert den Zustand des Klimas, bevor der Mensch wesentlichen Einfluss auf die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre genommen hat.“ (DWD 2018)

Tabelle 6-4: Beschreibung der Emissions-Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 (zitiert aus DWD 2018)

Kürzel	Beschreibung
RCP2.6	„Das Klimaschutz-Szenario (RCP2.6) basiert auf Annahmen, die der 2-Grad-Obergrenze entsprechen. Ziel ist eine Welt, in der im Jahr 2100 die globale Erwärmung nicht mehr als 2 °C im Vergleich zum Jahr 1860 beträgt. Dafür wird ein Szenarien-Verlauf angenommen, der mit einer sehr starken und sehr schnellen Reduktion der Emission von Treibhausgasen gegenüber dem heutigen Zustand verbunden ist. Hierzu ist ein Wandel hin zu einer Welt notwendig, deren Energieversorgung nicht mehr auf der Verbrennung von fossilen Kohlenstoffvorräten basiert.“
RCP8.5	„Das Weiter-wie-bisher-Szenario (RCP8.5) beschreibt eine Welt, in der die Energieversorgung im Wesentlichen auf der Verbrennung fossiler Kohlenstoffvorräte beruht. Der Ausstoß von Treibhausgasen wird sich gegenüber heute mit einem stetigen Anstieg des Strahlungsantriebes bis hin zum Jahr 2100 erhöhen.“

Das Land Mecklenburg-Vorpommern als Teil der Modellregion „Nordostdeutsches Tiefland“ zeichnet sich durch ein überwiegend maritim geprägtes Klima mit leichter Zunahme der Kontinentalität sowohl in West-Ost- als auch in Nord-Süd-Richtung aus. Die Klimaverhältnisse in den einzelnen Modellregionen werden durch Gebietsmittelwerte charakterisiert (flächige Interpolation der Klimaparameter mehrerer Stationen innerhalb des Gebietes/der Region). Die in der Zukunft zu erwartenden Änderungen werden in DWD (2018) jeweils auf die meteorologischen Jahreszeiten und den Zeitraum 1971 – 2000 bezogen und für die Zeiträume 2021 – 2050 (kurzfristiger Planungshorizont) sowie 2071 – 2100 (langfristiger Planungshorizont) ausgewiesen. Zusammengefasst für die drei im BAGLUVA-Ansatz benötigten meteorologischen Eingangsparameter lassen sich diese Änderungen der Tabelle 6-5 entnehmen.

Die gewählte Herangehensweise macht es erforderlich, dass die vieljährigen Mittelwerte der Klimadaten für den Bezugszeitraum 1971 – 2000 (Vergangenheit) zunächst dem für den **IST-Zustand** der Berechnungen gewählten aktuellen Zeitraum 1991 – 2020 gegenübergestellt werden müssen.

Tabelle 6-5: In der Zukunft zu erwartende Änderungen von Klimavariablen nach DWD (2018) für den kurzfristigen und den langfristigen Planungshorizont, Änderungen bezogen auf den Zeitraum 1971 – 2000 und die Jahresmittelwerte

Parameter	Gegenwärtiger Trend (Stand 2018)	Langfristiger Planungshorizont (2071 – 2100)		
		Kurzfristiger Planungshorizont (2021 – 2050)	Klimaschutz- Szenario (RCP2.6)	Weiter-wie-bisher-Szenario (RCP8.5)
Temperatur	+1,3 °C seit 1881	im Mittel +1,1 bis +1,4 °C	im Mittel +1,2 °C	im Mittel +3,7 °C
Niederschlag	+9 % seit 1882	jeweils keine deutliche Änderung (um +4 %)	Zunahme um +1 %	Zunahme um +10 %
		„Für beide Planungshorizonte werden jeweils für Winter und Frühjahr Zunahmen und für Sommer und Herbst sowohl Abnahmen als auch Zunahmen der Niederschlagsmenge simuliert.“		
Sonnenscheindauer	wenig Änderung, große Variabilität von Jahr zu Jahr	wahrscheinlich nur geringe Änderungen	Veränderung nicht ablesbar	

Die **derzeitigen Klimaschutzbemühungen** auf globaler Ebene lassen kurzfristig keine sehr starke und sehr schnelle Reduktion der Emission von Treibhausgasen erwarten. Vielmehr weist das UN-Klimasekretariat in Bonn darauf hin, dass die gegenwärtigen nationalen Maßnahmen nicht ausreichen, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen (www.unbonn.org). Aus diesem Grund wird für die nachfolgenden Auswertungen (Zukunftsprognosen der **Zeitreihe 2021 – 2050**) auf das **Szenario RCP8.5 (Weiter-wie-bisher)** abgestellt.

Die angesetzten Änderungen sind nach meteorologischen Jahreszeiten für die Lufttemperatur an der Station Schwerin und für die Niederschlagshöhe (unkorrigiert) beispielhaft an der Station Perlin in Abbildung 6-14 bis Abbildung 6-16 dargestellt. Während für die Temperatur der prognostizierte lineare Trend durch die Daten des **IST-Zustandes** (1991-2020) bestätigt wird (Abbildung 6-14), ergeben sich beim Niederschlag abweichende Tendenzen. Im Klimareport wurde im Vergleich zum Zeitraum 1971 – 2000 eine Zunahme der jährlichen Niederschlagsmengen, auf Basis höhere Niederschlagsmengen vor Allem im Frühjahr und Winter, prognostiziert (Abbildung 6-15). Der Zeitraum 1991 – 2020 war hingegen offensichtlich geprägt von Frühjahrstrockenheit und im Mittel höhere Niederschlagsmengen in den Sommermonaten. Unter Beibehaltung der für den kurzfristigen Planungshorizont prognostizierten Niederschlagsmengen ergeben sich so im Vergleich zum **IST-Zustand** abweichende Änderungen, mit einer deutlichen Zunahme der Niederschlagsmengen im Frühjahr und einer Abnahme der sommerlichen Niederschläge (Abbildung 6-16). Die gegenwärtigen Entwicklungen deuten hingegen auf eine verstärkte Veränderung der Niederschlagsverteilung übers Jahr, mit langanhaltenden Dürreperioden und stärkeren Hochwasserphasen hin, inwieweit sich diese zukünftig fortsetzen wird in den hier verwendeten Klimaprognosen jedoch nicht erfasst.

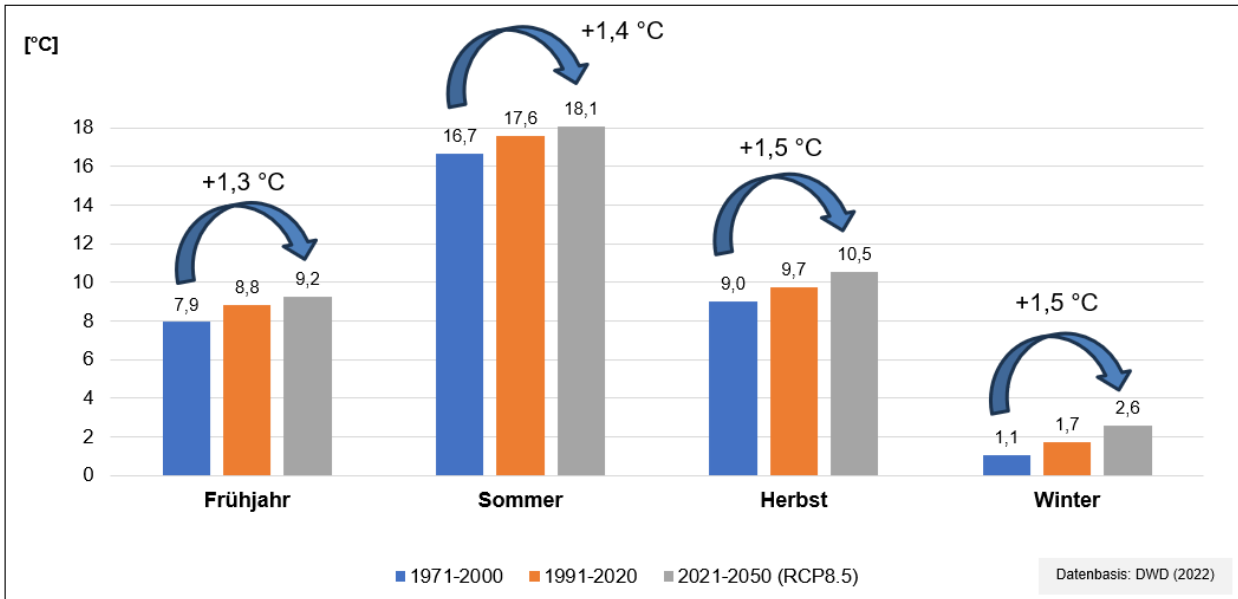


Abbildung 6-14: Die nach DWD (2018) zu erwartenden Änderungen (2021 – 2050, RCP8.5) nach meteorologischen Jahreszeiten bezogen auf den Zeitraum 1971 – 2000 sowie jahreszeitliche Mittelwerte für die Lufttemperatur an der Station Schwerin (Datenbasis: DWD 2022)

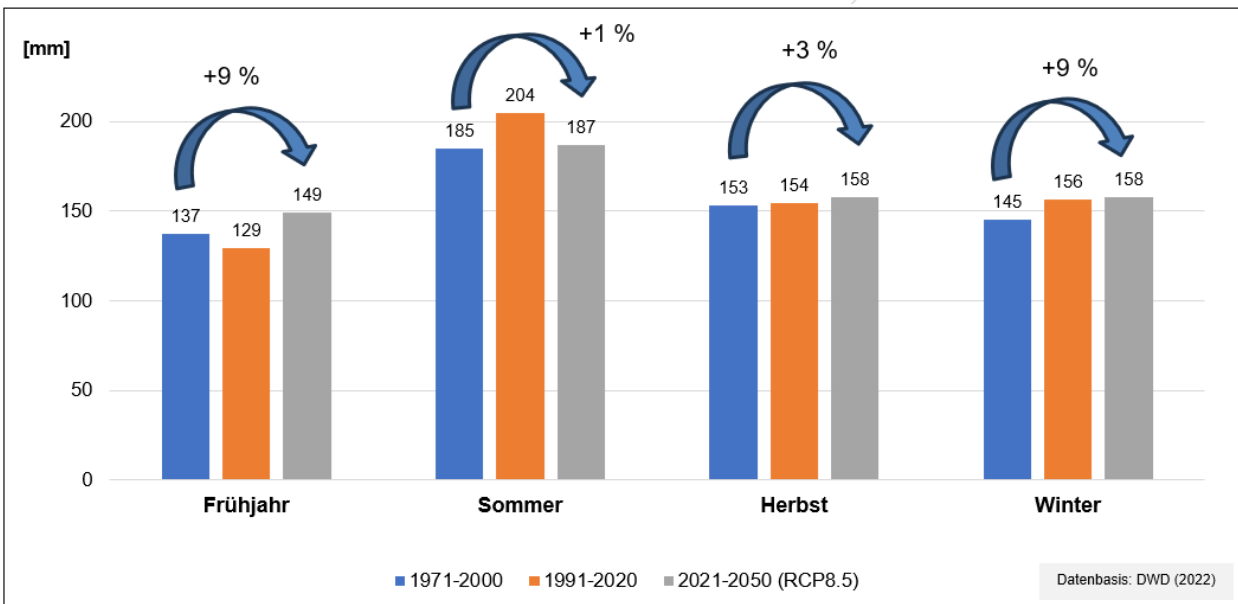


Abbildung 6-15: Die nach DWD (2018) zu erwartenden Änderungen (2021 – 2050, RCP8.5) nach meteorologischen Jahreszeiten bezogen auf den Zeitraum 1971 – 2000 sowie jahreszeitliche Mittelwerte für die Niederschlagshöhe (unkorrigiert) an der Station Perlin (Datenbasis: DWD 2022)

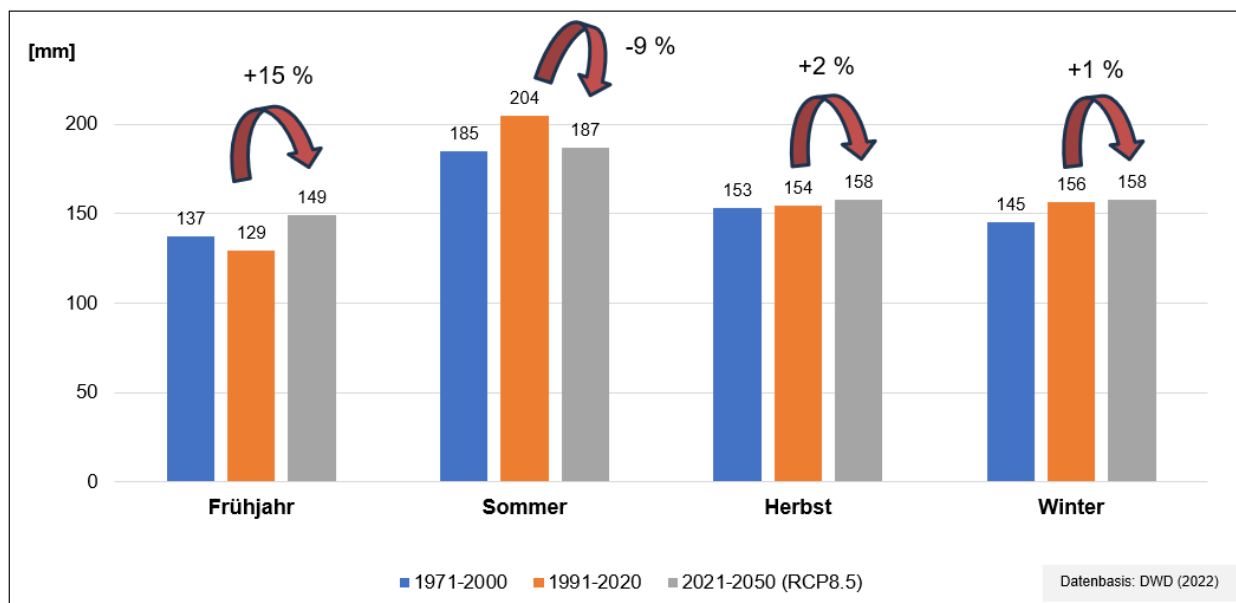


Abbildung 6-16: Die nach DWD (2018) zu erwartenden Änderungen (2021 – 2050, RCP8.5) nach meteorologischen Jahreszeiten bezogen auf den Zeitraum 1991 – 2020 (IST-Zustand) sowie jahreszeitliche Mittelwerte für die Niederschlagshöhe (unkorrigiert) an der Station Perlin (Datenbasis: DWD 2022)

Die Auswirkungen eines veränderten Niederschlagsverhaltens auf die Parameter Luftfeuchte/Dampfdruck sowie Auswirkungen großräumiger klimatischer Veränderungen auf die Windgeschwindigkeiten können gegenwärtig nicht berücksichtigt werden. Für das **aerodynamische Verfahren zur Verdunstungsberechnung über freien Wasserflächen** beruhen die für den Dümmer See dargestellten Prognose-Ergebnisse daher lediglich auf den Temperatursteigerungen und einem damit einhergehend größeren Dampfdruckgradienten zwischen See und umgebenden Luftmassen.

6.6 Ergebnisse und Bilanzierungen zum langjährigen Wasserhaushalt unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen

6.6.1 Oberirdisches Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude

Im langjährigen Mittel resultiert aus den Berechnungen für den korrigierten Niederschlag ein Wert von 742 mm bzw. etwa 3.700 l s^{-1} , wovon 66 % (490 mm) auf die reale Verdunstung fallen. Der Gesamtabfluss teilt sich auf in 53 mm Direktabfluss (7 % vom Niederschlag) und 199 mm Grundwasserneubildung (27 %). Beim Blick auf die Jahresmittelwerte ergeben sich somit kaum Unterschiede zur Gebietswasserbilanz des IST-Zustands (Kapitel 4.3.1.1). Interessanter wird dadurch die Analyse etwaiger jahreszeitlicher Verschiebungen in den Größen der Wasserhaushaltskomponenten (Tabelle 6-7).

Tabelle 6-6: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den **PROGNOSE-Zustand** (2021 – 2050, RCP8.5) im Vergleich zum **IST-Zustand** und das untersuchte oberirdische Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude abzüglich der Fläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 158 km^2); langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanz)

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Direktabfluss (Anteil an P)	+	Grundwasserneubildung (Anteil an P)
P	=	ET	+	R _{Direkt}	+	R _{GW}
736 mm	=	487 mm (66 %)	+	52 mm (7 %)	+	196 mm (27 %)
742 mm	=	490 mm (66 %)	+	53 mm (7 %)	+	199 mm (27 %)

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Direktabfluss (Anteil an P)	+	Grundwasserneubildung (Anteil an P)
3.666 l s ⁻¹	=	2.428 l s ⁻¹	+	259 l s ⁻¹	+	979 l s ⁻¹
3.696 l s⁻¹	=	2.440 l s⁻¹	+	264 l s⁻¹	+	993 l s⁻¹

Die Verdunstung ist mit in Summe 219 mm bzw. im Mittel 4.339 l s⁻¹ in den Sommermonaten erwartungsgemäß am höchsten, sinkt gegenüber dem **IST-Zustand** aber leicht ab aufgrund verringerter Niederschlagsmengen. Der Gesamtabfluss teilt sich im Sommer auf in 2 mm Direktabfluss (etwa 10 l s⁻¹ weniger als im **IST-Zustand**) und 10 mm Grundwasserneubildung. Es findet der Prognose nach somit eine Verschiebung der Defizite weiter vom Frühling hinein in den Sommer und Herbst statt.

Tabelle 6-7: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den PROGNOSE-Zustand (2021 – 2050, RCP8.5) im Vergleich zum IST-Zustand und das untersuchte oberirdische Gesamteinzugsgebiet der Oberen Sude abzüglich der Fläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 158 km²); langj., mittlere Werte; bilanziert für die meteor. Jahreszeiten

JZ	Niederschlag (korr.)	Reale Verdunstung	Direktabfluss	GWN
	P	ET	R _{Direkt}	R _{GW}
Winter	188 mm	32 mm	22 mm	116 mm
	190 mm	33 mm	22 mm	117 mm
	3.789 l s ⁻¹	642 l s ⁻¹	452 l s ⁻¹	2.349 l s ⁻¹
	3.834 l s ⁻¹	662 l s ⁻¹	451 l s ⁻¹	2.356 l s ⁻¹
Frühjahr	147 mm	130 mm	15 mm	22 mm
	170 mm	144 mm	17 mm	29 mm
	2.908 l s ⁻¹	2.568 l s ⁻¹	294 l s ⁻¹	427 l s ⁻¹
	3.361 l s ⁻¹	2.847 l s ⁻¹	332 l s ⁻¹	581 l s ⁻¹
Sommer	225 mm	234 mm	3 mm	13 mm
	205 mm	219 mm	2 mm	10 mm
	4.456 l s ⁻¹	4.625 l s ⁻¹	57 l s ⁻¹	256 l s ⁻¹
	4.051 l s ⁻¹	4.339 l s ⁻¹	47 l s ⁻¹	190 l s ⁻¹
Herbst	176 mm	92 mm	12 mm	45 mm
	177 mm	94 mm	11 mm	43 mm
	3.512 l s ⁻¹	1.838 l s ⁻¹	235 l s ⁻¹	908 l s ⁻¹
	3.540 l s ⁻¹	1.871 l s ⁻¹	227 l s ⁻¹	869 l s ⁻¹

Anmerkung: JZ = Jahreszeit, Winter (Dez., Jan., Feb.), Frühjahr (Mrz, Apr, Mai), Sommer (Juni, Juli, Aug.), Herbst (Sep, Okt, Nov)

6.6.2 Dümmer See (freie Wasserfläche)

Die Werte der Wasserhaushaltsgrößen (**PROGNOSE-Zustand**) für die Fläche des Dümmer Sees können der Tabelle 6-8 entnommen werden. Im langjährigen Mittel resultiert aus den Berechnungen nach dem aerodynamischen Verfahren ein Defizit (Verdunstungsüberschuss gegenüber dem Niederschlag) von 159 mm bzw. $8,2 \text{ l s}^{-1}$. Die Verdunstung liegt damit etwa 20 % über der korrigierten Niederschlagssumme. Es ist somit zukünftig mit einer weiteren Zunahme der See-Verdunstungsraten im Zuge klimatischer Veränderungen zu rechnen.

Die Tabelle 6-9 fasst die Bilanzierungsergebnisse nach meteorologischen Jahreszeiten zusammen. Die Verdunstung ist mit in Summe 393 mm bzw. im Mittel 81 l s^{-1} ($+7 \text{ l s}^{-1}$ gegenüber dem **IST-Zustand**) in den Sommermonaten erwartungsgemäß am höchsten. Der Überschuss gegenüber dem Niederschlag beträgt hier etwa 39 l s^{-1} ($R_{\text{ges, So}} = -39 \text{ l s}^{-1}$). In den Wintermonaten füllt sich der Speicherraum allein durch den Überschuss an Niederschlag über dem See mit durchschnittlich 22 l s^{-1} ($R_{\text{ges, Wi}}, -4 \text{ l s}^{-1}$ gegenüber dem **IST-Zustand**) oder aber dieser kommt (anteilig), abhängig von weiteren Zuflüssen und der Steuerung am Ablaufbauwerk, zum Abfluss.

Tabelle 6-8: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den PROGNOSE-Zustand (2021 – 2050, RCP8.5) im Vergleich zum IST-Zustand und die freie Wasserfläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 1,65 km²); langjährige, mittlere Jahreswerte (Gebietswasserbilanz)

Niederschlag (korr.)	=	Reale Verdunstung (Anteil an P)	+	Gesamtabfluss (Anteil an P)
P	=	ET	+	R _{ges}
717 mm	=	780 mm (109 %)	+	-63 mm (-9 %)
725 mm	=	884 mm (122 %)	+	-159 mm (-22 %)
37 l s^{-1}	=	40 l s^{-1}	+	$-3,3 \text{ l s}^{-1}$
38 l s^{-1}	=	46 l s^{-1}	+	$-8,2 \text{ l s}^{-1}$

Tabelle 6-9: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten für den **PROGNOSE-Zustand** (2021 – 2050, RCP8.5) im Vergleich zum **IST-Zustand** und die freie Wasserfläche des Dümmer Sees (Flächengröße ca. 1,65 km²); langjährige, mittlere Werte; bilanziert für die meteorologischen Jahreszeiten

JZ	Niederschlag (korr.)	Reale Verdunstung	Gesamtabfluss
	P	ET	R _{ges}
Winter	179 mm	58 mm	122 mm
	181 mm	78 mm	103 mm
	38 l s ⁻¹	12 l s ⁻¹	26 l s ⁻¹
	38 l s ⁻¹	16 l s ⁻¹	22 l s ⁻¹
Frühling	145 mm	157 mm	-12 mm
	167 mm	174 mm	-6 mm
	30 l s ⁻¹	32 l s ⁻¹	-2,4 l s ⁻¹
	34 l s ⁻¹	36 l s ⁻¹	-1,3 l s ⁻¹
Sommer	222 mm	361 mm	-139 mm
	203 mm	393 mm	-190 mm
	46 l s ⁻¹	74 l s ⁻¹	-29 l s ⁻¹
	42 l s ⁻¹	81 l s ⁻¹	-39 l s ⁻¹
Herbst	171 mm	205 mm	-34 mm
	174 mm	240 mm	-66 mm
	36 l s ⁻¹	43 l s ⁻¹	-7,1 l s ⁻¹
	36 l s ⁻¹	50 l s ⁻¹	-14 l s ⁻¹

Anmerkung: JZ = Jahreszeit, Winter (Dez., Jan., Feb.), Frühjahr (Mrz, Apr, Mai), Sommer (Juni, Juli, Aug.), Herbst (Sept., Okt., Nov.)

7 Ableitung von Maßnahmen (AP2-16)

Tabelle 7-1 gibt einen Überblick, der im Rahmen der MBS Obere Sude (BIOTA 2022) erarbeiteten Maßnahmen. Hierbei werden alle Maßnahmen aus dem Bereich der Hydromorphologie, die in der aktuellen Bewirtschaftungsplanung genannt werden, berücksichtigt. In den nachfolgenden Kapiteln werden diese Maßnahmen näher erläutert und charakterisiert. Die im Rahmen der erweiterten Aufgabenstellung (Zukunftsstudie) zusätzlich erarbeiteten Maßnahmen zum Wasserrückhalt werden ab Kapitel 7.5 näher erläutert

Tabelle 7-1: Maßnahmentabelle für die Sude im Wasserkörper SUDE-0300 und SUDE-0400 (M-Nr. BWP – Maßnahmennummer aus dem Bewirtschaftungsplan)

M-Nr. BWP	Maßnahmenkurzbeschreibung	St. von	St. bis
SUDE-0300			
SUDE-0300_M19	Umbau des Bohlenstauwehrs zur Sohlgleite mit Stützschwelle am Auslauf des Dümmer Sees	81+515	
SUDE-0300_M18	Umbau der aus 3 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe zur Sohlgleite	78+340	
SUDE-0300_M20	Entwicklung eines naturnahen Gehölzstreifens	76+512	77+705
SUDE-0300_M16	Rückbau des Doppelschützwehrs Walsmühlen durch Neutrassierung mit Sohlanpassung	76+314	76+794
SUDE-0300_M13	Umbau der aus 4 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe in naturnahe Sohlgleite	75+611	
SUDE-0300_M12	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Stauwehr südwestlich Walsmühlen nordwestlich Krumbeck	74+226	
SUDE-0300_M001	Erneuerung der baufälligen Brücke zwischen Schossin und Krumbeck	72+905	
SUDE-0300_M01	Renaturierung der Sude durch Neuprofilierung bzw. Neutrassierung im Bereich des Schossiner Beckens	71+995	73+931
SUDE-0400			
SUDE-0400_M002	Anbindung von Biotopen oberhalb Sudenmühle	68+616	68+677
SUDE-0400_M34	Bau einer FAA als Raugerinnebeckenpass an der ehemaligen Roten Mühle in Radelübbe	65+883	

7.1 Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit

Innerhalb der Wasserkörper SUDE-0300 und SUDE-0400 gibt es an mehreren Stationen Maßnahmen, die der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit dienen. Bei der Planung eines fischpassierbaren Bauwerkes gibt es in der Regel drei Varianten. Bei genügend vorhandener Fließstrecke sollte eine Neuprofilierung mit Sohlanpassung (siehe Kap.7.1.1) nach Möglichkeit die erste Wahl sein. Da dabei gleichzeitig eine größere Fließstrecke durch Strukturmaßnahmen aufgewertet werden kann und Habitate für Fische und Kleinstlebewesen geschaffen werden. Bei wenig Platz und raschem Gefälleabbau sowie genügend Abfluss ist eine Fischaufstiegsanlage An Beckenstruktur die geeignetste Variante. Ein Einbau einer Sohlgleite ist

zu wählen, wenn zeitweise zu geringe Durchflüsse im Gewässer vorhanden sind und eine Funktionstüchtigkeit von mindestens 300 Tagen im Jahr (besonders aber in den Wander- und Laichzeiten der Bemesungsfische) nicht gewährleistet werden kann. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Anforderungen dieser drei Varianten näher erläutert.

7.1.1 Neutrassierung bzw. Neuprofilierung mit Sohlanpassung

Zur Überwindung eines Höhenunterschiedes (hervorgerufen durch Wehr oder Sohlabsturz) und zur Herstellung eines strukturreichen Laufes ist eine streckenweise **Neutrassierung** des Gewässers mit Sohlanpassung empfehlenswert. Die Neutrassierung erfolgt in Anlehnung an das gewässerökologische Leitbild des Gewässertyps 11 (vgl. Kap. 3.6) mit geschwungener Linienführung und naturnahem Längs- und Querprofil. Die Querprofilgeometrie ist dabei sowohl nach ökologischen als auch nach hydraulischen Aspekten (hydraulische Leistungsfähigkeit, Sicherstellen des Abflusses) zu bemessen. Bei der Gestaltung des Querprofils sollen die Böschungsneigungen und die Sohlbreite über die Strecke und entsprechend dem Verlauf variieren (Prallhang, Gleithang) und rau ausgebildet sein.

Auf Höhe des Mittelwasserspiegels sind Wasserwechselzonen in variierender Breite anzuordnen. Auch das Längsprofil sollte mit kleinräumig variierendem Gefälle ausgebildet werden (Kolk-Furt-Sequenzen). Zur Anreicherung der Struktur im neuen Lauf erfolgt außerdem der Einbau von Totholz und Steinen (siehe Abbildung 7-1).

Zusätzlich ist neben dem nach § 38 WHG (2009) vorgeschriebener Randstreifen von 5 m ein Gewässerentwicklungskorridor von mindestens 30 m zu sichern (nach „Blaue Richtlinie“ des Landes Nordrhein-Westfalen von MUNLV NRW (2010)), um eine eigendynamische Entwicklung des Fließgewässers zu ermöglichen.

Die Realisierung der Flächenverfügbarkeit kann durch Kauf, Tausch von Flächen oder auch durch die Eintragung von Dienstbarkeiten für die begleitenden Gewässerflächen erfolgen.

Bei wenig Platzbedarf/Flächenverfügbarkeit kann eine **Neuprofilierung** innerhalb des Gewässerprofils zur Ausbildung eines strukturreicheren Gewässers mit Sohlanhebung vorgenommen werden und so zu einer Verbesserung der Strukturgüte führen.



Abbildung 7-1: Neuprofiliertes Bachbett mit Wasserwechselzone (Haubach)

7.1.2 Anforderungen für Fischaufstiegsanlagen bzw. fischpassierbare Bauwerke

7.1.2.1 Zielart und Funktionszeitraum

Laut Referenz-Fischzönose für den Wasserkörper SUDE-0300 (Messstelle SUDE_f_5) ist für die Bemessung eines fischpassierbaren Bauwerkes die Meerforelle, der Hecht und die Quappe, als Zielart anzunehmen. Für den unteren WK SUDE-0400 (Messstelle SUDE_f_3) sind Hecht, Quappe und Blei als Bemessungsfische anzusetzen.

Bei der Planung einer Fischaufstiegsanlage oder fischpassierbaren Bauwerk ist es grundsätzlich wichtig zu wissen, wann die relevanten Fischarten aufwandern und wann deren Laichzeiten sind. Die Hauptaufstiegszeiten der relevanten Fische sind der Tabelle 7-2 zu entnehmen.

Tabelle 7-2: Angaben zu Wander- bzw. Laichzeiten (blau) relevanter Fischarten

Deutscher Art-name	Wissenschaftlicher Art-name	Laichzeiten bzw. Phasen erhöhter Wanderaktivität [Monate]											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Meerforelle	<i>Salmo trutta trutta</i>												
Quappe	<i>Lota lota</i>												
Hecht	<i>Esox lucius</i>												
Blei	<i>Abramis brama</i>												

7.1.2.2 Bemessungs- und Gestaltungsanforderungen

Grundlage für die Konzipierung eines Ersatzbauwerkes bildet das aktuelle DWA-Merkblatt 509 (DWA-M 509 2014). Die Mindestanforderung an die Durchflüsse in einer FAA beträgt demnach 150 l s^{-1} an 300 Tagen. In Folge des geringen Wasserdargebotes im Oberlauf der Sude ist jedoch davon auszugehen, dass eine volle Funktionsfähigkeit eines fischpassierbaren Bauwerkes entsprechend den Anforderungen des DWA-M 509 (2014) – unabhängig von der Bauform – nicht realisierbar sein wird.

Deshalb wird die Kurzanleitung zur „Bemessung und Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen in M-V“ (LUNG 2015) herangezogen. Diese weist die gesamte Obere Sude (zur Bemessung einer FAA) als „kleines Fließgewässer“ aus. Dies bedeutet für die zu konzipierenden Bauwerke folgende zu beachtende Eckdaten:

- Prüfen des Gefälleabbaus über eine Laufverlängerung als Alternative zur Fischaufstiegsanlage ($\text{MNQ} < 0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- Errichtung FAA über gesamte Gewässerbreite, keine Wasseraufteilung ($\text{MNQ} < 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- Bemessung ausschließlich für höhere Abflüsse (MHQ)
- Anwendung angepasster geometrischer Grenzwerte für kleine Fließgewässer in MV
- Einhaltung der hydraulischen Grenzwerte entsprechend DWA-M 509 (2014)

In Tabelle 7-3 sind die geometrischen Bemessungswerte für die relevanten Zielarten für Fischaufstiegsanlagen oder fischpassierbare Bauwerke dargestellt (LUNG 2015).

Tabelle 7-3: Geometrische Bemessungswerte für Zielarten in der Oberen Sude für kleine Fließgewässer (LUNG 2015)

Leitart	minimale Wassertiefe [m]		Längsabstand von Einbauten [m]	minimale Schlitzbreite [m]	minimale Sohlbreite für Sohlgleiten [m]
	Wanderkorridor	Engstelle			
Meerforelle	0,35	0,28	2,37	0,24	0,72
Quappe	0,16	0,13	1,23	0,18	0,54
Hecht	0,23	0,18	1,80	0,18	0,54
Blei	0,35	0,22	1,32	0,14	0,41

Fischaufstiegsanlage in naturnaher Bauweise in Beckenstruktur mit Störsteinen

Eine Fischaufstiegsanlage kann in Form eines naturnahen Raugerinnes mit (aufgelöster) Beckenstruktur und Störsteinen (DWA-M 509, 2014) errichtet werden (siehe Abbildung 7-2 bis Abbildung 7-4). Diese Variante ist der „Bauweise“ natürlicher, gefällereicher Fließgewässer nachempfunden und gewährleistet neben der ästhetischen Einbindung in die Umgebung eine hohe Strömungsdiversität. Hierbei wird die Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser mittels Steinriegel mit vielen bodennahen Lücken überwunden. Letztere sind vor allem für kleinere und leistungsschwächere Arten von besonderer Bedeutung. Durch die spezifische Anordnung der Steinriegel, welche einen Aufstau erzeugen, entstehen außerhalb der Hauptstromlinie, in welcher die stärksten Strömungen herrschen, ausgedehnte Ruhezonen in den Becken. Hier bilden sich niedrigere Strömungen und Turbulenzen aus. In diesen Ruhezonen kann sich die Fauna von der hohen Kraftanstrengung des Aufstiegs im starken Strömungsbereich der Riegel erholen. Bei niedrigen Durchflüssen werden die Riegel durchströmt, während bei größeren Durchflüssen das Wasser hauptsächlich über die Riegel fließt.

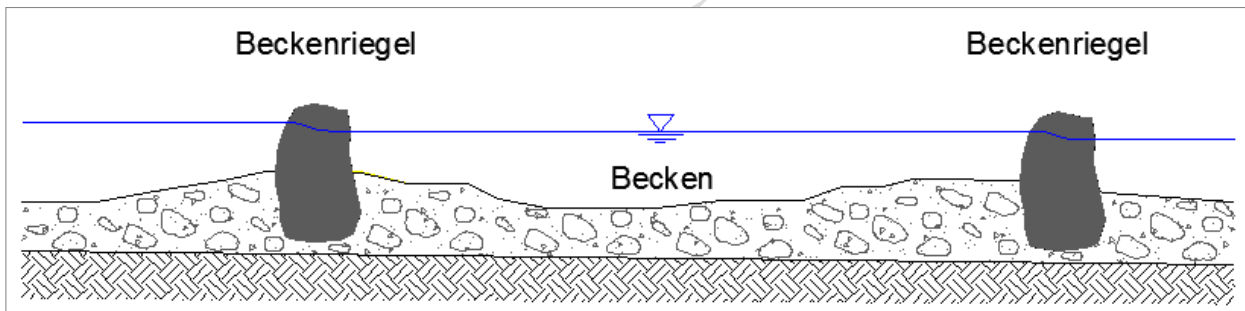


Abbildung 7-2: Prinzipdarstellung naturnahe FAA mit Beckenstruktur und Störsteinen im Längsschnitt

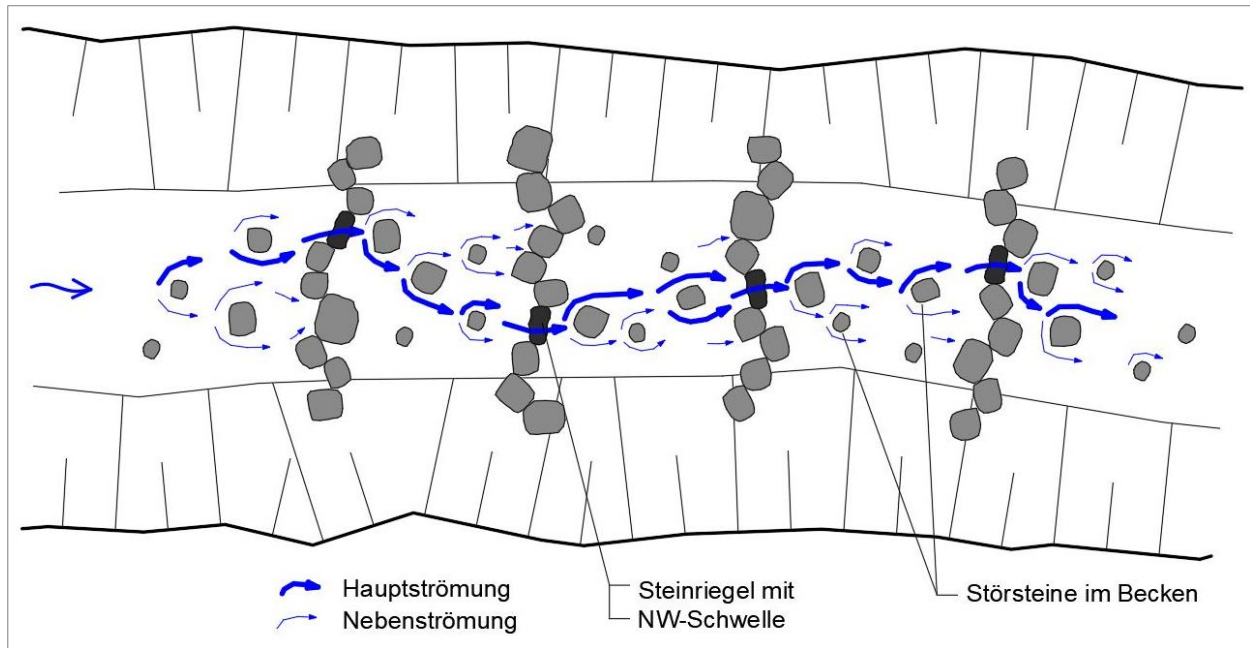


Abbildung 7-3: Prinzipdarstellung naturnahe FAA mit Beckenstruktur und Störsteinen in der Draufsicht

Naturnahe Sohlgleiten (Raugerinne)

Naturnahe Sohlgleiten bestehen aus mehrlagigen Steinschüttungen, die je nach Standort auch mit einzelnen Störsteinen gestaltet werden können. Bei einer Sohlgleite wird das Gefälle gleichmäßig über eine längere Strecke abgebaut. Das Gefälle sollte in der Regel nicht steiler als 1:100 sein, so dass auch schwimmschwächere Arten das Hindernis passieren können. Da es im Verlauf eines Jahres an der Oberen Sude öfters zu Niedrigwasserverhältnissen kommen kann, sollte ein gegliedertes Profil mit stabiler Niedrig- und Hochwasserrinne gestaltet werden. So kann auch in Zeiten geringerer Abflüsse ein erhöhter Wasserstand in der Niedrigwasserrinne gehalten werden, der den Fischen ein Durchschwimmen ermöglicht (siehe Abbildung 7-4).

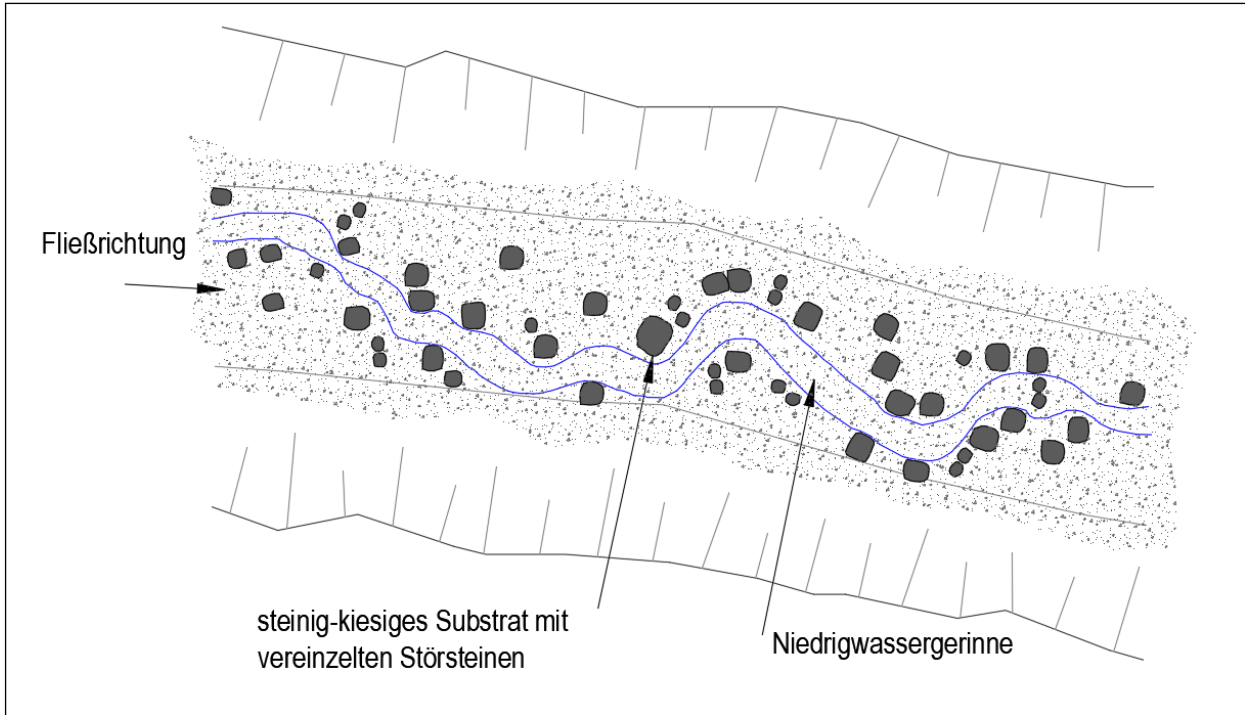
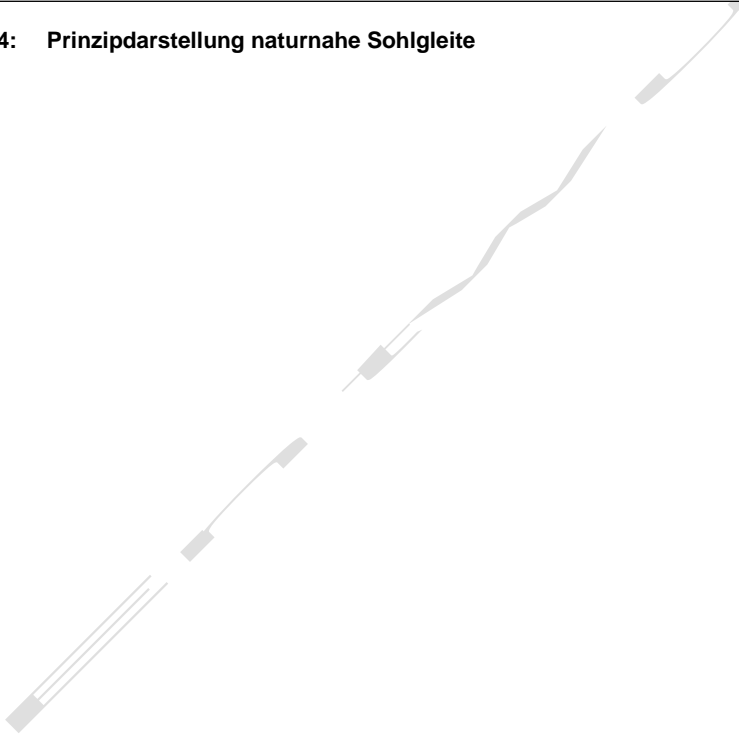


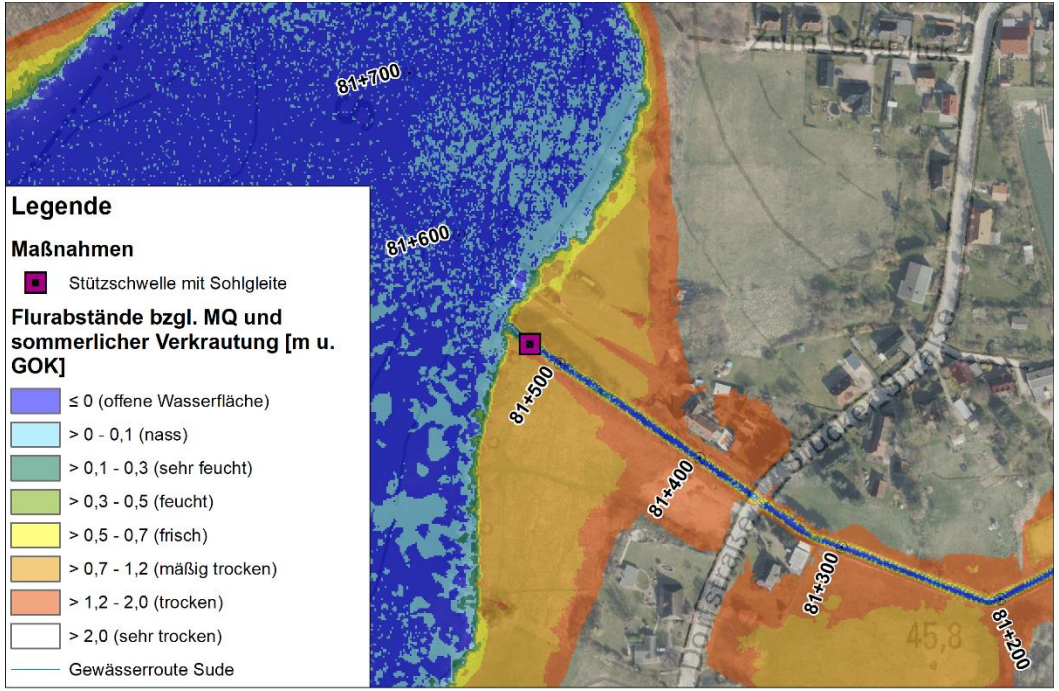
Abbildung 7-4: Prinzipdarstellung naturnahe Sohlgleite



7.2 Maßnahmensteckbriefe MBS

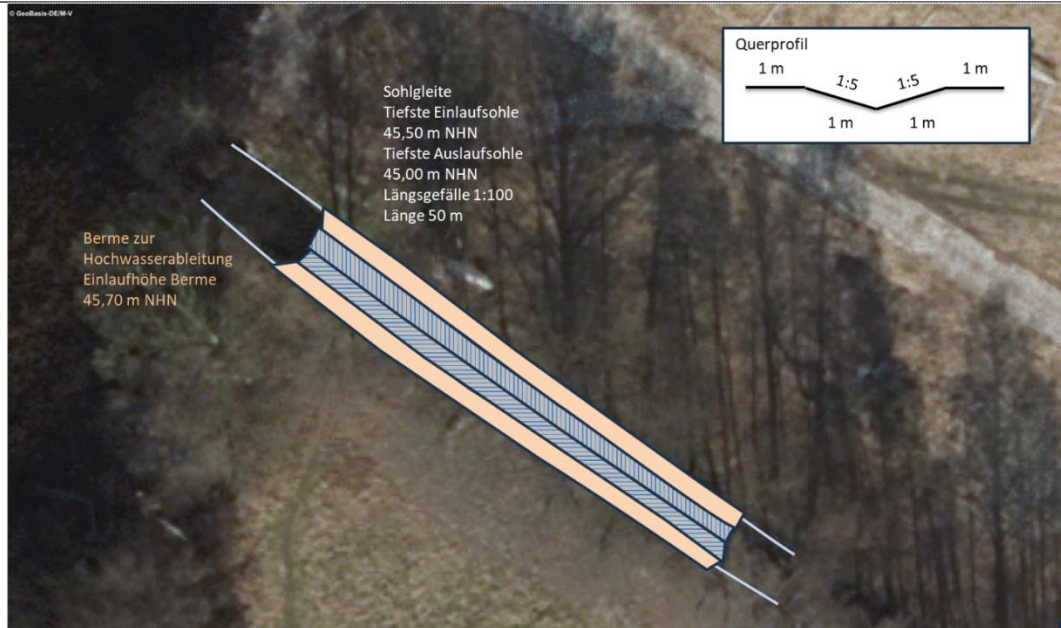
Zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele dienen die in den Maßnahmensteckbriefen aufgeführten Maßnahmen der Bewirtschaftungsplanung (vgl. Kap.3.4.2) und zusätzlich geplante Maßnahmen. In den jeweiligen Detailkarten der Maßnahmensteckbriefe sind neben den geplanten Maßnahmenflächen auch die Grundwasserflurabstände der umgebenden Flächen abgebildet. Die Maßnahmennummerierung am Gewässerlauf ist nicht fortlaufend, sie orientiert sich an den in der Bewirtschaftungsplanung vergebenen Maßnahmennummern bzw. sind bei neuen Maßnahmen neu vergeben worden. Die in den einzelnen Maßnahmentabellen aufgelisteten Kosten geben nur eine Übersicht über die voraussichtlich in Netto anfallenden Baukosten ohne Planungskosten wieder. Im Rahmen der Erweiterung der MBS wurden die Kosten zur Berücksichtigung der allgemeinen Preissteigerung pauschal um 20 % erhöht.

7.2.1 Wasserkörper SUDE-0300

SUDE-0300_M19 Bau einer Sohlgleite am Auslauf Dümmer See	
Stationierung	81+515
Karte	 <p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Stützschwelle mit Sohlgleite <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) <p>— Gewässerroute Sude</p>
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Umbau des Bohlenstauwehrs in Sohlgleite (Untersuchungen dazu in der Konzeptstudie zum Dümmer See BIOTA 2024) • Langjähriger Abfluss (1991-2000) entsprechend Wasserhaushaltsbilanz: 38 l s⁻¹ • Prognose des Abflusses für 2021-2050 (nach RCP 8.5): 34 l s⁻¹ • Sicherung des ökologischen Mindestabflusses während der Wanderzeiträume nicht dauerhaft möglich • Bemessungsfische laut Referenz-Fischzönose (Messstelle SUDE_f_5): Hecht, Quappe, Meerforelle • Überwindung eines Höhenunterschiedes von < 0,45 m • Sohle oberhalb des Wehrs = 45,05 bis 45,09 m NHN, Sohle unterhalb des Wehrs = 44,64 m NHN, Sohle an der Straßenbrücke etwa 150 m unterhalb des Wehrs = 44,91 m NHN (jeweils IST-Zustand) • Mindestanforderungen der Sohlgleite am Standort:

- max. Gefälle: 1:100
- min. Sohlbreite: 0,72 m
- Anforderungen an Wasserstiefe im Wanderkorridor: 0,35 m und in Engstellen 0,28 m

Prinzip-
skizze



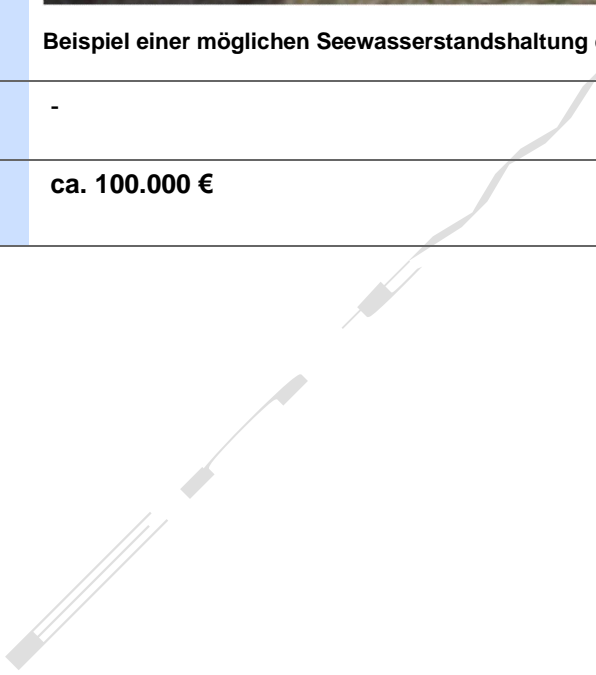
Beispiel einer möglichen Seewasserstandshaltung durch eine Sohlgleite

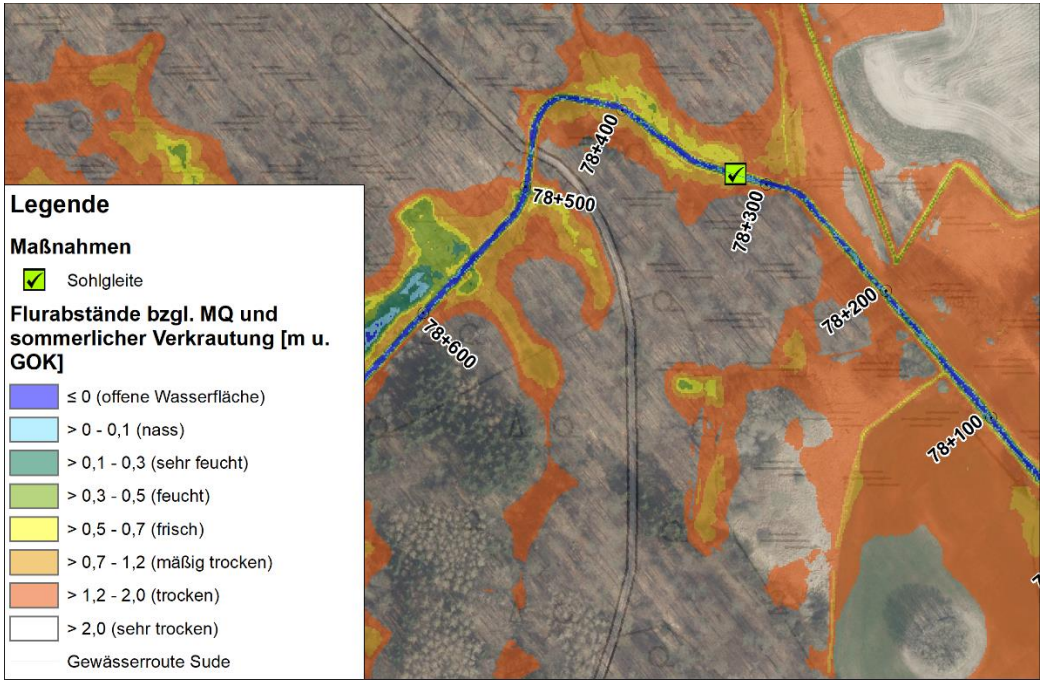
Flächen-
bedarf

-

Kosten-
prognose

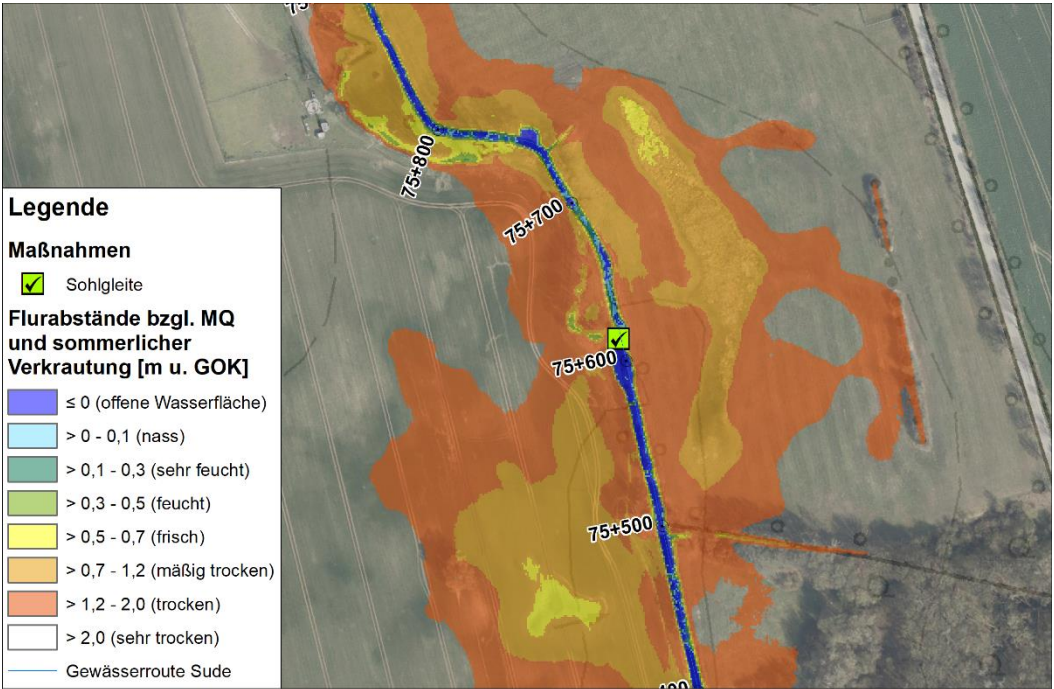
ca. 100.000 €



SUDE-0300_M18 Umbau dreistufiger Absturz in naturnahe Sohlgleite	
Stationierung	78+340
Karte	 <p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <p>☑ Sohlgleite</p> <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) <p>— Gewässerroute Sude</p>
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von drei Betonstufen auf einer Länge von ca. 7 m und einer Breite von 2,7 m • Überwindung eines Höhenunterschiedes von ca. 0,7 m • Sohle oberhalb = 43,27 m NHN, Überfallkante (oberste) = 43,37 m NHN, Sohle unterhalb des Absturzes = 42,61 m NHN (jeweils IST-Zustand) • Mindestanforderungen der Sohlgleite am Standort: <ul style="list-style-type: none"> – max. Gefälle: 1:100 – min. Sohlbreite: 0,72 m – Anforderungen an Wasserstiefe im Wanderkorridor: 0,35 m und in Engstellen 0,28 m • Einbau von locker angeordneten Steinblöcken auf einer Länge von ca. 70 m • Bauwerk liegt im FFH-Gebiet 2433-302 „Wald bei Dümmer“ – Absprache mit UNB vorab notwendig
Flächenbedarf	-
Kostenprognose	ca. 48.000 €

SUDE-0300_M20 Entwicklung eines naturnahen Gehölzstreifens	
Stationierung	von 76+512 bis 77+705 (bei Umsetzung SUDE-0300_M16 eventuell nur bis 76+794)
Karte	<p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rückbau Stau ▬ Entwicklung eines naturnahen Gehölzstreifens ▬ Neutrassierung mit Sohlenpassung - Rückbau Wehr Walsmühlen <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) Gewässerroute Sude
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Zulassen einer natürlichen Gehölzsukzession auf der rechten Uferseite im Bereich des Gewässerrandstreifens von 5 m (nach § 38 WHG (2009)) Beschleunigung der Sukzession durch Freilegung von Rohboden im Uferbereich Abtrag des humosen Oberbodens (ca. 0,3 m) zusätzlich Bepflanzung von gruppenförmig lückig gewässertypische Arten (z. B. Erlen und Weiden)
Flächenbedarf	ca. 0,6 ha (komplette Strecke)
Kostenprognose	ca. 30.000 €

SUDE-0300_M16 Rückbau Doppelschützwehr Walsmühlen durch Neutrassierung und Sohlanpassung	
Stationierung	76+314 bis 76+794 (Station Wehr 76+357)
Karte	<p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rückbau Stau — Neutrassierung mit Sohlanpassung - Rückbau Wehr Walsmühlen <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) Gewässerroute Sude
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Abbau des Sohlgefälles über Laufverlängerung (Neutrassierung von Stat. 76+314 bis 76+794) rechtsseitig oberhalb Walsmühlen <ul style="list-style-type: none"> – Sohlanschlusspunkt oh. bei Stat. 76+794 bei 40,63 m NHN – am Wehr: Sohle oberhalb (linksseitiges Wehr) = 40,86 m NHN, Sohle oberhalb (rechtsseitiges Wehr) = 40,59 m NHN, Sohle unterhalb (linksseitiges Wehr) = 41,07 m NHN (jeweils IST-Zustand) – Sohlanschlusspunkt uh. Wehr (uh. der Verrohrung rechtsseitig) bei 40,42 m NHN (Stat. 76+314) – am Wehr somit kein bedeutender Höhenunterschied zu überwinden; Sohlangleichung/-anpassung (auf etwa 40,45 m NHN) aber nötig – durch Laufverlängerung Sohlgefälleabbau von Brücke bis oh. Beginn Laufverlängerung (Länge ca. 187 m) • Das rechtsseitige Wehr auf der derzeitigen Hauptroute kann zur Entlastung im Hochwasserfall bestehen bleiben. Die komplette Abkopplung/Rückbau ist aber möglich, da oberhalb keine sensiblen Flächen liegen. • Das Wasserstandsregime im Grabensystem der Grünlandflächen oberhalb der Wehranlage wird aktuell über das Wehr gesteuert; sollten sich hier im Sommer für die Bewirtschaftung ungünstige Flurabstände zu den Wasserspiegellagen einstellen (zu trocken), kann eventuell eine Schwelle im Mündungsbereich zur Sude gesetzt werden. • MQ_{Jahr} (Zeitreihe 1981/2010): $506 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (BIOTA 2012) • MQ_{Jahr} (Zeitreihe 2012/2020): $364 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ • Die zukünftige exakte Trassenführung sollte nach Eigentumsverhältnissen (Flurstücksgrenzen) und Geländehöhen ausgerichtet werden.
Flächenbedarf	ca. 3,7 ha (Fläche bis zum Graben)
Kostenprognose	ca. 120.000 €

SUDE-0300_M13 Umbau Sohlrampe in naturnahe Sohlgleite	
Stationierung	75+611
Karte	 <p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Sohlgleite <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) Gewässerroute Sude
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von vier Betonschwellen auf einer Länge von 2,8 m und einer Breite von 2,7 m • Überwindung eines Höhenunterschiedes von ca. 0,50 m • Mindestanforderungen der Sohlgleite am Standort: <ul style="list-style-type: none"> – max. Gefälle: 1:100 – min. Sohlbreite: 0,72 m – Anforderungen an Wasserstiefe im Wanderkorridor: 0,35 m und in Engstellen 0,28 m • Einbau von locker angeordneten Steinblöcken auf einer Länge von ca. 50 m
Flächenbedarf	-
Kostenprognose	ca. 30.000 €

SUDE-0300_M12 Herstellung ökologische Durchgängigkeit am Stauwehr südwestlich Walsmühlen nordwestlich Krumbek	
Stationierung	74+226
Karte	
Maßnahmenbeschreibung	<p>Variante A: Umbau des Stauwehrs in naturnahe Sohlgleite (DWA-M 509 2014 und LUNG 2015) zwischen Stat. 74+226 und Stat. 73+931 mit Blende am Einlauf-Riegel und linearer Anrampung von 1:10 im Oberwasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gegenüber den geometrischen Bemessungswerten werden die geplanten Parameter der Anlage möglichst großzügiger gewählt, um eine vielfältige Strömungsdiversität zu gewährleisten • Variante A-1: Beibehalten des Wassertandes im IST-Zustand <ul style="list-style-type: none"> – Öffnung der Blende auf Sohlhöhe (38,66 m NHN); Blendenmaße: 0,3 m (Schlitzbreite) mal 0,3 m (Höhe); Überfallbreite des Riegels (bei 38,96 m NHN) von ca. 4 m – Ablaufrohr zum Graben aus Schossin ist auf eine Einlaufrohrsohle von 39,05 m NHN anzupassen (derzeit bei 38,54 m NHN / DN 300), um bis zu einem Durchfluss von etwa 150 l·s⁻¹ einzig die Sude und den Fischaufstieg zu bevorteilen; bei Q > 150 l·s⁻¹ (auch abhängig vom Verkräutungsstatus) wird der Wasserabschlag in den Graben aus Schossin aktiviert – Die angestrebten Wasserstände orientieren sich dabei an dem modellierten IST-Zustand, liegen ggf. etwas geringer; die Bewirtschaftung der Flächen oberhalb kann so weiter betrieben werden – Der Wasserabschlag in den Graben aus Schossin beschränkt sich aller Voraussicht nach auf die Wintermonate; Einschränkungen hinsichtlich der Bewirtschaftbarkeit im Schossiner Becken sind nicht auszuschließen; die Priorität der Maßnahme liegt auf der ökologischen Durchgängigkeit und dem Fischaufstieg in der Sude – Im PLAN I-Zustand ist ein Sohlhöhenunterschied von ca. 1,5 m auf 300 m Fließlänge zu überwinden (von 38,66 auf 37,14 m NHN) – Anrampung von 1:10 im Oberwasser (von 37,88 auf 38,66 m NHN)

- **Variante A-2:** Absenkung des jetzigen Wasserstands um 20 cm am Einlauf-Riegel
 - Öffnung der Blende auf Sohlhöhe (38,46 m NHN); Blendenmaße: 0,3 m (Schlitzbreite) mal 0,3 m (Höhe); Überfallbreite des Riegels (bei 38,76 m NHN) von ca. 4 m
 - Wasserstände werden um 20 cm abgesenkt, die GWF-Abstände sinken eine Klasse ab, eine Bewirtschaftung ist aber noch immer gegeben
 - Ablaufrohr zum Graben aus Schossin ist auf eine Einlaufrohrsohle von 38,85 m NHN anzupassen (derzeit bei 38,54 m NHN / DN 300), um bis zu einem Durchfluss von etwa 150 l·s⁻¹ einzig die Sude und den Fischaufstieg zu bevorteilen; bei Q > 150 l·s⁻¹ (auch abhängig vom Verkräutungszustand) wird der Wasserabschlag in den Graben aus Schossin aktiviert
 - Im **PLAN I-Zustand** ist ein Sohlhöhenunterschied von ca. 1,3 m auf 300 m Fließlänge zu überwinden (von 38,46 auf 37,14 m NHN)
- Bemessungsfische laut Referenz-Fischzönose (Messstelle SUDE_f_5): Hecht, Quappe, **Meerforelle**
- Mindestanforderungen der Sohlgleite am Standort:
 - Gefälle: ca. 5 ‰
 - min. Sohlbreite: 0,72 m
 - Anforderungen an Wassertiefe im Wanderkorridor: 0,35 m und in Engstellen 0,28 m
- Ausmaße des zur Berechnung angesetzten Sohlgleiten-Querprofils:
 - Gewässerbreite (Abstand zwischen den Böschungsoberkanten): zwischen 7 und 8 m (entspricht in etwa dem **IST-Zustand**)
 - Böschungsneigung 1:1,5 bis 1:2 oder flacher; abhängig vom anstehenden Gelände; flacher möglich bei höherem Flächenbedarf
 - Sohlbreite NW-Gerinne: 0,72 m, Tiefe NW-Profil: 0,35 m
 - Sohlbreite WWZ: zwischen 1,5 und 2 m; beidseitig
- MQ_{Jahr} (Zeitreihe 1981/2010): 506 l·s⁻¹ (BIOTA 2012)
- MQ_{Jahr} (Zeitreihe 2012/2020): 364 l·s⁻¹
- Ausweisung eines Entwicklungs-/Randstreifen von mindestens 5 m nach § 38 WHG (2009) je Uferseite
- Zulassen einer natürlichen Gehölzsukzession auf der rechten Uferseite innerhalb des Gewässerrandstreifens, Beschleunigung der Sukzession durch Freilegung von Rohboden (ca. 0,3 m) im Uferbereich und Ansaat von Gehölzsamen (z. B. Erle)

Variante B: Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Stauwehr (ab Stat. 74+226) durch Neutrassierung inklusive Sohlhebung des Gewässers bis Zufluss Schossiner Graben bei St. 71+995

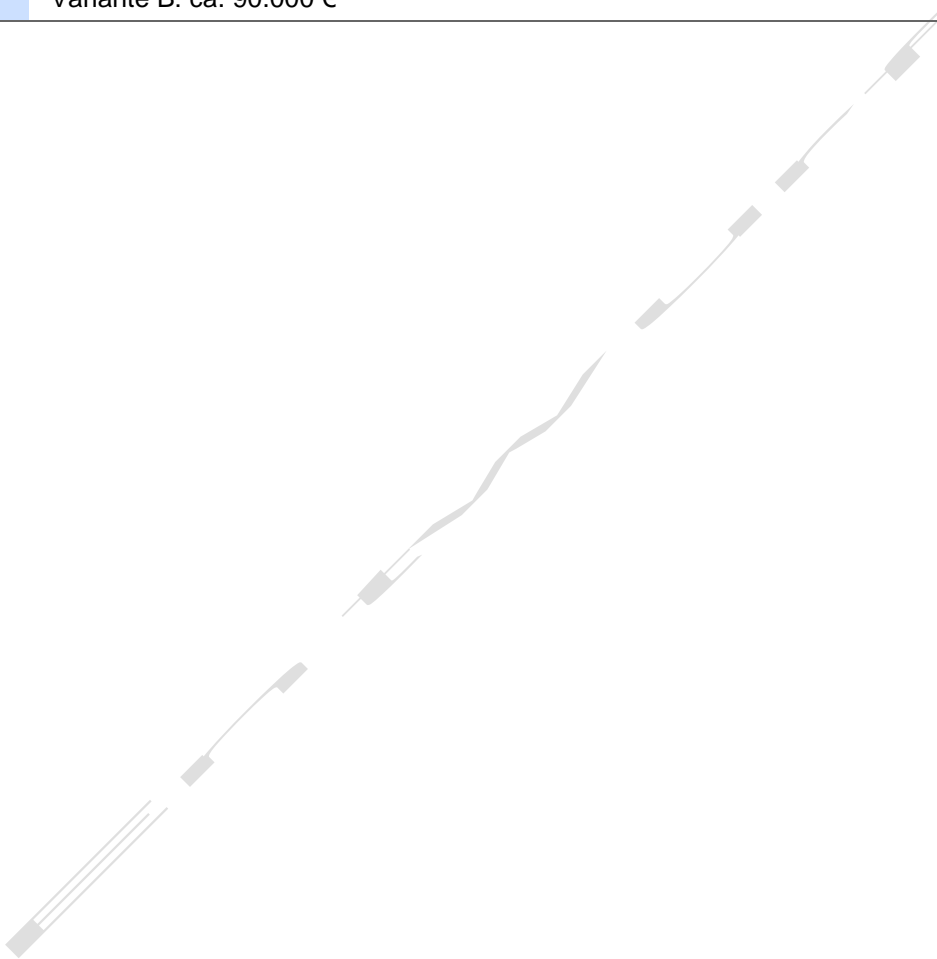
- naturnahe Profilierung eines Gerinnes mit WWZ
- Überwindung eines Höhenunterschiedes von ca. 2,30 m auf ca. 2.900 m Gewässerslänge (Laufverlängerung um ca. 26 %)
- Sohlgefälle von ca. 0,8 ‰
- Sohlbreite NW-Gerinne 0,72 m, Tiefe 0,35 m
- Sohlbreite WWZ zwischen 1,50 und 2 m
- Böschungsneigung 1:2
- Beachtung Neuanbindung Brücke bei Station 72+905

	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweisung eines Entwicklungs-/Randstreifen von mindestens 5 m nach § 38 WHG (2009) je Uferseite • Zulassen einer natürlichen Gehölzsukzession auf der rechten Uferseite innerhalb des Gewässerrandstreifens, Beschleunigung der Sukzession durch Freilegung von Rohboden (ca. 0,3 m) im Uferbereich und Ansaat von Gehölzsamen (z. B. Erle)
Flächenbedarf	Variante A: - Variante B: ca. 2,3 ha
Kostenprognose	Variante A-1 und A-2: ca. 60.000 € Variante B: ca. 120.000 €

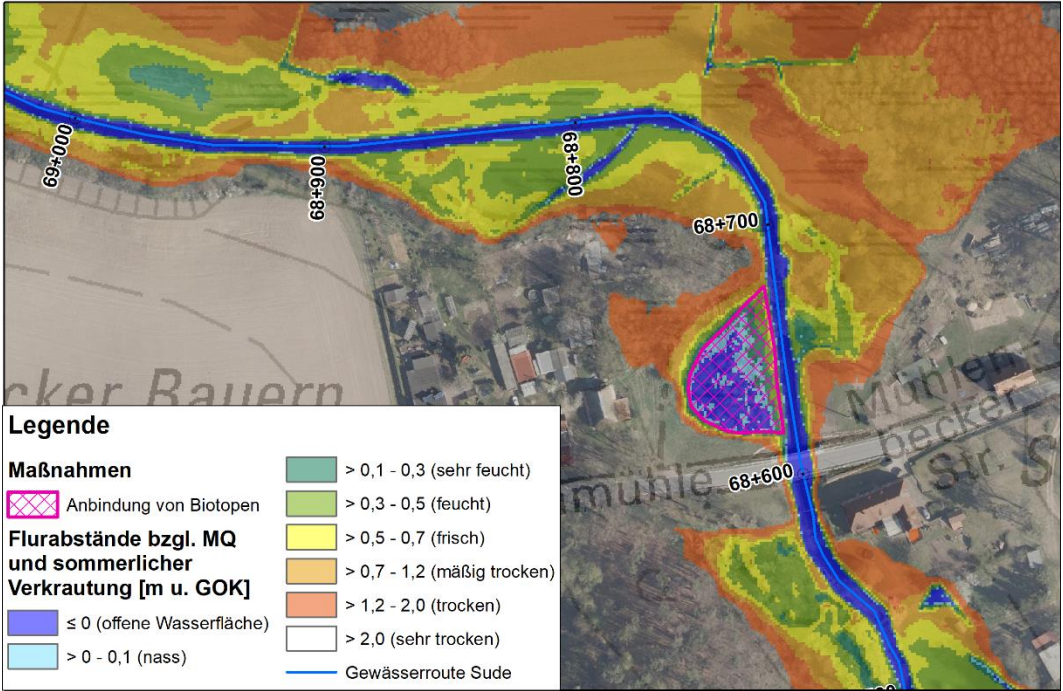
SUDE-0300_001 Erneuerung der baufälligen Brücke zwischen Schossin und Krumbek	
Stationierung	72+905
Karte	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1; padding-right: 10px;"> <p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> Erneuerung Brücke M12-Variante B: Neutrassierung inklusive Sohlanhebung M01-Variante A: Neutrassierung M01-Variante B: Neuprofilierung <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) <p> Gewässerroute Sude</p> </div> <div style="flex: 2;"> </div> </div>
Maßnahmenbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Neubau Wirtschaftsbrücke als Wellstahlprofil oder alternativ Kastenprofil innerhalb der Maßnahme SUDE-0300_M01 bzw. M12 Einbringung von Sohlsubstrat mit einer Schichtdicke von mindestens 30 cm im gesamten Bauwerk
Prinzip-skizze	<p style="text-align: center;">Beispiel eines Straßendurchlasses mit Wellstahlprofil (Institut biota)</p>
Flächenbedarf	-
Kostenprognose	ca. 48.000 €

SUDE-0300_M01 Renaturierung der Sude durch Neutrassierung bzw. Neuprofilierung im Bereich des Schossiner Beckens	
Stationierung	von 71+995 bis 73+931
Karte	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Legende</p> <p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> Erneuerung Brücke Rückbau Stau M01-Variante A: Neutrassierung M01-Variante B: Neuprofilierung <p>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 0 (offene Wasserfläche) > 0 - 0,1 (nass) > 0,1 - 0,3 (sehr feucht) > 0,3 - 0,5 (feucht) > 0,5 - 0,7 (frisch) > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken) > 1,2 - 2,0 (trocken) > 2,0 (sehr trocken) <p> Gewässerroute Sude</p> </div> <div style="flex: 2;"> </div> </div>
Maßnahmenbeschreibung	<p>Variante A: Neutrassierung des Gewässerlaufes zwischen Station 73+931 (Ende Sohlgleite) und Einmündung Schossiner Graben bei Stat. 71+995 (in Kombination mit SUDE_0300_M12, Variante A)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtlänge der Neutrassierungsstrecke: ca. 2.400 m (Laufverlängerung um ca. 30 %) • naturnahe Profilierung eines Gerinnes mit WWZ • Sohlgefälle von ca. 0,3 ‰ • NW-Gerinne 0,72 m, Tiefe 0,35 m • Sohlbreite WWZ zwischen 1,50 und 2 m • Böschungsneigung 1:2 • Beachtung Neuanbindung Brücke bei Station 72+905 • Ausweisung eines Entwicklungs-/Randstreifen von mindestens 5 m nach § 38 WHG (2009) pro Uferseite • Zulassen einer natürlichen Gehölzsukzession auf der rechten Uferseite innerhalb des Gewässerrandstreifen, Beschleunigung der Sukzession durch Freilegung von Rohboden (ca. 0,3 m) im Uferbereich und Ansaat von Gehölzsamen (z.B. Erle) <p>Variante B: Neuprofilierung des Gewässerlaufes zwischen Station 73+931 (Ende Sohlgleite) und Einmündung Schossiner Graben bei Stat. 71+995 (in Kombination mit SUDE_0300_M12, Variante A)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtlänge der Neuprofilierungsstrecke: ca. 1.900 m • naturnahe Profilierung eines Gerinnes mit WWZ • Sohlgefälle von ca. 0,4 ‰ • NW-Gerinne 0,72 m, Tiefe 0,35 m

	<ul style="list-style-type: none"> • Sohlbreite WWZ zwischen 1,50 und 2 m • Böschungsneigung 1:2 • Beachtung Neuansbindung Brücke bei Station 72+905 • Ausweisung eines Entwicklungs-/Randstreifen von mindestens 5 m nach § 38 WHG (2009) pro Uferseite • Zulassen einer natürlichen Gehölzsukzession auf der rechten Uferseite innerhalb des Gewässerrandstreifens, Beschleunigung der Sukzession durch Freilegung von Rohboden (ca. 0,3 m) im Uferbereich und Ansaat von Gehölzsamen (z.B. Erle)
Flächenbedarf	Variante A: ca. 2,5 ha Variante B: ca. 2,0 ha
Kostenprognose	Variante A: ca. 120.000 € Variante B: ca. 90.000 €



7.2.2 Wasserkörper SUDE-0400

SUDE-0400_M002 Anbindung von Biotopen oberhalb Sudenmühle															
Stationierung	von 68+616 bis 68+677														
Karte	 <p>Legende</p> <table border="0"> <tr> <td>Maßnahmen</td> <td> > 0,1 - 0,3 (sehr feucht)</td> </tr> <tr> <td> Anbindung von Biotopen</td> <td> > 0,3 - 0,5 (feucht)</td> </tr> <tr> <td>Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]</td> <td> > 0,5 - 0,7 (frisch)</td> </tr> <tr> <td> ≤ 0 (offene Wasserfläche)</td> <td> > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken)</td> </tr> <tr> <td> > 0 - 0,1 (nass)</td> <td> > 1,2 - 2,0 (trocken)</td> </tr> <tr> <td></td> <td> > 2,0 (sehr trocken)</td> </tr> <tr> <td></td> <td> Gewässerroute Sude</td> </tr> </table>	Maßnahmen	 > 0,1 - 0,3 (sehr feucht)	 Anbindung von Biotopen	 > 0,3 - 0,5 (feucht)	Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]	 > 0,5 - 0,7 (frisch)	 ≤ 0 (offene Wasserfläche)	 > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken)	 > 0 - 0,1 (nass)	 > 1,2 - 2,0 (trocken)		 > 2,0 (sehr trocken)		 Gewässerroute Sude
Maßnahmen	 > 0,1 - 0,3 (sehr feucht)														
 Anbindung von Biotopen	 > 0,3 - 0,5 (feucht)														
Flurabstände bzgl. MQ und sommerlicher Verkrautung [m u. GOK]	 > 0,5 - 0,7 (frisch)														
 ≤ 0 (offene Wasserfläche)	 > 0,7 - 1,2 (mäßig trocken)														
 > 0 - 0,1 (nass)	 > 1,2 - 2,0 (trocken)														
	 > 2,0 (sehr trocken)														
	 Gewässerroute Sude														
Maßnahmenbeschreibung	<p>Entwicklung einer Primäraue durch Anbindung und Aufwertung des rechtsseitigen nach § 20 NatSchAG M-V Biotops (permanentes Kleingewässer mit Gehölzen (vor allem Weide) und Phragmites-Röhricht bestanden):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bevorteilung der Fläche (Biotop) ab MW-Niveau • Entfernung der Verwaltung im Ein- und Auslaufbereich auf jeweils 10 m im rechten Uferbereich 														
Flächenbedarf	-														
Kostenprognose	ca. 12.000 €														

<p>SUDE-0400_M3 4</p>	<p>Bau einer FAA als Raugerinnebeckenpass an der ehemalige Roten Mühle in Radelübbe</p>
<p>Stationierung</p>	<p>65+883</p>
<p>Karte</p>	
<p>Maßnahmenbeschreibung</p>	<p>Herstellung der ökologischen DGK am Sohlabsturz an der ehemaligen Roten Mühle in Radelübbe inklusive Sohlabsturz oberhalb der Brücke (Stat. 65+857):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umbau des Stauwehrs zur FAA in Form eines naturnahen Raugerinnes mit aufgelöster Beckenstruktur und Störsteinen (DWA-M 509, 2014 und LUNG 2015) • Entfernung Reste einer Sohlgleite oberhalb Brücke • Bemessungsfische laut Referenz-Fischzönose (Messstelle SUDE_f_3): Hecht, Quappe, Blei • MQ_{Jahr} (Zeitreihe 1981/2010): 714 l·s⁻¹ (BIOTA 2012) • MQ_{Jahr} (Zeitreihe 2012/2020): 514 l·s⁻¹ • Überwindung eines Höhenunterschiedes von ca. 1,6 m auf ca. 25 m Gewässerslänge bis Brücke • Beckenmaße: <ul style="list-style-type: none"> – Beckenanzahl: 23 – Beckenlänge: jeweils 2,3 m – Länge gesamt: ca. 53 m – Sohlbreite: 1 m – Wasserstiefe im Wanderkorridor: 0,35 m und in Engstellen 0,22 m – Schlitzbreite: 0,18 m – Höhenüberwindung pro Becken: 7 cm <p>Auf Grund des Platzbedarfs und des Sohlanschlusses an der Brücke ergeben sich keine weiteren möglichen Planungsvarianten.</p>
<p>Flächenbedarf</p>	<p>-</p>
<p>Kostenprognose</p>	<p>ca. 120.000 €</p>

7.3 Flächenbetroffenheiten

Die in Kap. 7.2 beschriebenen Maßnahmen an der Sude verlaufen insgesamt über 100 Flurstücke. Unter anderem sind Flurstücke in den Gemeinden Bandenitz (Gemarkung Radelübbe), Dümmer (Gemarkungen Dümmer, Dümmerstück Hof und Walsmühlen), Schossin (Gemarkung Mühlenbeck und Schossin), Warsow (Gemarkung Kothendorf und Krumbeck) sowie Zülow (Gemarkung Zülow bei Schwerin) betroffen. Eine Liste der Flächenbetroffenheiten befindet sich in der Anlage F.

7.4 Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen im Hinblick auf Resilienz gegenüber Klimawandel (AP2_18)

In Folge des Klimawandels wird global bereits gegenwärtig die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen wie z.B. Hitzeextreme, Starkniederschlagsereignisse, Dürre und Brandwetter beobachtet (IPCC 2023). Auch im EZG der oberen Sude zeigen die dargestellten Trends in der Entwicklung des Abflussgeschehens und der Wasserstände tendenziell höhere Schwankungsbreiten über das Jahr, wobei sich die Regulierung über den Dümmer See stabilisierend auf die sommerlichen Minimalabflüsse in der Oberen Sude auszuwirken scheint. Die Prognose des Wasserhaushaltes basierend auf den zu erwartenden klimatischen Veränderungen zeigt im Jahresmittel nur geringfügige Veränderung. Allerdings lässt sich eine weitere Verschiebung der Verteilung über das Jahr erwarten. Durch die Erhöhung der Temperaturen und in der Konsequenz der Verdunstungsverluste auf der Seefläche des Dümmer Sees ist davon auszugehen, dass sich das sommerliche Defizit weiter verstärkt und zeitlich weiter in den Herbst ausdehnt. Dies kann durch den winterlichen oberflächigen Zustrom nicht mehr ausgeglichen werden. Tendenzuell fallende Grundwasserstände lassen zudem eine Reduzierung des Grundwasserzustroms befürchten. Eine Stabilisierung der Wasserstände im Dümmer See über die Sommermonate kann zu einer Reduktion der sommerlichen Abflüsse in der oberen Sude und im Extremfall zu einem abschnittsweise Trockenfallen führen. Ein Wasserrückhalt im unterhalb des Dümmer See gelegenen EZG kann zu einer Verstärkung der Abflüsse unabhängig von der Wehrsteuerung am See führen.

Einzelne Starkregenereignisse auf der einen und extreme Trockenheit auf der anderen Seite können im Fließgewässer verstärkte extremen Lebensbedingungen (extreme Fließgeschwindigkeiten, Erosion, Trockenheit) für die gewässertypspezifische Flora und Fauna nach sich ziehen. Um den Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken und zum Erreichen des Bewirtschaftungsziels: guter/s ökologischer/s Zustand/Potenzial in den Fließ- und Standgewässern bedarf es resilienter Gewässer. Viele Maßnahmen zur Gestaltung naturnaher Fließgewässer oder Erreichung der ökologischen Durchgängigkeit setzen ein entsprechendes Wasserdargebot im Einzugsgebiet zwingend voraus. In

Tabelle 7-4 sind die im Rahmen der Machbarkeitsstudie entwickelten und in der Bewirtschaftungsplanung verankerten Maßnahmen zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit aufgezählt, welche durch Veränderungen des Abflussregimes gefährdet werden.

Tabelle 7-4: Durch klimatische Veränderungen gefährdete Maßnahmen der Bewirtschaftungsplanung

M-Nr. BWP	Maßnahmenkurzbeschreibung	Gefährdung durch Klimawandel
SUDE-0300_M19	Umbau des Bohlenstauwehrs zur Sohlgleite mit Stützschwelle am Auslauf des Dümmer Sees	für Durchgängigkeit erforderlicher Mindestabfluss 100 l s ⁻¹ gefährdet Stabile Wasserstände im Dümmer See gefährdet
SUDE-0300_M18	Umbau der aus 3 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe zur Sohlgleite	Einhaltung der Mindestwassertiefe und ökologischer Mindestabfluss gefährdet
SUDE-0300_M13	Umbau der aus 4 Betonschwellen bestehenden Sohlrampe in naturnahe Sohlgleite	Einhaltung der Mindestwassertiefe und ökologischer Mindestabfluss gefährdet
SUDE-0300_M12	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Stauwehr südwestlich Walsmühlen nordwestlich Krumbek	Einhaltung der Mindestwassertiefe und ökologischer Mindestabfluss gefährdet
SUDE-0400_M34	Bau einer FAA als Raugerinnebeckenpass an der ehemaligen Roten Mühle in Radelübbe	Einhaltung der Mindestwassertiefe und ökologischer Mindestabfluss gefährdet

Um dem zu begegnen, ist der Rückhalt von Wasser in der Landschaft, ein nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser sowie die Entwicklung resilienter Gewässer unerlässlich.

Durch die Maßnahmen:

- SUDE-0300_M16 – Rückbau Doppelschützwehr Walsmühlen durch Neutrassierung und Sohlanpassung,
- SUDE-0300_M01 – Renaturierung der Sude durch Neutrassierung/Neuprofilierung im Bereich Schossiner Becken sowie
- SUDE-0400_M002 - Anbindung Biotope oberhalb Sudenmühle – Entwicklung einer Primäraue

Wurden bereits im Rahmen der MBS Maßnahmen entwickelt durch welche das natürliche Fließverhalten des Gewässers wieder hergestellt, der Wasserrückhalt im Gewässer gestärkt und die Widerstandsfähigkeit gegen Abflussschwankungen verbessert wird.

Die im Rahmen der Zukunftsstudie entwickelten Maßnahmen zielen im Weiteren auf den Wasserrückhalt im Einzugsgebiet und die Erhöhung der Resilienz im Fließgewässer. Zum einen können Hochwasserscheitel so gepuffert und verzögert werden. Zum anderen dient der im Hochwasserfall gespeicherte Wasservorrat zur Überbrückung von Wassermangelsituation in Dürrephasen. Hierdurch kann das Abflussgeschehen im Gewässer stabilisiert werden.

7.5 Maßnahmen zur Gewässerunterhaltung

7.5.1 Grundsätzliches

Gemäß der Zielstellung der vorliegenden Untersuchung (inkl. Zukunftsstudie) und den dargestellten Ergebnissen zur Entwicklung der Abflüsse in der Sude sind Maßnahmen zu entwickeln, die den Wasserrückhalt im Plangebiet erhöhen, dadurch eine Verbesserung des Wasserhaushaltes erzielen und die Resilienz der Gewässer gegenüber Klimaveränderungen verbessern.

Durch kleinräumige wasserbauliche Maßnahmen, wie

- Anbindung von Seitengewässern,
- Rückbau oder Schlitzten von Verwallung,
- Anlegen von Flutmulden oder -rinnen oder
- Sukzessive/abschnittsweise Entrohrung

werden Retentionsräume geschaffen. Hierdurch kann Niederschlagswasser zwischengespeichert und Abflussspitzen gedämpft werden. Die Verbindung von Gewässer zum Umland wird wieder hergestellt und die Grundwasseranreicherung ermöglicht. Darüber hinaus kann durch Einbringen (oder Belassen) von Totholz, ggf. in Kombination mit einer Geschiebezugabe (je nachdem, ob der Geschiebehaushalt des Gewässer intakt oder gestört ist) im Rahmen der Unterhaltung eine Sohlanhebung und damit eine Anhebung des Wasserspiegels im Gewässer erreicht werden.

Das wesentliche Werkzeug der Unterhaltung zur Verbesserung des Wasserrückhalts im Gewässer ist aber eine Veränderung der regelmäßigen Unterhaltung. Ziel ist hier hierbei eine Reduzierung der Unterhaltung bzw. ein Zulassen von Sukzession. Durch beobachtende Unterhaltung werden die Eingriffe ins Gewässer reduziert und eine natürliche Gewässerentwicklung bei Sicherstellung der Nutzung ermöglicht. Durch das aufgewachsene Kraut wird die Rauigkeit im Gerinne erhöht. Dies führt unter anderem zu

- einem Anstieg des Wasserspiegels bei Mittel- und Niedrigwasser,
- einer höheren Sättigung des Umlandes mit Wasser,
- einer Vergleichmäßigung des Abflusses
- einer Reduzierung von Hochwasserspitzen und
- einer Reduzierung der Abflussgeschwindigkeit von Niederschlägen.

Grundsätzlich dient eine naturnahe Gewässerunterhaltung der Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes aber auch einer strukturellen und ökologischen Aufwertung des Gewässers und somit letztendlich auch der Umsetzung der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen, vor allem diejenigen, die über die regelmäßige Unterhaltung hinausgehen, können sich im Grenzbereich zum Gewässerausbau bewegen und somit nicht mehr zu den Aufgaben der Unterhaltung zählen. Der Gewässerunterhaltungspflichtige muss im ersten Schritt selbst prüfen, ob die Maßnahme im Zuge der Gewässerunterhaltung erfolgen kann oder ob diese eine wesentliche Umgestaltung des Gewässers oder seiner Ufer darstellt, die als Gewässerausbau angesehen werden muss. Ggf bedarf eine Maßnahme einer wasserrechtlichen Zulassung. Dies ist durch den Vorhabenträger im Einzelfall zu klären und frühzeitig die zuständige Wasserbehörde zu kontaktieren.

In der vorliegenden Studie werden mit der Ableitung eines **PROGNOSE-Zustandes** hinsichtlich Wasserhaushaltes in Folge der klimatischen Veränderungen sowie der Ableitung von Trends der Wasserstände und des Abflussgeschehens der Oberen Sude gemäß der Zielstellung die nötigen Grundlagen zur Anpassung der Gewässerunterhaltung geschaffen. Die gegenwärtig zu beobachtenden sowie prognostizierten

klimatischen Veränderungen bringen eine Reihe von Herausforderungen mit sich, welchen auch im Rahmen einer angepassten Gewässerunterhaltung Rechnung getragen werden muss. Tendenziell sinkende mittleren Grundwasserstände (Abbildung 6-9) und verändertes Abflussverhalten in den Oberflächengewässern (vgl. Kapitel 6.3) führen zu steigenden Anforderungen an die Gewässerbewirtschaftung insbesondere im Hinblick auf hydrologische Extreme. Verknappung des verfügbaren und nutzbaren Wassers und steigende Bedarfe für Bewässerung von Kulturpflanzen sind Anforderungen, welche in Zukunft miteinbezogen werden müssen. Durch die Gewässerunterhaltung soll die naturnahe Entwicklung von resilienten Fließgewässern begünstigt werden. Ein gut funktionierendes Ökosystem ist gegenüber Veränderungen widerstandsfähiger. Eine möglichst naturnahe Abflusssdynamik sowie strukturelle Diversität der Gewässer ermöglichen eine bessere Anpassung an klimatische Veränderungen.

Eine detaillierte Ausarbeitung und hydraulischen Prüfung einzelner (lokalen) Maßnahmen der Gewässerpflege (GL sowie GP) und der Gewässerentwicklung (GE) kann im Rahmen eines Gewässer- und Pflegeplans erfolgen und ist nicht Teil der MBS und Zukunftsstudie. Im Folgenden werden vereinfacht Maßnahmenempfehlungen zur Anpassung der Gewässerunterhaltung für die einzelnen Gewässerabschnitte der Sude (inklusive Bach aus Schossin) mit Fokus auf den Wasserrückhalts im Gewässer abgeleitet. Hierzu wurde die Vorgaben der Anleitung zur Erstellung eines Gewässerentwicklungs- und Pflegeplanes (LUNG M-V 2016a, b) berücksichtigt.

7.5.2 Ableitung von Situationstypen

Für die Einschätzung an welchen Gewässerabschnitten eine Anpassung der Gewässerunterhaltung vorgenommen werden kann wurden für die einzelnen Fließgewässerabschnitte Situationstypen ermittelt.

Die Situationstypen spiegeln grundsätzlich den IST-Zustand am Gewässer wider. Im Rahmen der Zukunftsstudie wird die Anpassung der Gewässerunterhaltung dabei „on top“ zu den wasserbaulichen Maßnahmen (vgl. Kapitel 7.1) betrachtet.

Je nach hydraulischem Spielraum (Abflusskapazität) und Landnutzung (Schutzbedürftigkeit) können 12 Situationstypen unterschieden werden (Abbildung 7-5). Zusätzlich (Sonderfall) kann der Wasserspiegelspielraum unabhängig von der Umlandnutzung berücksichtigt werden. Dies ist z. B. nötig, wenn der hydraulische Spielraum durch andere Faktoren vorgegeben ist, wenn z. B. der Auslauf einer Rohrleitung durch Unterhaltung freizuhalten ist. Wasserwirtschaftliche Anlagen können als eigener Situationstyp beschrieben werden. An der Sude (WK SUDE-0100, SUDE-0300, SUDE-0400) sowie am Graben aus Schossin kommen 9 der insgesamt 15 Situationstypen zur Anwendung (siehe Tabelle 7-5). Für wasserwirtschaftliche Anlagen wurden keine eigenen Gewässerabschnitte gebildet. Es wird im Folgenden vereinfacht eine allgemeine Erläuterung zu den Bauwerken und der entsprechenden Gewässerunterhaltung vorgenommen.

Die Abflusskapazität (Abbildung 7-5) wird im Wesentlichen anhand des ordnungsgemäßen Wasserabflusses, des Grundwasserflurabstandes, der Wiederkehrintervalle für das Bemessungshochwasser sowie der Ermittlung von Rückstauereichen bestimmt. Der ordnungsgemäße Wasserabfluss wird dabei mittels der hydraulischen Leistungsfähigkeit eines Gewässerabschnittes festgestellt. Die Grundwasserflurabstände stellen eine Orientierung zur Bestimmung der Abflusskapazität dar. Die GWFA, welche für eine bestimmte Nutzung optimal sind (genauere Ausführungen in Kap. 5), repräsentieren eine mittlere Abflusskapazität. Sind die Grundwasserflurabstände geringer, wird auch die Abflusskapazität geringer. Steigen diese, erhöht sich die Abflusskapazität. Genaue Grenzwerte sind dabei nicht vorgegeben. Letztendlich erfolgt eine fachgutachterliche Einschätzung. Als Richtwerte für die zu verwendenden Wiederkehrintervalle bei der Ermittlung des Bemessungshochwassers für Fließgewässer gelten die 2019 vom LUNG M-V festgelegten Werte (Tabelle 7-6).

Tabelle 7-5: Situationstypen nach LUNG M-V (2016b, 2018) mit Beschreibung (farbliche Markierung Situationstypen an der Sude sowie am Graben aus Schossin)

Kürzel	Beschreibung
1A	Ortslage mit geringer Abflusskapazität
1B	Ortslage mit mittlerer Abflusskapazität
1C	Ortslage mit hoher Abflusskapazität
2A	Acker mit geringer Abflusskapazität
2B	Acker mit mittlerer Abflusskapazität
2C	Acker mit hoher Abflusskapazität
3A	Grünland mit geringer Abflusskapazität
3B	Grünland mit mittlerer Abflusskapazität
3C	Grünland mit hoher Abflusskapazität
4A	Naturstrecke mit geringer Abflusskapazität
4B	Naturstrecke mit mittlerer Abflusskapazität
4C	Naturstrecke mit hoher Abflusskapazität
5	Wasserwirtschaftliche Anlage (Wehr, Durchlass, Brücke...)
6	kein bis geringer Wasserspiegelspielraum
7	mittlerer bis hoher Wasserspiegelspielraum

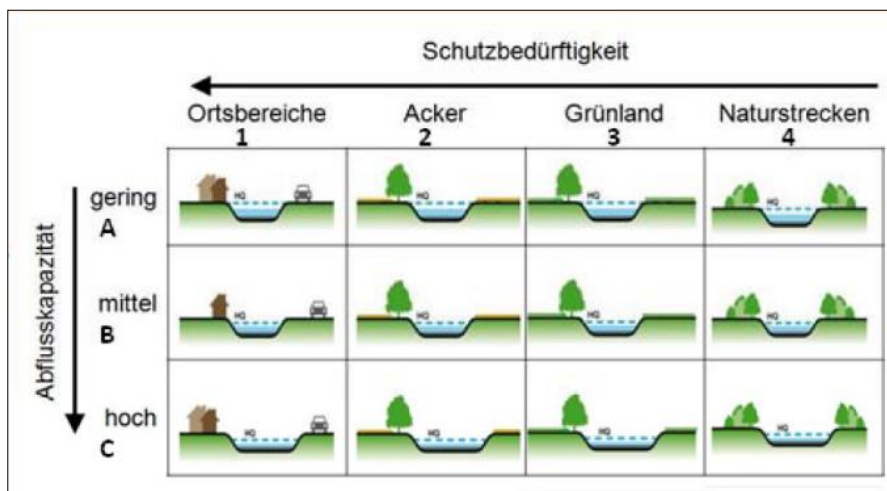


Abbildung 7-5: Schematische Herleitung der Situationstypen über den Zusammenhang zwischen Schutzbedürftigkeit und Abflusskapazität (LUNG M-V 2018)

Tabelle 7-6: Richtwerte für zu verwendende Wiederkehrintervalle für die Ermittlung von Bemessungshochwassern (LUNG M-V 2024)

Nr.	Objektkategorie	Wiederkehrintervall (T)
1	Besonders sensible Industrie- und Gewerbeobjekte mit hohem monetären Schadenspotenzial oder Schadstoffemissionsrisiko (Sonderobjekte)	Bis 500
2	Im Zusammenhang bebaute Gebiete im Sinne von § 34 BauGB oder Gebiete im Geltungsbereich eines Bebauungsplans nach § 30 BauGB	Bis 100 ³
3	Industrieanlagen (ohne Sonderobjekte)	50 bis 100
4	Überregionale Infrastrukturanlagen	50 bis 100
5	Regionale Infrastruktur	Bis 50

Nr.	Objektkategorie	Wiederkehrintervall (T)
6	Nicht dauerhaft bewohnte Siedlungen, nicht im Zusammenhang bebaute Gebiete	Im Einzelfall zu bestimmen ⁴
7	Landwirtschaftlich genutzte Flächen, soweit nicht <u>Grünlandstandorte</u> nach Bodenschätzung gemäß BodSchätzG, gewässerabhängige Landökosysteme und Feuchtgebiete (insbesondere Moorstandorte)	5
8	Grünlandstandorte nach Bodenschätzung gemäß BodSchätzG, soweit nicht gewässerabhängige Landökosysteme und Feuchtgebiete (insbesondere Moorstandorte)	2
9	Gewässerabhängige Landökosysteme und Feuchtgebiete (insbesondere Moorstandorte)	Kein Hochwasserschutz

7.5.3 Anpassung der Gewässerunterhaltung

Neben der Ableitung von Situationstypen wird die aktuelle Gewässerunterhaltung zur Beurteilung, ob und in welchen Gewässerabschnitt Anpassungen stattfinden können, herangezogen.

Folgende Gewässerunterhaltung wird gegenwärtig regelmäßig durch den WBV „Schwerin und Obere Sude“ durchgeführt (siehe auch Kap.3.13):

- maschinelle Sohlkrautung mit Mähkorb
- Krautung von Hand
- Grundräumung

Zur Vereinheitlichung und Vereinfachung wurden für die Anpassung der regelmäßigen Gewässerunterhaltung die in Tabelle 7-7 dargestellten Maßnahmen-Klassen festgelegt. Dazu wurde folgende Festlegungen zur einfachen Ausweisung von Gewässerabschnitten mit einheitlichen Eigenschaften hinsichtlich potenzieller Anpassung der Gewässerunterhaltung getroffen:

- Maßnahmenaufstellung erfolgt anhand des Schutzstatus der benachbarten Flächen entlang des Gewässers in Analogie zu den Wiederkehrintervalle für Bemessungshochwasser – Verwendung des jeweils höchsten Schutzstatus („worst-case“ - sofern mehrere Nutzflächen im Umfeld vorliegend)
- Es erfolgt keine hydraulische Modellierung der Auswirkung der angepassten Gewässerunterhaltung auf einen im Gewässerverlauf oberhalb liegenden Fließgewässerabschnitt (kein iterativer Prozess möglich)
- Die vorhandenen Bauwerke werden nicht als einzelne Gewässerabschnitte ausgewiesen

Für die Querbauwerke, die nach Umsetzung der wasserbaulichen Maßnahmen (**PLAN I-Zustand**) erhalten bleiben, sind grundlegend die in Tabelle 7-8 angegebenen Gewässerunterhaltungsmaßnahmen von Relevanz.

Die Maßnahmenempfehlung für die Anpassung der Gewässerunterhaltung für die einzelnen Gewässerabschnitten sind in Tabelle 7-9 gelistet und in Abbildung 7-6 dargestellt.

Tabelle 7-7: Art der Gewässerunterhaltung (GU) im Gerinne der Sude sowie des Grabens aus Schossin (SK = Sohlkrautung; Maßnahmen-Nr. basierend auf LUNG MV 2016a, 2018)

Maßnahme	Beschreibung
Einstellung der GU	<u>Einstellen der gegenwärtigen GU</u> Beobachtende GU (GE-70) Belassen lokaler Abflusshindernisse (GL-22)
Teilweise Einstellung/Anpassung GU	<u>Anpassung der GU an der Sohle</u> Ufersaum abschnittsweise stehen lassen (GP-13) SK halbseitig / wechselseitig (GP-14) SK abschnittsweise (GP-15) SK Stromstrich (GP-16) SK Ufersaum stehen lassen (GP-17) Beobachtende GU (GE-70) Belassen lokaler Abflusshindernisse (GL-22)
Keine Änderung GU	<u>Beibehaltung GU wie aktuell</u> Sohlkrautung (GP-11) Partielle Grundräumung (GP-33) Beseitigung lokaler Abflusshindernisse (GL-21)

Tabelle 7-8: Art der Gewässerunterhaltung an Bauwerken der Sude sowie am Graben aus Schossin (GU= Gewässerunterhaltung; SK = Sohlkrautung; Maßnahmen-Nr. basierend auf LUNG MV 2016a, 2018)

Maßnahme	Beschreibung
Durchlass	Beobachtende GU (GE-70) Beseitigung lokaler Abflusshindernisse (GL-21)
Rohrleitung	Beobachtende GU (GE-70) Beseitigung lokaler Abflusshindernisse (GL-21)
Brücke	Beobachtende GU (GE-70) Ggf. Beseitigung lokaler Abflusshindernisse (GL-21)
Stau, Wehr	Beobachtende GU (GE-70) Beseitigung lokaler Abflusshindernisse (GL-21)
Sohlgleite, Sohlschwelle, Rampe	Beobachtende GU (GE-70) Belassen lokaler Abflusshindernisse (GL-22)

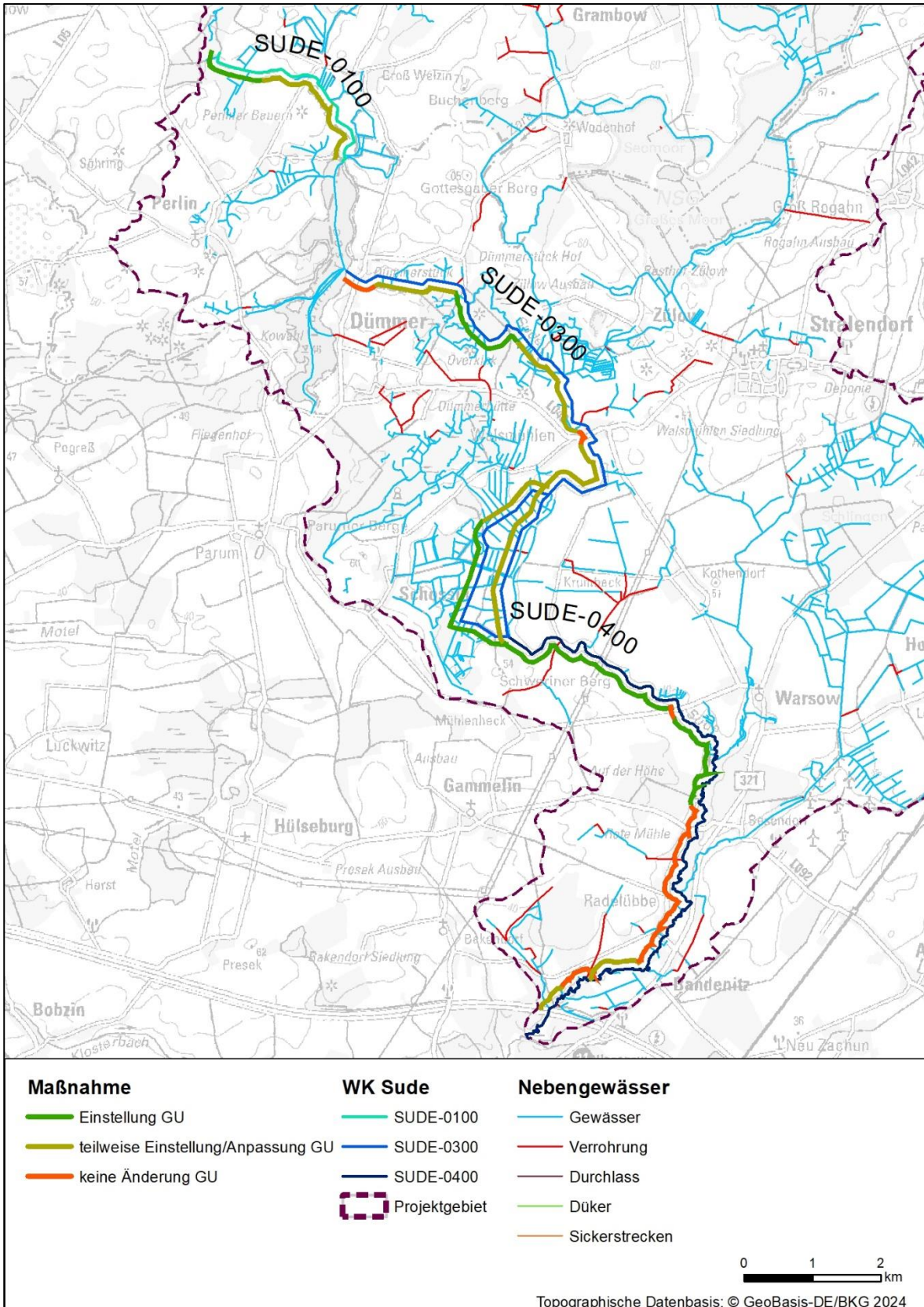


Abbildung 7-6: Gewässerunterhaltung (GU) im **PLAN I-Zustand** an der Sude sowie am Graben aus Schossin

Tabelle 7-9: Situationstyp und Maßnahmen der Gewässerentwicklung und Pflege entsprechend der Gewässerabschnitte mit Stationierung für die Sude und den Graben aus Schossin; Markierung der Zeilen: rosa = Siedlungslagen; (GU-Gewässerunterhaltung, GWFA = Grundwasserflurabstand, gw.-abhängige LöF = grundwasserabhängige Landökosysteme, AU = Ausuferung)

Gewässer	Aktuelle Gewässerunterhaltung	Gewässerabschnitt	Abschnittsbeschreibung	Ausprägung Umland	Station von	Station bis	Länge	Situationstyp	Maßnahme	Bemerkungen zur Festlegung GU bezogen auf Situationstyp
Wasserkörper SUDE-0100										
Sude	maschinelle Sohlkrautung	1	Ende WK am Wald am Schwarzen Moor bis südlicher Rand Wald	Wald- und teilweise einseitig Ackerflächen	85+379	86+192	813	2C	Einstellung GU	großer GWFA; gw.-abhängige LöF auf umliegenden Waldflächen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	2	südlicher Rand Wald am Schwarzen Moor bis Straße bei Groß Welzin	beidseitig Ackerflächen	84+685	85+397	712	2C	teilweise Einstellung/Anpassung GU	großer GWFA; gw.-abhängige LöF auch auf umliegenden Nutzflächen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	3	Straße bei Groß Welzin bis Einlauf in Dümmer See	beidseitig vereinzelt Ackerflächen, teilweise Waldflächen sowie Grünlandflächen	83+000	84+685	168 5	2B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	teilweise mittlerer GWFA (partiell Klasse "frisch") und AU ab HQ2; gw.-abhängige LöF
Wasserkörper SUDE-0300										
Sude	maschinelle Sohlkrautung	4	Auslauf Dümmer See bis östlicher Rand Ortslage Dümmerstück	Siedlungsflächen	80+930	81+317	387	1C	keine Änderung GU	großer GWFA; gw-abhängige LöF (u.a. entlang See)
Sude	maschinelle Sohlkrautung	5	östlicher Rand Siedlungsbebauung Dümmerstück bis westlicher Rand Wald "Schleusenholz"	beidseitig Ackerflächen sowie Streifen Grünlandflächen	80+103	80+930	827	2B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	mittelgroßer GWFA (wenige Flächen mit Klasse "feucht") sowie AU ab HQ100; gw.-abhängige LöF auch auf Nutzflächen

Gewässer	Aktuelle Gewässerunterhaltung	Gewässerabschnitt	Abschnittsbeschreibung	Ausprägung Umland	Station von	Station bis	Länge	Situationstyp	Maßnahme	Bemerkungen zur Festlegung GU bezogen auf Situationstyp
Sude	maschinelle Sohlkrautung	6	westlicher Rand Wald "Schleusenholz" bis nördlicher Rand Wald "Schleusenholz"	Ackerflächen, Grünlandflächen in Niederung, Waldflächen im Umland	79+530	80+103	573	2C	teilweise Einstellung/Anpassung GU	großer GWFA; gw.-abhängige LöF auf den Grünlandflächen
Sude	Handkrautung	7	Wald "Schleusenholz"	Waldflächen	77+940	79+530	159 0	4C	Einstellung GU	vereinzelt geringer GWFA (Klasse "nass"), Waldflächen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	8	Wald "Schleusenholz" bis Zufluss Ottergraben	Grünlandflächen	77+101	77+940	839	3B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	teilweise geringer GWFA (Klasse "sehr feucht") sowie AU bei HQ5; teilweise gw.-abhängige LöF auf Nutzflächen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	9	Zufluss Ottergraben bis Ortslage Wahlsmühlen	beidseitig Ackerflächen, schmaler Streifen Grünlandfläche entlang Sude	76+271	77+101	830	2C	teilweise Einstellung/Anpassung GU	teilweise geringer GWFA (Klasse "sehr feucht") sowie AU bei HQ5 in der Grünlandniederung mit gw.-abhängige LöF
Sude	Handkrautung	10	Ortslage Wahlsmühlen	Siedlungsflächen	75+767	76+271	504	1C	keine Änderung GU	großer GWFA; Siedlungsbebauung
Sude	maschinelle Sohlkrautung	11	südlicher Rand Ortslage Wahlsmühlen bis Ableitung Graben aus Schossin	Acker- und partiell Grünlandflächen	74+080	75+767	168 7	2B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	vereinzelt geringer GWFA (Klasse "sehr feucht") sowie AU bei HQ2 im Bereich der Grünlandflächen; teilweise gw.-abhängige LöF, auch auf umliegenden Nutzflächen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	12	Ableitung Graben aus Schossin bis Zulauf Graben aus Schossin	Grünland- und partiell Ackerflächen	71+801	74+080	227 9	2B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	mittlerer GWFA (Klasse "feucht") in der Niederung und mit AU bei HQ5; gw.-abhängige LöF auf umliegenden Nutzflächen

Gewässer	Aktuelle Gewässerunterhaltung	Gewässerabschnitt	Abschnittbeschreibung	Ausprägung Umland	Station von	Station bis	Länge	Situationstyp	Maßnahme	Bemerkungen zur Festlegung GU bezogen auf Situationstyp
Bach aus Schossin	maschinelle Sohlkrautung	12.1	Ableitung aus Sude bis rechtsseitiger Waldstreifen	Acker- und Grünlandflächen	2+225	3+325	1100	2B	teilweise Einstellung/Anpassung GU	mittlerer GWFA (wenige Flächenanteile Klasse "frisch") auf den Ackerflächen und mit AU bei HQ5; gw.-abhängige LöF auch auf umliegenden Nutzflächen;
Bach aus Schossin	maschinelle Sohlkrautung	12.2	echtsseitiger Waldstreifen bis Waldareal an 90° Kurve	Grünlandflächen	0+758	2+225	1467	3B	Einstellung GU	mittlerer GWFA (Klasse "frisch") und mit AU bei HQ5; gw.-abhängige LöF in Niederung
Bach aus Schossin	maschinelle Sohlkrautung	12.3	Waldareal an 90° Kurve bis Zufluss in Sude	Grünland- und Ackerflächen	0	0+758	758	2C	Einstellung GU	großer GWFA auf den Ackerflächen; keine AU durch Bach; gw.-abhängige LöF auf Nutzflächen
Wasserkörper SUDE-0400										
Sude	Handkrautung	13	Zufluss Graben aus Schossin bis südlich Einzelbebauungen Krumbek	Ackerflächen, Grünlandflächen im schmalen Streifen entlang Sude	70+858	71+801	943	2C	Einstellung GU	großer GWFA; keine AU; gw.-abhängige LöF schmaler Streifen
Sude	maschinelle Sohlkrautung	14	südlich Einzelbebauungen Krumbek bis nördlicher Rand Ortslage Mühlenbeker Bauern	Grünlandflächen in der Niederung, Ackerflächen sowie Waldflächen im Umland	68+540	70+858	2318	2C	Einstellung GU	großer GWFA; AU bei HQ2 in Niederung; gw.-abhängige LöF schmaler Streifen
Sude	Handkrautung	15	Ortslage Mühlenbeker Bauern / Sudenmühle an der K62	Siedlungsflächen	68+307	68+540	233	1B	keine Änderung GU	mittelgroßer GWFA (wenige Flächen mit Klasse "feucht"); AU ab HQ100 in Niederung; teilweise gw.-abhängige LöF

Gewässer	Aktuelle Gewässerunterhaltung	Gewässerabschnitt	Abschnittbeschreibung	Ausprägung Umland	Station von	Station bis	Länge	Situationstyp	Maßnahme	Bemerkungen zur Festlegung GU bezogen auf Situationstyp
Sude	Handkrautung	16	südlicher Rand Sudenmühle bis nördlicher Rand großes Waldareal zwischen Sandkrug und Warsow	Wald- und Röhrichtflächen in der Niederung, Ackerflächen im weiteren Umland	66+800	68+307	150 7	2C	Einstellung GU	großer GWFA und gw.-abhängige LöF; AU HQ2 in Niederung
Sude	Handkrautung	17	größeres Waldareal südlich Warsow	Waldflächen	66+208	66+800	592	4B	Einstellung GU	mittlerer GWFA (Klasse "feucht") mit AU bei HQ2; gw.-abhängige LöF
Sude	Handkrautung	18	nördlicher Rand Ortslage Sandkrug bis südlicher Rand beidseitiger Siedlungsbebauung	Siedlungsflächen im Umfeld, in der Niederung Waldflächen	65+545	66+208	663	1C	keine Änderung GU	großer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich des Waldes in der Niederung; gw.-abhängige LöF in der Niederung und darüber hinaus
Sude	Handkrautung	19	Ortslage Rote Mühle von südlichen Rand beidseitiger Siedlungsbebauung bis südlicher Rand linksseitiger Wald (Wasserstraße) Ortslage Radelübbe	Siedlungsflächen im einseitigen Umfeld, in Niederung sowie einseitig Waldflächen	63+881	65+645	176 4	1B	keine Änderung GU	teilweise mittlerer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich des Waldes in der Niederung; Umland einseitig Siedlungsflächen; gw.-abhängige LöF in der Niederung und darüber hinaus
Sude	Handkrautung	20	Ortslage Radelübbe von südlicher Rand linksseitiger Wald (Wasserstraße) bis Querung Ringstraße	Siedlungsflächen, Grünlandflächen, Waldflächen schmaler Streifen	63+301	63+881	580	1C	keine Änderung GU	teilweise großer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich des Waldes in der Niederung; Umland einseitig Siedlungsflächen; gw.-abhängige LöF in der Niederung und darüber hinaus
Sude	Handkrautung	21	Ortslage Radelübbe von Querung Ringstraße bis südlicher	Siedlungsflächen, Grünlandflächen	62+452	63+301	849	1C	keine Änderung GU	teilweise großer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich des Waldes in der Niederung; Umland einseitig Siedlungsflächen; gw.-

Gewässer	Aktuelle Gewässerunterhaltung	Gewässerabschnitt	Abschnittbeschreibung	Ausprägung Umland	Station von	Station bis	Länge	Situationstyp	Maßnahme	Bemerkungen zur Festlegung GU bezogen auf Situationstyp
			Rand Kleingarten-Anlage An Ortslage Bandenitz							abhängige LöF in der Niederung und darüber hinaus
Sude	Handkrau-tung	22	Ortslage Bandenitz von südlicher Rand Kleingartenanlage bis östlicher Rand großflächiger Waldbereich an der BAB24	Waldflächen in der Niederung, Grünlandflächen sowie Ackerflächen im Umfeld	61+752	62+452	700	2C	teilweise Einstellung/Anpassung GU	großer GWFA; AU bei HQ2 in der Niederung; gw.-abhängige LöF in Niederung
Sude	Handkrau-tung	23	östlicher Rand großflächiger Waldbereich an der BAB24 bis schmaler Waldbereich nördlich der BAB24	Waldflächen, vereinzelt Acker- sowie Grünlandflächen im weiteren Umfeld	61+015	61+752	737	2C	keine Änderung GU	großer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich Wald; gw.-abhängige LöF in der Niederung; in Niederung bereits Ausprägung von offenen Wasserflächen
Sude	Handkrau-tung	24	schmaler Waldbereich nördlich der BAB24 bis Grenze Projektgebiet an der BAB24	Waldflächen, teilweise Grünlandflächen im Umland	60+487	61+015	528	3C	teilweise Einstellung/Anpassung GU	großer GWFA; AU bei HQ2 im Bereich Wald; gw.-abhängige LöF in der Niederung und darüber hinaus

7.6 Wasserbauliche Maßnahmen zur Entwicklung resilienter Gewässer

Durch verschiedene wasserbauliche Maßnahmen können das Abflussgeschehen beeinflusst und Wasserrückhalt im Gewässer begünstigt werden. Dazu zählen Maßnahmen wie:

- Laufverlängerung
- Öffnung verrohrter Fließgewässerabschnitte
- Sohlanhebung
- Anpassung des Gewässerprofils

Wie bereits im vorherigen Kapitel ausgeführt, kann durch eine möglichst naturnahe Gestaltung eines Fließgewässers die Resilienz gegenüber hydrologischen und hydraulischen Veränderungen erhöht werden.

Bereits im Rahmen der im Zwischenbericht vorgestellten MBS (BIOTA 2022) sind in Abstimmung mit dem WBV und dem Fördermittelgeber entsprechende Renaturierungsmaßnahmen geplant und in den vorherigen Kapiteln ausführlich dargestellt worden.

- SUDE-0300_M16, Neutrassierung, Laufverlängerung, Sohlanpassung
- SUDE-0300_M01 Renaturierung, Neutrassierung/Neuprofilierung
- SUDE-0400_M002 Anbindung Biotope – Primäraue

Hierbei sind die hydraulischen Spielräume hinsichtlich der angestrebten Wasserspiegelneutralität ausgeschöpft worden. Um den im Lauf der Oberen Sude vorgesehenen Maßnahmen zur Erreichung der ökologischen Durchgängigkeit nicht entgegenzuwirken, werden im Folgenden hauptsächlich Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Einzugsgebiet und den Zuflüssen zur Sude dargestellt.

Durch Anpassungen im Gewässerprofil kann bei geringen Abflüssen eine Mindestwassertiefe bzw. ökologischer Mindestabfluss gewährleistet werden. Hierzu ist der erforderliche ökologische Mindestabfluss jedoch zunächst zu ermitteln und ein integriertes Wassermanagementsystem zu entwickeln.

Eine Zielstellung für die Konzeptstudie Dümmer See war die Etablierung einer intelligenten Wehrsteuerung am Auslass des Dümmer See. Im Rahmen der MBS wurde der Bau einer Stützschwelle mit nachfolgender Sohlgleite vorgeschlagen. Im Rahmen der Konzeptstudie Dümmer See wurden weitere Varianten eines Auslaufbauwerkes entwickelt und hinsichtlich seiner Wirksamkeit hinsichtlich folgender Ziele bewertet.

- Ziel 1:** Aufgrund des schlechten Zustandes des vorhandenen Bauwerkes soll eine Neugestaltung des Seeauslaufes geplant und umgesetzt werden.
- Ziel 2:** Die Wasserstände des Dümmer Sees sollen auf dem derzeitigen Zustand (MW 45,6 m NHN) gehalten und Wasserstandschwankungen im See sollen nicht weiter erhöht oder besser reduziert werden.
- Ziel 3:** Ein Mindestabfluss der Sude direkt unterhalb des Sees soll weitestgehend ermöglicht werden.
- Ziel 4:** Die ökologische Durchgängigkeit soll nur bei ausreichender Wasserverfügbarkeit im Herbst und Frühjahr hergestellt werden. In abflussarmen Jahren mit unterdurchschnittlichen Abflüssen kann keine ökologische Durchgängigkeit gewährleistet werden.
- Ziel 5:** Der Aufwand für eine manuelle Steuerung des Auslassbauwerkes sollte niedrig gehalten werden, da dem für die Steuerung verantwortlichen Wasser- und Bodenverband nur geringe personelle Ressourcen zur Verfügung stehen.
- Ziel 6:** Die Höhe der Neubaukosten sollte in einem ausgeglichenen Verhältnis zur wasserwirtschaftlichen Bedeutung des Bauwerkes stehen.

Die Trendanalysen zu den Wasserständen im Dümmer See und Abflüssen in der Oberen Sude zeigen, dass der Rückhalt im See gegenwärtig stabilisierend auf die Abflüsse in der Sude wirkt. Auf Basis der gegenwärtigen Entwicklung sowie der erwarteten klimatischen Veränderungen ist jedoch davon auszugehen, dass bei einer Stabilisierung der Seewasserstände ein Mindestabfluss in die Sude bei sommerlichen Niedrigwasserständen nicht gewährleistet werden kann.

Dies verstärkt die Notwendigkeit der Wasserspeicherung und verzögerten Wasserzufuhr zur Oberen Sude aus dem unterhalb des Sees gelegenen Einzugsgebiet, um einen Mindestabfluss in der Sude zu ermöglichen.

7.7 Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Einzugsgebiet (AP2-16)

7.7.1 Grundsätzliches

Um Eingriffe in den Hauptstrom der Oberen Sude zu minimieren und eine naturnahe Entwicklung des Gewässers unter Berücksichtigung der Landnutzung sowie der ökologischen Durchgängigkeit zu ermöglichen werden im Folgenden Maßnahmen entwickelt, die den Landschaftswasserhaushalt verbessern und vor Allem den Wasserrückhalt in der Landschaft stärken. Durch Maßnahmen wie

- Verminderung der Bodenentwässerung,
- Grundwasseranreicherung/Versickerung,
- Verminderung der Versiegelung,
- Reduzierung Wasserentnahmen und
- Wiedervernässung von Feuchtgebieten/Moorflächen durch Stauhaltung

wird ein schneller oberflächlicher Direktabfluss des Niederschlagswasser vermindert und die Wasserhaushaltskomponenten Verdunstung und Grundwasserneubildung begünstigt. Zwischen den verschiedenen Maßnahmenoptionen gibt es vielfältige Synergieeffekte.

Eine Verminderung der Bodenentwässerung kann durch einen Rückbau oder Verschluss von Dränagesystemen oder Entwässerungsgräben zur Entwässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen erreicht werden. Auch durch Anhebung der Wasserstände im Fließgewässer/Vorfluter, kann ein Rückstau in die Dränage bewirkt und ein schnelles Abfließen des Niederschlagswassers verhindert sowie die Grundwasserneubildung begünstigt werden. Durch Reduktion der Abflussmengen über Dränagen könnten zudem die z.T. massiven landwirtschaftlichen Nährstoffeinträge reduziert und so auch in stofflicher Hinsicht eine deutliche Verbesserung der Gewässerqualität erzielt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Verzögerung der Dränageabflüssen ist die Errichtung von Dränenteichen. In künstlichen Feuchtgebieten kann der Dränageabfluss verzögert und die Nährstofflast reduziert werden. Einzelmaßnahmen sind erfahrungsgemäß nur kleinräumig für spezifische Dränagesysteme möglich (z.B. Dräneteich Jürgenshagen (STEIDL, J. & KALETTKA, T. 2015), Feuchtgebiet Neukloster (BIOTA 2021)) und erfordern einen umfangreichen Planungsaufwand. Die Betroffenheit landwirtschaftlicher Nutzflächen lässt sich nicht ausschließen und ist in der Planung zu berücksichtigen.

Im schwach besiedelten EZG der Oberen Sude spielt Flächenversiegelung sowie Siedlungsentwässerung eine untergeordnete Rolle (vgl. Abbildung 4-6). Dennoch sollten bei der Neugestaltung von Entwässerungssystemen bebauter Gebiete grundsätzlich Maßnahmen zum Wasserrückhalt und zur Versickerung bevorzugt werden.

Im Einzugsgebiet der Oberen Sude sind gemäß Wasserbuch MV keine signifikanten Wasserentnahmen aus dem Grundwasser bekannt. Bei der Genehmigung von zukünftigen Wasserentnahmen sind die möglichen Auswirkungen auf den Landschaftswasserhaushalt und das Abflussgeschehen in den Oberflächengewässern zu berücksichtigen.

Die Anpassung der Stauziele bereits vorhandener Kulturstau, sowie die Errichtung weiterer Stauanlagen in den Vorflutern ist eine wirkungsvolle und kurzfristig umsetzbare Maßnahme, um Wasser in der Landschaft zurückzuhalten. Hierdurch werden zumeist entwässerte Moorböden wieder vernässt wodurch zudem die Emission von Treibhausgasen aus den degradierten Moorböden reduziert wird. Die Überprüfung und ggf. Anpassung von Kulturstauen im Einzugsgebiet ist eine wesentliche Zielstellung der vorliegenden Studie und wird in den folgenden Kapiteln ausführlich dargestellt.

7.7.2 Methode

In Abbildung 7-7 ist die Vorgehensweise zur Ermittlung geeigneter Staustandorte und Ableitung des Wasserspeichervolumens sowie des THG-Einsparpotenzials schematisch dargestellt.

Als Grundlage der Modellierungen wurden das digitale Geländemodell (Rastergröße 1x1m) sowie eigene Vermessungsdaten genutzt. Neben den im Einzugsgebiet vorhandenen Kulturstauen wurden weitere potenzielle Staustandorte anhand von Geodaten festgelegt und eingemessen. Die Prüfung der grundsätzlichen Eignung erfolgte vor allem hinsichtlich der zu erwartenden Wirksamkeit sowie der gegebenen Gewässerbedingungen für den Stau einbau. Auf Basis dessen wurden 30 geeignete Staustandorte ausgewählt. Für diese wurden die Grundwasserflurabstände im **IST-Zustand** (vor Stauanpassung oder -errichtung, vgl. Abbildung 7-8) sowie im **PLAN III -Zustand** modelliert (vgl. Abbildung 7-9, weitere Modellierungen befinden sich in der Anlage H). Im Rahmen der Vermessung wurden die Wasserstände im **IST-Zustand** am Stichtag aufgenommen und auf Basis dessen gemäß der in Kapitel 5.5 und Abbildung 5-3 der GWFA abgeleitet.

Um die modellierten GWFA zu validieren und langfristige Wasserverhältnisse in den betreffenden Flächen abzubilden, wurden stichprobenartig Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Hierbei wurden in einer 3 m x 3 m großen Fläche alle vorkommenden Pflanzenarten aufgenommen und anhand dieser eine Wasserstufe bestimmt. Mit Hilfe des von KOSKA (2001) weiterentwickelten Grünlandwasserstufenmodell werden Pflanzen, die in denselben Feuchtigkeitsbereichen vorkommen in Gruppen eingeteilt. Dabei wird unterschieden, ob es sich bei den betrachteten Flächen um genutzte oder ungenutzte Standorte handelt. Da es sich bei den untersuchten Flächen vorwiegend um extensiv bewirtschaftete Flächen handelt, wurden die Wasserstufen gemäß SUCCOW & JOOSTEN (2001) für genutzte Standorte ermittelt. Bei einer unklaren Zuordnung wurde eine zusätzliche Zuordnung für ungenutzte Standorte verwendet, da in dieser weitere Arten aufgeführt sind, die eine eindeutigere Zuordnung der Wasserstufen ermöglichen.

Der Ansatz der Wasserstufen wird auch in den Modellierungen eingesetzt um die Grundwasserflurabstände gruppiert auf der Fläche darzustellen (Tabelle 5-14). Die modellierten Wasserstufen werden mit den vorher über die Vegetationserfassung ermittelten Wasserstufen abgeglichen und plausibilisiert.

Bei der Ermittlung des THG-Einsparpotenzials wird der Wechsel der Wasserstufe betrachtet. Jeder Wasserstufe werden dabei Emissionen zugeordnet, die auf dem Treibhausgas-Emissions-Standort-Typ (GEST) -Verfahren basieren. Auf Grundlage der Landnutzung, der hydrologischer Situation und der vorliegenden Vegetationsform können Moorstandorte einem GEST zugeordnet werden. Jedem GEST sind Emissionswerte als Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO₂eq) zugeordnet, die aus einer Vielzahl von Emissionsmessungen aus Mooren in den gemäßigten Bereichen Europas stammen (COUWENBERG et al. 2008, Tabelle 7-10). Durch einen Wechsel in der Wasserstufe ergibt sich eine Reduzierung der THG-Emissionen von den entwässerten Moorböden (MEHL & HOFFMANN 2022). In der folgenden Bilanzierung wurden die Flächen mit den Wasserstufen 2- bis 5+ betrachtet (Tabelle 7-10). Wasserständen über 20 cm über Flur wurden keine Emissionszahlen zugeordnet. Bei großflächigem starken Überstau bis 1,2 m über Flur (Wasserstufe 6+) werden Messungen von FRANZ et al. (2016) mit einbezogen, welche Emissionen von 16.6 t ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt haben.

Die Berechnung der rückhaltbaren Wassermengen sowie der Treibhausgasemissionen (THG) auf Moorflächen beruhen auf der Differenz zwischen Grundwasserflurabständen im **IST-** und **PLAN I-Zustand**. Daraus ergibt sich, um welche Höhe der Wasserstand in der Fläche angestiegen ist. Für die Ermittlung der Wassermengen kann somit über die mittlere Wasserstandsänderung in Kombination mit Informationen zur Bodenart und dessen Porenvolumens der mögliche Wasserrückhalt geschätzt werden. Zur Berechnung wurden hierfür die mittleren Porenvolumen der Bodenartgruppe genutzt, da keine Informationen zur Lagerungsdichte vorliegen, die eine Wirkung auf die Porenzwischenräume hat (BLUME et al. 2010).

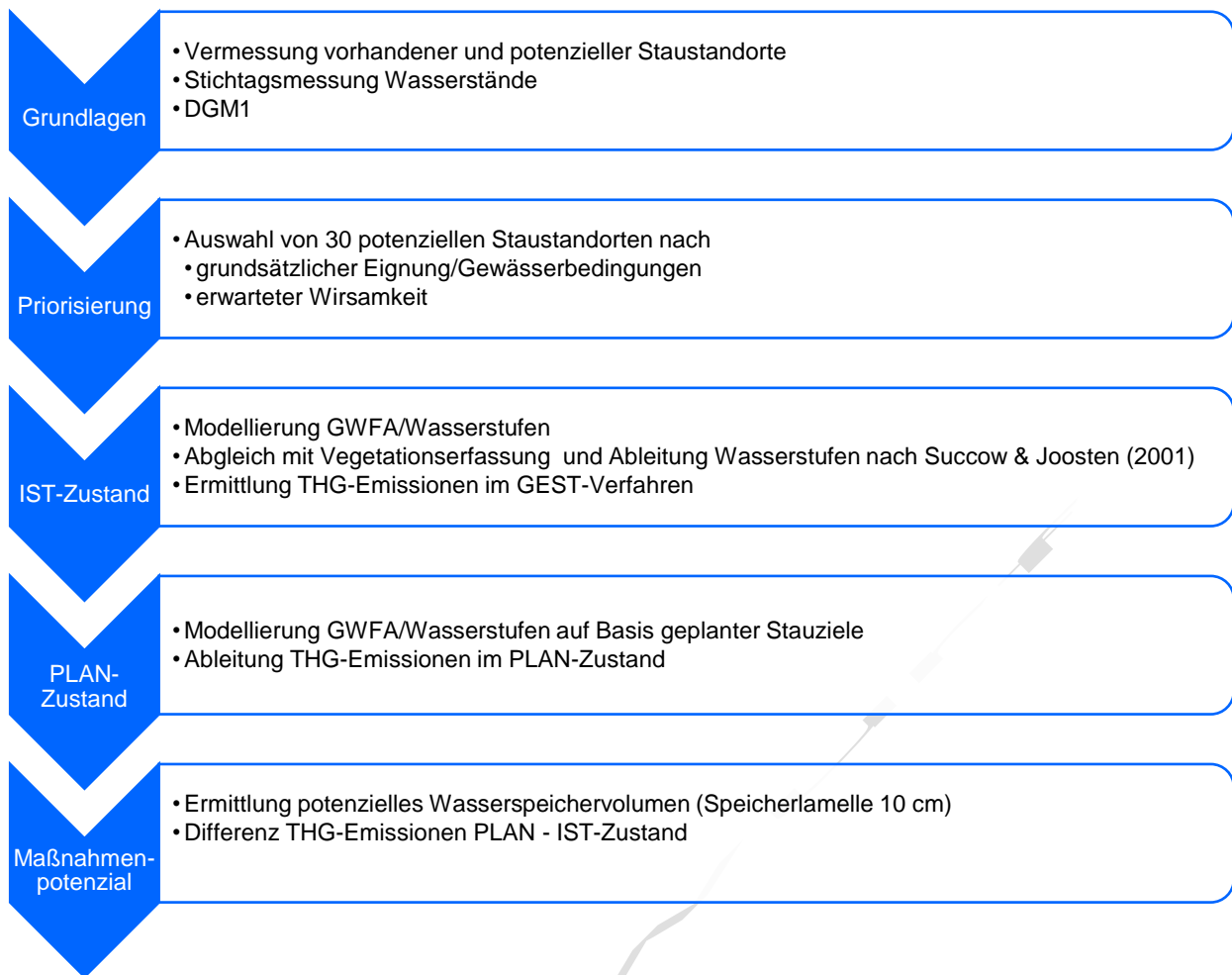


Abbildung 7-7: Schematische Vorgehensweise zur Ableitung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Einzugsgebiet

Tabelle 7-10: Grünlandwasserstufen mit zugeordneten Emissionen (nach MEHL & HOFFMANN 2022)

Grünlandwasserstufe (SUCCOW & JOOSTEN 2001)	Feuchtezahl (ELLENBERG ET AL. 2001)	Grundwasserflurabstand in m unter Gelände	Feuchtezustand	Nutzbarkeit (in Anlehnung an SUCCOW & JOOSTEN 2001)	Nutzung	CO ₂ -eq. t ha ⁻¹ a ⁻¹
5+	9–12	0...-0,2	sehr nass, Überstau	Wasserfläche, Moorbewuchs	Schilf/Typha	5,5
4+	7–10	> 0...0,2	nass	Moorerhalt	Nasswiese	7,5
3+	8–9	> 0,2...0,45	sehr feucht	Extensiv nutzbares Grünland	Nasswiese	15
2+	6–7	> 0,45...0,8	frisch	intensiv nutzbare Wiesen und Weiden, für Ackerbau nur bedingt geeignet	Grünland	24
2-	4–6	> 0,8	mäßig trocken	für Ackerbau, Wiesen und Weiden gut geeignet	Grünland	31

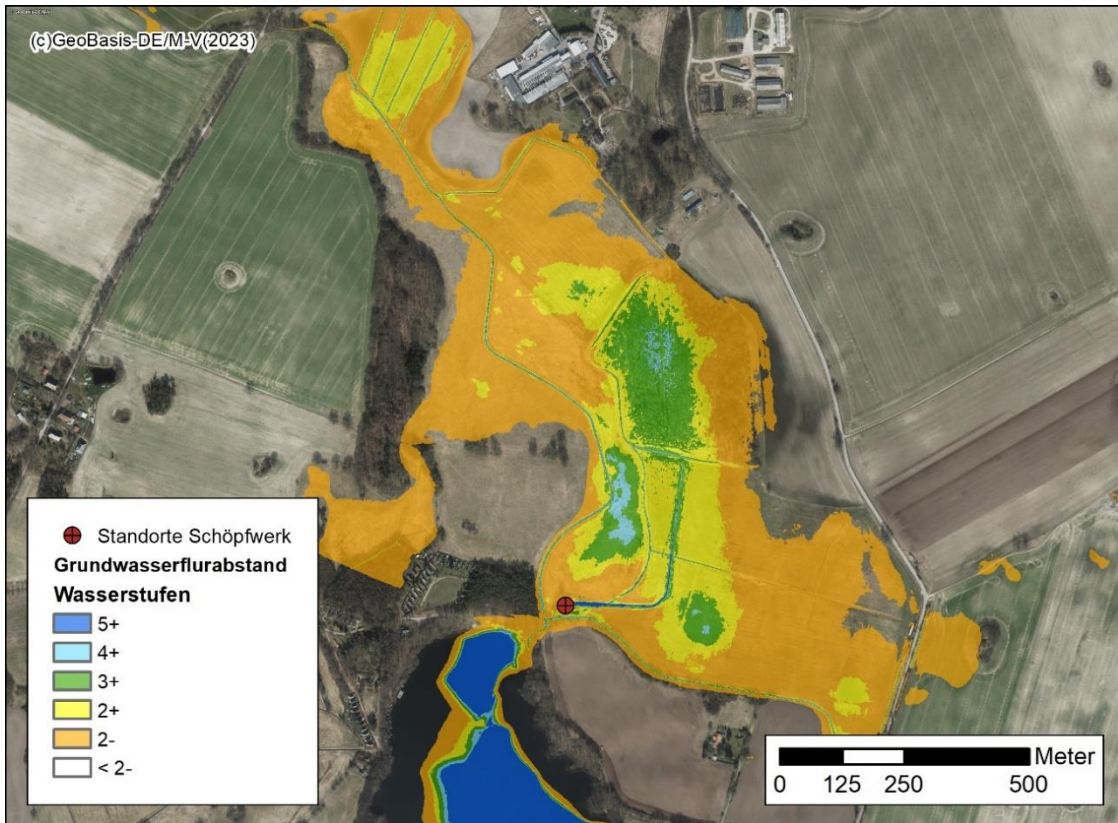


Abbildung 7-8: **IST-Zustand** der Grundwasserflurabstände (GWFA) Polder Welzin, Darstellung der GWFA als Wasserstufen

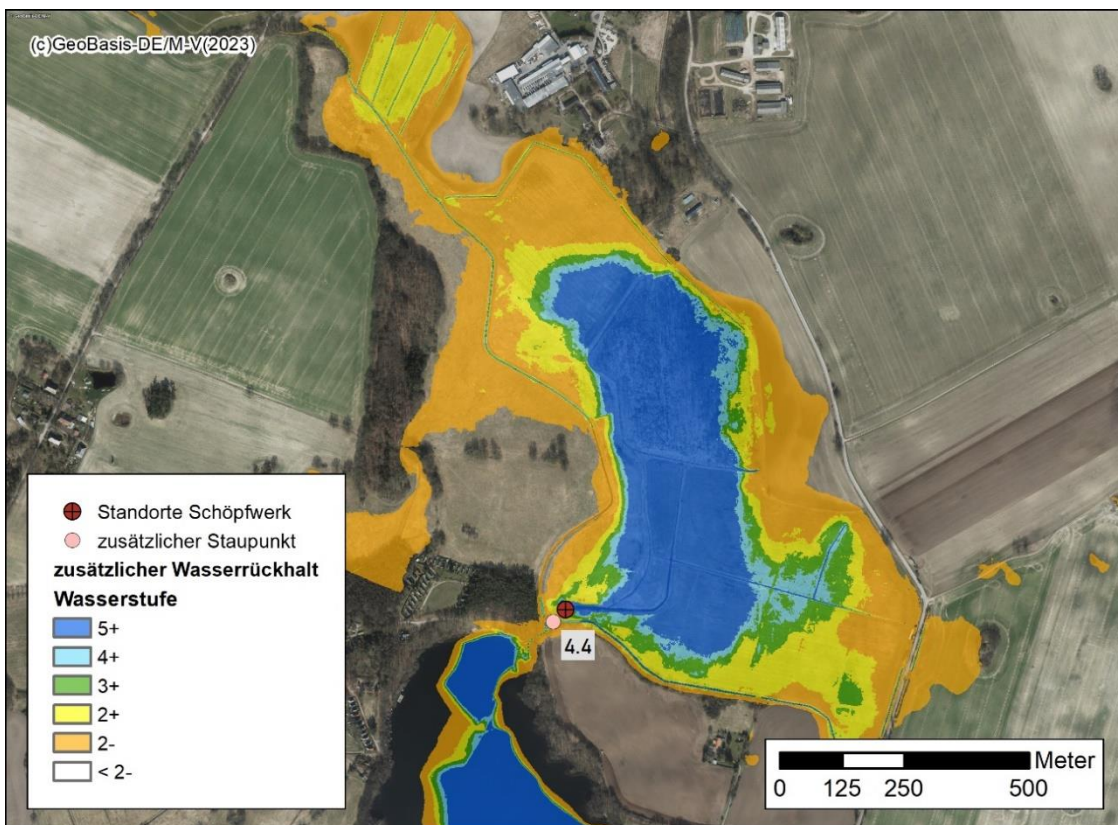


Abbildung 7-9: **PLAN II-Zustand** der Grundwasserflurabstände (GWFA) Polder Welzin, Darstellung der GWFA als Wasserstufen

7.7.3 Modellierungsüberprüfung der aktuellen Wasserstufen

Insgesamt wurden am 18.09.2023 15 Vegetationsaufnahmen vorgenommen. Die Aufnahmepunkte mit genauen Koordinaten, die Einteilung in die Wasserstufe und alle aufgenommenen Arten sind in der Anlage H-1 dargestellt.

Beispielhaft sind in der Abbildung 7-10 und Abbildung 7-11 die modellierten Wasserstufen im **IST-Zustand** sowie die über die Vegetationserfassung ermittelten Wasserstufen vergleichend dargestellt.

Die über die Vegetationszusammensetzung ermittelten Wasserstufen zeigen eine große Spannweite. Dieses lässt sich durch eine Artenzusammensetzung mit vielen Generalisten und wenig typischen Zeigerpflanzen erklären. Hierdurch ist eine eindeutige Festlegung der Wasserstufe über die Vegetation in vielen Fällen kaum möglich. Die große Spannweite der Vegetationswasserstufen lässt zudem auf wechselfeuchte Standorte schließen. Vegetationsaufnahmen die dicht an Gräben durchgeführt wurden spiegeln tendenziell nassere Zustände wider als die modellierten Wasserstände. Kleinskalige räumliche Schwankungen der Feuchtigkeitsbereiche, wie die Nähe zum Graben, können über das Modell nur schwer abgedeckt werden, da dieses ausschließlich mit Höhendaten des DGM arbeitet.

Generell zeigen sich jedoch zwischen den modellierten und durch die Vegetation ermittelten Wasserstufen keine gravierenden Abweichungen. Die modellierten Wasserstände spiegeln demnach die tatsächlichen Verhältnisse ausreichend genau wider und werden für die überschlägige Ermittlung der THG-Emissionen und den Wasserrückhalt genutzt. Im Zuge einer konkreten Maßnahmenplanung zur Ausführung der Stauwerke sind ggf. die Höhenlagen durch Detailvermessung zu überprüfen und die prognostizierten Wasserstände anzupassen.

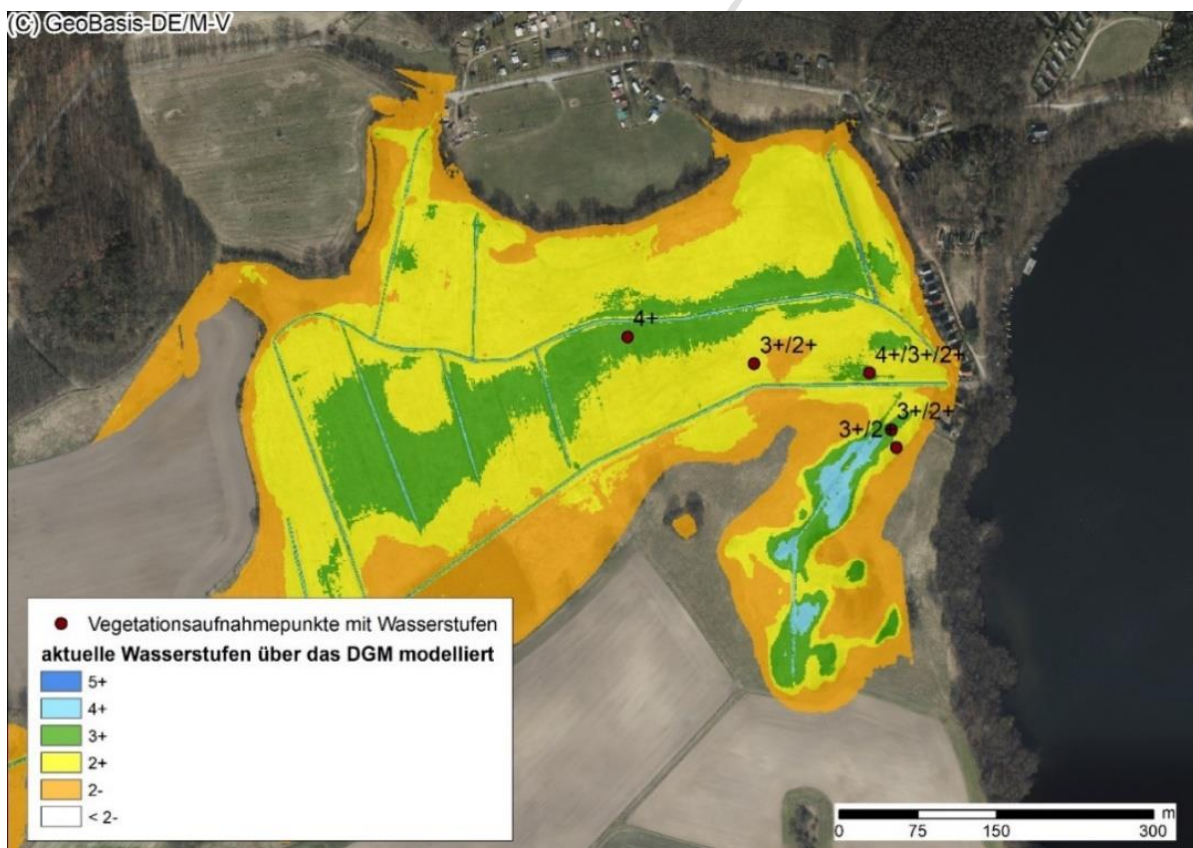


Abbildung 7-10: Darstellung der modellierten (Farbskala) sowie über die Vegetationserfassung ermittelten (Zahlen) Wasserstufen am Beispiel der Flächen Brookmoor

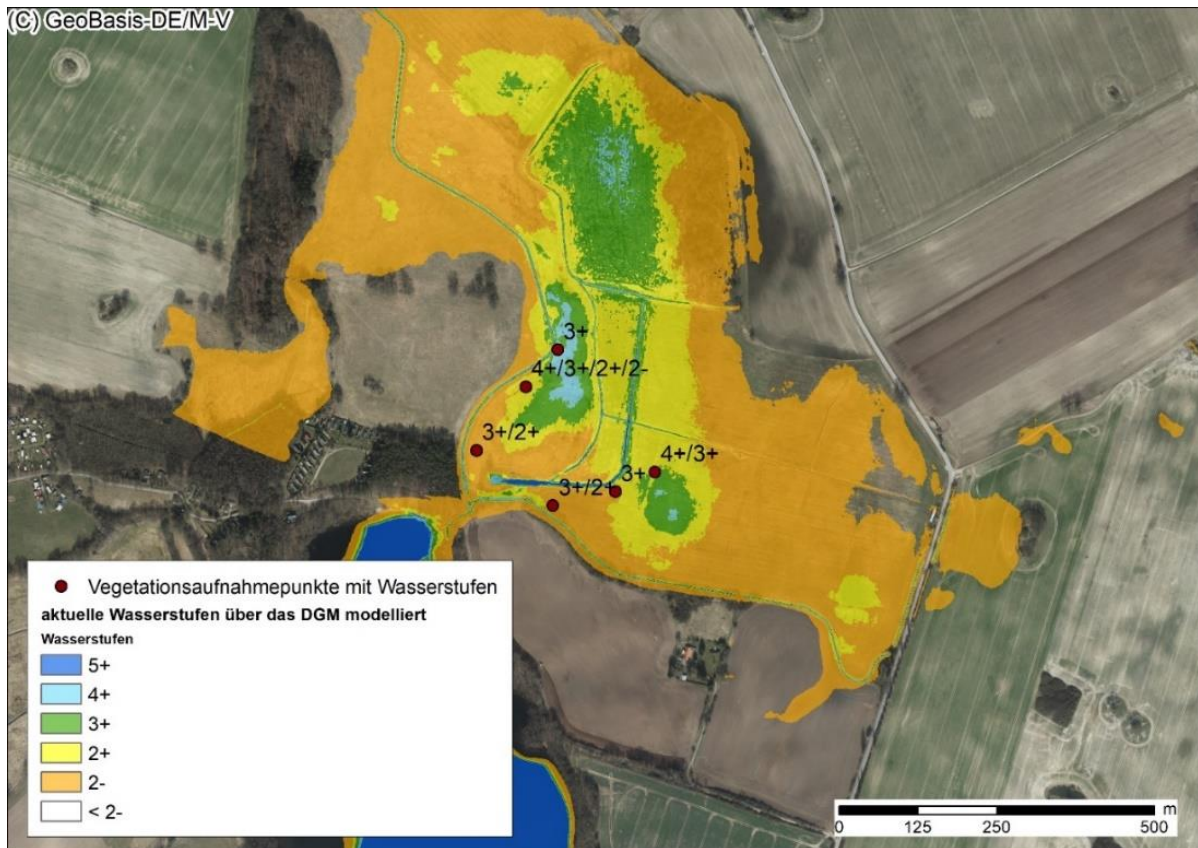


Abbildung 7-11: Darstellung der modellierten (Farbskala) sowie über die Vegetationserfassung ermittelten (Zahlen) Wasserstufen am Beispiel der Flächen des Polder Welzin

7.7.4 Maßnahmen

In acht Teileinzugsgebieten der Sude wurden mögliche zusätzlichen Wasserrückhalteräume identifiziert. Für diese wurden Staupunkte und Stauhöhen als Maßnahme festgelegt (Tabelle 7-11). Dabei wurden die Stauhöhen so gewählt, dass möglichst flächendeckend Wasserstände zu erreichen sind, die aus Moorschutzsicht mindestens als moorerhaltend angesehen werden (Wasserstufe 4+). Um auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen eine weitere Bewirtschaftung zu gewährleisten, wurde hier eine möglichst großräumigen Wasserstandsanhhebung bis auf max. 20-30 cm unter Geländeoberkante angestrebt. Des Weiteren orientieren sich die Stauhöhen der bereits bestehenden Kulturstau an der maximalen Stauhöhe des Bauwerks und der Geländeoberkante des Grabens, an den Positionen der zusätzlichen Staupunkte sowie einem mittleren *IST*-Wasserstand des Einzugsgebiets (aus Vermessungsdaten und DGM).

Mit diesen Annahmen wurden 29 Staustandorte sowie eine Polderfläche als potenzielle Maßnahmenstandorte identifiziert. Staustandorte, bei denen nur eine geringe Anhebung der Wasserstände bzw. Wirksamkeit in der Fläche zu erwarten wäre, wurden ganz aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Dies ist zum Beispiel bei einer starken Steigung des Geländes um den Staupunkt gegeben. Geringere Priorität werden zudem den Teilgebieten zugeordnet, bei denen die Wirkung im Verhältnis zum Aufwand geringer ausfällt und zusätzlich Randpunkte die Umsetzbarkeit erschweren können. Das trifft z.B. verstärkt auf die Teilfläche Brookmoor zu. Hier sind mindestens ein, besser zwei neue Staubauwerke nötig, um einen Wasserrückhalt zu ermöglichen. Zudem muss sichergestellt werden, dass die angrenzende Bungalowsiedlung und die Ortschaft Perlin nicht beeinträchtigt werden.

Die geeigneten Staustandorte liegen vor allem auf Flächen, die nach CORINE Land Cover (EEA 2018) als Wiesen und Weiden genutzt werden. In Randbereichen wird zum Teil auch nicht bewässertes Ackerland mit beeinflusst. Allein das Teilgebiet Dümmerstück ist vollständig als Ackerland verzeichnet. Im Bereich des Grambower Moores werden großflächig Laub- und Mischwälder durch Stau beeinflusst (siehe Anlage H-2).

Neben der Nutzung bereits bestehender Kulturstau mit einer Anpassung der entsprechenden Stauziele, wird die Errichtung weiterer Stauandorte vorgeschlagen. Dafür sollen vorzugsweise Spundwände aus recyceltem Kunststoff im Gewässerquerschnitt eingebaut werden (Abbildung 7-12). Als naturnahes Material bietet sich auch Holz an, hier ist allerdings von einem deutlich höheren Wartungsaufwand und regelmäßigem Ersatzneubau der Bauwerke auszugehen.

Die Oberkante der Spundwände sind ca. 20 cm oberhalb des Stauziels einzubauen. Es ist eine Aussparung in die Spundwände vorzusehen (mittig, auf einer Höhe von 10 cm unterhalb des Stauziels,). Durch eine anschraubbare Platte kann das Stauziel eingestellt werden (Tabelle 7-11). Der Aufbau ermöglicht eine Regulierung der Wasserstände, welche bei Niedrigwasser der Sude genutzt werden können, um das gespeicherte Volumen von den Teilflächen der Sude zuzuführen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Stauhöhe um 10 cm reduziert wird (vgl. Anlage H-3). Hierfür ist ein entsprechendes Bewirtschaftungsregime mit Festlegung der Verantwortlichkeit für Steuerung und Wartung zu erarbeiten und wasserrechtlich anzuordnen. Die jeweiligen Stauzielhöhen können dabei über festgelegte jahreszeitliche Stau- und Absenckziele oder über die Festlegung eines Mindestabflusses in der Sude definiert werden. Endgültige Festlegungen zu Stauhöhen, Bewirtschaftungen und Verantwortlichkeiten sind in den für die Errichtung erforderlichen Wasserrechtsverfahren festzulegen. Eine Auflistung von zu beachtenden Unterhaltungshinweisen liegt der Anlage H-2 bei.

Die Errichtung zusätzlicher Stauanlagen ist ausschließlich in den Zuflüssen zur Sude und nicht im Hauptlauf vorgesehen. Die im Rahmen der MBS geplanten Maßnahmen zur Erhöhung der ökologischen Durchgängigkeit sowie die gemäß LUNG M-V (2024) hinsichtlich der Durchgängigkeit priorisierten Fließgewässerabschnitte werden dadurch nicht beeinträchtigt (

Abbildung 7-14).

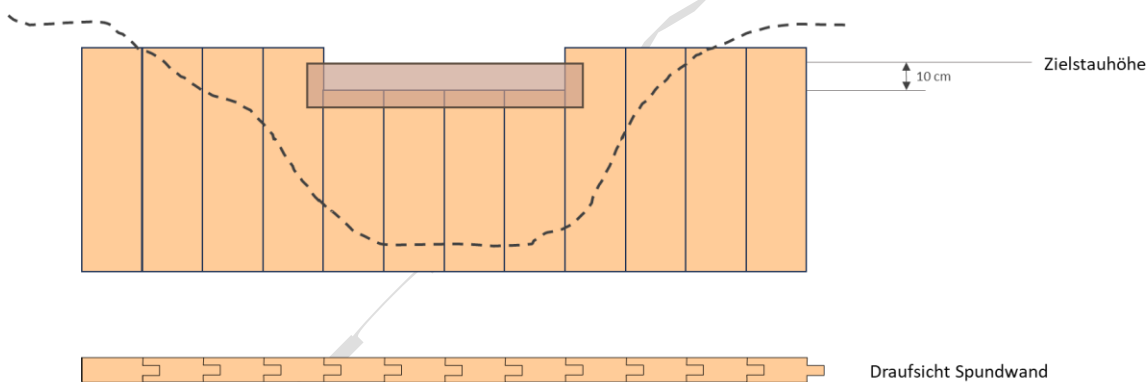


Abbildung 7-12: Beispiel Ausführung Holz- oder Kunststoffspundwand

Tabelle 7-11: Vorgeschlagene Stauziele der einzelnen Staupunkte nach Teilgebiet

Teilgebiet	Bezeichnung Staupunkt	IST-Wasserstand	Zielstauhöhe in m NHN
(1) Brookmoor	4.1	46,6	47,2
	4.2	45,8	46,2
(2) Dümmerstück	2.1	44,5	44,9
	4.6	44,7	45,2
(3) Grambower Moor	3.06	46,0	46,8
	3.07	46,4	47,0
	3.14	46,3	47,0
	3.2	47,2	47,5
	3.4	46,9	47,5
(4) Großes Bruch	3.17	42,6	43,15
	2.9	41,9	42,3
(5) Överkiek	2.2	44,0	44,3
	2.3	44,0	44,25
(6) Schöpfwerk Welzin	Schöpfwerk Welzin	45,6	Aufgabe des Schöpfwerksbetriebs
	4.4	45,6	46,0
(7) Schossin	1.10	38,4	38,7
	1.11	37,7	38,2
	1.12	37,6	38,3
	1.0	37,4	37,8
	1.3	37,4	37,8
	1.04	37,3	37,8
	1.5	37,0	37,5
	1.6	37,2	37,5
	1.17	38,0	38,0
	1.18	37,2	37,5
	1.21	38,1	38,6
	1.26	38,0	38,2
	1.29	38,9	39,6
(8) Vielsee	4.8	45,6	45,8
	4.8a	46,1	46,7

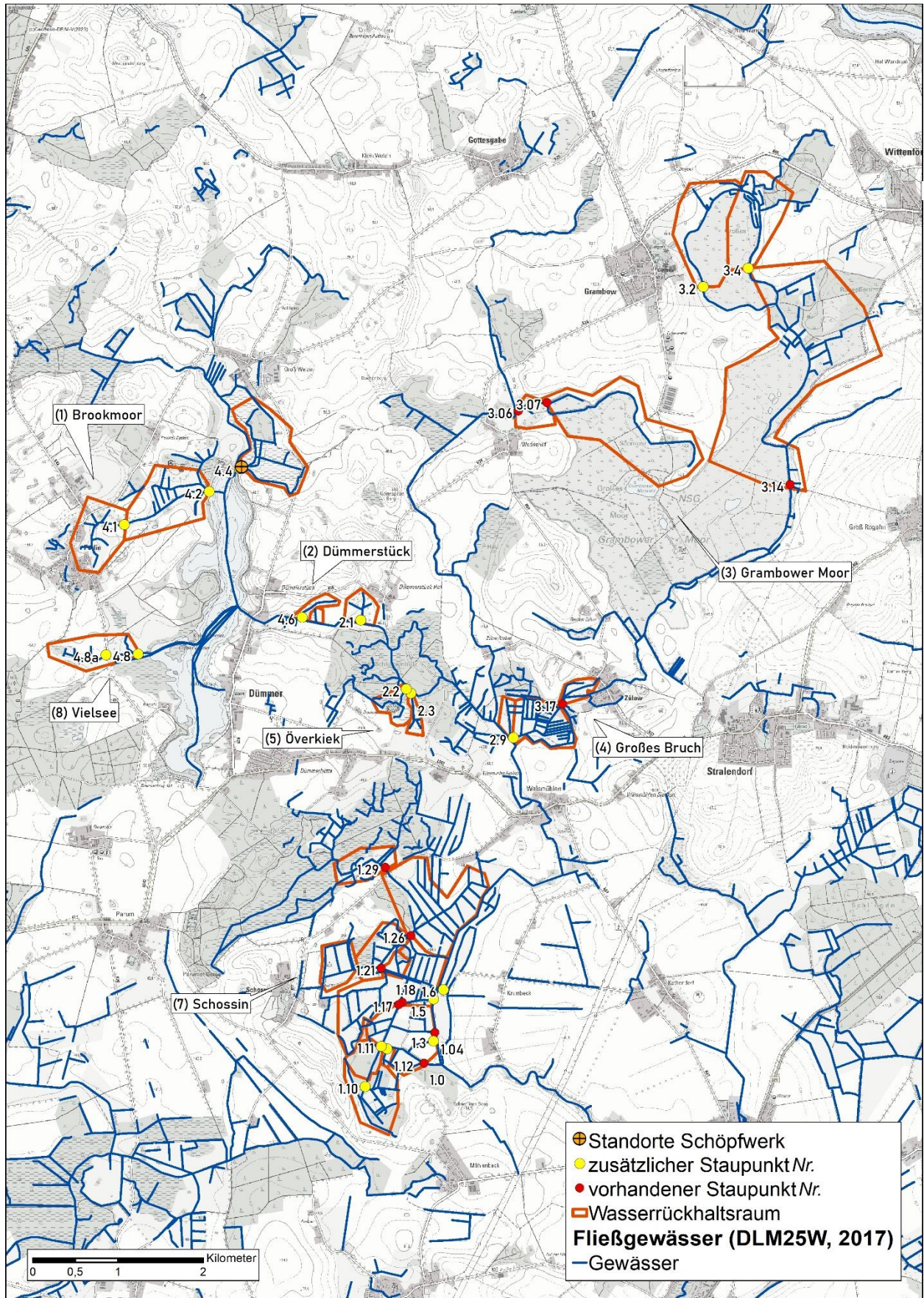


Abbildung 7-13: Maßnahmenkarte: Lage der vorhandenen Kulturstau und potenzieller zusätzlicher Staustandorte im Untersuchungsgebiet

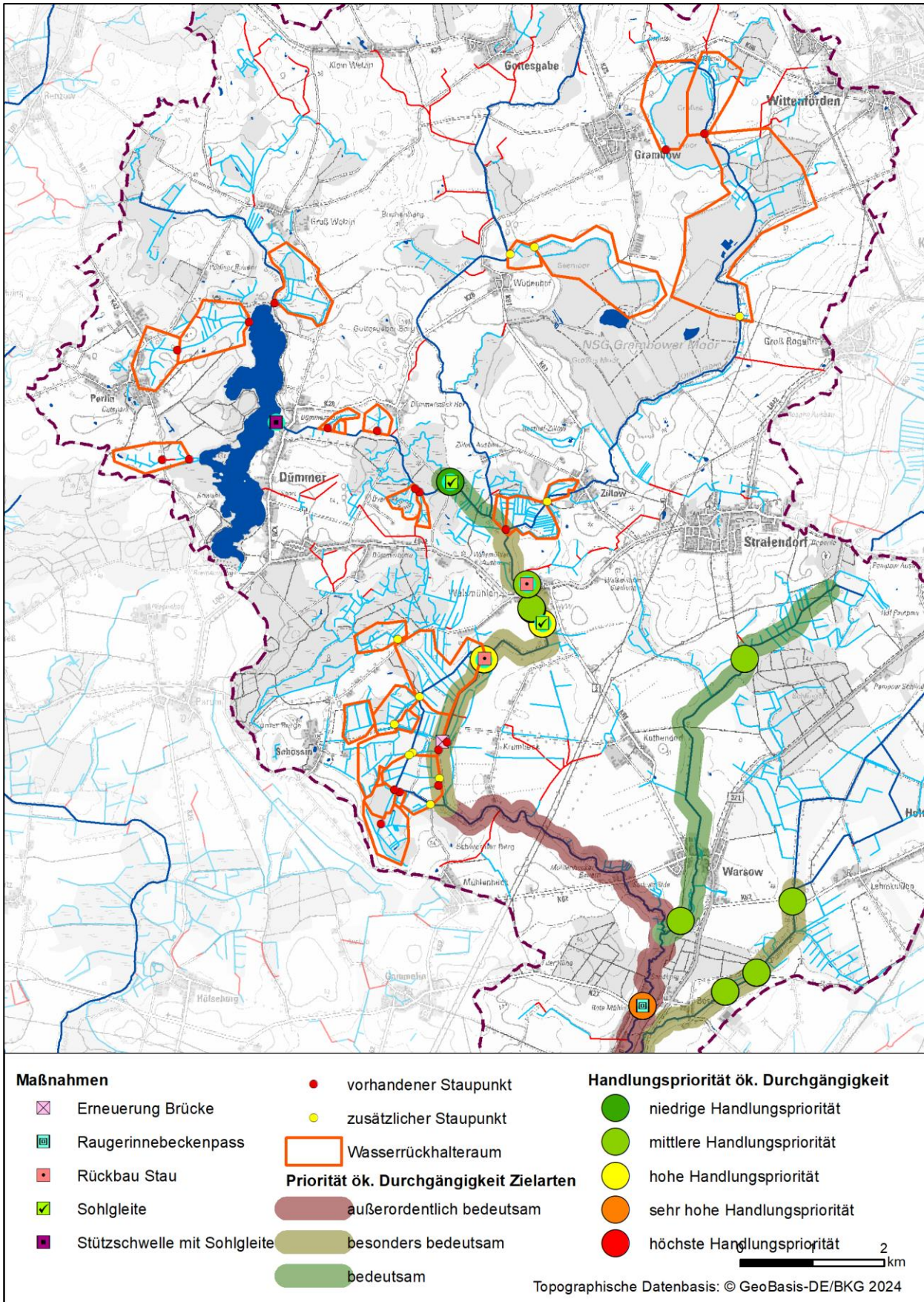


Abbildung 7-14: Maßnahmen zum Wasserrückhalt (Zukunftsstudie) sowie zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit (MBS Sude) sowie Anforderungen hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit gemäß LUNG M-V (2024)

7.7.5 Maßnahmenwirkung

Über die Differenz der aktuellen Wasserstände und den angestrebten Stauhöhen kann der Wasserrückhalt ermittelt werden. Der THG-Rückhalt ergibt sich aus der Differenz der auf Basis von im **IST-** und **PLAN III-Zustand** ermittelten Wasserstufen abgeleiteten THG-Emissionen. Zur Ermittlung des Wasserrückhalts im Boden wurde die forstwirtschaftliche Naturraumkarte als Grundlage genutzt und die Hauptbodenart übernommen (Abbildung 7-15). Bei Umsetzung aller Maßnahmen und der Erreichung der maximalen Stauhöhen ergibt sich ein Wasserrückhalt von insgesamt 2,5 Mio. m³ (vgl. Tabelle 7-12). Bei geringen Wasserständen in der Sude ist es denkbar durch zeitweises Absenken der Stauhöhen das gespeicherte Wasser der Sude zuzuführen und dadurch sommerliche Niedrigabflüsse zu stabilisieren. Unter der Voraussetzung, dass das Maximalstauziel erreicht wird und im Bedarfsfall um 10 cm abgesenkt werden kann, stehen unter Berücksichtigung des Bodenspeichers potenziell ca. 750.000 m³ Wasser zur Verfügung.

Eine Berechnung des THG-Rückhalts ist für die betroffenen Moorbodenflächen durchgeführt worden. Die Teilfläche Großer Bruch ist nach Naturraumkarte als Mineralboden klassifiziert. Nach der Karte der organischen Böden (WITTNEBEL et al. 2023) ist die Fläche als organisch vermerkt. Für die Betrachtung der THG-Emissionen wurde diese mit einbezogen. Auf den Teileinzugsgebieten mit Moorböden ergibt bei einer Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen und Einstellung der entsprechenden Zielwasserstände eine Reduktion der THG-Emissionen um 4.321 t CO₂ eq. a⁻¹ (nach MEHL & HOFFMANN 2022). Unter Berücksichtigung der 10 cm geringeren Zielwasserstände beträgt die rechnerische Reduktion der THG-Emissionen noch 3.443 t CO₂ eq. a⁻¹. Da beim Polder Welzin davon ausgegangen wird, dass der Schöpfwerksbetrieb eingestellt wird und sich auf den Flächen die natürlichen Wasserstände einstellen, ist hier eine aktive Reduktion der Stauhöhe um 10 cm nicht möglich.

Tabelle 7-12: Wasser- und Treibhausgas (THG) -rückhalt der jeweiligen Teilgebiete bei Umsetzung der Staumaßnahmen

	Zielstauhöhe		Reduzierte Stauhöhe	
	H ₂ O Summe in. m ³	Summe THG in t CO ₂ eq. h ⁻¹ a ⁻¹	H ₂ O Summe in m ³	Summe THG in t CO ₂ eq. h ⁻¹ a ⁻¹
(1) Brookmoor	169.158	220	103.961	152
(2) Dümmerstück	24.923	60,1	10.616	39,6
(3) Grambower Moor	1.332.001	2.302	964.349	1.936
(4) Großes Bruch	71.864	267	47.472	244
(5) Overkiek	8.881		3.959	
(6) Polder Welzin	473.618	395	473.618	395
(7) Schossin	372.966	1.018	126.484	632
(8) Vielsee	92.750	58,9	70.461	44,7
Summe	2.546.161	4321	1.800.920	3.443

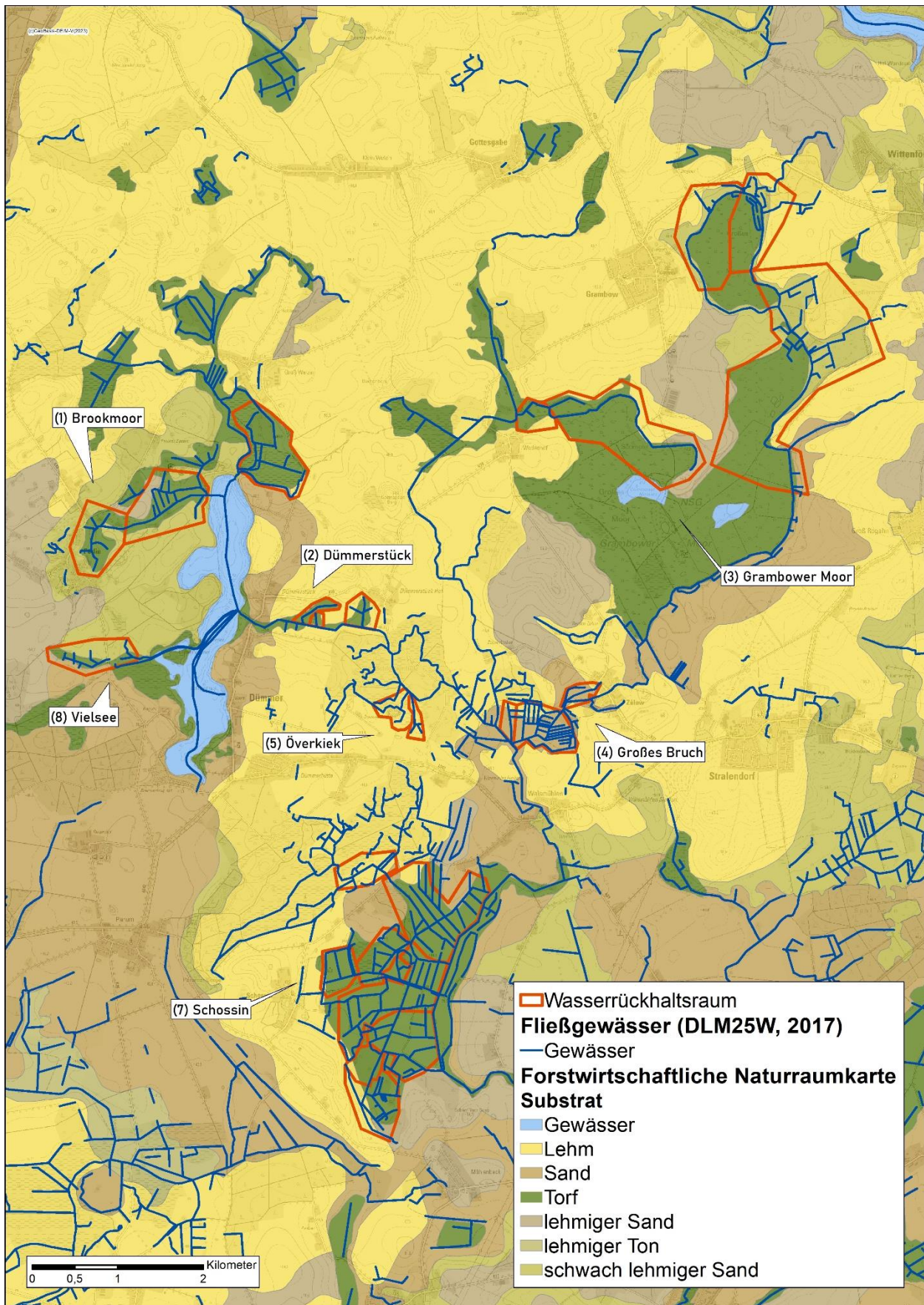


Abbildung 7-15: Substratverbreitung im Untersuchungsgebiet, forstwirtschaftliche Naturraumkarte

Neben dem Wasserrückhalt und der Reduktion der THG-Emissionen von entwässerten Moorböden, kann die Schaffung von Retentionsflächen sich auch positiv auf

- den Nährstoffrückhalt
- die Verdunstung und damit die Kühlwirkung in der Landschaft sowie
- die Biodiversität

auswirken.

In der Literatur werden für Überflutungsflächen P-Rückhalteraten von 4-8 kg ha⁻¹ a⁻¹ angegeben (TREPEL 2009; HOLSTEN ET AL. 2012). Im Plan III-Zustand wird auf ca. 79 ha ha der Flächen ein Wasserstufe von 3+ oder mehr erreicht, es wäre demnach mit einem Nährstoffrückhalt von 316 – 632 kg a⁻¹ im Einzugsgebiet zu rechnen. Ein nennenswerter Nährstoffaustrag durch Wiedervernässung degradierter Moorböden ist bei der gegenwärtig geplanten Anpassung der Wasserstände nicht zu befürchten, da keine großflächigen Überstaubereiche vorgesehen sind. Durch den Bewuchs mit seggen- und binsenreichen Nasswiese kann von einer Steigerung des Sedimentrückhaltes, sowie auch einer zusätzlichen Reduktion des gelösten Phosphateintrages ausgegangen werden (MAUCIERI ET AL. 2020). Durch regelmäßige Mahd der Wiesen und Entfernen der Biomasse, kann der Phosphor zudem nachhaltig aus dem Gewässersystem entfernt werden.

7.7.6 Kostenschätzung (AP 2_19)

Zur Schätzung der Kostenspanne aller Maßnahmen wurde sowohl der Minimal- als auch der Maximalkostenansatz dargestellt (Tabelle 7-13). Dabei unterscheiden sich die Kosten der zusätzlichen Staubauwerke durch die Wahl der günstigsten oder teuersten Staubauwerksbauweise, die im Anlage H (H-1 Ausführungsvarianten Staubauwerke) aufgezeigt wird.

Tabelle 7-13: Kostenschätzung der Maßnahmenumsetzung

Posten	Einheit	Menge	Minimalkostenansatz	Maximalkostenansatz
vorhandene Staubauwerke				
Instandhaltung		6		
Reparatur	psch	5	5.000,00 €	5.000,00 €
zusätzliche Staubauwerke				
Baukosten	psch	18	7.000,00 €	20.000,00 €
Planungskosten	psch	18	5.000,00 €	5.000,00 €
Summe Baukosten – netto (gerundet)			241.000,00 €	475.000,00 €
19 % MwSt.			45.790,00 €	90.250,00 €
Summe Baukosten – brutto (gerundet)			286.790,00 €	565.250,00 €

Neben Baukosten sind auch Planungskosten (z. B. für einfache wasserrechtliche Genehmigungen) angegeben. Weitere Folgekosten zum erforderlichen Flächenerwerb, für komplexere Gutachten, zur Unterhaltung, zum Rückbau usw. können in dieser frühen Phase der Konzeption noch nicht anzugeben.

Bei Teilumsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen sind die Maßnahmen zu priorisieren, bei denen die Kosten-Nutzen-Rechnung am besten ausfällt. Gleichzeitig sind Randbedingungen wie die Beeinflussung Dritter mit einzubeziehen.

Als priorisierte Maßnahmenflächen werden die Flächen im Grambower Moor und der Polder Welzin vorgeschlagen. Beide Maßnahmen haben im Vergleich zur Wirkung geringe Kosten.

- Im Polder Welzin kann durch eine Abschaltung des Schöpfwerks ein deutlicher Rückhalt erzeugt werden. Dadurch fallen keine weiteren Baukosten an. Im Randgraben des Polders kann durch einen neuen Stau die Retentionswirkung vergrößert werden. (Bau- und Planungskosten 15.000 – 25.000 € zzgl. MwSt.)
- Die Flächen am Grambower Moor verfügen bereits über Staubauwerke, die auf ihre Staufähigkeit geprüft werden müssen und zum Teil Instand gesetzt werden müssen. Durch die Instandsetzung wird das Naturschutzgebiet mit den Teilflächen Seemoor sowie Großes Moor bevorteilt. (Reparaturkosten 5.000 € zzgl. MwSt.)

7.8 Maßnahmen zur Neuausrichtung der Landwirtschaft

Die Anpassung an den Klimawandel erfordert neben unmittelbaren Maßnahmen im und am Gewässer auch eine gewässer- und feuchtgebietsschonende Neuausrichtung der Landwirtschaft:

- **Anbau von Kulturen mit geringem Wasserbedarf:** Kulturen wie Sonnenblumen, Rispenhirse, Quinoa, Buchweizen, Kirchererbsen, Wickroggen kommen mit geringen Wassermengen aus und können die Gesamtwasserbedarf senken.
- **Reduzierung von Kulturen mit hohem Wasserbedarf:** Kulturen wie Mais, Kartoffeln und Weizen haben einen relativ hohen Wasserbedarf. Eine Reduzierung der Anbauflächen hilft, den Wasserbedarf zu senken.
- **Wassersparende Bewirtschaftung:** Durch Methoden wie Mulchsaat, Direktsaat und Bodenbedeckung im Winter kann der Wasserverbrauch reduziert werden.
- **Effiziente Bewässerungstechnik:** Der Einsatz von wassersparender, effizienter Bewässerungstechnik wie zum Beispiel Tröpfchenbewässerung kann helfen, wenn auf Bewässerung nicht verzichtet werden kann.
- **Umstellung auf nasse Grünlandbewirtschaftung oder andere Paludikulturen:** Eine Umstellung verhindert die Notwendigkeit von Entwässerungsmaßnahmen und erhöht den Rückhalt von Wasser in der Landschaft.
- **Erhalt und Förderung von Feldrandhecken:** Mit zusätzlichen Hecken kann durch Windabschattung die Verdunstung von landwirtschaftlichen Flächen verringert werden.
- **Verringerung der Bodenverdichtung:** Durch leichtere Technik oder höhere Auflageflächen kann die Bodenverdichtung reduziert werden und damit mehr Wasser in der oberen Bodenschicht gespeichert werden.
- **Humusanreicherung:** Mit einer Erhöhung des Humusanteils im Oberboden wird die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens ebenfalls verbessert.

8 Zusammenfassung

Gegenstand der Machbarkeitsstudie ist der Oberlauf der Sude (Wasserkörper SUDE-0100, SUDE-0300, SUDE-0400) mit den Nebengewässern Bach aus Berlin und Bach aus Schossin. Ziel der zu entwickelnden Maßnahmen ist gemäß europäischer Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die Erreichung des guten ökologischen Zustands. Im Frühjahr 2022 wurde nach Fertigstellung des Zwischenberichtes und dem weiteren Abstimmungsprozess der Aufgabenrahmen um die Zukunftsstudie erweitert. Hierin sollte die Umsetzbarkeit der Maßnahmen vor dem Hintergrund der zukünftigen hydrologischen Entwicklung unter Berücksichtigung der Klimawandelfolgen neu bewertet und ggf. hinsichtlich der Zielstellung der Erreichung des guten ökologischen Zustandes angepasst werden. Die parallel beauftragte Konzeptstudie Dümmer See ist ein separates Dokument dargestellt. Durch den engen räumlichen sowie funktionellen Bezug des Dümmer Sees innerhalb des Einzugsgebiets der Oberen Sude sind diese nicht jedoch nicht unabhängig voneinander zu betrachten. Entsprechende Verschneidung und Erweiterungen sind in beiden Dokumenten dargestellt.

Es wurde zunächst eine umfassende Untersuchung des **IST-Zustandes** inklusive hydraulischer und hydrologischer Modellierung durchgeführt.

Die Wasserkörper SUDE-0100 und SUDE-0300 werden als erheblich verändert der Wasserkörper SUDE-0400 als natürlich eingestuft. Die Statuszuweisung wurde im vorliegenden Gutachten (Kapitel 3.5) überprüft und bestätigt.

Das ökologische Potenzial der WRRL-berichtspflichtigen Fließgewässerkörper SUDE-0100 und SUDE-0300 ist als „unbefriedigend“ und der ökologische Zustand des Wasserkörper SUDE-0400 als „mäßig“ eingestuft. Wesentliche Belastungen für alle drei Wasserkörper sind:

- Nährstoffanreicherung (Eutrophierung)
- Habitatveränderung aufgrund hydromorphologischer Beeinträchtigungen
- Verunreinigung durch prioritäre Stoffe oder andere spezifische Schadstoffe

Die Fließgewässerstrukturgüte ist in den Wasserkörpern SUDE-0100 und SUDE-0300 auf Grund fehlender Sohl- und Uferstrukturen mit „unbefriedigend“ bewertet. Im Wasserkörper SUDE-0400, konnte trotz „mäßiger“ Sohlstrukturen die Gesamtstruktur mit „gut“ bewertet werden. Auf Grund zahlreicher Querbauwerke ist die ökologische Durchgängigkeit im Verlauf der Oberen Sude eingeschränkt. Insbesondere der Dümmer See stellt mit den Bauwerken am Ein- (SUDE-0100) und Auslauf (SUDE-0300) des Sees ein Wanderhindernis dar. Der quellnahe Gewässeroberlauf wird aber hinsichtlich der Erreichung der ökologischen Durchgängigkeit gemäß LUNG M-V (2024) auch nicht priorisiert. Eine weitere relevante Unterbrechung der ökologischen Durchgängigkeit erfolgt durch den Sohlabsturz an der ehemaligen roten Mühle in Radelübbe (SUDE-0400).

Zur Modellierung des Wasserhaushaltes wurde das 159 km² große EZG der Oberen Sude in 27 Teileinzugsgebiete untergliedert. Die modellierten mittleren Gesamtabflüsse (Direktabfluss + Grundwasserneubildung) aus dem EZG von 1.238 l s⁻¹ stimmen im Wesentlichen mit den regionalisierten mittleren Abflüssen in der Oberen Sude von 945 l s⁻¹ überein. Abweichungen ergeben sich vermutlich durch einen im Modell nicht erfassbaren Grundwasserabstrom in Richtung des Schweriner Sees sowie durch die Beeinflussung des Abflussverhaltens durch diverse Querbauwerke.

Die hydraulische Modellierung der Fließgewässer erfolgte für verschiedene Durchflussszenarien und Gewässerzustände. Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Fließgewässer wurde erfasst und der ordnungsgemäße Wasserabfluss (OWA) ermittelt. In Teilabschnitten der Oberen Sude ergeben sich bereits ab HQ2 Flächenbetroffenheiten durch Ausuferung. Die Ausuferungsflächen betreffen aber fast ausschließlich grundwasserabhängige Landökosysteme, deren regelmäßige Überflutung nicht unterbunden werden sollte.

Ausgehend vom **IST-Zustand** wurden im **PLAN I-Zustand** zunächst Maßnahmen entwickelt, um die Zielstellung des guten ökologischen Zustands/Potenzials für die betroffenen Fließgewässerkörper zu erreichen. Die Maßnahmen zielen im Wesentlichen auf die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit und Verbesserung der Fließgewässerstruktur. Im **PLAN II-Zustand** wurde die Aufgabe des Schöpfwerkes Welzin berücksichtigt. Die Maßnahmen sind im Wesentlichen unter der Voraussetzung einer Wasserspiegelneutralität geplant, es ergeben sich daher bei Umsetzung der Maßnahmen keine signifikanten Flächenbetroffenheiten in Folge von Ausuferungen.

Im weiteren Abstimmungsprozess zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ergab sich die Notwendigkeit potenzielle klimatische Veränderungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Einzugsgebietes zu untersuchen. Es wurden umfassende Trendanalysen vorgenommen. Dabei zeigen die Wasserstände im Dümmer See deutliche Zunahme der Schwankungsbreite. Die mittleren Wasserstände am Pegel Radelübbe und somit am Auslauf des Projektgebietes zeigen eine leichte Abnahme der mittleren Wasserstände und eine Zunahme der Maximalabflüsse. In Folge einer jahreszeitlichen Verschiebung der Niederschlagsmengen sinken die Abflüsse vor Allem im Winter und Frühjahr. Unter Berücksichtigung des Klimareports M-V ergeben sich für das gesamte EZG der Oberen Sude im Jahresmittel nur unwesentliche Änderungen der Wasserhaushaltsbilanz. Im **PROGNOSE-Zustand** sind aber zukünftig unterschiedliche Auswirkungen in den einzelnen Jahreszeiten zu erwarten. Auf Grund höherer Temperaturen und steigender Verdunstungsverluste vor Allem auch über der Wasserfläche des Dümmer See verschieben sich die zu erwartenden Wasserhaushalts-Defizite tendenziell in Richtung Sommer und Herbst.

Die Trendanalysen machen deutlich, dass zur Stabilisierung der Wasserstände im Dümmer See nicht durchgängig ein Mindestabfluss aus der dem See in die Sude (SUDE-0300) gewährleistet werden kann. Es ist daher zwingend nötig im Einzugsgebiet unterhalb des Dümmer Sees Wasserrückhalträume in der Landschaft zu schaffen, um so ggf. sommerliche Niedrigwasserabflüsse in der Sude zu stabilisieren. Hierzu wurden im Rahmen der Zukunftsstudie für den **PLAN III-Zustand** vorrangig Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Einzugsgebiet konzipiert. Darüber hinaus werden Vorschläge zur Anpassung der Gewässerunterhaltung sowie weitere Maßnahmen zur Schaffung resilienter Gewässer vorgeschlagen.

Durch die bereits beobachtbaren sowie zu erwartenden klimatischen Veränderungen wird der Belastungsdruck auf die Fließ- und Standgewässer in Mecklenburg-Vorpommern erhöht. Durch eine möglichst naturnahe Gestaltung der Fließgewässer und die Schaffung bzw. den Wiederanschluss von Retentionsräumen in der Landschaft kann die Resilienz der Gewässer gegenüber hydrologischen und hydraulischen Veränderungen erhöht werden. Hierbei sind jedoch mögliche Konfliktfelder, wie die landwirtschaftliche Nutzung oder naturschutzfachliche Einschränkungen zu berücksichtigen. Ein nachhaltiger Gewässerschutz vor dem Hintergrund klimatischer Veränderung erfordert somit ein gemeinschaftliches Handeln aller Akteure aus Wasser- und Land- und Forstwirtschaft sowie der zuständigen Behörden.

Literatur

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung), 5. Auflage, 438 S.
- AIGNER, D. & BOLLRICH, G. (2015): Handbuch der Hydraulik: für Wasserbau und Wasserwirtschaft. – Beuth Verlag, 528 S.
- ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 118 (1980): Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen. 3. Auflage., St. Augustin.
- BAGROV, N. A. (1953): O srednem mnogoletnem isparenii s poverchnosti susi (Über den vieljährigen Durchschnittswert der Verdunstung von der Oberfläche des Festlandes). – Meteorolog. i Gidrolog., 10 (russ.).
- BauGB: Baugesetzbuch, In der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) m.W.v. 23.06.2021.
- 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 von Karten der mittleren Mittelwasserdurchflüsse sowie der mittleren Niedrigwasserdurchflüsse in den Flussgebieten Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 61 S.
- BIOTA (2010): Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 102 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 (2016): HQ(T) M-V - Überarbeitung und Aktualisierung der Regionalisierung der Hochwasserkennwerte für Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- BIOTA (2021): Erweitertes Monitoring und Ableitung von Maßnahmen zur Optimierung des Phosphorrückhaltes im Feuchtgebiet Neukloster - Untersuchungszeitraum März 2020 bis Mai 2021. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes „Obere Warnow“.
- BIOTA (2022): Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von WRRL-Maßnahmen an der oberen Sude (SUDE-0100, SUDE-0300, SUDE-0400). – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes „Schweriner See/Obere Sude“, 62 S. + Anhang
- BIOTA (2023): Konzeptstudie Dümmer See – Limnologisches Gutachten, Wasser- und Stoffhaushalt und Prognosen hinsichtlich hinsichtlich potenzieller Klimawandelfolgen biota – Institut für ökologische

Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes „Schweriner See/Obere Sude“ – in Bearbeitung

- BLUME, H.-P., BRÜMMER, G.W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETSCHMAR, R., STAHR, K., WILKE, B.-M. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 569 S.
- BodSchätzG: Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz – BodSchätzG) vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I Nr. 69 vom 28.12.2007 S. 3150; 31.08.2015 S. 1474; 26.11.2019 S. 1794), Gl.-Nr. 610-8-5.
- CIS (2003): Leitfaden zur Identifizierung und Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern; erarbeitet durch die CIS-Arbeitsgruppe 2.2 „HMWB“, (Übersetzung der englischen Originalversion vom 14.01.2003).
- CLC (2018): Landnutzung und Flächenversiegelung. Corine Landcover (CLC) 2018, Version 20, European Environment Agency (EEA). Abruf über: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=download>, abgerufen am: 09.02.2021.
- COUWENBERG, J., AUGUSTIN, J., MICHAELIS, D., WICHTMANN, W. & JOOSTEN, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Endbericht. – Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V. und Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 33 S.
- DIN 1184-1:1992-03: Schöpfwerke/Pumpwerke; Planung, Bau und Betrieb. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 4049 Teil 1: Hydrologie – Begriffe, quantitativ. – Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 4220 (1998): Bodenkundliche Standortbeurteilung - Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten. – Berlin (Beuth).
- DIN 19661-1:1998-07: Wasserbauwerke - Teil 1: Kreuzungsbauwerke; Durchleitungs- und Mündungsbauwerke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DVWK-Merkblatt 238 (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Kommissionsvertrieb. 137 S.
- DWA-M 504-1: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen – Teil 1: Grundlagen, experimentelle Bestimmung der Landverdunstung, Gewässerverdunstung. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Juli 2018.
- DWA-M 610: Neue Wege der Gewässerunterhaltung – Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. Merkblatt. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. – DWA [Hrsg.], Juni 2010.
- DWD (2018): Klimareport Mecklenburg-Vorpommern – Fakten bis zur Gegenwart – Erwartungen für die Zukunft. – DWD – Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland, 52 S.
- DWD (2022): Klimadaten deutschlandweiter Stationen (Lufttemperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer; langjährige Mittelwerte der Zeitreihen 1971-2000 und 1991-2020). – DWD – Deutscher Wetterdienst. Abruf über das Climate Data Center (CDC), ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/, abgerufen am: 06.05.2022.
- DWD (2023): Klimadaten deutschlandweiter Stationen (Lufttemperatur, Niederschlag, Relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Dampfdruck; Stunden-, Tages- und Monatswerte). – DWD – Deutscher Wetterdienst. Abruf über das Climate Data Center (CDC), ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/, abgerufen am: 05.01.2023.

- DYCK, S. et al. (1980): Angewandte Hydrologie. Teil 2. 2. überarb. Aufl.: S. 1-544. Verlag für das Bauwesen. Berlin.
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983): Grundlagen der Hydrologie. – Berlin (Verlag für Bauwesen), 388 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – 3. Aufl. – Scripta Geobotanica 18, Göttingen.
- ENKE, W. et al. (2006a): Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Klimaauswirkungen und Anpassungen in Deutschland – Phase I: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland“ des Umweltbundesamtes. Förderkennzeichen 204 41 138.
- ENKE, W., SPEKAT, A. & KREIEKAMP, F. (2006b): Entwicklung von regional hoch aufgelösten regionaler Klimaszenarien auf der Basis von globalen Klimasimulationen WETTREG. – Sitzungsberichte der Leibnitz-Sozietät 86: S. 127-140.
- 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.
- EU-WRRL: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.
- FRANZ, D., KOEBSCH, F., LARMANOU, E., AUGUSTIN, J. & SACHS, T. (2016): High net CO₂ and CH₄ release at a eutrophic shallow lake on a formerly drained fen. – Biogeosciences 13(10), 3051–3070. <https://doi.org/10.5194/bg-13-3051-2016>.
- FUGRO & UMWELTPLAN (2016): Regionalisierung der landesweiten Grundwasserdynamik – Abschlussbericht – (J30.07/14). – Fugro & UmweltPlan – Biertergemeinschaft Fugro Consult GmbH & UmweltPlan GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 53 S.
- GLUGLA, G., MÜLLER, E., JANKIEWICZ, P., RACHIMOW, C. & LOJEK, K. (1999): Entwicklung von Verfahren zur Berechnung langjähriger Mittelwerte der flächendifferenzierten Abflussbildung (DFG-Projekt Gl 242/1-2 „Wasserhaushaltsverfahren“). – Abschlussbericht, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Abteilung Berlin, 27 S.
- HAD (2000, 2001, 2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. – Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [Hrsg.], Bonn/Berlin, 2000 (1. Lieferung), 2001 (2. Lieferung), 2003 (3. Lieferung).
- HÄCKEL, H. (1990): Meteorologie – Uni-Taschenbuch. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HGN (2007): Ermittlung der Grundwasserneubildung Mecklenburg-Vorpommerns. – HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 52 S.
- HYDOR (2010): Ermittlung grundwasserbeeinflusster oberirdischer Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern. – HYDOR Consult GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, unveröff. Bericht, 49. S.
- IBGW (2016): Bericht zu den Ergebnissen der Niederschlags-Abfluss-Modellierung im Gebiet der Tongrube Reetz. – Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, Leipzig, 42 S.

- IPCC, 2023: Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In: *Klimawandel 2023: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen* [Kernschreibteam, H. Lee und J. Romero (Hrsg)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 1-34. Deutsche Übersetzung auf Basis der Version vom Juli 2022. Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn; Die Luxemburger Regierung, Luxemburg; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien; Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT, ProClim, Bern; 2023
- KOCH, F., KÜCHLER, A., MEHL, D. & HOFFMANN, T. G. (2010): Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. – Scientific Technical Reports (STR) des Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ).
- KOSKA, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung. In: *Landschaftsökologische Moorkunde*. SUCCOW, M. UND JOOSTEN, H., S. 92-111.
- LAWA (2013): Empfehlung zur Ausweisung HMWB/AWB im zweiten Bewirtschaftungsplan in Deutschland. – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO).
- LAWA (2014a): Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern – Verfahrensempfehlung. a) Handlungsanleitung. – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO), 72 S.
- LAWA (2014b): Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern – Verfahrensempfehlung. b) Hintergrunddokument. – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO) 161 S.
- LfU (2016): Schutzwürdige Moorböden in Brandenburg. Fachbeiträge des LfU, Heft Nr. 149. Landesamt für Umwelt (LfU).
- LUNG (2005): Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern. Böden in Mecklenburg-Vorpommern – Abriss ihrer Entstehung, Verbreitung und Nutzung, 2. Auflage. – LUNG – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Abruf über: <http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/boedenmv.pdf>, abgerufen am: 20.09.2017.
- LUNG M-V (2010): Anleitung für die Kartierung von Biooptypen und FFH-Lebensraumtypen in Mecklenburg-Vorpommern. Materialien zur Umwelt 2010, Heft 2. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow.
- LUNG M-V (2013): Handlungsanleitung zur Ermittlung von künstlichen Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern (Entwurf Stand Mai 2013). – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow.
- LUNG M-V (2014): Klassifizierung des Wasserhaushalts von WRRL-relevanten Wasserkörpern und deren Einzugsgebieten in Mecklenburg-Vorpommern. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow, 117 S.
- LUNG M-V (2015): Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit Warnow/Peene für den Zeitraum von 2016 bis 2021. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow, 206 S.
- LUNG M-V (2016a): Leitfaden Gewässerentwicklung- und -pflege. Entscheidungswege bei der Aufstellung von Gewässerentwicklungs- und -pflegeplänen (GEPP). – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- LUNG M-V (2016b): Leitfaden Gewässerentwicklung- und -pflege. Berücksichtigung des Naturschutzes bei der (geförderten) Gewässerentwicklung und -pflege. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.

- LUNG (2016c): Konzept zur Minderung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer und das Grundwasser in Mecklenburg-Vorpommern – Fortschreibung für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum 2016 bis 2021 – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG)
- LUNG M-V (2018): Schulung FIS-WRRL – Fachschule Gewässerentwicklungs- und pflegeplanung (GEPP). – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow, 37 S.
- LUNG M-V (2019): Bestimmung des Bemessungshochwassers – Richtwerte für Wiederkehrintervalle. – unveröffentlicht – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Abt. 3. & Landesministerium Referat 400, 420, 430 und 440., Güstrow, 12 S.
- LUNG M-V (2020): Wasserkörper-Steckbrief Fließgewässer KGNW-0100, KGNW-0300, KGNW-0400. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V); abgerufen im FIS-Wasser am 13.01.2020.
- LUNG M-V (2024): Richtwerte für Wiederkehrintervalle für den Hochwasserschutz im Wasserbau. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow, 25 S.
- Mastrandrea, M. D., Field, C. B., Stocker, T. F., Edenhofer, O., Ebi, Kristie L., Frame, D. J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K. J., Matschoss, P. R., Plattner, G.-K., Yohe, G. W., Zwiers, F. W. (2010): Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Heruntergeladen von www.ipcc.ch
- MEHL, D., HOFFMANN, T.G. & MIEGEL, K. (2014a): Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern – Verfahrensempfehlung. a) Handlungsanleitung. – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (LAWA-AO), Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, 72 S.
- MEHL, D., HOFFMANN, T.G. & MIEGEL, K. (2014b): Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern – Verfahrensempfehlung. b) Hintergrunddokument. – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (LAWA-AO), Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, 161 S.
- MEHL, D. & HOFFMANN, T. (2022): Methodik zur Bewertung/Bilanzierung der Veränderung in Bezug auf die jährliche Treibhausgasfreisetzung der Moorstandorte.
- MEßER, J. (1997): Auswirkungen der Urbanisierung auf die Grundwasser-Neubildung im Ruhrgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Castroper Hochfläche und des Stadtgebietes Herne. – DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Heft 58, Bochum.
- MEßER, 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.
- MUNLV NRW (2010): Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Ausbau und Unterhaltung (Blaue Richtlinie). - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 2012.
- MÜCK, R. (2000): Räumliche und zeitliche Verteilung von Starkregen und deren Wahrscheinlichkeiten. – Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen – Mitteilungen 73/2000, München (Kommissionsverlag Oldenbourg Industrieverlag), 131 S.

- NATURA ET CULTURA (2018): Ergänzung und Erprobung der Methodik für die Maßnahmenableitung zur Erreichung des guten ökologischen Potenzials in erheblich veränderten und künstlichen Fließgewässer-Wasserkörpern in Mecklenburg-Vorpommern. Anwendungsstandart für das HMWB-Tool. Natura et Cultura – Büro für Umweltplanung und Umweltbildung, 33 S.
- OGewV: Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl I S. 1373).
- PÖYRY (2011): Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der Bewirtschaftungsplanung nach EU-WRRL in Hinblick auf eine Renaturierungsmaßnahme an der Sude im Bereich des Schossiner Beckens. – Auftraggeber: Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg, Dienststelle Schwerin, 66 S.
- POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER (2008): Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätskomponenten (Teil B).
- RICHTER, D. (1977): Zur einheitlichen Berechnung der Wassertemperatur und der Verdunstung von freien Wasserflächen auf statistischer Grundlage. Abh. Meteor. Dienst der DDR 16, 119 S.
- RICHTER, D. (1995): Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers, Berichte des DWD, Nr. 194.
- SCHROEDER, M. & WYRWICH, D. (1990): Eine in Nordrhein-Westfalen angewendete Methode der flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate. – DGM, 34: S. 12-16, Koblenz.
- SONNTAG, D. (1994): Advancements in the field of hygrometry. Meteorol. Zeitschrift 3 (1), S. 51-66.
- StALU WM (2023): Bereitstellung von Daten der Gewässergüteüberwachung – Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg (StALU MM)
- STEIDL, J. & KALETKA, T. (2015): Abschlussbericht zur Funktionsanalyse des Dränteiches bei Jürgenshagen. Agrathaer – Strategische Landnutzung im Auftrag des Wasser- und Bodenverband Warnow-Beke
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) (Stuttgart), 2. völlig neu bearb. Aufl., 622 S.
- UBA (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. – Umweltbundesamt (UBA), 288 S.
- UBA (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau Und Reaktorsicherheit. (UBA)
- VIETINGHOFF, H. (2002): Die Verdunstung freier Wasserflächen – Grundlagen, Einflussfaktoren und Methoden der Ermittlung. UFO Atelier für Gestaltung & Verlag, Allensbach, Ufo Naturwissenschaft Band 201, 113 S.
- WasserFÖRL M-V: Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz vom 12. Februar 2016 zur Förderung nachhaltiger wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Amtsblatt M-V 2016 S. 106.
- WBV „SCHWERINER SEE/OBERE SUDE“ (2021): Datenabfrage zur Gewässerunterhaltung an der Oberen Sude. – WBV „Schweriner See/Obere Sude“, URL: <https://wbv-sn.de/gewaesserunterhaltung>, letzter Download am 02.03.2021.
- WENDLING, U. (1995): Berechnung der Gras-Referenzverdunstung mit der FAO Penman-Monteith-Beziehung, Wasserwirtschaft, 85, S. 602-604.

WITTNEBEL, M., FRANK, S., TIEMEYER, B. (2023): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Göttingen: OpenAgrar-Repository.

Anlagen

Anlage A	Karten zum Textteil
Anlage B	Stellungnahme Denkmalschutz
Anlage C	AP_7_OWA
Anlage D	AP_8_Hydraulik und Vermessung
Anlage E	Trendanalysen
Anlage F	Flächenbetroffenheiten
Anlage G	Kostenprognose (AP2-19)
Anlage H	Maßnahmen Wasserrückhalt
Anlage V	GIS-Projekt inkl. Geodaten (digital)

