



Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für den Entwicklungsbereich Krampnitz

Prüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den
Bewirtschaftungszielen des Wasserhaushaltsgesetzes
für Oberflächen- und Grundwasserkörper

Impressum

Auftraggeber:

Entwicklungsträger Potsdam
Treuhänder der Landeshauptstadt Potsdam



Pappelallee 4
14469 Potsdam
Fon: (0331) 6206-714
Fax: (0331) 6206-737

Ansprechpartner:

Sigrun Rabbe, Maria Johannsen, Jochen Putz

Verfasser:

FUGMANN JANOTTA PARTNER
Landschaftsarchitekten bdlA

Belziger Str. 25
10823 Berlin
Fon: (030) 700 11 96-0
Fax: (030) 700 11 96-22
Email: buero@fugmannjanotta.de

Bearbeitung:

Tilman Schulz
Martin Janotta

August 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Anlass und Aufgabenstellung	1
2	Fachliche und methodische Grundlagen	3
2.1	Rechtliche Grundlagen	3
2.2	Methodisches Vorgehen	5
2.3	Datengrundlagen	8
3	Beschreibung der Planung im Entwicklungsbereich Krampnitz und der hiervon betroffenen Wasserkörper	9
3.1	Beschreibung der Planung	9
3.2	Planungsbedingte Wirkfaktoren	13
3.3	Identifizierung der planungsrelevanten Wasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs	15
3.3.1	Wasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs	15
3.3.2	Identifizierung der planungsrelevanten Wasserkörper	17
3.4	Beschreibung der von der Planung betroffenen Wasserkörper	20
3.4.1	Oberflächenwasserkörper	20
3.4.2	Grundwasserkörper	22
3.5	Bestimmung des Ausgangszustandes	23
3.5.1	Oberflächenwasserkörper	23
3.5.2	Grundwasserkörper	23
4	Vorprüfung zur Ermittlung der für die Hauptprüfung maßgeblichen Auswirkungen auf den Zustand der Wasserkörper	24
4.1	Vorprüfung des Verschlechterungsverbots für die planungsrelevanten Wasserkörper	24
4.1.1	Oberflächenwasserkörper	25
4.1.2	Grundwasserkörper	29
4.2	Vorprüfung des Zielerreichungsgebots für die planungsrelevanten Wasserkörper	33
4.2.1	Oberflächenwasserkörper	33
4.2.2	Grundwasserkörper	34
5	Hauptprüfung maßgeblicher Auswirkungen auf den Zustand der Wasserkörper	36

5.1	Hauptprüfung des Verschlechterungsverbots für die planungsrelevanten Wasserkörper	36
5.1.1	Oberflächenwasserkörper	36
5.1.2	Grundwasserkörper	43
5.2	Hauptprüfung des Zielerreichungsgebots für die planungsrelevanten Wasserkörper	43
5.2.1	Oberflächenwasserkörper	43
5.2.2	Grundwasserkörper	43
6	Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung des Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz	44
6.1	Festsetzungen zur Umsetzung des Regenentwässerungskonzeptes	44
6.2	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	45
7	Prüfung des Verschlechterungsverbots nach §§ 27, 28 und 47 WHG	48
7.1	Bewertung des Verschlechterungsverbots bei Oberflächenwasserkörpern	48
7.2	Bewertung des Verschlechterungsverbots bei Grundwasserkörpern	48
8	Prüfung des Zielerreichungsgebots nach §§ 27, 28 und 47 WHG	48
9	Ausnahmeprüfung nach § 31 Abs. 2 WHG	48
10	Zusammenfassung / Fazit	49
11	Quellen	51
11.1	Rechtsgrundlagen	51
11.2	Literaturquellen, Gutachten	51
11.3	Internetquellen	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklungsbereich Krampnitz	2
Abbildung 2: Methodisches Vorgehen zur Erstellung des WRRL-FB	7
Abbildung 3: Geplanter Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz gemäß Masterplanungen	9
Abbildung 4: Geplante Flächennutzungen im Entwicklungsbereich Krampnitz – abgeleitet aus den Darstellungen der Masterplanungen	10
Abbildung 5: Geltungsbereiche der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 (Stand August 2023)	11
Abbildung 6: Räumliche Lage der Oberflächenwasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs Krampnitz	16
Abbildung 7: Räumliche Lage des Grundwasserkörpers im Land Brandenburg (rote Linie) und zum Entwicklungsbereich Krampnitz (roter Punkt)	17

Abbildung 8: Natürliche Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs und ihre natürlichen Abflussmengen (VOIGT INGENIEURE GMBH 2017) 18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Plan- und Verfahrensstand der Teil-Bebauungspläne mit Stand August 2023	11
Tabelle 2:	Nutzungsverteilung im Entwicklungsbereich nach Umsetzung der Planung	13
Tabelle 3:	Innerhalb der Einzugsgebiete der planungsrelevanten Wasserkörper gelegene Teil- Bebauungspläne	18
Tabelle 4:	Auflistung der von der Planung potenziell beeinflussten Wasserkörper	20
Tabelle 5:	Bewertungsklassen nach EG-WRRL/LAWA und OGewV	20
Tabelle 6:	Planungsspezifische Angaben zum Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee'	20
Tabelle 7:	Planungsspezifische Angaben zum Oberflächenwasserkörper 'Fahrländer See'	21
Tabelle 8:	Planungsspezifische Angaben zu dem Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'	22
Tabelle 9:	Planungsbezogene Auswirkungen und ihre Relevanz für das Verschlechterungsverbot prüfrelevanter Oberflächenwasserkörper	25
Tabelle 10:	Planungsbezogene Auswirkungen und ihre Relevanz für das Verschlechterungsverbot prüfrelevanter Grundwasserkörper	29
Tabelle 11:	Planungsbezogene Wirkfaktoren und ihre potenziellen Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der prüfrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See'	33
Tabelle 12:	Planungsbezogene Wirkfaktoren und ihre potenziellen Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der prüfrelevanten Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'	34
Tabelle 13:	Schutzfrachten Fahrländer See	39
Tabelle 14:	Schmutzfrachten Krampnitzsee	40
Tabelle 15:	TP-frachten und TP-Flächenbelastung und erwartete Konzentrationen für den Fahrländer See und den Krampnitzsee im Ist- und Planzustand	41

Anlagen

Anlage I:	Bericht zur Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials und Abschätzung der stofflichen Belastung für den Fahrländer See und Krampnitzsee	
-----------	--	--

1 Einleitung

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Auf dem ca. 140 ha großen Areal der ehemaligen Kaserne Krampnitz soll ein neuer Potsdamer Stadtteil entwickelt werden. Eine entsprechende Satzung über die förmliche Festlegung des Entwicklungsbereichs Krampnitz gemäß § 165 Abs. 6 BauGB wurde am 30.10.2013 im Amtsblatt für die Landeshauptstadt Potsdam, Jahrgang 24, Nr. 15 ortsüblich bekannt gemacht, korrigiert im Amtsblatt für die Landeshauptstadt Potsdam, Jahrgang 24, Nr. 16 am 28.11.2013. Der Entwicklungsbereich Krampnitz umfasst dabei neben der ehemaligen Kasernenanlage weitere Siedlungs-, Straßen- und Waldflächen im Umfeld der Kaserne. In einem Entwicklungsbereich sind gemäß § 166 Abs. 1 BauGB flächendeckend Bebauungspläne aufzustellen. Daher sollen zur Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzungen für eine geordnete städtebauliche Entwicklung sowie zur zeitnahen Umsetzung der Entwicklungsziele schrittweise mehrere eigenständige Teil-Bebauungspläne aufgestellt werden.

Die Kaserne Krampnitz wurde Ende der 1930er Jahre durch die deutsche Wehrmacht erbaut und 1939 ihrer Bestimmung als „Heeres Reit- und Fahrschule und Kavallerieschule Krampnitz“ zugeführt. Nach Kriegsende wurde das Areal durch die sowjetischen Streitkräfte weiter militärisch genutzt und baulich erweitert. Mit dem Truppenabzug Ende 1991 erfolgte für den Großteil der Liegenschaft die Aufgabe ihrer Nutzung. Unter anderem aufgrund ihrer repräsentativen architektonischen Ausformung und der individuellen Struktur der städtebaulichen Gesamtanlage wurden weite Bereiche der aus der Entstehungszeit der Kaserne stammenden Bebauung sowie des Erschließungssystems und der Freiflächen im Jahr 1999 (Fortschreibung 2008) unter Denkmalschutz gestellt. Aufgrund von jahrelangem Leerstand, Vandalismus und mangelnden Unterhaltungsmaßnahmen sind die Kaserne sowie die südlich der Ketziner Straße angrenzende Wohnsiedlung von baulichem Verfall und verwildernden Außenanlagen geprägt.

Bereits im Wohnungspolitischen Konzept für die Landeshauptstadt Potsdam ist der Standort, der durch eine landschaftlich reizvolle Lage, seinen erhaltenswerten denkmalgeschützten Gebäudebestand sowie eine gute verkehrliche Anbindung geprägt ist, aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Wohnbauflächen in Potsdam als einer der Schwerpunkte der nächsten Jahre festgelegt. Ziel ist die Entwicklung eines attraktiven urbanen Stadtquartiers mit ca. 4.900 Wohnungen und Versorgungseinrichtungen für rund 10.000 Einwohner.

Die Planung ist aufgrund der Größe des Entwicklungsbereiches von etwa 140 ha potenziell geeignet, die in ihrem Wirkungsbereich befindlichen Oberflächen- und Grundwasserkörper nachhaltig negativ zu beeinflussen. Daher ist ein Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu erstellen, mit dem die Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz mit den Zielen der WRRL dargelegt wird. Beurteilungsmaßstab für die wasserrechtliche Prüfung setzen die in den §§ 27 und 47 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) formulierten Bewirtschaftungsziele, mit denen die WRRL hinsichtlich Oberflächengewässer und Grundwasser in nationales Recht überführt wurden.

Der vorliegende Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL-FB) prüft die Vereinbarkeit der Planung mit den Bewirtschaftungszielen der für diese relevanten Oberflächen- und Grundwasserkörper. Als Untersuchungsraum zur Ermittlung möglicher Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele dient der gesamte Entwicklungsbereich der ehemaligen Kaserne Krampnitz (siehe Abb. 1).

Sofern die Vereinbarkeit der geplanten städtebaulichen Entwicklung des ehemaligen Kasernenareals Krampnitz mit den Bewirtschaftungszielen gemäß §§ 27 und 47 WHG im Rahmen der wasserrechtlichen Prüfung nicht festgestellt werden kann, werden im WRRL-FB die Voraussetzungen für eine Ausnahme nach § 31 Abs. 2 WHG dargelegt. Liegen die Voraussetzungen für eine Ausnahme nicht vor, kann die Planung nicht zugelassen werden.

Die planungsrechtliche Sicherung des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz erfolgt über den Bebauungsplan Nr. 141 „Entwicklungsbereich Krampnitz“, der in Abhängigkeit zum zeitlichen Fortschritt der Entwicklung in eigenständigen Teil-Bebauungsplänen aufgestellt werden soll. Die Ergebnisse der wasserrechtlichen Prüfung werden in die Begründungen als Bestandteil des jeweiligen Umweltberichts aufgenommen.



Abbildung 1: Entwicklungsbereich Krampnitz

2 Fachliche und methodische Grundlagen

2.1 Rechtliche Grundlagen

Mit der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und Rates wurde ein Ordnungsrahmen für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik¹ (WRRL) geschaffen. Die Richtlinie dient dem Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers zur Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie zum Schutz und zur Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme.

Gemäß Artikel 4 Abs. 1a lit. i) der WRRL sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, die notwendigen Maßnahmen durchzuführen, um eine Verschlechterung des Zustandes aller Oberflächenwasserkörper zu verhindern, sie zu schützen, zu verbessern und zu sanieren. Gleiches gilt gemäß Artikel 4 Abs. 1b lit. i) auch für Grundwasserkörper.

Das Ziel für alle Oberflächenwasserkörper ist laut Artikel 4 Abs. 1 a) lit. ii und b) ii WRRL das Erreichen eines guten Zustandes für alle Oberflächengewässer und für das Grundwasser. Zu den Oberflächenwasserkörpern gehören gemäß Artikel 2 Nr. 1 WRRL die Binnengewässer (Flüsse und Seen) mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer und Küstengewässer.

Unter einem „guten Zustand“ eines Oberflächengewässers wird ein guter ökologischer und chemischer Zustand verstanden (Artikel 2 Nr. 18 WRRL). Der gute Zustand des Grundwassers ist definiert durch einen guten mengenmäßigen und chemischen Zustand (Artikel 2 Nr. 20 WRRL).

Der Zustand der Wasserkörper wird auf Grundlage des jeweils schlechteren Wertes der beiden Bewertungskomponenten ermittelt. Ein Oberflächengewässer befindet sich demnach in einem „guten Zustand“, wenn sowohl der chemische, als auch der ökologische Zustand als mindestens „gut“ zu bewerten ist (Artikel 2 Nr. 18 WRRL). Analog ist ein Grundwasserkörper in einem „guten Zustand“, wenn er sich in einem zumindest „guten“ mengenmäßigen und chemischen Zustand befindet (Artikel 2 Nr. 20 WRRL).

Die §§ 27 und 47 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) setzen die WRRL hinsichtlich Oberflächengewässer und Grundwasser in nationales Recht um und formulieren Bewirtschaftungsziele. Entsprechend gilt nach § 27 WHG:

- (1) Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass
 1. eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird und
 2. ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden
- (2) Oberirdische Gewässer, die nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass
 1. eine Verschlechterung ihres ökologischen Potenzials und ihres chemischen Zustands vermieden wird und
 2. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.

Laut dem Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) vom 1. Juli 2015 (C-461/13 - LS 2, Rn. 70) liegt eine „...*Verschlechterung des ökologischen Zustandes/Potenzials* [...] vor, sobald sich der Zustand/das Potenzial mindestens einer biologischen Qualitätskomponente [...] um eine Klasse verschlechtert. Ist die betreffende Qualitätskomponente bereits in der niedrigsten Klasse eingeordnet, stellt jede weitere Verschlechterung dieser Komponente eine Verschlechterung des Zustandes/Potenzials dar“ (ebd.). Eine „Erheblichkeitsschwelle“ erkennt der EuGH nicht an.

¹ Wasserrahmenrichtlinie - Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Eine Verschlechterung des chemischen Zustands eines Oberflächengewässerkörpers ist laut einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) vom 09.02.2017 (7 A 2/15 - Elbvertiefung) gegeben, „...sobald durch die Maßnahme mindestens eine Umweltqualitätsnorm [...] überschritten wird. Hat ein Schadstoff die Umweltqualitätsnorm bereits überschritten, ist jede weitere vorhabenbedingte messtechnisch erfassbare Erhöhung der Schadstoffkonzentration eine Verschlechterung“.

Das im § 27 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 2 Nr. 2 WHG aufgenommene Zielerreichungsgebot, welches in Abweichung vom Wortlaut der WRRL und des WHG auch vielfach als „Verbesserungsgebot“ bezeichnet wird, führt gemäß dem Urteil des EuGH dazu, dass eine „...Genehmigung vorbehaltlich der Gewährung einer Ausnahme zu versagen ist, wenn das konkrete Vorhaben die Erreichung eines guten Zustands eines Oberflächengewässers bzw. seines guten ökologischen Potenzials und [oder] guten chemischen Zustandes eines Oberflächengewässers zu dem nach der Richtlinie maßgeblichen Zeitpunkt gefährdet“ (ebd.).

Die Bewirtschaftungsziele für das Grundwasser sind in § 47 Abs. 1 WHG festgelegt. Demnach ist das Grundwasser so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;
2. alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;
3. ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung.

Gemäß der LAWA-Handlungsempfehlung zum Verschlechterungsverbot liegt eine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustandes eines Grundwasserkörpers vor, sobald mindestens ein Kriterium nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 und 2 Buchstabe a bis d der Verordnung zum Schutz des Grundwassers (GrwV) nicht mehr erfüllt wird. Bei Kriterien, die bereits vor der Maßnahme nicht erfüllt werden, stellt jede weitere negative Veränderung eine Verschlechterung dar (LAWA 2017, S. 30).

Eine Verschlechterung des chemischen Zustandes eines Grundwasserkörpers liegt laut LAWA-Handlungsempfehlung vor, sobald mindestens ein Schadstoff den für den jeweiligen Grundwasserkörper maßgeblichen Schwellenwert überschreitet. Für Schadstoffe, die den maßgeblichen Schwellenwert bereits überschreiten, stellt jede weitere (messbare) Erhöhung der Konzentration eine Verschlechterung dar (ebd., S.26).

Eine Verschlechterung des chemischen Zustandes des Grundwassers kann dagegen regelmäßig ausgeschlossen werden, wenn die Grundsatzvorschriften für den vorsorgenden Grundwasserschutz nach § 48 WHG (Besorgnisgrundsatz) eingehalten werden.

Vorübergehende Verschlechterungen des Zustands eines oberirdischen Gewässers verstoßen nicht gegen die Bewirtschaftungsziele, sofern gemäß § 31 Abs. 1 WHG

1. sie auf Umständen beruhen, die
 - a. in natürlichen Ursachen begründet oder durch höhere Gewalt bedingt sind und die außergewöhnlich sind und nicht vorhersehbar waren oder
 - b. durch Unfälle entstanden sind,
2. alle praktisch geeigneten Maßnahmen ergriffen werden, um eine weitere Verschlechterung des Gewässerzustands und eine Gefährdung der zu erreichenden Bewirtschaftungsziele in anderen, von diesen Umständen nicht betroffenen Gewässern zu verhindern,
3. nur solche Maßnahmen ergriffen werden, die eine Wiederherstellung des vorherigen Gewässerzustands nach Wegfall der Umstände nicht gefährden dürfen und die im Maßnahmenprogramm nach § 82 aufgeführt werden und

4. die Auswirkungen der Umstände jährlich überprüft und praktisch geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den vorherigen Gewässerzustand vorbehaltlich der in § 29 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 bis 3 genannten Gründe so bald wie möglich wiederherzustellen.

Wird bei einem oberirdischen Gewässer der gute ökologische Zustand oder das gute ökologische Potenzial nicht erreicht, oder verschlechtert sich sein Zustand, so ist dies nach § 31 Abs. 2 WHG (vgl. Art 4 Abs. 7 WRRL) zulässig, wenn:

1. dies auf einer neuen Veränderung der physischen Gewässereigenschaft oder des Grundwasserstands beruht,
2. die Gründe für die Veränderung von übergeordnetem Interesse sind oder wenn der Nutzen der neuen Veränderung für die Gesundheit oder Sicherheit des Menschen oder für die nachhaltige Entwicklung größer ist als der Nutzen, den die Erreichung der Bewirtschaftungsziele für die Umwelt und die Allgemeinheit hat,
3. die Ziele, die mit der Veränderung des Gewässers verfolgt werden, nicht mit anderen geeigneten Maßnahmen erreicht werden können, die wesentlich geringere nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt haben, technisch durchführbar und nicht mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden sind und
4. alle praktisch geeigneten Maßnahmen ergriffen werden, um die nachteiligen Auswirkungen auf den Gewässerzustand zu verringern.

Für Grundwasserkörper gelten Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen analog zu den Oberflächenwasserkörpern entsprechend § 31 Abs. 1, 2 Satz 1 WHG.

2.2 Methodisches Vorgehen

Der vorliegenden WRRL-FB für den Entwicklungsbereich Krampnitz orientiert sich bezüglich Aufbau, Gliederung und Vorgehensweise an den Inhalten der Arbeitshilfe des Landesamtes für Umwelt (LfU)² zur Erstellung eines Fachbeitrages zur Wasserrahmenrichtlinie.

Der Fachbeitrag ist methodisch in vier aufeinander aufbauende Schritte gegliedert (vgl. Abb. 2). Zunächst werden die von der städtebaulichen Entwicklung des Kasernenstandortes potenziell betroffenen Wasserkörper identifiziert und beschrieben sowie Merkmale und Wirkungen der Planung herausgestellt. Im zweiten und dritten Schritt werden im Rahmen einer Vor- und gegebenenfalls Hauptprüfung mögliche Verstöße der Planung gegen das Verschlechterungsverbot und das Zielerreichungsgebot abgeprüft. Sind planungsbedingte negative Auswirkungen auf den Zustand einzelner Wasserkörper trotz aller praktikablen Vorkehrungen nicht auszuschließen, werden im vierten Schritt die Voraussetzungen für eine Ausnahme dargelegt.

Vorprüfung

In der Vorprüfung wird überschlägig abgeschätzt, ob und inwieweit die ermittelten Merkmale und Wirkungen der geplanten städtebaulichen Entwicklung des Kasernenstandortes generell im Widerspruch zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot stehen.

Als Untersuchungsraum zur Ermittlung möglicher Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele dient der gesamte Entwicklungsbereich der ehemaligen Kaserne Krampnitz (vgl. Abb. 1). Die Herleitung potenzieller Auswirkungen erfolgt anhand der Darstellungen der beiden städtebaulich-landschaftsplanerischen Masterplanungen zum neuen Stadtquartier Potsdam-Krampnitz vom Büro MACHLEIDT GMBH mit Stand April 2019 sowie zum Bergviertel vom Büro CITYFÖRSTER architecture + urbanism mit Stand Juni 2021. Die Masterplanung vom Büro Machleidt wurde am 03.04.2019 von der Stadtverordnetenversammlung der Landeshauptstadt Potsdam zur Konkretisierung der Entwicklungsziele für die Entwicklungsmaßnahme Krampnitz beschlossen. Der Masterplan von CITYFÖRSTER architecture + urbanism ist am 07.09.2022 von der Stadtverordne-

² Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie – Anforderungen und Datengrundlagen im Land Brandenburg, Stand vom 05.01.2018

tenversammlung der Landeshauptstadt Potsdam ebenfalls zur Konkretisierung der Entwicklungsziele beschlossen worden. Die beiden Masterplanungen gelten somit als ein nach § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB von der Gemeinde beschlossenes städtebauliches Entwicklungskonzept.

In den beiden Masterplanungen wird der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich dargestellt. Hierzu gehört die Verortung sozialer Infrastruktur und Gewerbeflächen, Vorgaben zu Wohntypologien und der Gestaltung von Straßen- und Freiräumen. Die Inhalte der Masterplanungen dienen so als Grundlage für die weitere Entwicklung des neuen Stadtquartiers.

Die Sicherung der formulierten Ziele der Masterplanungen erfolgt auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung durch eigenständigen Teil-Bebauungspläne. Die Darstellungen und Inhalte dieser Bebauungspläne beziehen sich auf die Masterplanungen und sind auf dessen Umsetzung ausgerichtet. Da die Masterplanungen in ihren Darstellungen zugleich einen höheren Detaillierungsgrad erreichen als die Darstellungen der entsprechenden Bebauungspläne, ist durch diese Vorgehensweise zugleich eine präzisere Bestimmung potenzieller Wirkfolgen des Städtebaus möglich, als es allein auf Grundlage der Inhalte der Bebauungspläne möglich wäre. Diese Vorgehensweise ermöglicht zudem eine genauere Abschätzungen von kumulierenden Auswirkungen und Wechselwirkungen der Gesamtplanung mit beeinträchtigender Wirkung auf die relevanten Wasserkörper, die bei der Prüfung der Inhalte eines einzelnen Bebauungsplans – wenn überhaupt – nur unzureichend erfassbar wären.

Die mit Hilfe der Masterplanungen ermittelten Wirkfaktoren des geplanten Städtebau werden im Anschluss zunächst den Qualitätskomponenten zur Bestimmung des Zustandes der relevanten Oberflächen- und Grundwasserkörpern tabellarisch gegenübergestellt. Auf dieser Grundlage erfolgt verbal-argumentativ und überschlägig die Herleitung möglicher Beeinflussungen der Qualitätskomponenten durch die Wirkfaktoren. Die Prüfung wird unter Berücksichtigung der Merkmale des geplanten Städtebaus durchgeführt, die einen Beitrag zur Vermeidung und Minderung planungsbedingter Auswirkungen auf die relevanten Wasserkörper leisten.

Im Ergebnis als nicht für die Hauptprüfung relevant werden solche Wirkfaktoren der Planung auf einzelne Qualitätskomponenten angesehen, bei deren Gegenüberstellung auch ohne detaillierte Kenntnisse bspw. zur Konzentration einzelner Stoffe in den Wasserkörpern unter Berücksichtigung möglicher zeichnerischer und textlicher Festsetzungen zur Vermeidung und Minderung eine Beeinträchtigung für den jeweiligen Wasserkörper ausgeschlossen werden kann.

Planungsbedingte Widersprüche zum Zielerreichungsgebot werden überschlägig ermittelt, indem die für den jeweiligen Wasserkörper geplanten Verbesserungsmaßnahmen den Wirkfaktoren der Planung gegenübergestellt werden. Maßnahmen, die durch die Planung hinsichtlich ihrer Wirkung oder ihres angestrebten Umsetzungszeitraums beeinträchtigt werden, können so identifiziert werden. Bei allen anderen Maßnahmen können dagegen Widersprüche zwischen der Planung und den angestrebten Verbesserungen bei dem jeweiligen Wasserkörper sicher ausgeschlossen werden. Diese sind daher für die Hauptprüfung nicht weiter relevant.

Hauptprüfung

Für die nach der Abschichtung verbleibenden Qualitätskomponenten und Verbesserungsmaßnahmen, deren planungsbedingte Beeinträchtigung durch einzelne Wirkfaktoren nach überschlägiger Prüfung nicht von vorneherein ausgeschlossen werden kann, werden in der Hauptprüfung mögliche Widersprüche zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot detailliert abgeprüft. Maßgebliche Grundlage für die Hauptprüfung können Informationen aus Fachplanungen und Gutachten sowie detaillierte Zustandsdaten zu den Wasserkörpern sein.

Für die Prüfung des Verschlechterungsverbots wird eine Prognose über die Auswirkungen der Planung auf die jeweils relevante Qualitätskomponente erstellt, bei der die Kausalität zwischen der Planung und den Auswirkungen auf das Gewässer fachlich bewertet wird. Die Prognose erfolgt gegliedert nach Wasserkörpern für jeden einzelnen Parameter, für den Veränderungen zu erwarten sind, für die einzelnen Qualitätskomponenten, für jeden Betrachtungsabschnitt/Wirkbereich und anschließend in einer Zusammenführung für den gesamten Wasserkörper.

Die Hauptprüfung des Zielerreichungsgebots erfolgt gegebenenfalls, indem unter Heranziehung der prognostizierten Wirkfaktoren der Planung dargelegt und begründet wird, ob hierdurch die für die Erreichung der Bewirtschaftungsziele erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen behindert

oder verzögert werden können. Ist dies der Fall, wird erläutert, ob vor diesem Hintergrund die fristgerechte Zielerreichung in Bezug auf den zweiten Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der WRRL von 2016 bis 2021 gefährdet wird.

Maßnahmen und Erfordernisse

Die Vor- und Hauptprüfung schließt mit Hinweisen auf die Merkmale des geplanten Städtebaus, die maßgeblich für den Ausschluss von Beeinträchtigungen einzelner Qualitätskomponenten der Wasserkörper waren. Es werden Vorschläge zur Überführungen dieser Merkmale in Festsetzungen für die verbindliche Bauleitplanung aufgeführt, die in die Teil-Bebauungspläne zur Umsetzung des geplanten Städtebaus aufzunehmen sind.

Ausnahmeprüfung

Sofern auch unter Beachtung der hergeleiteten Maßnahmen und Erfordernisse zur Vermeidung von Beeinträchtigungen ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot oder das Zielerreichungsgebot durch die geplante städtebauliche Entwicklung des Kasernenstandortes nicht ausgeschlossen werden kann und die Planung folglich zunächst nicht zulassungsfähig ist, wird im Fachbeitrag das Vorliegen der Ausnahmefähigkeit der Planung nach § 31 Abs. 2 WHG dargelegt und nachgewiesen.

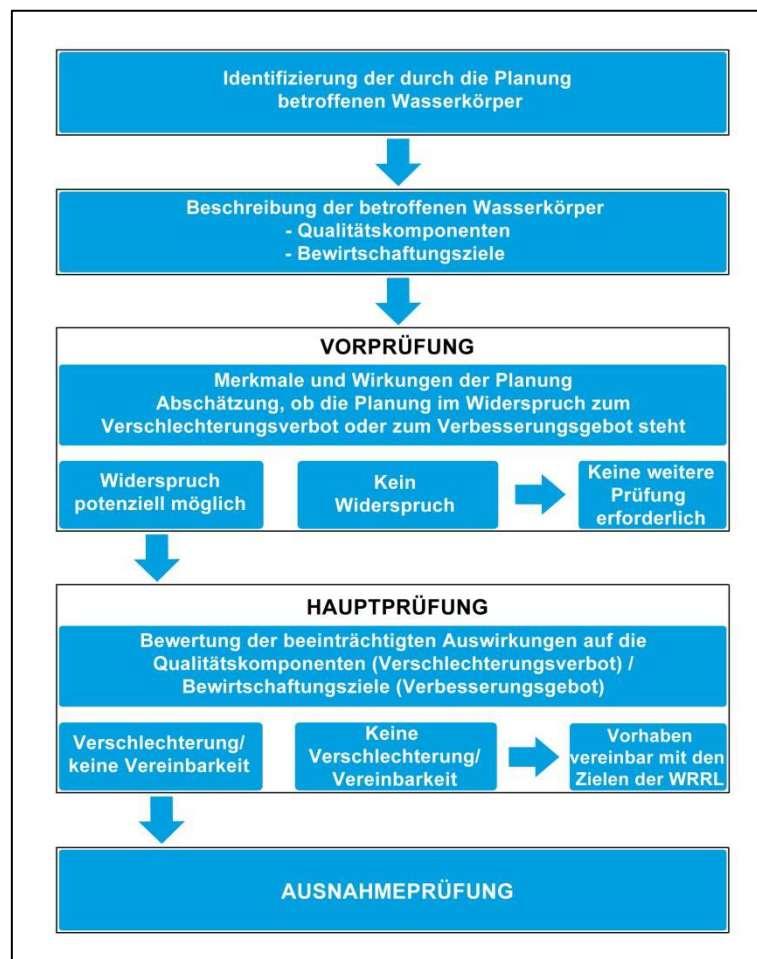


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen zur Erstellung des WRRL-FB

2.3 Datengrundlagen

Für den vorliegenden WRRL-FB zum Entwicklungsbereich Krampnitz wurden die im Folgenden genannten Datengrundlagen herangezogen. Erhebungen einzig für den FB-WRRL wurden von der INSTITUT BIOTA GMBH durchgeführt, um den Ausgangszustand der beiden planungsrelevanten Wasserkörper 'Fahrländer See' und 'Krampnitzsee' hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente bewerten zu können.

Planungsbezogene Erhebungen und Untersuchungen

- Biotopkartierung für den Entwicklungsbereich Krampnitz (NATUR +TEXT GMBH, 2014)
- Stadtquartier Potsdam-Krampnitz – städtebaulich-landschaftsplanerische Masterplanung (MACHLEIDT GMBH, April 2019)
- Bergviertel, Potsdam Krampnitz – städtebaulich-landschaftsplanerische Masterplanung (CITYFÖRSTER architecture + urbanism, Juni 2021)
- Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials und Abschätzung der stofflichen Belastung für den Fahrländer See und Krampnitzsee (BIOTA – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, 2020)
- Regenentwässerungskonzept für den Entwicklungsbereich Krampnitz (MERKEL INGENIEUR CONSULT, 2019)
- Entwässerungskonzept für das Bergviertel in Potsdam Krampnitz - Erläuterungsbericht (INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH, 2021)

Frei verfügbare Daten

- Bewirtschaftungspläne zum Krampnitzsee, Großer Graben Krampnitzsee, Fahrländer See und Untere Havel 4 (www.Wasserblick.net, abgerufen am 13.12.2022)
- Maßnahmenprogramm der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (www.fgg-elbe.de, abgerufen am 13.12.2022)
- Steckbrief zum Fließgewässertyp „Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“ (Typ 19) (<http://www.wasserblick.net/servlet/is/18727/http://www.wasserblick.net/>, abgerufen am 15.10.2019)
- Wasserkörpersteckbriefe zum Krampnitzsee, Großer Graben Krampnitzsee, Fahrländer See und Untere Havel 4, Datensätze der elektronischen Berichterstattung 2021 zum 3. Bewirtschaftungszeitraum der EU-Wasserrahmenrichtlinie von 2022 bis 2027 (Bundesanstalt für Gewässerkunde – BfG, https://geoportal.bafg.de/birt_viewer/frameset?__report=LW_WKSB_21P1.rptdesign¶m_wasserkoerper=DELW_DEBB8000258519229&agreeToDisclaimer=true <http://www.wasserblick.net/>, abgerufen am 13.12.2022)
- Seensteckbriefe zum Krampnitzsee und Fahrländer See mit Stand vom 13.12.2022 (Landesamt für Umwelt – LfU, 2017)
- Steckbrief für den Grundwasserkörper 'Untere Havel BB – HAV_UH_4' für den 3. BWP (Landesamt für Umwelt – LfU, 2022)
- Daten zu den allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der beiden Oberflächenwasserkörper Krampnitzsee und Fahrländer See, übermittelt am 15.5.2018 (Landesamt für Umwelt – LfU, 2018)
- Landschaftsplan der Landeshauptstadt Potsdam (Landeshauptstadt Potsdam, Bereich Stadtentwicklung, 2012)

3 Beschreibung der Planung im Entwicklungsbereich Krampnitz und der hiervon betroffenen Wasserkörper

3.1 Beschreibung der Planung

Für die militärische Konversionsfläche der ehemaligen Kaserne Krampnitz soll eine Gebietsentwicklung mit vorwiegend Wohnnutzungen und ergänzenden Gewerbe-, Infrastruktur- und Versorgungseinrichtungen stattfinden. Dabei sollen die denkmalgeschützten Gebäude erhalten und um eine vergleichbar strukturierte Bebauung ergänzt werden. Die im Straßenerschließungssystem und den Freiflächen noch zu erkennende Gestaltung des Ensembles soll aufgegriffen und durch Rückbauen und gezielte Ergänzungen landschaftstypischer und historischer Gestaltungselemente städtebaulich entwickelt werden. Zur Gewährleistung einer zügigen Umsetzbarkeit der Planung erfolgt die Entwicklung schrittweise für Teilbereiche des Gesamtareals.

Hierzu werden die eigenständigen Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 aufgestellt. Die Inhalte der Bebauungspläne werden aus den Darstellungen der städtebaulich-landschaftsplanerischen Masterplanung zum neuen Stadtquartier Potsdam-Krampnitz vom Büro MACHLEIDT GMBH sowie der Masterplanung „Bergviertel“ vom Büro CITYFÖRSTER architecture + urbanism abgeleitet und dienen dessen Umsetzung. In den beiden Masterplänen wird der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich dargestellt. Hierzu gehört die Verortung sozialer Infrastruktur und Gewerbeflächen, Vorgaben zu Wohntypologien und der Gestaltung von Straßen- und Freiräumen.



Abbildung 3: Geplanter Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz gemäß Masterplanungen



Abbildung 4: Geplante Flächennutzungen im Entwicklungsbereich Krampnitz – abgeleitet aus den Darstellungen der Masterplanungen



Abbildung 5: Geltungsbereiche der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 (Stand August 2023)

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über den Plan- und Verfahrensstand der Teil-Bebauungspläne mit Stand August 2023. Die Darstellungen und Inhalte der Bebauungspläne zu diesem Zeitpunkt wurden für die wasserrechtliche Prüfung herangezogen.

Tabelle 1: Plan- und Verfahrensstand der Teil-Bebauungspläne mit Stand August 2023

Teil-Bebauungsplan	Planstand	Verfahrensstand
Nr. 141-1 „Klinkerhöfe Süd“	30.09.2022	rechtsgültig (Bekanntmachung im Amtsblatt der Landeshauptstadt Potsdam Nr. 09 vom 31.08.2023)
Nr. 141-2 „Bergviertel“	02.12.2022	frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs. 1 BauGB vom 09.01. – 10.02.2023 durchgeführt

Teil-Bebauungsplan	Planstand	Verfahrensstand
Nr. 141-3 „Klinkerhöfe Nord“	08.02.2022	rechtsgültig (Bekanntmachung im Amtsblatt der Landeshauptstadt Potsdam Nr. 25 vom 29.09.2022)
Nr. 141-4 „Klinkerhöfe Ost“	30.09.2022	rechtsgültig (Bekanntmachung im Amtsblatt der Landeshauptstadt Potsdam Nr. 09 vom 31.08.2023)
Nr. 141-5A „Eingangsbereich an der B2“	14.12.2018	rechtsgültig (Bekanntmachung im Amtsblatt der Landeshauptstadt Potsdam Nr. 06 vom 02.05.2019)
Nr. 141-5A-1 „Bundesstraße 2“		Aufstellungsbeschluss vom 08.05.2023
Nr. 141-5B „Uferpark“	07.07.2017	frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs.1 BauGB vom 10.07. – 11.08.2017 durchgeführt
Nr. 141-6 „Park / Luch / Feldflur“	31.03.2023	erneute Beteiligung der Öffentlichkeit sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4a Abs. 3 BauGB vom 08.05. – 09.06.2023 durchgeführt
Nr. 141-7 „Zentrum West“	29.05.2019	frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs.1 BauGB vom 03.06. – 05.07.2019 durchgeführt
Nr. 141-7A „Südliches Zentrum West“	06.12.2022	erneute Beteiligung der Öffentlichkeit sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4a Abs. 3 BauGB vom 30.01. – 03.03.2023 durchgeführt
Nr. 141-8 „Weiterführende Schule“	29.05.2019	frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs. 1 BauGB vom 03.06. – 05.07.2019 durchgeführt
Nr. 141-9 „Heidequartier“	03.02.2023	Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 2 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs. 2 BauGB vom 06.03. – 07.04.2023 durchgeführt
Nr. 141-10 „Schau ins Land“	29.05.2019	frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 Abs. 1 BauGB sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentliche Belange nach § 4 Abs. 1 BauGB vom 03.06. – 05.07.2019 durchgeführt

Aus den in der Abbildung 4 dargestellten Flächennutzungen im gesamten Entwicklungsbereich und den Inhalten der Teil-Bebauungspläne mit Stand gemäß der Tabelle 1 ergeben sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten prozentualen Nutzungsverteilungen für den gesamten Entwicklungsbereich.

Tabelle 2: Nutzungsverteilung im Entwicklungsbereich nach Umsetzung der Planung

Nutzung	Fläche in Hektar (ha)	%-Anteil im Entwicklungsbereich
Gebäude und Verkehrsflächen	100,7	71,9
<i>davon:</i>		
Bestandsgebäude	5,8	4,1
Allgemeines Wohngebiet WA	35,9	25,6
Urbanes Gebiet MU	22,1	15,8
Sondergebiet SO	1,3	0,9
Gemeinbedarf	9,2	6,6
Stadtplatz	2,3	1,6
technische Infrastruktur	1,2	0,9
befestigte Fläche für Feuerwehr	0,1	0,1
Verkehrsfläche innere Erschließung	17,8	12,7
Verkehrsfläche äußere Erschließung	3,5	2,5
Fuß- und Radweg	1,5	1,1
Freiflächen	39,4	28,1
<i>davon:</i>		
öffentliches Grün intensiv	20,7	14,8
öffentliches Grün extensiv	15,0	10,7
privates Grün	2,3	1,6
Wasserfläche (Krampnitzsee)	1,4	1,0
Gesamt	140,1	100

Aus der oberstehenden Tabelle geht hervor, dass zukünftig etwa 100,7 ha bzw. 71,9 % der Gesamtfläche des Entwicklungsbereichs von Gebäuden und Verkehrsflächen eingenommen werden wird. 39,4 ha und damit 28,1 % entfallen nach Umsetzung der Planung auf Freiflächen mit geringem Versiegelungsgrad und erhöhtem Vegetationsanteil.

3.2 Planungsbedingte Wirkfaktoren

Die im Entwicklungsbereich Krampnitz vorgesehenen Nutzungen sind mit einer Vielzahl möglicher bau-, anlage- und betriebsbedingter Wirkungen verbunden, die zu negativen Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele für die umgebenen Wasserkörper führen können. Die im folgenden aufgeführten Wirkfaktoren sind aus der geplanten Nutzungs- und Flächenkulisse abgeleitet worden, wie sie sich aus den Inhalten der beiden Masterpläne und den hierauf basierenden Darstellungen in den Teil-Bebauungsplänen Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 (vgl. Abb. 4 i.V.m. Tab. 1) ergeben.

Die im Folgenden auf Grundlage der genannten Planunterlagen hergeleiteten Wirkfaktoren beschränken sich auf solche, die potenziell wasserkörperrelevante Aspekte aufweisen.

Baubedingte Wirkfaktoren

Flächeninanspruchnahme

Durch die Anlage temporärer Baustraßen und Lagerflächen im Zuge der Baustelleneinrichtung kommt es zu einer Flächeninanspruchnahme auf und in unmittelbarer Umgebung der Baufelder.

Dies kann zum Verlust der Vegetationsdecke und einer Verdichtung von Böden führen. Auf den Flächen im Entwicklungsbereich die unmittelbar an den Krampnitzsee angrenzen, kann diese Entwicklung einen Oberflächenabfluss in den Seewasserkörper bewirken und einen Nähr- und Schadstoffeintrag verursachen. Dieser kann in der Folge die Gewässerflora und -fauna schädigen sowie den chemischen und physikalisch-chemischen Zustand des Gewässers beeinträchtigen.

Stoffliche Immissionen

Durch den Einsatz von Baumaschinen, durch Reststoffe von Baumaterialien oder im Zuge von Schweißarbeiten können insbesondere vor dem Hintergrund der langen Bauzeit über 15 – 20 Jahre Schadstoffe wie Motoröl oder Kraftstoffe in relevanten Mengen in den Boden eingetragen werden. Zugleich wird durch die Baumaßnahmen der Oberboden durch Verdichtung und Abgrabung beeinträchtigt und zerstört, wodurch die Puffer- und Filterfunktion des Bodens herabgesetzt wird. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass baubedingt entstehende Schadstoffe über das Sickerwasser in den Grundwasserkörper gelangen. Eine Beeinträchtigung der Qualität des Grundwassers kann die Folge sein.

Anlagenbedingte Auswirkungen

Flächeninanspruchnahme

Die Errichtung von Gebäuden und Verkehrsflächen führt zu einer großflächigen und dauerhaften Flächeninanspruchnahme. Hierdurch wird die dem Grundwasserkörper zufließende Sickerwassermenge und damit die Grundwasserneubildung im Bereich der neuversiegelten Flächen reduziert.

Die planungsbedingte Neuversiegelung durch Flächeninanspruchnahme wird zudem insbesondere durch die gezielte Einleitung des zukünftig anfallenden Niederschlags auf den Flächen einen dauerhaft erhöhten Oberflächenabfluss in Oberflächenwasserkörper bewirken. Dies birgt die Gefahr eines vermehrten Eintrages von Schadstoffen in die Wasserkörper, und damit einer Beeinträchtigung der Gewässerflora und -fauna der betroffenen Oberflächenwasserkörper sowie einer Verschlechterung ihres chemischen und physikalisch-chemische Zustandes.

Stoffliche Immissionen

Die Anlage von Grünflächen oder der Austausch bisher undurchlässiger Beläge kann eine Entsigelung von im Bestand versiegelten Flächen bewirken. Infolge der Entsigelung besteht die Möglichkeit, dass darunter befindliche Altlasten freigelegt und die Schadstoffe anschließend durch anfallendes Niederschlagswasser verlagert werden. Da sich die bekannten Standorte der vorhandenen Altlasten im inneren des Entwicklungsbereichs befinden, ist ein Eintrag der Schadstoffe in die umgebenen Oberflächengewässer durch Oberflächen- und Zwischenabflüsse nicht zu erwarten. Gleichwohl kann nach der Entsigelung ein Eintrag in den Grundwasserkörper durch Sickerwasser nicht ausgeschlossen werden, und eine Beeinträchtigung seines chemischen Zustandes bewirken.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Stoffliche Immissionen

Ein oberflächenabflussbedingter Eintrag von betriebsbedingten Schadstoffen in die umgebenen Oberflächenwasserkörper findet durch die Einleitung des überwiegenden Teils des zukünftig auf den versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswassers statt. Bei den Schadstoffen kann es sich um den Abrieb von Reifen oder Bremsbelägen, Ruß, Öle, PAK und Schwermetalle aus der Kraftstoffverbrennung oder Streugut wie Streusalz handeln.

Schadstoffe können zudem mit dem Niederschlagswasser zunächst in den Boden eindringen und von dort über Zwischenabflüsse in die umgebenen Oberflächenwasserkörper eingetragen werden.

Eine Beeinträchtigung des chemischen und biologischen Zustandes der umgebenen Oberflächenwasserkörper kann die Folge dieser oberflächen- oder zwischenabflussbedingten Stoffeinträge sein.

Die Erweiterung der wassersportbezogenen Freizeit- und Erholungsnutzungen im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 141-5B kann zudem zu vermehrten stofflichen Immissionen führen, insbesondere wenn die Nutzungsintensivierung mit einer Erhöhung des Bootsverkehrs einhergeht. So können die Verbrennungsrückstände und die unsachgemäße Handhabung von Treib- und Schmierstoffen zu direkten Stoffeinträgen in den Wasserkörper des Krampnitzsees führen. Dazu kommen Auswaschungen toxischer Substanzen aus den Schutzanstrichen der Bootskörper.

Gleiches gilt in abgeschwächter Form auch für den Fahrländer See, wobei zu beachten ist, dass die Befahrung mit Wasserfahrzeugen mit konventionellem Verbrennungsmotor dort nicht zulässig ist. Zudem ist der einzige beschiffbare Zugang zu dem See über den Sacrow-Paretzer Kanal mit einer Zufahrtssperre versehen. Der Bootsverkehr beschränkt sich somit ganz überwiegend auf die wenigen Boote der umliegenden Anwohner des Ortsteils Neu Fahrland.

Die im Entwicklungsbereich Krampnitz nach Umsetzung der Planung entstehenden Schadstoffe durch Siedlungsabfälle, dem Kraftfahrzeugverkehr oder Hilfsmitteln wie Streusalz können zudem über das Sickerwasser in den Grundwasserkörper gelangen, und so die chemische Qualität des Grundwassers beeinträchtigen.

3.3 Identifizierung der planungsrelevanten Wasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs

3.3.1 Wasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs

Im unmittelbar Umfeld des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz existieren vier berichtspflichtige Wasserkörper. Hierbei handelt es sich um die beiden Seewasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See', den Fließgewässerkörper 'Großer Graben Krampnitzsee' sowie den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'.

Die räumliche Lage der Wasserkörper zum Entwicklungsbereich Krampnitz kann den folgenden Abbildung 5 und 6 entnommen werden.

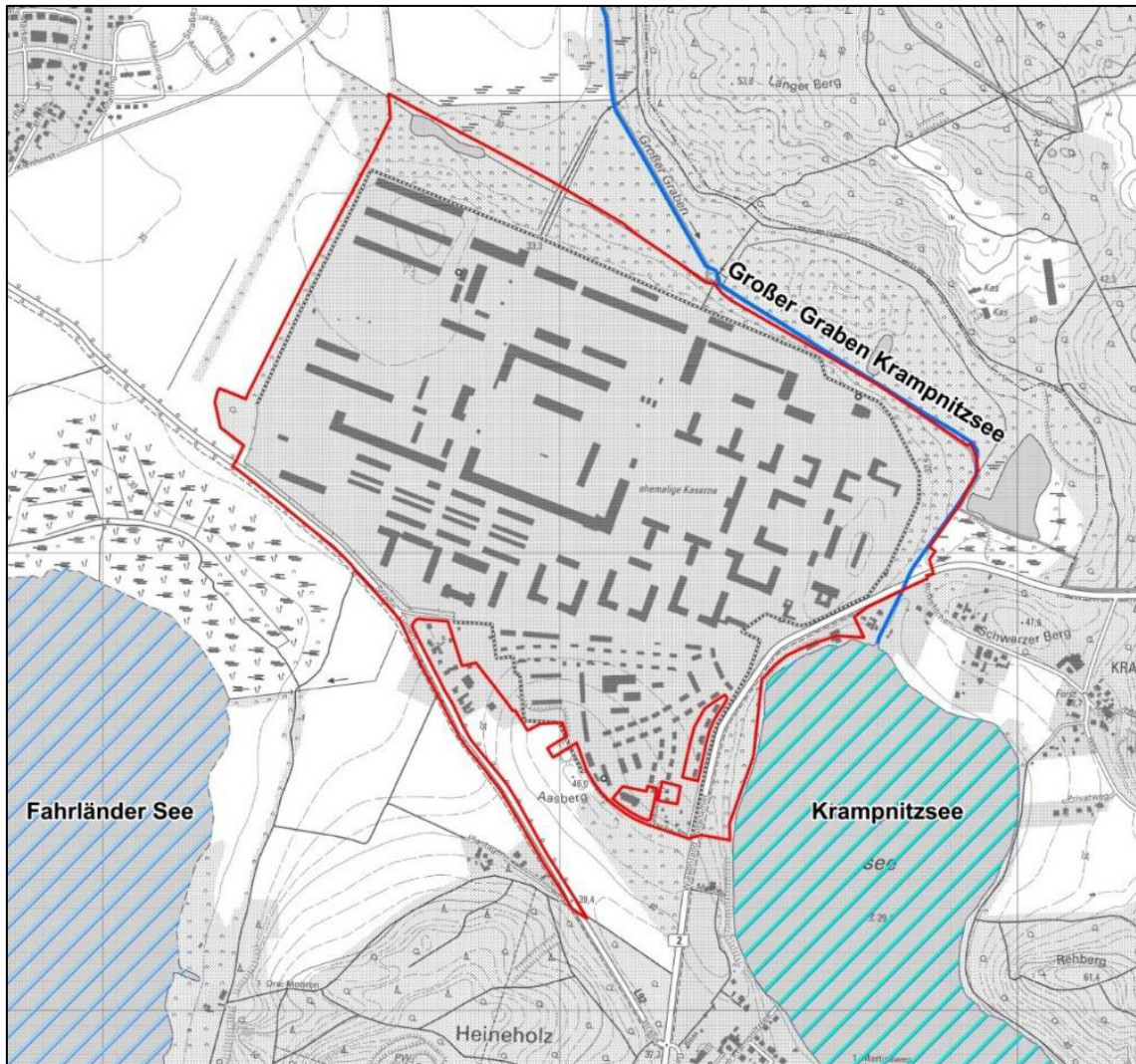


Abbildung 6: Räumliche Lage der Oberflächenwasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs Krampnitz

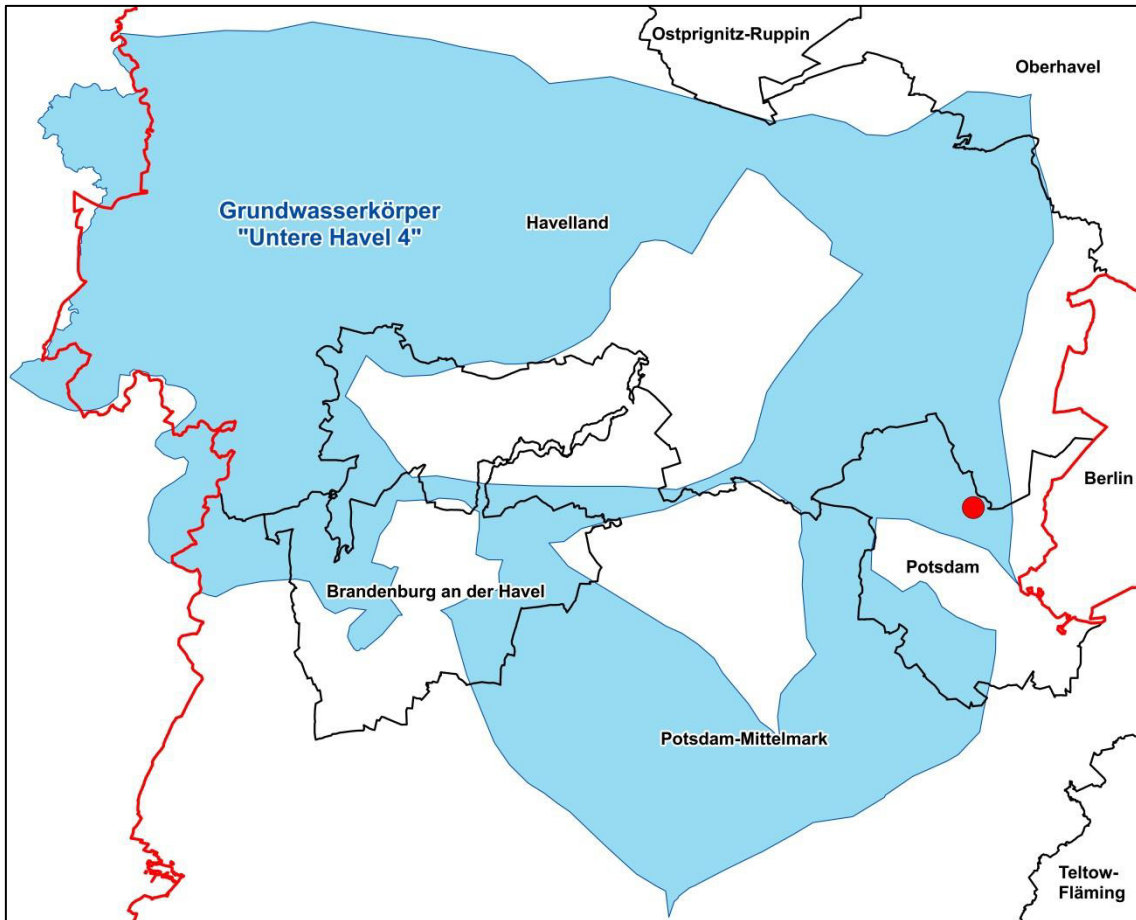


Abbildung 7: Räumliche Lage des Grundwasserkörpers im Land Brandenburg (rote Linie) und zum Entwicklungsbereich Krampnitz (roter Punkt)

3.3.2 Identifizierung der planungsrelevanten Wasserkörper

Das Gelände des Entwicklungsbereiches ist relativ uneben. Die Geländehöhen schwanken von ca. 32,50 m NHN im Bereich westliche Ketziner Straße bis ca. 44,50 m NHN im Bereich des Bergviertels. Aus der Geländefaltung ergeben sich im Entwicklungsbereich drei natürliche Einzugsgebiete, die in den 'Großen Graben Krampnitzsee' im Norden, in den 'Krampnitzsee' im Osten und über einen Graben in den 'Fahrländer See' im Süden entwässern. Die folgende Abbildung zeigt die von VOIGT INGENIEURE GMBH ermittelten ungefähren Einzugsgebietsgrenzen sowie die natürliche Abflussmenge, die sich bei naturbelassenen Einzugsgebietsgrenzen unter Berücksichtigung eines natürlichen Basisabflusses von 3 l/(s*ha) ergeben würden.



Abbildung 8: Natürliche Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper im Umfeld des Entwicklungsbereichs und ihre natürlichen Abflussmengen (VOIGT INGENIEURE GMBH 2017)

Die innerhalb der Einzugsgebiete jeweils befindlichen Geltungsbereiche der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 können der folgenden Tabelle entnommen werden. Die Zuteilung erfolgte schematisch durch einen räumlichen Abgleich zwischen der Lage der Einzugsgebiete mit den Geltungsbereichen der einzelnen Bebauungspläne gemäß den Darstellungen der Abbildung 4 i.V.m. Abbildung 7 sowie unter Berücksichtigung der vorhandenen Topografie.

Tabelle 3: Innerhalb der Einzugsgebiete der planungsrelevanten Wasserkörper gelegene Teil-Bebauungspläne

Teil-Bebauungspläne	Wasserkörper			
	Krampnitzsee	Fahrländer See	Großen Graben Krampnitzsee	Untere Havel 4
141-1 „Klinkerhöfe Süd“	x	x		x
141-2 „Bergviertel“	x	x		x
141-3 „Klinkerhöfe Nord“	x			x
141-4 „Klinkerhöfe Ost“	x			x
141-5A „Eingangsbereich an der B2“	x			x
141-5A-1 „Bundesstraße 2“	x			x

Teil-Bebauungspläne	Wasserkörper			
	Krampnitzsee	Fahrländer See	Großen Graben Krampnitzsee	Untere Havel 4
141-5B „Uferpark“	x			x
141-6 „Park / Luch / Feldflur“		x	x	x
141-7 „Zentrum West“		x		x
141-7A „Südliches Zentrum West“		x		x
141-8 „Weiterführende Schule“		x		x
141-9 „Heidequartier“		x	x	x
141-10 „Schau ins Land“		x	x	x

Im Abgleich mit den im Kapitel 3.2 hergeleiteten Wirkfaktoren kann eine planungsbedingte Beeinträchtigung der beiden Seewasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' schon aufgrund der in diese geplanten Einleitung des überwiegenden Anteils des im Entwicklungsbereich nach Umsetzung der Planung anfallenden Niederschlags nicht von vorneherein ausgeschlossen werden. Gleiches gilt in Bezug auf die umfängliche planungsbedingte Flächeninanspruchnahme auch für den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'.

Der 'Große Graben Krampnitzsee' ist als Vorflut für die Seewasserkörper nur von untergeordneter Bedeutung. Eine direkte Einleitung in den Fließgewässerwasserkörper infolge der städtebaulichen Entwicklung des ehemaligen Kasernenareals ist lediglich im Bereich der Bundesstraße 2 vorgesehen. Diese befindet sich jedoch kurz vor der Einmündung des Grabens in den Krampnitzsee, so dass hiermit verbundene Gewässerbeeinträchtigungen erst im See ihre Wirkung entfalten werden. In Verbindung mit dem räumlichen Abstand des Fließgewässers zum Plangebiet sowie dem im Bebauungsplan Nr. 141-6 „Park / Luch / Feldflur“ dargestellten breiten Streifen extensiv genutzter Grünflächen, die den Graben von den geplanten Nutzungen im Entwicklungsbereich abschirmt, sind von vorneherein keine Auswirkungen des geplanten Städtebaus auf diesen Wasserkörper zu erwarten.

Die Versickerung des auf den Flächen der Bebauungspläne im nördlichen Teil des Entwicklungsbereichs anfallenden Niederschlags führt über den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' zudem zu einer indirekten Speisung des Grabens. Beeinträchtigungen des Fließgewässerwasserkörper infolge dieses Zuflusses können durch die Filter- und Pufferfunktion des Bodens, die verlängerte Abbau- und Filterstrecke sowie Verdünnungseffekte im Grundwasserkörper aber von vorneherein ausgeschlossen werden.

Den Ausführungen folgend, sind die drei berichtspflichtigen Wasserkörper 'Krampnitzsee', 'Fahrländer See' und 'Untere Havel 4' Gegenstand des vorliegenden WRRL-FB. Der Fließgewässerwasserkörper 'Großer Graben Krampnitzsee' ist dem zur Folge nicht Gegenstand des vorliegenden WRRL-FB.

3.4 Beschreibung der von der Planung betroffenen Wasserkörper

In der folgenden Tabelle werden die unmittelbar im Wirkungsbereich des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz existierenden und berichtspflichtigen Wasserkörper aufgelistet, die im vorliegenden WRRL-FB berücksichtigt werden.

Tabelle 4: Auflistung der von der Planung potenziell beeinflussten Wasserkörper

Wasserkörper-ID	Wasserkörper-Name
Seewasserkörper	
DELW_DEBB8000258519229	Krampnitzsee
DELW_DEBB8000158519249	Fahrländer See
Grundwasserkörper	
DE_GB_DEBB_HAV_UH_4	Untere Havel 4

3.4.1 Oberflächenwasserkörper

Unter Verwendung der Seensteckbriefe des LfU in Verbindung mit Messdaten des LfU zu den allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' wird in diesem Kapitel der ökologische und chemische Zustand der planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper in einer Übersicht zusammengestellt. Ergänzend werden die Angaben der Wasserkörpersteckbriefe der Bundesanstalt für Gewässerkunde – BfG zu bestehenden Belastungen und geplante Maßnahmen an den beiden Oberflächenwasserkörpern im Abgleich mit den Inhalten der Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne in die Zusammenstellung aufgenommen.

Die in Tabelle 5 und 6 dargestellte Zustandsbewertung der Oberflächenwasserkörper folgt entsprechend der Steckbriefe des LfU und der BfG einer 5-stufigen Bewertungsskala (EG-WRRL, 2000, Tabelle 2). Die Bewertung der allgemein-physikalischen Parameter Sichttiefe und Phosphor Saisonmittelwert erfolgte entsprechend den Anforderungen für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial nach OGewV (2016), Anlage 7 Nr. 2.2 (Tabelle 2).

Tabelle 5: Bewertungsklassen nach EG-WRRL/LAWA und OGewV

LAWA-Zustandsbewertung	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	unklar
LAWA-Klasse	1	2	3	4	5	
Bewertung nach OGewV	sehr gut	gut			nicht gut	

Die Angaben der Tabellen 5 und 6 dienen insbesondere auch der Auswirkungsprognose für die einzelnen Wasserkörper im Rahmen der Vorprüfung unter Kapitel 4.

Tabelle 6: Planungsspezifische Angaben zum Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee'

Krampnitzsee	
Allgemeine Angaben¹	
Flussgebietseinheit	Elbe
Koordinierungsraum	Havel
Planungseinheit	Untere Havel
Kennung	DELW_DEBB8000258519229

Krampnitzsee			
Gewässertyp	Polymiktischer Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet		
Einstufung	Natürlich		
Signifikante Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Diffuse Quellen - Atmosphärische Deposition • Anthropogene Belastungen - Unbekannt 		
Auswirkungen der Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung mit Schadstoffen • Unbekannter Einfluss 		
Zustandsbewertung ²	Bericht EU		aktuell
	2014	2017	2022
ökologischer Zustand gesamt	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
Qualitätskomponente Makrophyten & Diatomeen	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
<i>Teilkomponente Makrophyten</i>			
<i>Teilkomponente Diatomeen</i>	<i>unbefriedigend</i>	<i>unbefriedigend</i>	<i>unbefriedigend</i>
Qualitätskomponente Phytoplankton	mäßig	mäßig	gut
chemischer Zustand gesamt	nicht gut	nicht gut	nicht gut
Prioritären Stoffe mit Überschreitung der UQN ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Bromierte Diphenylether (BDE) • Quecksilber und Quecksilberverbindungen 		
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe/ Nitrat ¹	nicht gut		
Maßnahmen am Wasserkörper¹			
<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten 			

¹ Wasserkörpersteckbrief der BfG

² Darstellung auf Grundlage des Seesteckbriefs Krampnitzsee und ergänzender Daten des LfU

Tabelle 7: Planungsspezifische Angaben zum Oberflächenwasserkörper 'Fahrländer See'

Fahrländer See	
Allgemeine Angaben¹	
Flussgebietseinheit	Elbe
Koordinierungsraum	Havel
Planungseinheit	Untere Havel
Kennung	DELW_DEBB8000158519249
Gewässertyp	Polymiktischer Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet
Einstufung	Natürlich
Signifikante Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Diffuse Quellen - Landwirtschaft • Diffuse Quellen - Atmosphärische Deposition • Anthropogene Belastungen - Unbekannt
Auswirkungen der Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung mit Schadstoffen • Verschmutzung mit Nährstoffen

Fahrländer See			
Zustandsbewertung²	Bericht EU		aktuell
	2014	2017	2022
ökologischer Zustand gesamt	schlecht	schlecht	unbefriedigend
Qualitätskomponente Makrophyten & Diatomeen	mäßig	mäßig	unbefriedigend
<i>Teilkomponente Makrophyten</i>			
<i>Teilkomponente Diatomeen</i>	mäßig	mäßig	mäßig
Qualitätskomponente Phytoplankton	schlecht	schlecht	unbefriedigend
chemischer Zustand gesamt	nicht gut	nicht gut	nicht gut
Prioritären Stoffe mit ¹ Überschreitung der UQN	<ul style="list-style-type: none"> • Bromierte Diphenylether (BDE) • Quecksilber und Quecksilberverbindungen 		
Prioritäre Stoffe inklusive ubiquitäre Schadstoffe/ Nitrat ¹	nicht gut		
Maßnahmen am Wasserkörper¹			
<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft • Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Drainagen aus der Landwirtschaft • Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten 			

¹ Wasserkörpersteckbrief der BfG

² Darstellung auf Grundlage des Seesteckbriefs Krampnitzsee und ergänzender Daten des LfU

3.4.2 Grundwasserkörper

Der den gesamten Entwicklungsbereich Krampnitz abdeckende Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' wird im Folgenden auf Grundlage der Steckbriefe der BfG und dem LfU zu dem Wasserkörper zusammenfassend charakterisiert. Stand der Daten ist die Berichterstattung 2021 zum 3. Bewirtschaftungszeitraum der EU-Wasserrahmenrichtlinie von 2022 bis 2027. Die dargestellten Informationen wurden insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungsprognose auf den Wasserkörper im Rahmen der Vorprüfung unter Kapitel 4 ausgewählt.

Tabelle 8: Planungsspezifische Angaben zu dem Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'

Untere Havel 4	
Allgemeine Angaben	
Flussgebietseinheit	Elbe
Koordinierungsraum	Havel
Kennung	DEGB_DEBB_HAV_UH_4
Grundwasserhorizont	Grundwasserkörper und -gruppen in Hauptgrundwasserleiter
Trinkwassernutzung	Ja
Signifikante Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Punktquellen – Andere • Diffuse Quellen - Andere • Diffuse Quellen - Landwirtschaft
Auswirkungen der Belastungen	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung mit Schadstoffen

Untere Havel 4			
Zustandsbewertung	Gut	schlecht	unklar
Mengenmäßiger Zustand	Gut		
chemischer Zustand	Gut		
Stoffe mit Überschreitung der Schwellenwerte nach Anlage 2 GrwV	<ul style="list-style-type: none"> Keine 		
Maßnahmen am Wasserkörper			
<ul style="list-style-type: none"> Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge aus anderen Punktquellen Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten Konzeptionelle Maßnahme; Einrichtung bzw. Anpassung von Förderprogrammen 			

3.5 Bestimmung des Ausgangszustandes

Für die Überprüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz mit den Bewirtschaftungszielen ist der Ausgangszustand der betroffenen Wasserkörper den prognostizierten Auswirkungen der Planung gegenüberzustellen. Die vorliegenden Daten und Bewertungen sind daher dahingehend zu überprüfen, ob sie für eine Bewertung des Zustands und für eine Prognose ausreichen.

3.5.1 Oberflächenwasserkörper

Für die zwei planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' liegen mit den Angaben in den Steckbriefe des LfU und der BfG in Verbindung mit den vom LfU ergänzend zur Verfügung gestellten Gewässerdaten Informationen zur überwiegende Zahl der biologischen und unterstützenden Qualitätskomponenten der zwei Gewässer vor.

Auf nachvollziehbaren Feststellungen basierende Prognosen zu einer möglichen Zustandsänderung der biologischen Qualitätskomponenten, die auf menschlicher Erfahrung und dem wissenschaftlich begründetem Kenntnisstand beruhen, sind für die biologischen Qualitätskomponenten aufgrund der Informationsgrundlage daher weitgehend durchführbar.

Für den chemischen Zustand liegt eine vollständige Bewertung für die beiden Oberflächenwasserkörper vor.

Konkrete Anhaltspunkte, wonach sich der Gewässerzustand zwischenzeitlich abweichend von der Dokumentation in den genannten Quellen entscheidungserheblich verbessert oder verschlechtert hat, liegen nicht vor. Insofern sind weitere Untersuchungen zu den bereits bewerteten Qualitätskomponenten nicht erforderlich.

Als ein Ergebnis der Vorprüfung wird im Kapitel 4 dargelegt, inwieweit weitere Untersuchungen und Erhebungen zu den bisher nicht bewerteten Qualitätskomponenten notwendig sind, um eine Vereinbarkeit der Planung mit den Bewirtschaftungszielen fach- und sachgerecht abprüfen zu können.

3.5.2 Grundwasserkörper

Der allgemeine Zustand des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' ist in dem vorliegenden Steckbrief der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) hinreichend charakterisiert. Für die Überprüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz mit den Bewirtschaftungszielen des Wasserkörpers sind daher keine weiteren Datenerhebungen erforderlich.

4 Vorprüfung zur Ermittlung der für die Hauptprüfung maßgeblichen Auswirkungen auf den Zustand der Wasserkörper

4.1 Vorprüfung des Verschlechterungsverbots für die planungsrelevanten Wasserkörper

Im Folgenden wird in einer überschlägige Abschätzung ermittelt, ob und inwieweit der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz generell im Widerspruch zum Verschlechterungsverbot steht.

Hierzu werden die im Kapitel 3.2 beschriebenen Merkmale und Wirkfaktoren der Planung den Qualitätskomponenten zur Bestimmung des Zustandes der relevanten Oberflächen- und Grundwasserkörpern gegenübergestellt. Unter Berücksichtigung der Merkmale des geplanten Städtebaus werden auf diese Weise die Qualitätskomponenten herausgefiltert, deren Beeinflussung durch die Planung von vorneherein ausgeschlossen werden kann, und daher im Rahmen der Hauptprüfung nicht weiter berücksichtigt werden müssen. Als nicht für die Hauptprüfung relevant werden hierbei Auswirkungen der Planung auf einzelne Qualitätskomponenten angesehen, bei deren Gegenüberstellung auch ohne detaillierte Kenntnisse bspw. zur Konzentration einzelner Stoffe in den Wasserkörpern eine Beeinträchtigung sicher ausgeschlossen werden kann.

Bei der Bewertung wird zwischen für die Hauptprüfung relevanten und nicht relevanten sowie zeitlich stark begrenzten und solchen Auswirkungen ohne Einfluss auf die jeweilige Qualitätskomponente unterschieden.

Als nicht für die Hauptprüfung von Belang werden hierbei von vorneherein Auswirkungen des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz angesehen, die keinen Einfluss auf den Zustand der jeweiligen Qualitätskomponenten besitzen.

Bei Auswirkungen die als zeitlich stark begrenzt eingestuft werden, wird davon ausgegangen, dass diese ein ohnehin sehr geringes Beeinträchtigungspotenzial besitzen und darüber hinaus auch nicht lange auf den jeweiligen Wasserkörper einwirken, so dass eine dauerhafte Verschlechterung seines Zustandes ausgeschlossen werden kann. Diese Einstufung berücksichtigt auch landschaftspflegerische Schutz-, Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen im Sinne des § 31 Abs. 1 Nr. 2 WHG.

Als nicht für die Hauptprüfung relevant werden auch solche Auswirkungen der Planung auf eine Qualitätskomponente angesehen, bei denen eine Beeinträchtigung ihres Zustandes nicht generell ausgeschlossen werden kann, im konkreten Fall jedoch eine Beeinflussung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten ist. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden die Erwägungen die zu dieser Bewertung geführt haben zusätzlich verbal-argumentativ kurz hergeleitet.

Sofern Merkmale des geplanten Städtebaus maßgeblich für den Ausschluss einer Beeinträchtigung einzelner Qualitätskomponenten sind, ist deren Realisierung unter anderem über Festsetzungen in den Teil-Bebauungsplänen Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 sicherzustellen. Hinweise auf erforderliche Festsetzungen für die verbindliche Bauleitplanung im Bereich des Entwicklungsbereichs werden am Ende der Hauptprüfung gegeben.

In den folgenden zwei Kapiteln werden die Ergebnisse der Vorprüfung für die planungsrelevanten Oberflächen- und Grundwasserkörper zunächst in einer Wirkmatrix dargestellt (Tab. 8 und 9). Zu den potenziell durch eine Auswirkung betroffenen, bei der konkreten Planung durch diese jedoch nicht signifikant beeinträchtigten Qualitätskomponenten erfolgt im Anschluss an die Tabelle eine verbal-argumentative Darstellung der Erwägungen, die zu der Einschätzung geführt haben.

4.1.1 Oberflächenwasserkörper

Tabelle 9: Planungsbezogene Auswirkungen und ihre Relevanz für das Verschlechterungsverbot prüfrelevanter Oberflächenwasserkörper

Wirkungs- ursache	Einzelmaßnahme (Wirkfaktor)	ökologischer Zustand							chemischer Zustand
		Gewässerflora (Makro- phyten/ Phytoplankton)	Gewässerfauna (Makro- zoobenthos, Fisch- fauna)	unterstützende Qualitätskomponente					
				Wasserhaushalt	Durchgängigkeit	Morphologie	Flussgebietspez. Schadstoffe	allg. physikalische- chemische Qualitäts- komponente	
Bautätigkeit	Flächeninanspruchnahme	□	□	○	○	○	□	□	□
Anlage	Flächeninanspruchnahme	■	■	○	○	○	■	■	■
Betrieb	Stoffliche Immissionen	■	■	○	○	○	■	■	■

Bewertungsstufen

- Auswirkung hat keinen negativen Einfluss auf die Qualitätskomponente
- ◉ Zeitlich begrenzte und/oder geringfügige Auswirkung ohne Einfluss auf den Zustand der Qualitätskomponente
- keine Auswirkung auf die Qualitätskomponente zu erwarten (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung auf die Qualitätskomponente nicht von vorneherein auszuschließen (Hauptprüfung)

Gemäß den Darstellungen der obigen Tabelle kann eine Beeinträchtigung der unterstützenden Qualitätskomponente von vorneherein ausgeschlossen werden („○“). Der *Wasserhaushalt* des 'Krampnitzsees' und des 'Fahrländer Sees' wird durch die Planung nicht entscheidend verändert, da der auf den Flächen im Entwicklungsbereich anfallende Niederschlag auch nach Umsetzung der Planung nach Maßgabe der vorhandenen Einzugsgebiete durch natürlichen Abfluss und anteilig infolge direkter Einleitungen in die beiden Oberflächenwasserkörper gelangt.

Der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich reicht lediglich im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 141-5B bis an das Ufer des 'Krampnitzsees' heran. Die Uferlinie des 'Fahrländer See' befindet sich in einigem Abstand zum Entwicklungsbereich. Die *Morphologie* der beiden Oberflächenwasserkörper wird somit wenn überhaupt nur in einem sehr kurzen Abschnitt des 'Krampnitzsees' verändert. Zudem weist das Ufer in diesem Bereich bereits im Bestand überwiegend einen künstlichen Verbau auf.

Da die Planung die Gestalt der Oberflächenwasserkörper nicht verändert, sind Einschränkungen des Sedimenttransports oder der biologischen *Durchgängigkeit* auch zukünftig nicht zu erwarten.

Im Folgenden wird die Bewertung einzelner planungsbedingter Auswirkung auf die Qualitätskomponenten für Oberflächenwasserkörper verbal-argumentativ hergeleitet, bei denen eine Beeinträchtigung nicht generell ausgeschlossen werden kann. Die Herleitung erfolgt gegliedert nach der Wirkungsursache für die einzelnen Wirkfaktoren und behandelt alle Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten, die in der Tabelle 8 die Einstufung „□“ oder „■“ erhalten haben.

Baubedingte Wirkfaktoren

Flächeninanspruchnahme

Eine Erhöhung des Schadstoffeintrages in Oberflächenwasserkörper infolge eines Anstiegs des Oberflächenabflusses durch Bodenverdichtung und die Entfernung der Vegetationsdecke ist potenziell nur im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 141-5B möglich, da hier der 'Krampnitzsee' unmittelbar an das Plangebiet angrenzt.

Im unmittelbaren Grenzbereich zum Krampnitzsee sieht die Planung jedoch hauptsächlich eine Grünflächennutzung vor. Eine Bebauung und damit intensive Flächeninanspruchnahme in der Bauphase ist hier somit nicht vorgesehen. Zudem bleibt der bestehende Bewuchs des Ufers erhalten, wodurch ein möglicher Eintrag von Schadstoffen durch Oberflächenabfluss effizient unterbunden wird. Insgesamt kann eine Beeinträchtigung der *Gewässerflora* und *-fauna* des Oberflächenwasserkörpers 'Krampnitzsee' oder seines *chemischen* und *physikalisch-chemischen* Zustands infolge einer baubedingten Flächeninanspruchnahme somit ausgeschlossen werden.

Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Flächeninanspruchnahme

Zur Regulierung des auf den zukünftig versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswassers ist im Jahr 2019 für den überwiegenden Teil des Entwicklungsbereichs Krampnitz ein Regenentwässerungskonzept durch die MERKEL INGENIEUR CONSULT erstellt worden. Für das Bergviertel wurde im Jahr 2021 ein eigenes Entwässerungskonzept von der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH erarbeitet. Zielvorgabe der Konzepte ist es, so wenig Niederschlagswasser wie möglich in die angrenzenden Oberflächengewässer einzuleiten und eine größtmögliche Menge vor Ort zu versickern. Im Folgenden werden die Entwässerungskonzepte in ihren Grundzügen zusammengefasst kurz erläutert. Eine detaillierte Beschreibung der Konzepte mit Darstellungen zur räumlichen Lage der einzelnen Komponenten können den beiden Regenentwässerungskonzepten entnommen werden.

Für die Entwässerung der öffentlichen Verkehrsflächen sieht das Konzept von MERKEL INGENIEUR CONSULT kombinierte Mulden-Rigolen-Abschnitte entlang der meisten Straßen im inneren des Entwicklungsbereichs vor. Hierbei verzögern die die Rigolen-Elemente den Wassertransport so dass die Abflussspitzenwerte aller Niederschläge in ihrer Intensität gedämpft und zeitlich verzögert werden. Die Mulden gewährleisten eine Reinigung des Wassers über die belebte Bodenschicht.

Untersuchungen im Rahmen der Erstellung des Regenentwässerungskonzept von MERKEL INGENIEUR CONSULT haben gezeigt, dass in weiten Teilen des Entwicklungsbereiches von ungünstigen Versickerungseigenschaften des Untergrundes auszugehen ist. Daher wurde das Konzept der Mulden-Rigolen-Elemente dahingehend modifiziert, die Anlagen in Bereichen unzureichender Versickerungsleistung zu koppeln, um das Wasser in Bereiche mit günstigeren Versickerungswerte zu transportieren und die maximalen Einstauzeiten der einzelnen Rigolen auf ein praktikables Maß zu reduzieren. Zur optimalen Nutzung der Rigolenvolumina erfolgt die Kopplung über Drosselorgane. Da auch mit der Kombination der Mulden-Rigolen-Elemente keine 100%ige Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers erreicht werden kann, erfolgt eine gedrosselte Übergabe des nicht versickerten Wassers der Rigolen in die geplanten Kanalsysteme.

In weiten Bereichen des Geltungsbereichs des Bebauungsplans Nr. 141-2 liegen Bodenverhältnisse vor, die eine vollständige Versickerung des Regenwassers nicht zulassen. Daher ist in diesen Bereichen von der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH ein vernetztes Mulde-Rigolen-System (MRS) zur Entwässerung der befestigten Flächen vorgesehen. In Bereichen mit besseren Versickerungseigenschaften kann eine Versickerung über Mulden bzw. Mulden-Rigolen-Elemente erfolgen. Die gedrosselte Ableitung des Regenwasserüberschusses im Bergviertel ist über den nördlich im Entwicklungsbereich Krampnitz angrenzenden Regenwasserkanal in der Ketziner Straße möglich.

In den denkmalgeschützten Arealen des Entwicklungsbereiches wurden Straßen festgelegt, deren Querschnitte nicht für die Anlage von Mulden-Rigolen-Elementen modifiziert werden dürfen. Für die betroffenen Straßenzüge wurde eine Entwässerungslösung in Abhängigkeit der durchschnittlichen täglichen Verkehrslasten von der von MERKEL INGENIEUR CONSULT konzipiert. Die Entwässerung erfolgt über Rigolen bzw. eine Direkteinleitung in Regenwasserkanäle, welche in die beiden Oberflächengewässer 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' entwässern.

Durch die großflächige Planung von Gründächer auf den zukünftigen Privatgrundstücken im Entwicklungsbereich kann zudem die anfallende Regenwassermenge durch Verdunstung reduziert und der Wasserrückhalt im Gebiet durch Zwischenspeicherung im Substrat erhöht werden. Hierdurch leisten die Gründächer einen Beitrag zur Reduktion und Verzögerung der insgesamt einleitende Niederschlagswassermenge. Zudem ist für jeden der Teil-Bebauungspläne Nr. Nr.

141-1 bis 141-10 ein Abflussbeiwert von 0,3 für die befestigten Nebenflächen der privaten Baufelder festgelegt worden.

Hierdurch sichern die Bebauungspläne die Umsetzung der beiden Regenwasserkonzepte in Bezug auf die Reduzierung der Ableitungen und die Förderung der Versickerung vor Ort, also die Verringerung des Abflusses.

Durch die beschriebenen Regenentwässerungskonzepte i.V.m. unterstützenden Festsetzungen in den Teil-Bebauungsplänen Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 kann somit die planungsbedingte Erhöhung des Oberflächenabflusses durch Rückhalt und Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers vor Ort verringert werden.

Die beiden Regenentwässerungskonzepte sehen im Grundsatz einen kaskadenartigen Rückhalt des Regenwassers für die Grundstücke, auf denen es anfällt, auf verschiedenen Ebenen vor. In der ersten Stufe wird eine Retention und teilweise Verdunstung auf Grün- und Retentionsdächern vorgesehen. Anschließend soll das von den Dachflächen abfließende Wasser in Mulden-Rigolen-Systemen auf dem Grundstück selbst gesammelt und dort versickert und/oder verdunstet werden. Des Weiteren tragen Maßnahmen zur Zurückhaltung zur Versickerung vor Ort bei. Da bei den sehr unterschiedlichen, kleinräumig wechselnden Bodenverhältnissen auch mit der Kombination der Mulden-Rigolen-Elemente wahrscheinlich keine vollständige Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers erreicht werden kann, darf das verbleibende Regenwasser mit einem maximalen Drosselabfluss von 4 l/s×ha in die neu zu errichtende Regenwasserkanalisation eingeleitet werden, wenn gutachterlich nachgewiesen ist, dass eine vollständige Versickerung auf dem Grundstück nicht möglich ist.

Die Wirkungsgrade der Komplexmaßnahmen im Entwicklungsbereich Krampnitz wurden vom Büro MERKEL INGENIEUR CONSULT für die Schadstoffgruppen Abfiltrierbare Stoffe (AFS) und Phosphor (P) als maßgebliche Repräsentanten für die Schadstoffbelastung insgesamt ermittelt.

Die Wirkungsgrade liegen für die Straßenabflüsse bei 0,9 (AFS) und 0,72 (P) und für die Abflüsse von den privaten Baufeldern bei 0,9 (AFS) und 0,5 (P). Diese Zahlen verdeutlichen, dass trotz der sehr hoch eingeschätzten Reinigungsleistung aller ergriffenen Maßnahmen ein Teil der Schadstoffe dennoch in die Oberflächenwasserkörper gelangen wird.

Eine Beeinträchtigung der *Gewässerflora und -fauna* sowie des *chemischen und physikalisch-chemischen* Zustandes der beiden Oberflächenwasserkörper kann aufgrund einer anlagenbedingten Flächeninanspruchnahme somit insgesamt nicht von vorneherein ausgeschlossen werden.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Stoffliche Immissionen

Das Regenentwässerungskonzept von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH sehen für den Entwicklungsbereich Krampnitz eine überwiegende Aufnahme des entlang der Straßen anfallenden Niederschlagswassers in Mulden und Rigolen vor. Im Falle des Niederschlagswassers der privaten Baufelder soll analog verfahren werden.

Das Wasser der Neubauten soll bereits weitgehend über Gründächer gesammelt und behandelt werden, bevor es den Mulden-Rigolen-Anlagen auf den jeweiligen Grundstücken zugeführt wird. Nur von den denkmalgeschützten Bauten (Steildächer) wird sofort in diese Anlagen eingeleitet. Im Bedarfsfall kann dann von den Mulden-Rigolen-Anlagen ein Drosselabfluss von 4 l/s×ha (bezogen auf A_U) in das öffentliche Entwässerungssystem erfolgen.

Gemeinsam sind den beiden Bereichen sowie den Flächen im Bergviertel, dass zu diesen Ansätzen, ebenfalls um die bestmögliche Vorreinigungsleistung zu erzielen, weitere Maßnahmen kombiniert werden:

- z.B. Baumrigolen, Regengärten, versickerungsfähiges Pflaster in den Straßenbereichen oder
- Wohnwege aus Schotterrasen und oberflächliche Einleitungen in angrenzende Grünflächen auf den privaten Baufeldern.

Sämtliche Versickerungseinrichtungen sind in Abhängigkeit von der zu erwartenden Schmutzfracht zu konzipieren. Nur wenige Straßenbereiche werden letztendlich direkt an den Regenwasserkanal angeschlossen (Denkmalbereiche). Das derart gesammelte und vorbehandelte Regenwasser wird in die beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' abgegeben.

Die großflächige Herstellung von Gründächern bedingt dabei eine substratbasierte Vorreinigung des anfallenden Niederschlags. Die Hauptreinigung des zur Versickerung gebrachten Niederschlags, also auch der späteren Abflüsse, erfolgt über Mulden-Rigolen. Hierbei werden Schadstoffe über die belebte Bodenzone durch Filterung und Abbauprozesse im Boden verstärkt neutralisiert. Für die Mulden-Rigolen die das stärker verschmutzte Regenwasser der Verkehrsflächen aufnehmen, sieht das Regenentwässerungskonzept der MERKEL INGENIEUR CONSULT ergänzend eine Nachreinigung durch die Verwendung eines phosphorbindenden Zuschlagstoffs im Füllboden des Muldenbettes vor. Diese Maßnahme wird auch für die entsprechenden Verkehrsflächen im Bergviertel zwingend vorausgesetzt.

Der Bebauungsplan Nr. 141-5B sieht darüber hinaus entlang des Ufers des Krampnitzsees einen Erhalt der natürlichen, gehölzgeprägten Ufervegetation vor. Diese verfügt über eine Pufferfunktion gegenüber den Schadstoffen, die mit dem Zwischenabfluss transportiert werden und minimiert so den Schadstoffeintrag in den Krampnitzsee zusätzlich. Eine bedeutsame betriebsbedingte Verschmutzung der Oberflächenwasserkörper über diesen Grundwasserzufluss kann daher insgesamt ausgeschlossen werden kann.

Im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 141-5A, in dem ein Abschnitt der besonders stark schadstoffbelasteten Bundesstraße 2 verläuft, wird zusätzlich eine gezielte Sammlung und Behandlung des Regenwassers in einer Bodenretentionsfilteranlage vorgenommen. Hierüber werden auch die überschüssigen Straßenabwässer von den befestigten Flächen des Bergviertels behandelt, die sich im Bereich der Vorflut des Krampnitzsees befinden.

Trotz aller Maßnahmen zur Reinigung, zum Rückhalt und zur mehrstufig verzögerten Ableitung kann nicht verhindert werden, dass ein erheblicher Teil des Regenwassers gemäß den beiden Regenentwässerungskonzepten in die beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' gelangt³. Insbesondere der Eintrag anthropogener Schadstoffe der Straßenflächen über diese Abflüsse sind hierbei potenziell mit Beeinträchtigungen der Gewässer verbunden.

Die überschlägige Abschätzung einer möglichen Zustandsänderung der biologischen Qualitätskomponenten der beiden Oberflächenwasserkörper durch die geplanten Einleitungen ist aufgrund der Informationslage allein auf Grundlage der Angaben aus den Steckbriefen des LfU und dem BfG zu den beiden Gewässern nicht vollständig durchführbar. Hier fehlen vor allem Angaben zu den physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten, deren planungsbedingte Veränderung auch zu einer Beeinträchtigung der biologischen Qualitätskomponenten führen kann. Zudem sind Abschätzungen zu bestehenden und durch den geplanten Städtebau in Krampnitz zusätzlich infolge der Einleitungen anfallenden Stofffrachten in die beiden Seen erforderlich, um mögliche Beeinträchtigungen beurteilen zu können. Vor allem die Nährstoffbelastung der beiden Seen im Bestand, insbesondere durch Phosphor, ist gemäß den vom LfU zur Verfügung gestellten langjährigen Monitoringwerten maßgeblich für die schlechte Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten verantwortlich und daher in Bezug auf die Beurteilung der Planung von Bedeutung.

Dagegen ist aufgrund der nur begrenzt möglichen Errichtung neuer Steganlagen keine signifikante Erhöhung stofflicher Einträge in den Krampnitzsee infolge einer planungsbedingten Intensivierung des Bootsverkehrs zu erwarten. Für den Fahrländer See wiederum gelten gemäß der Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Königswald mit Havelseen und Seeburger Agrarlandschaft“ bereits im Bestand Nutzungsbeschränkungen, die unter anderem eine Befahrung mit motorbetriebenen Booten untersagt. Zudem ist der Sacrow-Paretzer Kanal als einziger Wasserweg mit Anschluss an den See mit einer Zufahrtssperre versehen, wodurch sich der Boots-

³ Die Einleitung im Bereich der Bundesstraße 2 erfolgt zwar in den 'Großen Graben Krampnitzsee', jedoch unmittelbar bevor dieser in den 'Krampnitzsee' mündet, wodurch Auswirkungen auf den See und nicht auf das Fließgewässer zu erwarten wären.

verkehr auch zukünftig ganz überwiegend auf die wenigen muskelbetriebenen Boote und Segelboote der umliegenden Anwohner des Ortsteils Neu Fahrland beschränkt wird. Den Ausführungen folgend, kann damit eine Erhöhung stofflicher Einträge nach Umsetzung der Planung durch zusätzlichen Bootsverkehr auch für den Fahrländer See ausgeschlossen werden.

Der Einsatz von Streusalz ist gemäß Straßenreinigungs- und Winterdienstsatzung der Landeshauptstadt Potsdam streng reglementiert. So darf dieses nur in besonderen klimatischen Ausnahmefällen (z.B. Eisregen) ausgebracht werden und muss dann auf besonders gefährliche Stellen der Gehwege und vorgenannten Seitenstreifen von Fahrbahnen beschränkt werden. Darüber hinaus dürfen Baumscheiben und begrünte Flächen auch in den genannten Ausnahmefällen nicht mit Salz oder sonstigen auftauenden Mitteln bestreut werden. Auch ist es unzulässig, mit Salz oder auftauenden Mitteln durchsetzten Schnee auf Baumscheiben oder begrünten Flächen abzulagern. Aufgrund dieser Restriktionen in Verbindung mit den reduzierten Direkteinleitungen in den Krampnitzsees und den Fahrländer Sees sowie dem zeitlich begrenzten Einsatz von Streumitteln generell ist nicht von schädlichen Beeinträchtigungen der beiden Gewässer durch betriebsbedingten Salzeintrag auszugehen.

Da im Entwicklungsbereich Krampnitz ein neues urbanes Stadtquartier etabliert werden soll, ist bei Umsetzung der Planung von der Entstehung allgemeiner Siedlungsabfälle auszugehen. Ungewöhnliche Abfallarten und -mengen sowie insbesondere wassergefährdende Stoffe werden nicht produziert. Auf Grund der planungsbedingten infrastrukturellen Erschließung ist zudem von einer sach- und fachgerechten Entsorgung aller anfallenden Abfälle und Abwässer auszugehen. Erhöhte Belastungen der umgebenden Oberflächenwasserkörper durch Abfälle und -wässer sind daher nicht zu erwarten.

Den Ausführungen folgend, kann somit insgesamt eine signifikante planungsbedingte Beeinträchtigung der *Gewässerflora* und *-fauna* sowie des *chemischen* und *physikalisch-chemischen* Zustandes der im Umfeld des Entwicklungsbereichs Krampnitz vorhandenen Oberflächenwasserkörper infolge nutzungsbedingter stofflicher Immissionen sowie Streusalz durch Oberflächen- und Zwischenabflüsse ausgeschlossen werden, die zu einer Verschlechterung ihrer Zustandsklasse führen.

Eine Beeinträchtigung der *Gewässerflora* und *-fauna* sowie des *chemischen* und *physikalisch-chemischen* Zustandes der beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' durch die vorgesehene Einleitung von Niederschlagswasser in die beiden Wasserkörper kann dagegen nicht von vorneherein ausgeschlossen werden und ist daher Gegenstand der Hauptprüfung im Kapitel 5.

4.1.2 Grundwasserkörper

Tabelle 10: Planungsbezogene Auswirkungen und ihre Relevanz für das Verschlechterungsverbot prüfrelevanter Grundwasserkörper

Wirkungsursache	Einzelmaßnahme (Wirkfaktor)	chemischer Zustand	mengenmäßiger Zustand
Bautätigkeit	Stoffliche Immissionen	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
Anlage	Flächeninanspruchnahme	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
	Stoffliche Immissionen	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
Betrieb	Stoffliche Immissionen	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>

Bewertungsstufen

- Auswirkung hat keinen negativen Einfluss auf die Qualitätskomponente
- Zeitlich begrenzte und/oder geringfügige Auswirkung ohne Einfluss auf den Zustand der Qualitätskomponente
- keine Auswirkung auf die Qualitätskomponente zu erwarten (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung auf die Qualitätskomponente nicht von vorneherein auszuschließen (Hauptprüfung)

Gemäß den Darstellungen der obigen Tabelle wird eine anlagenbedingte Beeinträchtigung des *chemischen Zustands* des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' durch Flächeninanspruchnahme von vorneherein ausgeschlossen. Grund hierfür ist die methodische Betrachtungsweise. Die Flächeninanspruchnahme allein verändert den chemischen Zustand nicht. Die Einwaschung von Schadstoffablagerungen von diesen Flächen in den Grundwasserkörper können jedoch potenziell Beeinträchtigungen des chemischen Zustands verursachen. Dieser Wirkungspfad wird unter dem Aspekt betriebsbedingter stofflicher Immissionen in die Prüfung einbezogen.

Eine Beeinträchtigung des *mengenmäßigen Zustands* des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' durch stoffliche Immissionen kann von vorneherein ausgeschlossen werden, da diese sich allein auf die Qualität und nicht die quantitative Verfügbarkeit des Grundwassers auswirken.

Im Folgenden wird die Bewertung einzelner planungsbedingter Auswirkung auf die Qualitätskomponenten für Grundwasserkörper verbal-argumentativ hergeleitet, bei denen eine Beeinträchtigung nicht generell ausgeschlossen werden kann. Die Herleitung erfolgt gegliedert nach der Wirkungsursache für die einzelnen Wirkfaktoren und behandelt alle Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten, die in der Tabelle 10 die Einstufung „□“ erhalten haben.

Baubedingte Wirkfaktoren

Stoffliche Immissionen

Durch die regelmäßige Kontrolle der Baufahrzeuge auf Leckagen sowie das Abstellen der Baufahrzeuge und das Lagern von Baumaterial auf eine Weise, die den Eintrag von Schadstoffen in den Boden verhindern, können Bodenverunreinigungen während der Bauphase effektiv verringert werden. Unter Beachtung der beschriebenen Maßnahmen kann somit auch eine Beeinträchtigung des *chemischen Zustands* des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' infolge stofflicher Immissionen während der Bautätigkeiten ausgeschlossen werden.

Anlagenbedingte Wirkfaktoren

Flächeninanspruchnahme

Im Rahmen der Erstellung der Regenentwässerungskonzepte für den Entwicklungsbereich Krampnitz wurden Berechnungen zur Wasserbilanz vor und nach Umsetzung des geplanten Städtebaus vorgenommen. Zielvorgabe der Konzepte war es, so wenig Niederschlagswasser wie möglich in die angrenzenden Oberflächengewässer einzuleiten und eine größtmögliche Menge vor Ort zu versickern. Unter Berücksichtigung der in den beiden Masterplänen dargestellten öffentlichen Straßenflächen und privaten Flächen, könnte nach Umsetzung der Planung gemäß den Bemessungsergebnis für Versickerungsanlagen und Speicher von VOIGT INGENIEURE GmbH Berlin nur noch etwa 18% des anfallenden Niederschlagswassers vor Ort versickern. Dagegen läge nach Aussage derselben Planung die Versickerungsrate eines vergleichbaren natürlichen Geländes bei etwa 24%. Es wäre somit von einer Reduzierung von 25% innerhalb des Entwicklungsbereiches auszugehen, welches auf den ersten Blick wesentlich erscheint und nach weiteren Maßnahmen zum Ausgleich verlangt.

Durch den kaskadenartigen Einstau des Regenwassers in die geplanten Systeme der Regenwasserkonzepte von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH, bestehend aus Mulden, Rigolen, einerseits und die Festsetzungen zur Reduzierung des Abflussbeiwertes (0,3) für die Nebenanlagen andererseits wird die größtmögliche Chance zur Aufnahme und Weiterleitung des Regenwassers in den Grundwasserkörper gegeben. Die beschriebenen Maßnahmen gewährleisten also in ihrem Zusammenwirken, insgesamt, dass das Niederschlagswasser mengenmäßig bestmöglich vor Ort versickert wird.

Der mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' wird als „gut“ beurteilt (vgl. Tab. 7). Gemäß der Risikobewertung des Landesamt für Umwelt liegt zudem keine mengenmäßige Gefährdung des Grundwasserkörpers vor (LUGV 2014).

Insgesamt ist unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmen eine enorme Veränderung des mengenmäßigen Zustandes des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' infolge des geplanten Städtebaus mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit weitgehend kompensierbar einzu-

schätzen. Eine abweichende Beurteilung des mengenmäßigen lokalen Zustandes des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' ist nach Umsetzung der Planung i.V.m. der Bewertung durch das LUGV nicht zu erwarten

Durch dieses Niederschlagswassermanagement wird auch eine Hochwasserbildung durch ungebremste Ableitung von anfallendem Regenwasser in den weiterführenden Vorfluten bestmöglich vermieden und zugleich eine geringstmögliche Verschlechterung des natürlichen Wasserkreislaufes gewährleistet.

Die Vegetation auf dem Kasernengelände und im Bereich des Bergviertels ist nicht im besonderen Maße auf das Grundwasser angewiesen, da es sich bei dieser überwiegend um Pioniervegetation trockener bis frischer Standorte und einen älteren Baumbestand handelt, der an Grundwasserschwankungen angepasst ist. Auf Grundwasserschwankungen sensibel reagierende Feuchtgebiete existieren im Plangebiet nicht. Die Vegetation in den Uferbereichen des Krampnitzsees wiederum ist nicht auf den Grundwasserstand angewiesen, sondern profitiert vom Oberflächenwasser des Sees. Mögliche Auswirkungen auf die Grundwasserverfügbarkeit für die Vegetation können somit insgesamt ausgeschlossen werden.

Eine Verschlechterung der Wasserversorgung über den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' als integraler Bestandteil der Daseinsvorsorge für die gesamte Lebewelt kann infolge des geplanten Städtebaus somit unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmen zum Erhalt des guten mengenmäßigen Zustandes ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend kann eine signifikante planungsbedingte Beeinträchtigung des *mengenmäßigen* Zustandes des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' infolge einer anlagenbedingten Flächeninanspruchnahme ausgeschlossen werden, die zu einer Verschlechterung der Zustandsklasse führt.

Stoffliche Immissionen

In die Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 werden Hinweise auf vorhandene Altlasten in die jeweilige Begründung und die Planzeichnung aufgenommen. Unter Berücksichtigung dieser Hinweise kann davon ausgegangen werden, dass in der Bauphase Schutzmaßnahmen als Bestandteil des Genehmigungsplanung umgesetzt werden, welche den Eintrag von Schadstoffen in den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' infolge einer Freilegung von bisher durch befestigte Oberflächen abgedeckte Altlasten vermeiden. Die Maßnahmen beinhalten Beprobungen von Altlastenverdachtsflächen, die Sanierung von Bodenverunreinigungen sowie die langfristige Nachsorge und das Monitoring von Boden- bzw. Grundwasserbelastungen.

Unter der Prämisse, dass in alle Bebauungspläne zur Umsetzung des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz Hinweise auf nachgewiesene Altlasten und Altlastenverdachtsflächen aufgenommen werden, ist von einer fachgerechten Sanierung der existierenden Bodenverunreinigungen im Zuge der Planumsetzung auszugehen. Eine planungsbedingte Beeinträchtigung des *chemischen* Zustandes des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' infolge stofflicher Immissionen aus Altlasten, welche zu einer Verschlechterung der Zustandsklasse führt, kann damit ausgeschlossen werden. Die Hinweise leisten im Gegenteil einen Beitrag zur Erfüllung des Zielerreichungsgebots.

Insgesamt kann eine signifikante planungsbedingte Beeinträchtigung des *mengenmäßigen* oder *chemischen* Zustandes des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' infolge einer anlagenbedingten Flächeninanspruchnahme oder durch anlagenbedingte stoffliche Immissionen ausgeschlossen werden, die zu einer Verschlechterung der Zustandsklassen führen.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

Stoffliche Immissionen

Durch den kaskadenartigen Einstau des Regenwassers in die geplanten Systeme der Regenwasserkonzepte von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH, bestehend aus Mulden und Rigolen, wird die größtmögliche Chance zur Aufnahme und Weiterleitung des Regenwassers in den Grundwasserkörper gegeben.

Die Mulden übernehmen dabei die Vorreinigungsfunktion für das Regenwasser. Darüber hinaus sieht das Regenentwässerungskonzept von MERKEL INGENIEUR CONSULT die Verwendung eines

phosphorbindenden Zuschlagstoffes im Füllboden des Muldenbettes der öffentlichen Verkehrsflächen vor, wodurch dessen Neutralisationswirkung weiter erhöht wird. Diese Maßnahme wird auch für die entsprechenden Verkehrsflächen im Bergviertel zwingend vorausgesetzt. Diese Maßnahme kommt nicht nur den Oberflächenwasserkörpern über den Regenabfluss zugute, sondern auch dem versickernden Anteil des Regenwassers und nachfolgend dem Grundwasserkörper.

Die Schadstoffe, die infolge einer Versickerung über Mulden und Rigolen in den Grundwasserkörper gelangen, wird somit schon rein mengenmäßig eher gering ausfallen.

Innerhalb der privaten Baufelder sind allein Wohnnutzungen mit der ihr zugeordneten Infrastruktur zulässig. Der Anteil des vor Ort zur Versickerung gebrachten Regenwassers wird vor seiner Einleitung in den Grundwasserkörper nicht durch häuslichen, landwirtschaftlichen, gewerblichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften nachteilig verändert. Auch eine Vermischung mit anderem Abwasser oder mit wassergefährdenden Stoffen kann ausgeschlossen werden.

Ferner bewirkt die großflächige Herstellung von Gründächern im Bereich der privaten Baufelder die Verringerung des wasserbedingten Schadstofftransports und zusätzlich eine substratbedingte Vorreinigung des auf diesen Flächen anfallenden Niederschlags.

Die Wirkungsgrade der Komplexmaßnahmen wurden vom Büro MERKEL INGENIEUR CONSULT für die Schadstoffgruppen Abfiltrierbare Stoffe (AFS) und Phosphor (P) als maßgebliche Repräsentanten für die Schadstoffbelastung insgesamt ermittelt.

Die Wirkungsgrade liegen für die Straßenabflüsse bei 0,9 (AFS) und 0,72 (P) und für die Abflüsse von den privaten Baufeldern bei 0,9 (AFS) und 0,5 (P). Auch wenn der Umfang für den Anteil des versickernden Regenwassers nicht explizit errechnet wurde, kann dennoch eingeschätzt werden, dass die Reinigungsleistung aller ergriffenen Maßnahmen sehr hoch ist. Der Teil der Schadstoffe, der dadurch in den Grundwasserkörper gelangen wird, ist allein schon durch seine Geringfügigkeit gegenüber der Ableitung vernachlässigbar.

Diesen Ausführungen folgend, geht von der Versickerung auf den privaten Baufeldern und den Verkehrsflächen unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmen keine Gefahr für die Qualität des Grundwassers aus.

Der Einsatz von Streusalz ist gemäß Straßenreinigungs- und Winterdienstsatzung der Landeshauptstadt Potsdam streng reglementiert. So darf dieses nur in besonderen klimatischen Ausnahmefällen (z.B. Eisregen) ausgebracht werden und muss dann auf besonders gefährlichen Stellen der Gehwege und vorgeannten Seitenstreifen von Fahrbahnen beschränkt werden. Darüber hinaus dürfen Baumscheiben und begrünte Flächen auch in den genannten Ausnahmefällen nicht mit Salz oder sonstigen auftauenden Mitteln bestreut werden. Auch ist es unzulässig, mit Salz oder auftauenden Mitteln durchsetzten Schnee auf Baumscheiben oder begrünten Flächen abzulagern. Aufgrund dieser Restriktionen in Verbindung mit dem zeitlich begrenzten Einsatz von Streumitteln generell ist nicht mit signifikanten Beeinträchtigungen der Beschaffenheit des Grundwasser durch betriebsbedingten Salzeintrag auszugehen.

Da im Entwicklungsbereich Krampnitz ein neues urbanes Stadtquartier etabliert werden soll, ist bei Umsetzung der Planung von der Entstehung allgemeiner Siedlungsabfällen auszugehen. Ungewöhnliche Abfallarten und -mengen sowie insbesondere wassergefährdende Stoffe werden nicht produziert. Auf Grund der planungsbedingten infrastrukturellen Erschließung ist zudem von einer sach- und fachgerechten Entsorgung aller anfallenden Abfälle und Abwässer auszugehen. Erhöhte Belastungen des Grundwasser durch Abfälle und -wässer sind daher ebenfalls nicht zu erwarten.

Den Ausführungen folgend, kann somit insgesamt eine signifikante planungsbedingte Beeinträchtigung des *chemischen* Zustandes des Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' infolge nutzungsbedingter stofflicher Immissionen ausgeschlossen werden, die zu einer Verschlechterung seiner Zustandsklasse führt. Voraussetzung für die Richtigkeit dieses Prüfungsergebnisses ist allerdings die konsequente Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen, die im Komplex miteinander eine ausreichende Reinigung des zur Versickerung gebrachten Niederschlags gewährleisten werden.

4.2 Vorprüfung des Zielerreichungsgebots für die planungsrelevanten Wasserkörper

Widersprüche des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz zum Zielerreichungsgebot werden im folgenden Kapitel überschlägig ermittelt, indem die für den jeweiligen Wasserkörper geplanten Verbesserungsmaßnahmen den Wirkfaktoren der Planung in einer Wirkmatrix gegenübergestellt werden. Maßnahmen, die weder hinsichtlich ihrer Wirkung noch ihres angestrebten Umsetzungszeitraums durch die Planung beeinflusst werden, können so identifiziert werden. Widersprüche zwischen den mit diesen Maßnahmen angestrebten Verbesserungen bei den jeweiligen Wasserkörper und den Auswirkungen der Planung können so sicher ausgeschlossen werden und sind daher für die Hauptprüfung nicht weiter relevant.

Die betrachteten Verbesserungsmaßnahmen wurden den Steckbriefen zu den einzelnen Wasserkörpern entnommen (vgl. Kap. 3.4.1 und 3.4.2). Eine Unterteilung der Maßnahmen nach den beiden Oberflächenwasserkörpern 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' wird im Folgenden nicht vorgenommen. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die für den jeweiligen Oberflächenwasserkörper aufgeführten Maßnahmen auch für den jeweils anderen potenziell relevant sind. Für alle in den Steckbriefen aufgeführten Maßnahmen wird somit das Zielerreichungsgebot für beide Seen abgeprüft.

Bei der Einstufung wurde davon ausgegangen, dass baubedingte Auswirkungen grundsätzlich nur in besonderen Fällen der Umsetzbarkeit einer Verbesserungsmaßnahme entgegenstehen, da diese zeitlich begrenzt sind. Sofern zur besseren Nachvollziehbarkeit erforderlich, werden einzelne Einstufungen in der Wirkmatrix zudem zusätzlich verbal-argumentativ hergeleitet.

4.2.1 Oberflächenwasserkörper

Tabelle 11: Planungsbezogene Wirkfaktoren und ihre potenziellen Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der prüfrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See'

Maßnahmen am Wasserkörper	Einzelmaßnahme (Wirkfaktor)	
	Flächeninanspruchnahme	Stoffliche Immissionen
Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft	○	○
Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Drainagen aus der Landwirtschaft	○	○
Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten	○	○

Bewertung

- + Auswirkung unterstützt das Maßnahmenziel (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung hat keinen Einfluss auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme
- ⊙ zeitlich begrenzte und/oder geringfügige Auswirkung auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme
- keine Auswirkung auf Umsetzbarkeit der Maßnahme zu erwarten (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme nicht von vorneherein auszuschließen (Hauptprüfung)

Wie der obenstehenden Tabelle zu entnehmen ist, haben die Auswirkungen der Einzelmaßnahmen der Planung offensichtlich keinen Einfluss auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme am jeweiligen Wasserkörper. Eine verbal-argumentative Herleitung gemäß der Einstufung „□“ oder „+“ ist mangels entsprechender Zuordnung nicht erforderlich.

4.2.2 Grundwasserkörper

Tabelle 12: Planungsbezogene Wirkfaktoren und ihre potenziellen Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der prüfrelevanten Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'

Maßnahmen am Wasserkörper	Einzelmaßnahme (Wirkfaktor)	
	Flächenin- spruchnahme	Stoffliche Immissionen
Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge aus anderen Punktquellen	+	+
Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft	○	○
Konzeptionelle Maßnahme; Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten	○	○
Konzeptionelle Maßnahme; Einrichtung bzw. Anpassung von Förderprogrammen	○	○

* Die Maßnahme wurde nicht dem Steckbrief entnommen sondern aufgrund einer Stellungnahme der UWB LHP zum WRRL-FB vom 22.05.2020 in die Tabellen aufgenommen

Bewertung

- + Auswirkung unterstützt das Maßnahmenziel (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung hat keinen Einfluss auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme
- ⊙ zeitlich begrenzte und/oder geringfügige Auswirkung auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme
- keine Auswirkung auf Umsetzbarkeit der Maßnahme zu erwarten (verbal-argumentative Herleitung der Einstufung)
- Auswirkung auf die Umsetzbarkeit der Maßnahme nicht von vorneherein auszuschließen (Hauptprüfung)

Im Folgenden werden solche Auswirkungen der Einzelmaßnahmen der Planung auf die geplanten Maßnahmen an Grundwasserkörpern verbal-argumentativ hergeleitet, bei denen eine Beeinträchtigung der Umsetzbarkeit der Maßnahme am jeweiligen Wasserkörper nicht generell ausgeschlossen werden kann. Die Herleitung erfolgt gegliedert nach den einzelnen Wirkfaktoren der Planung und behandelt alle Auswirkungen auf die geplanten Maßnahmen am Wasserkörper, die in der Tabelle 12 die Einstufung „□“ oder „+“ erhalten haben.

Flächeninanspruchnahme

Unter der Prämisse, dass in die Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 zur Umsetzung des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz Hinweise auf nachgewiesene Altlasten und Altlastenverdachtsflächen aufgenommen werden, ist von einer fachgerechten Sanierung der existierenden Bodenverunreinigungen im Zuge der Planumsetzung auszugehen. Dies entspricht somit auch dem Maßnahmenziel am Grundwasserkörper 'Untere Havel 4', punktuelle Stoffeinträge zu reduzieren.

Stoffliche Immissionen

Innerhalb der privaten Baufelder sind allein Wohnnutzungen mit dieser zugeordneten Versorgungseinrichtungen zulässig. Der Anteil des vor Ort zur Versickerung gebrachten Regenwassers wird vor seiner Einleitung in den Grundwasserkörper nicht durch häuslichen, landwirtschaftlichen, gewerblichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften nachteilig verändert. Auch eine Vermischung mit anderem Abwasser oder mit wassergefährdenden Stoffen kann ausgeschlossen werden. Ferner bewirkt die großflächige Herstellung von Gründächern im Bereich der privaten Baufelder eine substratbedingte Vorreinigung des auf diesen Flächen anfallenden Niederschlags.

Im Bereich der öffentlichen Verkehrsflächen sehen die Regenwasserkonzepte von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH eine überwiegende Aufnahme des entlang der Straßen anfallenden Niederschlagswassers in Mulden und Rigolen vor. Dazu können Baumrigolen und Regengärten kombiniert werden. Die Versickerungseinrichtungen sind in jedem Fall in Abhängigkeit der zu erwartenden Schmutzfracht konzipiert und im Straßenraum angeordnet. Im Ergebnis sind nur wenige Straßen direkt an die Regenwasserkanalisation angebunden.

Das anfallende Regenwasser wird also bei seiner Versickerung in Mulden und anschließender Abgabe des Sickerwassers durch die Rigolen durch Filterung und Abbauprozesse im Boden gereinigt. Darüber hinaus sieht das Regenentwässerungskonzept von MERKEL INGENIEUR CONSULT die Verwendung eines Phosphor bindenden Zuschlagstoffs im Füllboden des Muldenbetts der öffentlichen Verkehrsflächen vor, wodurch die Schadstoffneutralisation weiter erhöht wird. Gleiches wird im Bereich des Bergviertels zwingend vorausgesetzt.

Die Wirkungsgrade der Komplexmaßnahmen wurden vom Büro MERKEL INGENIEUR CONSULT für die Schadstoffgruppen Abfiltrierbare Stoffe (AFS) und Phosphor (P) als maßgebliche Repräsentanten für die Schadstoffbelastung insgesamt ermittelt.

Demnach liegen die Wirkungsgrade für die Straßenabflüsse bei 0,9 (AFS) und 0,72 (P) und für die Abflüsse von den privaten Baufeldern bei 0,9 (AFS) und 0,5 (P).

Durch die beschriebenen Vorkehrungen entspricht die Planung auch dem Zielerreichungsgebot zur Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge aus anderen Punktquellen.

5 Hauptprüfung maßgeblicher Auswirkungen auf den Zustand der Wasserkörper

5.1 Hauptprüfung des Verschlechterungsverbots für die planungsrelevanten Wasserkörper

5.1.1 Oberflächenwasserkörper

Wie in der Vorprüfung ausgeführt, wird nach Umsetzung des geplanten Städtebaus der geringere Anteil des zukünftig im Entwicklungsbereich anfallenden Niederschlagswassers vor Ort versickert oder verdunstet, sondern stattdessen in die beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' abgeleitet. Insbesondere der Eintrag anthropogener Schadstoffe durch anfallende Straßenabflüsse ist hierbei potenziell mit Beeinträchtigungen der Gewässer verbunden.

Eine überschlägige Abschätzung möglicher Zustandsänderung der biologischen Qualitätskomponenten der beiden Oberflächenwasserkörper durch die geplanten Einleitungen ist aufgrund der Informationslage allein auf Grundlage der Angaben aus den Steckbriefen des LfU und dem BfG zu den beiden Gewässern nicht abschließend durchführbar. Hier fehlen Angaben zu den physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten, deren planungsbedingte Veränderung auch zu einer Beeinträchtigung der biologischen Qualitätskomponenten führen kann. Zudem sind Abschätzungen zu bestehenden und durch den geplanten Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz zusätzlich infolge der Einleitungen anfallenden Stofffrachten in die beiden Seen erforderlich, um mögliche Beeinträchtigungen beurteilen zu können. Vor allem die Nährstoffbelastung der beiden Seen im Bestand, insbesondere durch Phosphor, ist gemäß den vom LfU zur Verfügung gestellten langjährigen Monitoringwerten maßgeblich für die schlechte Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten verantwortlich und daher in Bezug auf die Beurteilung der Planung relevant.

Den Ausführungen folgend, kann eine Beeinträchtigung der Seen durch Einleitungen aus dem Entwicklungsbereich schon allein aufgrund fehlender Angaben zu den physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass der ökologische Zustand des Fahrländer Sees bis zum Jahr 2022 in die schlechteste Zustandsklasse eingestuft war. Ebenfalls in der schlechtesten Zustandsklasse befindet sich zudem der chemische Zustand des Fahrländer Sees und des Krampnitzsees. In dieser Zustandsklasse führt jede weitere, marginale, aber messtechnisch erfassbare negative Beeinflussung der Qualitätskomponenten zu einer Verschlechterung i.S.d. § 27 WHG.

Um eine Prüfung des Verschlechterungsverbots im Hinblick auf die Einleitungen von Niederschlagswasser aus dem zukünftigen Stadtquartier in die beiden planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper trotz fehlender Angaben dennoch zu ermöglichen, ist die INSTITUT BIOTA GMBH beauftragt worden, den Ausgangszustand der beiden planungsrelevanten Seen Fahrländer See und Krampnitzsee hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente zu erfassen und eine Abschätzung der Stofffrachten im Ist- und Planzustand vorzunehmen. Zur Beurteilung der Stofffrachten wurden von der BIOTA GMBH Untersuchungen der INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR STADTHYDROLOGIE (IFS) zur Reinigungsleistung aller im Bestand in die Seen einleitenden Behandlungsanlagen sowie eine Schmutzfrachtermittlung im Entwicklungsbereich nach Umsetzung der Planung herangezogen, die von der MERKEL INGENIEUR CONSULT auf Grundlage der geplanten Regenwasser-Netzkonzeption für den Entwicklungsbereich Krampnitz vorgenommen wurde.

Im Folgenden werden die Messergebnisse und Frachtabeschätzungen aus dem Gutachten der BIOTA GMBH teilweise zusammengefasst wiedergegeben und die sich hieraus ergebende Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz auf den Zustand der beiden Seen nach Umsetzung der Planung erläutert. Der vollständige Untersuchungsbericht der BIOTA GMBH zur Bewertung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials und die Abschätzung der stofflichen Belastung für den Fahrländer See und Krampnitzsee inklusive einer Darstellung der verwendeten Methoden ist diesem Fachbeitrag als Anlage I beigefügt.

Messergebnisse

Ergänzend zur vorhanden Datengrundlage zum Krampnitzsee und Fahrländer See wurde ein eigenes Messprogramm von der BIOTA GMBH durchgeführt. Dabei stand die Aufnahme des Ist-Zustandes der Seen sowie eine Abschätzung der gegenwärtigen Stoffeinträge in die beiden untersuchten Seen im Vordergrund.

Ab April 2019 wurden monatlich an mehreren Messstellen in den beiden Seen Oberflächenwasserproben entnommen und die physikalischen Vorort-Parameter gemessen. In den Zuläufen zu den Seen wurden die Proben mit Hilfe eines Schöpfbechers entnommen. Die Seen wurden mit Hilfe eines Kanus bzw. Arbeitsbootes befahren und die Proben mit einem UWITEC Handwasser-schöpfer in 0,5 – 1 m Wassertiefe genommen.

Nach einer Zwischenauswertung der analysierten Wasserproben im September/Oktober 2019 wurde die Beprobung zur Aufnahme eines vollständigen Jahresganges bis März 2020 fortgesetzt. Auf Grund der milden Witterung konnte die Beprobung über den gesamten Winter erfolgen.

Nährstoffe

Wie in vielen Seen ist die Ursache für das Verfehlen des guten ökologischen Zustands/Potenzials auch im Fahrländer See und Krampnitzsee ein übermäßiges Nährstoffangebot. Dies führt zu Eutrophierung der Seen mit hohen Phytoplanktonbiomassen, geringen Sichttiefen und einer Beeinträchtigung der Makrophyten- und Makrozoobenthosgemeinschaft. Hierbei gilt vor Allem Phosphor als limitierender Faktor. Daher wurde neben der Konzentration für Chlorophyll a und der Sichttiefe die TP-Konzentration zur Bewertung der Trophie herangezogen.

Aus dem Masseverhältnis von Gesamtstickstoff (TN) zu Gesamtphosphor (TP) lässt sich überblicksweise ableiten, ob die Phytoplankton-Produktion eines Sees eher stickstoff- oder phosphorlimitiert ist. Aus den langjährigen Überwachungsdaten des LfU geht hervor, dass das TN/TP-Verhältnis im Fahrländer See über das Jahr stabil ist und keine spezifische Limitierung eines Nährstoffes anzeigt. Im Krampnitzsee tritt hingegen ein für flache polymiktische Seen typischer Verlauf auf, mit einer potenziellen Phosphorlimitierung im Frühjahr und einer Stickstofflimitierung im Sommer.

Zur Bewertung der Nährstoffdynamik in den beiden zu betrachtenden Seen wurden daher auch die Konzentrationen des gelösten reaktiven Phosphors (DRP), welcher unmittelbar pflanzenverfügbar ist, sowie des gesamten anorganischen Stickstoffs (TN_{anorg}), welcher sich aus den Komponenten Ammonium, Nitrit und Nitrat zusammensetzt, betrachtet.

Die an den behördlichen Landesmessstellen der beiden Seen aufgenommenen Nährstoffkonzentrationen des Messprogramms der BIOTA GMBH im Jahr 2019/2020 entsprachen im Wesentlichen den vom LfU zur Verfügung gestellten langjährigen Überwachungswerten dieser Messstellen und repräsentieren damit typische Jahresgänge in den Seen.

Phosphor

Die TP-Konzentration zeigt in den beiden Seen eine unterschiedlich stark ausgeprägte Saisonalität. Im Fahrländer See steigt die TP-Konzentrationen im Sommer leicht an, weist aber auch starke interannuelle Variationen auf. Die TP-Konzentration im Krampnitzsee variiert weniger stark zwischen den Jahren, zeigt aber ausgeprägte saisonale Schwankungen. In der ersten Jahreshälfte ist die TP-Konzentration im Krampnitzsee geringer als im Fahrländer See, steigt aber ab August stark an, verbleibt im Winter auf hohem Niveau und sinkt ab Januar zum Frühjahr wieder auf ein Minimum.

Im Wesentlichen sind die Nährstoffkonzentrationen an beiden Stationen ähnlich. Die im Zulauf auftretenden zeitlichen Variationen der Nährstoff-Konzentration spiegeln sich nicht im See wieder. Die TP-Konzentration im Zulauf zum Fahrländer See ist über das ganze Jahr höher als im See, was für einen Eintrag von TP über den Zulauf und TP-Sedimentation im See spricht. Über den Zulauf wird vorallem im späten Frühjahr (Mai) und Herbst (November) ein hoher Anteil von DRP eingetragen, welches im See durch das Phytoplankton genutzt und in Biomasse umgesetzt wird. Besonders im Frühjahr und Sommer konnten im Fahrländer See ausgeprägte Algenblüten beobachtet werden.

Obwohl der Krampnitzsee morphologisch vielfältiger ist, sind die Nährstoffkonzentrationen an den einzelnen Stationen im See sehr einheitlich. Lediglich im Mai 2019 trat auf der südlichen Station des Sees eine deutlich erhöhte TP-Konzentration auf, die allerdings als Ausreißer bewertet werden kann und daher nicht weiter betrachtet wird. Wie auch im Fahrländer See, sind die TP-Konzentrationen im Zulauf des Sees zumeist höher als im See selber. Im Winter traten jedoch im See leicht höhere TP-Konzentrationen als im Zulauf auf. Auffallend ist hier der hohe Anteil von gelöstem reaktiven Phosphat (DRP) im Wasser des Krampnitzsees im Vergleich zu dessen Zulauf. Dies deutet auf einen Eintrag von DRP in den See aus anderen Quellen wie Laub, Vögel oder interne Freisetzung hin. Bei stabilen Warmwetterlagen, wie im Sommer 2019, kann es im Krampnitzsee stellenweise zu Temperaturschichtung und in Folge dessen zu Sauerstoffmangel in Grundnähe des Sees kommen. Dadurch kann eine interne Rücklösung von Phosphat aus den Sedimenten begünstigt werden. Mit der Durchmischung im Herbst wird das phosphathaltige grundnahe Wasser dann in die Oberflächenschichten eingemischt.

Stickstoff

Die Konzentration des anorganischen Stickstoffs (TN_{anorg}) im Fahrländer See ist über das Jahr nahezu konstant niedrig. Erst zum Spätherbst (November) steigen die Konzentrationen sprunghaft an und fallen zum Frühjahr wieder ab. Im Krampnitzsee ist die TN_{anorg} -Konzentration hingegen im Sommer im Minimum und weist im Herbst und Frühjahr erhöhte Werte auf.

Im Fahrländer See traten an der südlichen Station von Juli bis Oktober 2019 höhere TN_{anorg} -Konzentrationen als an der Landesmessstelle auf. Es ist möglich, dass diese Station vor Allem bei Süd-West-Wind-Lagen stark vom Sarcow-Paretzer Kanal beeinflusst wird. Im November und Dezember nahm die TN_{anorg} -Konzentration im Fahrländer See stark zu und überstieg die Konzentrationen im Zulauf. Seeinterne Remineralisierungsprozesse in Folge einer starken Blaualgenblüte im Sommer führten möglicherweise zu einer Freisetzung von anorganischen Stickstoffkomponenten im See.

Ein solcher Anstieg der TN_{anorg} -Konzentration im Herbst war auch im Krampnitzsee zu beobachten und spiegelt sich ebenfalls in dessen Zulauf wieder, welcher vermutlich stark seebeeinflusst ist. Im Sommer (Juni – August) weist der Zulauf jedoch eine deutlich höhere TN_{anorg} -Konzentration als im See auf. Im Zulauf fiel die TN_{anorg} -Konzentration im Januar jedoch deutlich ab, während sie im See auf einem hohen Niveau blieb. Trotz des Anstiegs der TN-Konzentrationen im Herbst, verschiebt sich das TN/TP-Verhältnis zu Gunsten des TP. Von einer Stickstofflimitation kann hier aber nicht ausgegangen werden. Vielmehr ist anzunehmen, dass das Wachstum des Phytoplanktons im Herbst durch fehlendes Licht limitiert wird.

Chemischer Zustand

Zur Bewertung des chemischen Zustands wurden polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Kohlenwasserstoffe (KW) untersucht. Die Konzentrationen der KWs überstiegen nur im Krampnitzsee im April 2019 und Februar 2020 knapp die Bestimmungsgrenze von $0,1 \text{ mg l}^{-1}$ (max. $0,14 \text{ mg l}^{-1}$) und waren ansonsten nicht nachweisbar. Die entsprechend Anlage 8 der OGewV angegebenen Grenzwerte für die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) beziehen sich auf die Konzentration von Benzo[a]pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo[a]pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden und ist daher im Vergleich zu der entsprechenden JD-UQN (Jahresdurchschnitt) in Wasser zu überwachen. Mit einer Konzentration von $0,022 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ war Benzo[a]pyren nur im November im Zulauf zum Krampnitzsee (Station 6) einmalig nachweisbar. Damit wird an allen Stationen weder die JD-UQN von $0,17 \times 10^{-3} \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ noch die ZHK-UQN (zulässige Höchstkonzentration) von $0,27 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ überschritten.

Stofffrachten

Die auf den gewonnenen Messwerten basierenden Stofffrachten zeigten, dass neben dem Direktbeitrag durch den Oberflächenzufluss aus dem Einzugsgebiet der Seen das Grundwasser der dominante Eintragspfad für Nährstoffeinträge in den See ist.

Entsprechend der Abflussmengen aus den Seen und den mittleren Nährstoffkonzentrationen im See konnte ein Stoffaustrag aus den Seen ermittelt werden. Da die AFS-Konzentration im See nicht zuverlässig gemessen werden kann (hohe Phytoplankton Biomasse als Störfaktor), können

die AFS-Austräge aus dem See nicht auf diese Weise abgeschätzt werden. Da die Chloridkonzentrationen in den Seen im Wesentlichen den Chloridkonzentrationen in den Zuläufen entsprechen, kann davon ausgegangen werden, dass auch über das Grundwasser Chlorid in die Seen eingetragen wird und es hier zu keiner Verdünnung kommt. Es lagen aber keine verlässlichen Daten für die Chloridkonzentration im Grundwasser vor, so dass dieser Eintragspfad nicht abgeschätzt werden konnte. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Chloridbilanz für die Seen ausgeglichen ist.

Aus der Gesamtjahresbilanz wird deutlich, dass Nährstoffe in den Seen zurückgehalten werden. Auf Grund der hohen Produktionsleistung im Fahrländer See ist der Nährstoffrückhalt hier effektiver als im Krampnitzsee.

Durch MERKEL INGENIEUR CONSULT wurden in Bezug auf die befestigten Flächen Schmutzfrachten für TP, AFS63, Chlorid und AFS63TN_{anorg} für den Krampnitzsee und den Fahrländer See ermittelt. Entsprechend der durch BIOTA ermittelten Flächenbelastung für die Einzugsgebiete beider Seen, wurden die Frachten der entsprechenden Planungsgebiete, um die unbebauten/unversiegelten Flächen ergänzt. Die resultierenden Frachten im Ist- und Planzustand, sowie die Frachtänderungen sind den folgenden Tabellen 13 und 14 dargestellt.

Tabelle 13: Schutzfrachten Fahrländer See

Gesamtfläche BG 16 ha				
	62,55			
Anteil am Gesamt-EZG%				
	5,5			
		Ist-Zustand	Plan-Zustand	(Plan-Ist)
Versiegelungsgrad	%	0,6	78,3	77,7
versiegelte Fläche	ha	0,4	49,0	48,6
davon: Flächen mit mittlerer oder hoher AFS-Belastung	ha	0	3,5	3,5
Chlorid	kg a ⁻¹	0	34.680	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	0	3,6	
AFS63	kg a ⁻¹	113,1	1.964,6	
TP	kg a ⁻¹	0,7	31,3	
unversiegelte Fläche	ha	62,1	13,6	-48,6
Chlorid	kg a ⁻¹	3.163,1	2.987	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	639,8	604,3	
AFS63	kg a ⁻¹	511,8	111,7	
TP	kg a ⁻¹	23,2	5,1	
Summe				
Chlorid	kg a ⁻¹	3.163	37.667	34.504
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	639,8	608	-31,8
AFS63	kg a ⁻¹	625	2.076,3	1.451,4
TP	kg a ⁻¹	23,9	36,3	12,4
Flächenbelastung				
Chlorid	kg a ⁻¹	50,6	602,3	551,7
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	10,2	9,7	-0,5
AFS63	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	14,2	34,1	23,2
TP	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,5	0,6	0,2

Tabelle 14: Schmutzfrachten Krampnitzsee

Gesamtfläche BG 11 ha		22,03		
Anteil am Gesamt-EZG%		1,9		
		Ist-Zustand	Plan-Zustand	Frachtänderung (Plan-Ist)
Versiegelungsgrad	%	9,9	81	71
versiegelte Fläche	ha	2,2	17,8	15,6
davon: Flächen mit mittlerer oder hoher AFS-Belastung	ha	0,2	3,8	3,6
Chlorid	kg a ⁻¹	1.656	38.376	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	0,2	4	
AFS63	kg a ⁻¹	673	1.342	
TP	kg a ⁻¹	1,9	11,6	
unversiegelte Fläche	ha	19,8	4,2	-15,6
Chlorid	kg a ⁻¹	414	344	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	91,3	75,9	
AFS63	kg a ⁻¹	114,7	24,2	
TP	kg a ⁻¹	3,2	0,7	
Summe				
Chlorid	kg a ⁻¹	2.070	38.720	36.650
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	91,5	80	-11,5
AFS63	kg a ⁻¹	787,7	1.366,2	578,5
TP	kg a ⁻¹	5,1	12,3	7,1
Flächenbelastung				
Chlorid	kg a ⁻¹	94	1.758	1.664
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	4,2	3,6	-0,5
AFS63	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	35,8	62	26,3
TP	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,2	0,6	0,3

Bewertung der Messergebnisse und Frachtabschätzungen hinsichtlich des Verschlechterungsverbots

AFS

Die AFS-Frachten für den Fahrländer See steigen beim derzeitigen Planungsstand um ca. 15,4 % und für den Krampnitzsee um ca. 8,5 % an. Mit der aus der Gesamtfracht resultierenden Flächenbelastung von 33,2 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Fahrländer See und 62 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Krampnitzsee unterschreiten die Emissionen aus den Betrachtungsgebieten deutlich den im Arbeitsblatt DWA-A 102/BWK-A 3 angegeben zulässigen flächenspezifischen Frachtaustrag von 280 kg ha⁻¹ a⁻¹. Für das gesamte Einzugsgebiet sind Flächenlasten von 9,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Fahrländer See und 6,3 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Krampnitzsee zu erwarten. Damit wird auch die immissionsbezogene kritische Grenzfracht von 96 kg ha⁻¹ a⁻¹ unterschritten. Die mittlere AFS-Konzentration im Zulauf zum Krampnitzsee beträgt 18,8 mg l⁻¹ und im Zulauf zum Fahrländer See 14,4 mg l⁻¹. Durch die Frachterhöhungen sind Konzentrationserhöhungen von max. 3 mg l⁻¹ zu erwarten. Nach DWA-A102 ist bis zu einer mittleren AFS-Konzentration von 30 mg l⁻¹ keine Gefährdung des guten Zustandes in Fließgewässern zu befürchten.

Für Seen gibt es keine Orientierungs- oder Richtwerte der AFS-Konzentration welche zur Bewertung des ökologischen Zustandes/Potenzials herangezogen werden können. Indirekt kann ein erhöhter Eintrag von feinstpartikulärem Material jedoch über eine Verringerung der Sichttiefe auf den ökologischen Zustand/Potential der Seen wirken. Die Sichttiefe wird in den hier untersuchten Seen jedoch vorrangig von der Chlorophyll a-Konzentration beeinflusst. Im Fahrländer See zeigt sich, durch die stärkere Windexposition dieses Sees, dass dieser Zusammenhang weniger stark ist und vermutlich auch resuspendiertes Sediment zur Trübung im See beiträgt. Auf Grund der großen Volumina ist aber in beiden Seen keine nachweisbare Erhöhung der AFS-Konzentration durch einen höheren AFS-Eintrag zu erwarten und der Einfluss auf die Sichttiefe kann demnach hier vernachlässigt werden.

Im Ergebnis ist durch den zusätzlichen planungsbedingten Eintrag von AFS63 keine Gefährdung des guten ökologischen Zustandes/ Potenzials für die Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' zu erwarten.

Phosphor

Aus dem Gewässermonitoring und der Zustandsbewertung des LfU, sowie aus den durch BIOTA GMBH gewonnenen Daten geht hervor, dass vor Allem die Belastung mit Phosphor in den beiden Seen für die Einstufung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials maßgebend ist. Beide Seen befinden sich in Bezug auf die Phosphorkonzentration in der schlechtesten Zustandsklasse. Aus diesem Grund ist eine weitere Erhöhung der Phosphorfrachten unbedingt zu vermeiden.

Aus der fürs gesamte Einzugsgebiet des jeweiligen Sees abgeleiteten TP Fracht im Ist- und Planzustand und die daraus resultierende TP-Flächenbelastung und zu erwartende Phosphorkonzentration der beiden Seen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 15: TP-frachten und TP-Flächenbelastung und erwartete Konzentrationen für den Fahrländer See und den Krampnitzsee im Ist- und Planzustand

Fahrländer See	Ist-Zu-stand	Plan-Zu-stand	Änderung	
			absolut	%
Jahresfracht kg a ⁻¹	556	568,4	12,4	2,2
jährl. TP-Belastung pro Seefläche g m ⁻² a ⁻¹	0,26	0,27	0,01	-
Erwartete Phosphorkonzentration PE µg l ⁻¹	73	74,6	1,6	-
Saisonmittelwert 2004-2019 µg l ⁻¹	123,8	-	-	-
Krampnitzsee	Ist-Zu-stand	Plan-Zu-stand	Änderung	
			absolut	%
Jahresfracht kg a ⁻¹	266	273,1	7,1	2,7
jährl. TP-Belastung pro Seefläche g m ⁻² a ⁻¹	0,21	0,22	0,01	-
Erwartete Phosphorkonzentration PE µg l ⁻¹	44,5	45,7	1,2	-
Saisonmittelwert 2004-2019 µg l ⁻¹	147,6	-	-	-

Die TP Jahresfracht in den Fahrländer See steigt nach derzeitigem Planungsstand um 2,2 % an, was eine Konzentrationsänderung von ca. 1,6 µg l⁻¹ im See bewirken würde. Die TP Jahresfracht im Krampnitzsee nähme um 2,7 % zu, was zu einer Änderung der erwarteten Phosphorkonzentration im See von ca. 1,2 µg l⁻¹ führen würde. Sowohl im Fahrländer See als auch im Krampnitzsee übersteigt der im regelmäßigen Gewässermonitoring aufgenommene langjährige Saisonmittelwert von 123,8 bzw. 147,6 µg l⁻¹ die aus der Frachtermittlung erwartete Phosphorkonzentration deutlich. Ursache hierfür kann eine nicht erfasste interne Phosphorbelastung durch Phosphorfreisetzung aus den Seesedimenten sein. Entsprechend der Differenz zwischen erwarteter und gemessener Gesamtposphorkonzentration kann für den Fahrländer See eine interne Fracht von 387 kg a⁻¹ und für den Krampnitzsee von 616 kg a⁻¹ angenommen werden. Des Weiteren konnte der Nährstoffeintrag durch Wasservögel für die beiden Seen nicht quantifiziert werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Zunahme der TP-Fracht im Plan-Zustand nur einen

geringfügigen und vernachlässigbaren Anteil an der Gesamtfracht aus den landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten hat. Die resultierenden Änderungen der Phosphorkonzentration in den Seen sind minimal und unterhalb der Bestimmungsgrenze von $5 \mu\text{g l}^{-1}$. Eine Erhöhung der Gesamtphosphorkonzentration in den beiden Seen durch die zusätzlichen Stoffeinträge aus dem Entwicklungsgebiet ist somit messtechnisch nicht erfassbar.

Durch die Bebauung im Umfeld des Fahrländer Sees und des Krampnitzsees werden die Stickstoffeinträge in die Seen um $31,8$ und $11,5 \text{ kg a}^{-1}$ reduziert, was jeweils ca. $0,2 \%$ vom derzeitigen TN_{anorg} -Eintrag ausmacht. Aus dieser geringen Frachtreduzierung ist keine Veränderung der Stickstoffkonzentration in den Seen zu erwarten.

Damit ist nicht von einer messbaren Verschlechterung des ökologischen Zustands/Potenzials durch zusätzliche planungsbedingte Nährstoffeinträge für die Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' auszugehen.

Chlorid

Unter der Annahme von der Verwendung von $10 \text{ kg Streusalz m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ auf den Straßen im Betrachtungsgebiet steigt der Eintrag von Chlorid in den Fahrländer See um ca. 60% und in den Krampnitzsee um ca. 163% an. Dies hätte in den Seen einen Konzentrationsanstieg von $7 - 11 \text{ mg l}^{-1}$ zu Folge. Die im Messprogramm 2019/2020 aufgenommenen Jahresmittelwerten betragen für den Fahrländer See $67,2 \text{ mg l}^{-1}$ und den Krampnitzsee 70 mg l^{-1} . Entsprechend der Grundwasserverordnung (GrwV, 2010) beträgt der Schwellenwert für Trinkwasser 250 mg l^{-1} . Durch die leichte Erhöhung der Chloridkonzentration in den Seen ist eine Überschreitung dieses Grenzwertes nicht zu befürchten.

Eine planungsbedingte Erhöhung der Chloridkonzentration in den Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' führt somit nicht zu einer Verschlechterung ihres ökologischen Zustandes/Potenzials.

Hinweis zum Zielerreichungsgebot

Gemäß der OGewV (2016) ist für den Fahrländer See ein Saisonmittelwert der Gesamtphosphorkonzentration von $60 - 90 \mu\text{g l}^{-1}$ und für den Krampnitzsee von $35 - 45 \mu\text{g l}^{-1}$ zur Erreichung des guten ökologischen Zustands/ Potenzials erforderlich. Die resultierend, aus den externen Einträgen ermittelte, erwartete Phosphorkonzentration würden in beiden Seen dieses Kriterium bereits erfüllen. Dennoch weisen die Seen, vermutlich auf Grund einer internen Phosphorbelastung durch die Sedimente, deutlich höhere Phosphorkonzentrationen auf.

Auf Grund des geringen Anteils, der aus den Siedlungsabflüssen eingetragenen Phosphormengen, kann durch Maßnahme zur Ableitung und Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser keine wesentliche Verbesserung des Trophiestatus der Seen erwartet werden.

Zur effektiven Verbesserung des ökologischen Zustands/Potenzials ist zunächst eine umfassende Erfassung aller Eintragspfade unter Berücksichtigung der internen Phosphorfreisetzung aus den Seesedimenten zu empfehlen.

Fazit

Die Bewertung des ökologischen Zustands und die Abschätzung der stofflichen Belastung für die Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' durch die BIOTA GMBH hat ergeben, dass die auf Grundlage der Regenwasser-Netzkonzeption von MERKEL INGENIEUR CONSULT für den Entwicklungsbereich Krampnitz ermittelten Einleitmengen in die beiden Oberflächenwasserkörper und die damit zukünftig zu erwartenden zusätzlichen Stofffrachten weder zu einer Verschlechterung ihres ökologischen oder chemischen Zustands bzw. Potenzials führt, noch dem Zielerreichungsgebot im Sinne der §§ 27 und 28 WHG entgegensteht.

Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Aussagen ist die Umsetzung der Behandlungsmaßnahmen zur Reduzierung der zukünftigen Stofffrachten in den Einleitungen aus dem Entwicklungsbereich, welche Bestandteil der Regenentwässerungskonzepte sind und den Berechnungen zugrunde gelegt wurden. Zu den Maßnahmen gehören;

- Muldenversickerung an öffentlichen Straßen,
- Gründächer und Muldenversickerung auf privaten Grundstücken,

- Retentionsbodenfilter an einer Einleitstelle in den Krampnitzsee,
- Verwendung eines Phosphor bindenden Zuschlagstoffs im Füllboden des Muldenbetts der öffentlichen Verkehrsflächen (z.B. Ferrosorb),
- eine Gestaltung der Zulaufgräben zum Fahrländer See bzw. zum Krampnitzsee, die einen zusätzlichen Phosphorrückhalt gewährleistet (z.B. Staustufen, Bepflanzung),
- Begrenzung der befestigten Fläche für Nebenanlagen innerhalb der privaten Baufelder,
- Festlegung eines max. Abflussbeiwertes für diese Nebenanlagen von 0,3.

5.1.2 Grundwasserkörper

Wie in Kapitel 4.1.2 hergeleitet, steht der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz nicht im Widerspruch zum Verschlechterungsverbot im planungsrelevanten Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'. Eine detaillierte Prüfung ist nicht erforderlich.

Zu beachten sind jedoch die Maßnahmen zur Stützung und zum Erhalt des stofflichen und mengenmäßigen Zustands des Grundwasserkörpers, die bei der Prüfung berücksichtigt wurden. Nur unter der Voraussetzung, dass diese Maßnahmen umgesetzt werden sind auch die Ergebnisse der Prüfung valide. Hierbei handelt es sich um folgende Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung und Umsetzung des geplanten Städtebaus;

- Muldenversickerung an öffentlichen Straßen,
- Gründächer und Muldenversickerung auf privaten Grundstücken,
- Begrenzung der befestigten Fläche für Nebenanlagen innerhalb der privaten Baufelder,
- Festlegung eines max. Abflussbeiwertes für diese Nebenanlagen von 0,3,
- Sanierung der existierenden Bodenverunreinigungen im Zuge der Planumsetzung,
- regelmäßige Kontrolle der Baufahrzeuge auf Leckagen,
- Bereitstellung von Flächen auf denen Baufahrzeuge abgestellt sowie Baumaterial auf eine Weise gelagert werden können, dass ein Eintrag von Schadstoffen in den Boden vermieden wird.

5.2 Hauptprüfung des Zielerreichungsgebots für die planungsrelevanten Wasserkörper

5.2.1 Oberflächenwasserkörper

Wie in Kapitel 4.2.1 hergeleitet, steht der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz nicht im Widerspruch zum Zielerreichungsgebot der planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See'. Eine detaillierte Prüfung ist daher unter Beachtung der in Kapitel 6 formulierten Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung des Städtebaus nicht erforderlich.

5.2.2 Grundwasserkörper

Wie in Kapitel 4.2.2 hergeleitet, steht der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz nicht im Widerspruch zum Zielerreichungsgebot des planungsrelevanten Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4'. Eine detaillierte Prüfung ist daher unter Beachtung der in Kapitel 6 formulierten Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung des Städtebaus nicht erforderlich.

6 Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung des Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz

Die im Kapitel 4 und 5 durchgeführte Vor- und Hauptprüfung kommen zu dem Ergebnis, dass der zugrunde gelegte Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz keine maßgeblichen Auswirkungen auf den Zustand der planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' sowie den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' besitzt. Ein planungsbedingter Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot oder das Zielerreichungsgebot für diese Wasserkörper kann somit ausgeschlossen werden. Voraussetzung für die Richtigkeit dieser Feststellung ist die verbindliche Sicherung der Maßnahmen und Erfordernisse, welche zur Vermeidung und Minderung möglicher Beeinträchtigungen der Wasserkörper in die Prüfung einbezogen wurden.

Bei der Bewertung des Ergebnisses der Prüfungen ist zu beachten, dass diese auf Grundlage einiger Annahmen und Analogieschlüssen entstanden sind. Grund hierfür ist die konzeptionell-planerische Ebene auf der dieser WRRL-FB erarbeitet wurde. Die überwiegende Anzahl der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 zur Umsetzung des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz befanden sich zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie mit Stand August 2023 in Aufstellung (vgl. Tab. 1). Dies hat zur Folge, dass einige der für die Prüfung relevanten Merkmale des geplanten Städtebaus noch nicht in einem Detailierungsgrad bekannt sind, dass eine Prüfung frei von Annahmen und Analogieschlüssen möglich gewesen wäre. Hieraus folgt, dass die Ergebnisse des vorliegenden WRRL-FB nur unter Berücksichtigung der Prämissen Bestand haben, die der Prüfung zugrunde liegen.

Im Folgenden werden die Maßnahmen und Erfordernisse aufgezeigt, deren Umsetzung die Ergebnisse des vorliegenden Fachbeitrags sicherstellen sollen. Ändern sich diese Voraussetzungen, muss auch eine Neubewertung der Planung im Sinne der Bewirtschaftungsziele des WHG vorgenommen werden.

6.1 Festsetzungen zur Umsetzung des Regenentwässerungskonzeptes

Der Maßnahmenschwerpunkt liegt hierbei in Bezug auf die beiden Oberflächenwasserkörper auf der Vermeidung von Ableitungen und der Reinigung der anfallenden Niederschläge. Für den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' ist die Vermeidung von Befestigungen zur mengenmäßigen Anreicherung sowie die Reinigung von schadstoffbelastetem Regenwasser vor dessen Versickerung maßgeblich.

Wie in der Hauptprüfung ausgeführt, ist die Reinigung des im Entwicklungsbereich zukünftig anfallenden Niederschlagswassers vor seiner Einleitung in die beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' von entscheidender Bedeutung. Verschlechterungen sind hierbei hauptsächlich aus den Frachten der Straßenabwässer zu erwarten. Dachabwässer können dagegen als weitgehend unbelastet eingestuft werden. Unter Bezugnahme auf die Untersuchungsergebnisse der BIOTA GMBH spielt insbesondere der Rückhalt von Phosphor eine entscheidende Rolle. Unterstrichen wird die Dringlichkeit von Behandlungsmaßnahmen darüber hinaus durch die Einstufung des Fahrländer See als 'schlecht' hinsichtlich seines ökologischen Potenzials sowie seiner biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton.

Den Ausführungen folgend, ist die Umsetzung der Regenentwässerungskonzepte von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH mit den darin dargestellten Behandlungsmaßnahmen für die Gültigkeit der Ergebnisse der wasserrechtlichen Prüfung für alle betroffenen Wasserkörper maßgeblich.

Zudem sind Reglementierungen des Befestigungsgrades der Nebenanlagen innerhalb der privaten Baufelder zur Förderung der Anreicherung des Grundwasserkörpers Bestandteil des Konzeptes und daher planungsrechtlich zu sichern.

Daher sind die folgenden Festsetzungen mit Hinweis auf die jeweilige Rechtsgrundlage als Standard in die Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 aufzunehmen, um eine Umsetzung der Regenentwässerungskonzepte auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung vorzubereiten. Die

Festsetzungen sind innerhalb der Geltungsbereiche der einzelnen Teil-Bebauungspläne entsprechend den jeweils geplanten Nutzungen im Sinne der Darstellungen der Konzepte anzupassen. Der auf diese Weise festgelegte Rahmen stellt i.V.m den konkreten Festlegung der Bebaubarkeit und einer bestmöglichen Verringerung des Individualverkehrs gemäß den Leitzielen der Masterplanungen die Realisierung der beiden Regenentwässerungskonzepte bei Durchführung der Planung sicher. Sofern möglich, sind darüber hinaus weitere auf den jeweiligen Bebauungsplan bezogene Festsetzungen zur Verringerung der Versiegelung aufzunehmen.

Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB)

1. In den Baugebieten sowie den Flächen für den Gemeinbedarf ist die Befestigung von Wegen, nicht überdachten Fahrradstellplätzen, Stellplätzen und Zufahrten nur in wasser- und luftdurchlässigem Aufbau herzustellen. Die Wasser- und Luftdurchlässigkeit wesentlich mindernde Befestigungen wie Betonunterbau, Fugenverguss und Betonierungen sind unzulässig.
2. In den Baugebieten sowie den Flächen für den Gemeinbedarf sind bei Wohngebäuden mindestens 70 % und bei gewerblich Gebäuden mindestens 50 % der Dachflächen der baulichen Haupt- und Nebenanlagen als Retentionsdächer zur Rückhaltung von Niederschlagswasser mit einem maximalen Abflussbeiwert von 0,5 extensiv ohne Startdüngung zu begrünen.

Auf Landesrecht beruhende Regelungen (§ 9 Abs. 4 BauGB)

3. Das anfallende Niederschlagswasser ist auf den Grundstücken, auf denen es anfällt, in vegetationsbedeckten Versickerungs- oder Mulden-Rigolen-Systemen oder Maßnahmen gleicher Wirkung, wie z.B. auch die Regenwasserbewirtschaftung, zu versickern. Ist gutachterlich-nachweislich eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers auf dem Grundstück nicht möglich, kann ausnahmsweise eine Ableitung mit einer Drosselabflussspende von maximal 4 l/s×ha, bezogen auf die rechnerisch undurchlässige Fläche A_U gemäß DWA-Blatt M153, zugelassen werden.
4. Die Flächen von Stellplätzen mit ihren Zufahrten, Nebenanlagen im Sinne des § 14 BauNVO sowie von baulichen Anlagen unterhalb der Geländeoberfläche, durch die das Baugrundstück lediglich unterbaut wird, die nach § 19 Abs. 4 Satz 2 BauNVO die zulässige Grundfläche überschreiten dürfen, dürfen einen maximalen Abflussbeiwert nach DWA-Blatt M 153 von 0,3 nicht überschreiten.

6.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Die folgende Tabelle führt die Maßnahmen und Erfordernisse auf, die der Prüfung zugrunde gelegt wurden und daher im Rahmen der weiteren Ausformulierung des Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz zu beachten sind. Die Umsetzung ist – sofern planungsrechtlich zulässig – durch Festsetzungen in den Teil-Bebauungsplänen Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 zu sichern.

Tabelle 15: Maßnahmen und Erfordernisse zur weiteren Ausformulierung des Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz

	Maßnahme / Erfordernis	Betroffener Wasserkörper	rechtliche Sicherung der Umsetzung
1.	Vermeidung von Schadstoffeinträgen	'Krampnitzsee', 'Untere Havel 4'	Vorschriften des BBodSchG, behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren
2.	vollständige Sanierung aller Altlastenschäden	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	Vorschriften des BBodSchG, behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren

	Maßnahme / Erfordernis	Betroffener Wasserkörper	rechtliche Sicherung der Umsetzung
3.	Regenentwässerungskonzept	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	zeichnerische und textliche Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 15, 20, Abs. 4 BauGB im Bebauungsplan, behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren
4.	Hinweise auf Altlasten und Altlastenverdachtsflächen	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	nachrichtliche Übernahme in den Bebauungsplan
5.	Orientierung der Flächenkulisse an den Darstellungen der beiden Masterpläne	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	zeichnerische und textliche Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB im Bebauungsplan
6.	Entwicklung eines Wohnbezirks mit untergeordneten Versorgungseinrichtungen	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	zeichnerische und textliche Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB im Bebauungsplan
7.	Muldenversickerung an öffentlichen Straßen und	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren (LHP/ETP ist Bauherr)
8.	Gründächer als Retentionsdächer auf Privatgrundstücken	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	textliche Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB im Bebauungsplan
9.	Umsetzung eines Abflussbeiwertes von 0,3 für die Nebenflächen innerhalb der Geltungsbereiche der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis 141-10	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	textliche Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB im Bebauungsplan
10.	Retentionsbodenfilter an der Einleitstelle K(03) ¹	'Krampnitzsee'	zeichnerische und textliche Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB im Bebauungsplan, behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren (LHP/ETP ist Bauherr)
11.	Verwendung eines Phosphor bindenden Zuschlagstoffs im Füllboden des Muldenbetts der öffentlichen Verkehrsflächen	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren (LHP/ETP ist Bauherr)
12.	Gestaltung der Zulaufgräben für einen zusätzlichen Phosphorrückhalt (z.B. Staustufen, Bepflanzung).	'Krampnitzsee', 'Fahrländer See'	behördliche Auflagen im Genehmigungsverfahren (LHP/ETP ist Bauherr)
13.	Erhalt und Entwicklung der natürlichen Ufervegetation am Krampnitzsee	'Krampnitzsee'	zeichnerische und textliche Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB im Bebauungsplan, behördliche Auflagen in naturschutzfachlichen Genehmigungsverfahren (LHP/ETP ist Bauherr)

	Maßnahme / Erfordernis	Betroffener Wasserkörper	rechtliche Sicherung der Umsetzung
14.	Beschränkung des Einsatzes von Streusalz	Krampnitzsee ¹ , 'Fahrländer See', 'Untere Havel 4'	Vorschriften der Straßenreinigungs- und Winterdienstsatzung der LHP

¹ Einleitstellenbezeichnung gemäß Regenwasser-Netzkonzeption von MERKEL INGENIEUR CONSULT

Anmerkung: Für die Maßnahmen Nr. 1., 2., 10. – 11. und 13. gibt es im BauGB keine Rechtsgrundlagen für eine entsprechende Festsetzung im Bebauungsplan, jedoch sind die Maßnahmen 1., 2. und 13. durch anderweitige Vorschriften gesichert.

7 Prüfung des Verschlechterungsverbots nach §§ 27, 28 und 47 WHG

7.1 Bewertung des Verschlechterungsverbots bei Oberflächenwasserkörpern

Die in den Kapiteln 4.1.1 und 5.1.1 durchgeführte Vor- und Hauptprüfung zu möglichen planungsbedingten Auswirkungen auf die prüfungsrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' hat ergeben, dass eine Verschlechterung ihres ökologischen und chemischen Zustands infolge der geplanten städtebaulichen Entwicklung im Bereich des ehemaligen Kasernenstandortes Krampnitz unter Anwendung der beschriebenen Maßnahmen ausgeschlossen werden kann.

Vor allem die Umsetzung der Behandlungsmaßnahmen zur Reinigung des auf den Verkehrsflächen anfallenden Niederschlagswassers vor seiner Einleitung in die beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' ist für die Beurteilung des Verschlechterungsverbots von herausragender Bedeutung. Eine abschließende Prüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den Bewirtschaftungszielen für Oberflächenwasserkörper im Sinne des § 27 WHG erfolgt auf Ebene der Genehmigungsplanung nach Maßgabe der Umsetzung der in Kapitel 6 dargestellten Maßnahmen und Erfordernissen.

7.2 Bewertung des Verschlechterungsverbots bei Grundwasserkörpern

Die im Kapitel 4.1.2 durchgeführte Vorprüfung zu möglichen planungsbedingten Auswirkungen auf den prüfungsrelevanten Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' hat ergeben, dass eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und chemischen Zustands infolge der geplanten städtebaulichen Entwicklung im Bereich des ehemaligen Kasernenstandortes Krampnitz unter Anwendung der beschriebenen Maßnahmen ausgeschlossen werden kann.

Für den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4' ist die Vermeidung von Befestigungen zur mengenmäßigen Anreicherung sowie die Reinigung von schadstoffbelasteten Niederschlägen über die belebte Bodenzonen und bei Bedarf zusätzlich durch Zuschlagstoffe maßgeblich. Unter Beachtung der Maßnahmen und Erfordernisse gemäß Kapitel 6 entfällt die Notwendigkeit zur Durchführung einer Hauptprüfung.

8 Prüfung des Zielerreichungsgebots nach §§ 27, 28 und 47 WHG

Der im Kapitel 4.2 durchgeführte Abgleich zwischen den Merkmalen und Wirkfaktoren des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz und den Bewirtschaftungszielen der planungsrelevanten Wasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' sowie 'Untere Havel 4' hat ergeben, dass die Planung nicht im Widerspruch zum Zielerreichungsgebot der Wasserkörper steht.

Unter Beachtung der Maßnahmen und Erfordernisse gemäß Kapitel 6 entfällt die Notwendigkeit zur Durchführung einer Hauptprüfung.

9 Ausnahmeprüfung nach § 31 Abs. 2 WHG

Der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz führt gemäß den Ergebnissen des vorliegenden WRRL-FB absehbar zu keiner Verschlechterung des Gewässerzustands oder einer Gefährdung der Zielerreichung bei den planungsrelevanten Wasserkörpern 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' sowie 'Untere Havel 4'.

Unter Beachtung der Maßnahmen und Erfordernisse gemäß Kapitel 6 entfällt eine Ausnahmeprüfung für die Planung gemäß § 31 Abs. 2 WHG.

10 Zusammenfassung / Fazit

Auf dem ca. 140 ha großen Areal der ehemaligen Kaserne Krampnitz soll ein neuer Potsdamer Stadtteil entwickelt werden. Eine entsprechende Satzung über die förmliche Festlegung des Entwicklungsbereichs Krampnitz gemäß § 165 Abs. 6 BauGB wurde am 30.10.2013 im Amtsblatt für die Landeshauptstadt Potsdam, Jahrgang 24, Nr. 15 ortsüblich bekannt gemacht, korrigiert im Amtsblatt für die Landeshauptstadt Potsdam, Jahrgang 24, Nr. 16 am 28.11.2013. In einem Entwicklungsbereich sind gemäß § 166 Abs. 1 BauGB flächendeckend Bebauungspläne aufzustellen.

Da sich der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz potenziell auf Oberflächen- und Grundwasserkörper auswirken kann, ist im Rahmen der Entscheidung über die Planung die Vereinbarkeit mit den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu prüfen. Die §§ 27 und 47 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) setzen die WRRL hinsichtlich Oberflächengewässer und Grundwasser um und formulieren Bewirtschaftungsziele.

Im Rahmen des vorliegenden Fachbeitrags zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL-FB) ist die Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den Bewirtschaftungszielen der für die Planung relevanten Oberflächen- und Grundwasserkörper abgeprüft worden. Bei den planungsrelevanten Wasserkörpern handelte es sich um die zwei Seen Krampnitzsee und Fahrländer See sowie den Grundwasserkörper 'Untere Havel 4'.

Die wasserrechtliche Prüfung wurde auf Grundlage der städtebaulich-landschaftsplanerischen Masterplanungen „Stadtquartier Potsdam-Krampnitz“ und „Bergviertel“ sowie den daraus abgeleiteten Inhalten der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 zur Umsetzung des Städtebaus durchgeführt. Maßgeblich für die Berücksichtigung von Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung möglicher Beeinträchtigungen der prüfungsrelevanten Wasserkörper waren die Darstellungen der Regenentwässerungskonzepte von MERKEL INGENIEUR CONSULT und der INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH zum geplanten Städtebau mit den darin enthaltenen Niederschlagswasserbehandlungsmaßnahmen.

Die vorliegende Prüfung zu den Teil-Bebauungsplänen Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 ist in eine Vor- und eine Hauptprüfung unterteilt. In der Vorprüfung wird überschlägig abgeschätzt, ob und inwieweit die ermittelten Merkmale und Wirkungen der Planung generell im Widerspruch zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot stehen. Als nicht für die Hauptprüfung relevant werden dabei Auswirkungen der Planung auf einzelne Qualitätskomponenten angesehen, bei deren Gegenüberstellung auch ohne detaillierte Kenntnisse bspw. zur Konzentration einzelner Stoffe in den Wasserkörpern eine Beeinträchtigung ausgeschlossen werden kann.

Für Qualitätskomponenten und Verbesserungsmaßnahmen, deren planungsbedingte Beeinträchtigung auch nach der Vorprüfung nicht ausgeschlossen werden konnte, wurden in der anschließenden Hauptprüfung mögliche Widersprüche zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot auf Grundlage eigens erhobener Zustandsdaten zu den Wasserkörpern sowie Stofffrachtabeschätzungen abgeprüft.

Um den Bewirtschaftungszielen des WHG zu entsprechen, wurden umfängliche Vermeidungs- und Verringerungsmaßnahmen in die Vor- und Hauptprüfung einbezogen. Zu den vorgeschlagenen Maßnahmen gehören unter anderem;

- die Ableitung über vorgeschaltete Muldenversickerung an öffentlichen Straßen, die Anordnung von Gründächern und Muldenversickerung innerhalb der privaten Baugebiete,
- die Errichtung einer Bodenretentionsfilteranlage zur Behandlung von Regenwasser stark verschmutzter Straßenflächen vor Einleitung in den Krampnitzsee,
- Verwendung eines Phosphor bindenden Zuschlagstoffs im Füllboden des Muldenbetts der öffentlichen Verkehrsflächen (z.B. Ferrosorb),

- Eine Gestaltung der Zulaufgräben zum Fahrländer See bzw. zum Krampnitzsee, die einen zusätzlichen Phosphorrückhalt gewährleistet (z.B. Staustufen, Bepflanzung).

Im Ergebnis des vorliegenden wasserrechtlichen Fachbeitrags kann unter Beachtung der vorgesehenen Maßnahmen festgestellt werden, dass der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz überwiegend bereits auf Ebene der Planung

1. nicht zu einer Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands der beiden prüfrelevanten Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' führt und
2. die Zielerreichung des guten ökologischen und chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper, 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See' nicht gefährdet,

sowie

3. keine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustands des prüfrelevanten Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' hervorruft und
4. der Zielerreichung eines guten mengenmäßigen und chemischen Zustands des Grundwasserkörpers 'Untere Havel 4' nicht entgegensteht.

Eine Prüfung von Ausnahmeregelungen nach § 31 WHG und daraus resultierender Maßnahmen sind damit unter Berücksichtigung der untenstehenden Ausführungen nicht erforderlich.

Bei der Bewertung des Ergebnisses der Prüfung ist zu beachten, dass diese auf Grundlage einiger Annahmen und Analogieschlüssen entstanden sind. Grund hierfür ist die konzeptionell-planerische Ebene auf der dieser WRRL-FB erarbeitet wurde. Die überwiegende Anzahl der Teil-Bebauungspläne Nr. 141-1 bis Nr. 141-10 zur Umsetzung des geplanten Städtebaus im Entwicklungsbereich Krampnitz befanden sich zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie mit Stand August 2023 in Aufstellung (vgl. Tab. 1). Dies hat zur Folge, dass einige der für die Prüfung relevanten Merkmale des geplanten Städtebaus noch nicht in einem Detaillierungsgrad bekannt waren, dass eine Prüfung frei von Annahmen und Analogieschlüssen möglich gewesen wäre. Hieraus folgt, dass die Ergebnisse des vorliegenden WRRL-FB nur unter Berücksichtigung der Prämissen Bestand haben die der Prüfung zugrunde liegen.

Nur durch das konsequente Ergreifen und Umsetzen der konzipierten Reinigungsmaßnahmen, die hauptsächlich dezentral nahe am jeweiligen Anfallsort des Regenwassers in die Speicher- und Drosselmaßnahmen, sowohl für die öffentlichen als auch privaten Flächen, integriert sind, wird es gelingen, den Vorgaben im Zusammenspiel von Verschlechterungsverbot und Zielerreichungsgebot zu entsprechen. Dies ist gleichwohl von herausragender Bedeutung für die Oberflächenwasserkörper und den Grundwasserkörper.

11 Quellen

11.1 Rechtsgrundlagen

- BNATSCHG – Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240) geändert worden ist.
- GRWV – Verordnung zum Schutz des Grundwassers vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist.
- OGEWV – Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)
- WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.
- WRRL – Richtlinie 2000/60/EG (Europäische Wasserrahmenrichtlinie) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- VERORDNUNG ÜBER DAS LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET „KÖNIGSWALD MIT HAVELSEEN UND SEEBURGER AGRARLANDSCHAFT“ vom 30. November 1998 (GVBl.II/99, [Nr. 01], S.2), zuletzt geändert durch Artikel 22 der Verordnung vom 29. Januar 2014 (GVBl.II/14, [Nr. 05])

11.2 Literaturquellen, Gutachten

- BIOTA - INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG UND PLANUNG GMBH, (2020): Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials und Abschätzung der stofflichen Belastung für den Fahrländer See und Krampnitzsee, Bützow.
- BUND-/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER – LAWA (2017): Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot, Karlsruhe.
- BUND-/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER – LAWA (2012): Ableitung von Bewertungsregeln für die Durchgängigkeit, die Morphologie und den Wasserhaushalt zur Berichterstattung in den reporting sheets, Karlsruhe.
- CITYFÖRSTER architecture + urbanism (Juni 2021): Bergviertel, Potsdam Krampnitz – städtebaulich-landschaftsplanerische Masterplanung, Berlin.
- INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH (2021): Entwässerungskonzept für das Bergviertel in Potsdam Krampnitz, Berlin.
- LANDESHAUPTSTADT POTSDAM, BEREICH STADTENTWICKLUNG (2012): Landschaftsplan der Landeshauptstadt Potsdam, Potsdam.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (LUGV) BRANDENBURG (2014): Die Wasserbilanzen der Grundwasserkörper im Land Brandenburg - Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Heft Nr. 142, Potsdam.
- MAUL + PARTNER BAUGRUND-INGENIEURBÜRO GMBH (2015): Geotechnischer Bericht zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im Entwicklungsbereich Krampnitz, Berlin.
- MACHLEIDT GMBH (2019): Stadtquartier Potsdam-Krampnitz – städtebaulich-landschaftsplanerische Masterplanung „Stadtquartier Potsdam-Krampnitz“, Berlin.
- MERKEL INGENIEUR CONSULT (2019): Regenentwässerungskonzept für den Entwicklungsbereich Krampnitz, Potsdam.
- NATUR + TEXT GMBH (2014): Biotopkartierung des Entwicklungsbereichs Krampnitz, Rangsdorf.
- VOIGT INGENIEURE GMBH (2017): Entwicklungsbereich Krampnitz – Regenentwässerungskonzeption, Berlin.

11.3 Internetquellen

- BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2019): Bewirtschaftungspläne zum Krampnitzsee, Großer Graben Krampnitzsee, Fahrländer See, Untere Havel 4, Online auf: www.Wasserblick.net (abgerufen am: 13.12.2022).
- BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2019): Steckbrief zu dem Fließgewässertyp „Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“ (Typ 19), Online auf: <http://www.wasserblick.net/servlet/is/18727> (abgerufen am: 15.10.2019).
- BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2019): Wasserkörpersteckbriefe zum Krampnitzsee, Großer Graben Krampnitzsee, Fahrländer See und Untere Havel 4, Datensätze der elektronischen Berichterstattung 2021 zum 3. Bewirtschaftungszeitraum der EU-Wasserrahmenrichtlinie: 2022 – 2027 (https://geoportal.bafg.de/birt_viewer/frame-set?__report=GW_WKSB.rptdesign&__navigationbar=false¶m_wasserkoerper=DE_GB_DEBB_HAV_UH_4, abgerufen am 13.12.2022)
- FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT (FGG) ELBE (2018): Maßnahmenprogramm der Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Online auf: www.fgg-elbe.de (abgerufen am: 13.12.2022).
- LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2019): LfU-Seensteckbriefe zum Krampnitzsee und Fahrländer See mit Stand vom 10.10.2017, Online auf: <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.305410.de> (abgerufen am: 13.12.2022).
- LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2019): LfU-Seensteckbriefe zum Grundwasserkörper 'Untere Havel BB – HAV_UH_4' für den 2.BWP, Online auf: https://mlul.brandenburg.de/w/WRRL-Grundwasserkoeper/Steckbrief_HAV_UH_4.pdf (abgerufen am : 13.12.2022).
- LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2018): Daten zu den allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der beiden Oberflächenwasserkörper 'Krampnitzsee' und 'Fahrländer See', übermittelt am 15.5.2018



Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Im Auftrag von Merkel Ingenieur Consult | 2020

Zuarbeit zum Fachbeitrag Wasserrahmenrichtline (WRRL) für den Entwicklungsbereich Krampnitz

BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDS / POTENTIALS UND
ABSCHÄTZUNG DER STOFFLICHEN BELASTUNG FÜR DEN FAHRLÄNDER SEE
UND KRAMPNITZSEE





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

Geschäftsführer:
Dr. Dr. Dietmar Mehl
Dr. Volker Thiele
Handelsregister:
Amtsgericht Rostock | HRB 5562

AUFTRAGNEHMER & BEARBEITUNG:

Dr. Franziska Bitschofsky
Dr. Tim Hoffmann
Dr. Dr. Dietmar Mehl
M.Sc. Alexander Kost
B.Sc. Kathrin Zedler

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:

Dipl. Ing. Gerald Göhler
Projektleiter

Merkel Ingenieur Consult

Orenstein & Koppel-Straße 15
14482 Potsdam
Telefon: 0331/74364-21
Telefax: 0331/74364-10
E-Mail: goehler@merkel-mic.de
www.merkelingenieurconsult.de

Vertragliche Grundlage: Vertrag vom 18.03.2019

Bützow, den 08.06.2020

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl

Geschäftsführer

Inhalt

1	Veranlassung	5
2	Untersuchungsgebiet	7
3	Datengrundlage	8
4	Methode	9
4.1	Wasserhaushalt	9
4.2	Messprogramm	15
4.3	Frachtaberschätzung	19
5	Ergebnisse	20
5.1	Zustandsbewertung Fahrländer See	20
5.2	Zustandsbewertung Krampnitzsee	21
5.3	Wasserhaushalt	22
5.4	Messerergebnisse	25
5.4.1	Nährstoffe	25
5.4.1.1	Phosphor	26
5.4.1.2	Stickstoff	28
5.4.2	Chemischer Zustand	30
5.4.3	Stofffrachten	30
6	Bewertung WRRL	34
6.1	Verschlechterungsverbot	34
6.1.1	AFS	34
6.1.2	Phosphor	35
6.1.3	Chlorid	36
6.2	Hinweis zum Verbesserungsgebot	36
7	Anhang	37
8	Quellen	43

1 Veranlassung

Im Rahmen der Planung für den Entwicklungsbereich Krampnitz ist durch FUGMANN JANOTTA PARTNER im Juli 2018 der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie – Prüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den Bewirtschaftungszielen des Wasserhaushaltsgesetzes für Oberflächen- und Grundwasserkörper vorgelegt worden (FUGMANN JANOTTA PARTNER, 2018) .

In diesem Beitrag ist der Einfluss des geplanten Städtebaus hinsichtlich des Verschlechterungsverbots und des Verbesserungsgebots gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000) für die relevanten Oberflächen- und Grundwasserkörper: Krampnitzsee, Fahrländer See, Großer Graben Krampnitzsee und Untere Havel 4 geprüft worden.

Die Prüfung wurde argumentativ auf konzeptionell planerischer Ebene durchgeführt.

Unter der Voraussetzung der Reinigung des auf den Verkehrsflächen anfallenden Niederschlagswassers wurde im Ergebnis zusammenfassend festgestellt, dass der geplante Städtebau im Entwicklungsbereich Krampnitz überwiegend bereits auf Ebene der Planung

1. nicht zu einer Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands der drei prüfrelevanten Oberflächenwasserkörper Krampnitzsee, Fahrländer See, und Großer Graben Krampnitzsee führt und
2. die Zielerreichung des guten ökologischen und chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper Krampnitzsee, Fahrländer See, und Großer Graben Krampnitzsee nicht gefährdet,

sowie

3. keine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustands des prüfrelevanten Grundwasserkörpers Untere Havel 4 hervorruft und
4. der Zielerreichung eines guten mengenmäßigen und chemischen Zustands des Grundwasserkörpers Untere Havel nicht entgegensteht.

Daraus wird die Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den Bewirtschaftungszielen für die planungsrelevanten Oberflächenwasserkörper und Grundwasserkörper abgeleitet.

In der Stellungnahme der unteren Wasserbehörde (uWB) zum Fachbeitrag WRRL (FUGMANN JANOTTA PARTNER, 2018) wird bestätigt, dass die Prognosen zu einer möglichen Zustandsänderung der biologischen Qualitätskomponente aufgrund der suboptimalen Informationslage nur eingeschränkt durchführbar sind. Es wird des Weiteren sowohl durch die uWB als auch durch die Landeshauptstadt Potsdam (LHP) und dem Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU BB) darauf hingewiesen, dass der Fahrländer See bereits in die schlechteste Zustandsklasse eingestuft ist und **jede weitere, marginale, aber messtechnisch erfassbare negative Beeinflussung der Qualitätskomponenten zu einer Verschlechterung i.S. d. § 27 WHG (WHG, 2009) führt.**

Die uWB betont die Bedeutung von Straßenabflüssen für den Eintrag anthropogener Schadstoffe ins Gewässer und bemängelt die fehlende Abschätzung potentieller Stofffrachten im Kontext zur Gewässerchemie bzw. zum Trophiegrad. Ohne Kenntnis der Stofffracht und unter Bezugnahme zum Trophiegrad, insbesondere hinsichtlich des Phosphoreintrags, ist eine Einschätzung der Gewässerbelastung nicht möglich.

Zusammenfassend hebt die uWB hervor, dass es notwendig ist, die Zustandsbewertung bzw. Zustandsklassen der Qualitätskomponenten und unterstützenden Qualitätskomponenten in den betroffenen Oberflächengewässern zu kennen. Zur Abschätzung der Belastung der Oberflächengewässer durch die Einleitung von Regenwasser ist es von Vorteil, den Ausgangszustand hinsichtlich der Gewässerchemie einzuordnen.

Auf Grundlage des vorliegenden Fachbeitrags (FUGMANN JANOTTA PARTNER, 2018) und der Stellungnahmen der uWB, der LHP und des LfUs ist die INSTITUT BIOTA GmbH beauftragt worden, den Ausgangszustand der beiden planungsrelevanten Seen Fahrländer See und Krampnitzsee hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente zu erfassen und die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen in den Betrachtungsgebieten 11 und 16 (Abbildung 1-1) hinsichtlich des Verschlechterungsverbot und des Verbesserungsgebotes zu bewerten.

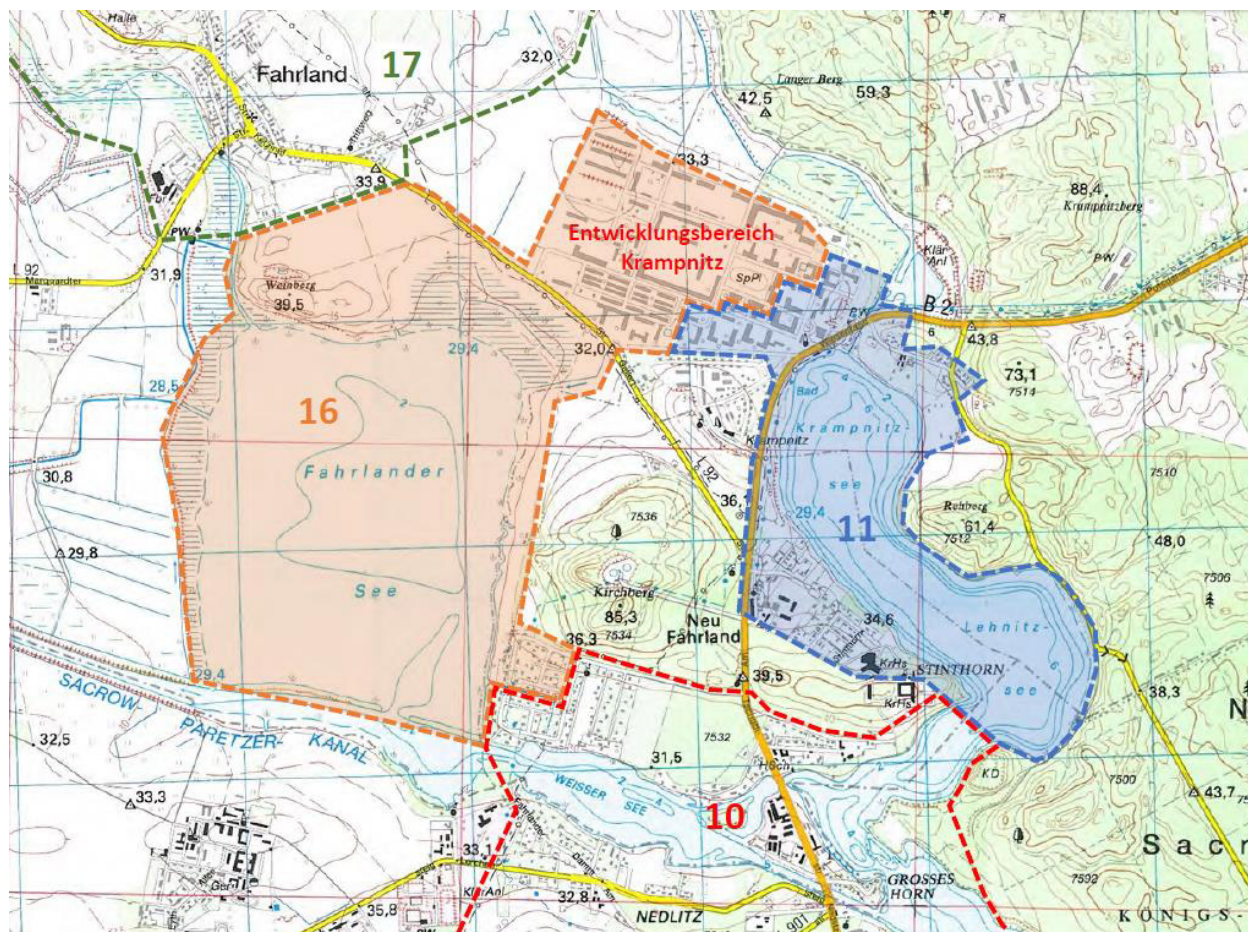


Abbildung 1-1: Betrachtungsgebiete 11 und 16 zur Komplexen Bewertung von Niederschlagswasser-Einleitstellen in den Krampnitzsee und Fahrländer See (MIC)

2 Untersuchungsgebiet

Die vorliegende Untersuchung betrifft die beiden WRRL-berichtspflichtigen Seen (Fahrländer See, Krampnitzsee), deren Einzugsgebiete sowie die Auswirkungen der geplanten Bebauung in den Betrachtungsgebieten BG 16 (Fahrländer See) und BG 11 (Krampnitzsee). Die charakteristischen Kennwerte der Seen sind in Tabelle 2-1 zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Kennwerte des Fahrländer Sees und des Krampnitzsees

Parameter	Einheit	Fahrländer See	Krampnitzsee
Wasserkörper-Nr.		8000158519249	8000258519229
Seetyp		12	11
Seefläche	ha	213	127
mittlere Tiefe	m	1,41	3,94
maximale Tiefe	m	3	6
mittlere Verweilzeit	a	0,73	2,03
Einzugsgebietsfläche	ha	1146,4	1183,1
Betrachtungsgebiet (BG)		BG 11	BG16
BG-Fläche	ha	22,03	62,54

3 Datengrundlage

Für die vorliegende Zuarbeit zur WRRL-FB wurden die in Tabelle 3-1 aufgeführten Datengrundlage herangezogen.

Tabelle 3-1: Datengrundlage

Daten	Datentyp	Datenquelle
Gewässerdaten		
Einzugsgebiete (EZG)	Polygon	DLM25W (2017), LfU BB
Gewässernetz		
Standgewässer	Polygon	LfU BB
Hydrologie und Grundwasser		
Grundwasserflurabstand	Polygon	LfU BB
Grundwasserkörper	Polygon	LfU BB
mittlere Abflussspende Bagluva mit Inputdaten	Polygon	LfU BB
Daten zur Pumpleistung Schöpfwerk Neu Fahrland	.pdf	WBV Nauen
Durchflussdaten Zufluss Krampnitzsee		eigenes Messprogramm
Klima- und Wetterdaten		
Niederschlagsdaten		DWD
Digitale Geländemodelle (DGM)		
DGM25	Raster	LfU BB
Nährstoffinformationen		
Daten zur allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente 2006-2017, 2019	.xls	LfU BB, eigenes Messprogramm

4 Methode

4.1 Wasserhaushalt

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, von seinen Eigenschaften und seinen Erscheinungsformen auf und unter der Landoberfläche (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 die Bilanzgleichung des Wasserhaushalts:

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

mit P – Niederschlag, ET – Evapotranspiration, R – Abfluss, ΔS – Speicheränderung

Die Gebietsspeicherung 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 bis Jahrzehnte) und damit für mittlere langjährige Zustände angewandt, so kann wegen des längerfristigen Ausgleichs von Speichergewinn und -verlust gemeinhin die Gebietsspeicherung vernachlässigt werden. Die vorstehende Bilanzgleichung vereinfacht sich unter diesen Voraussetzungen auf:

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

„Die Grundlage des Verfahrens [siehe Abbildung 3-1] ist die von BAGROV (1953) entwickelte und von GLUGLA et al. (1999) 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, Berechnung 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 3-1, 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:

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

- mit \overline{ETa} – tatsächliche Verdunstung [mm]
 P_{korr} – korrigierter Niederschlag [mm]
 $\overline{ET_{max}}$ – maximale Verdunstung [mm]
 n – Effektivitätsparameter nach BAGROV [-]

Die kleinsten Einheiten der Wasserhaushaltsbilanzierung durch das BAGLUVA-Verfahren bilden die Hydrotöpfe, die als Areale mit weitgehend einheitlichen hydrologisch maßgeblichen Eigenschaften und damit einer ähnlichen (vertikalen) hydrologischen Prozessstruktur gelten. Da der Hydrotopf 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:

- Landnutzung (Abbildung 4-2)
- Substrat (Abbildung 4-3)
- Gefälle (Abbildung 4-4)
- Grad der Versiegelung (Abbildung 4-5)
- Grundwasserflurabstand (Abbildung 4-6)
- anthropogene Eingriffsmaßnahmen (landwirtschaftliche Entwässerung) (Abbildung 4-7)

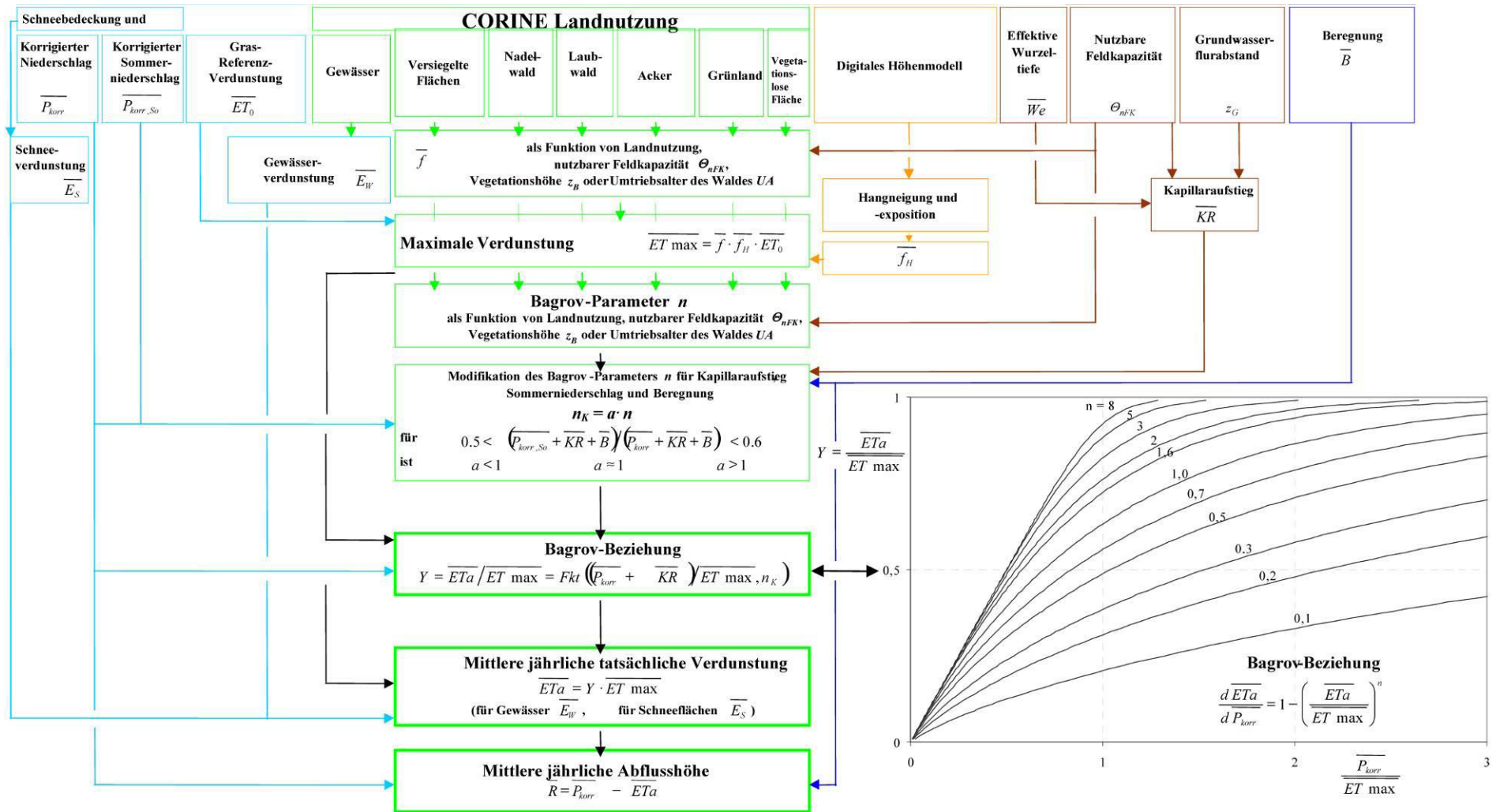


Abbildung 4-1: Schema zur Berechnung der mittleren jährlichen tatsächlichen Verdunstung und des mittleren Gesamtabflusses nach dem Wasserhaushaltsverfahren BAGLUVA (GLUGLA ET AL., 1999) (Quelle: BFG 2003)

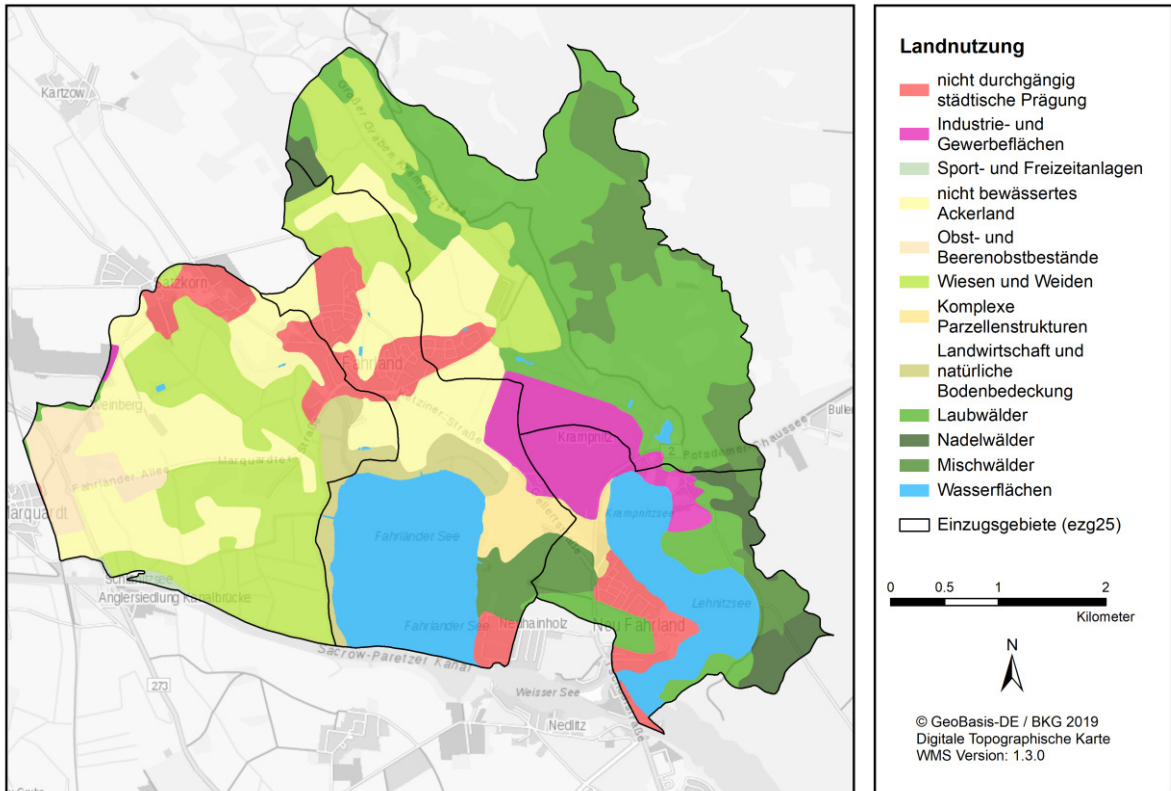


Abbildung 4-2: Landnutzung (CLC, 2012) im Untersuchungsgebiet

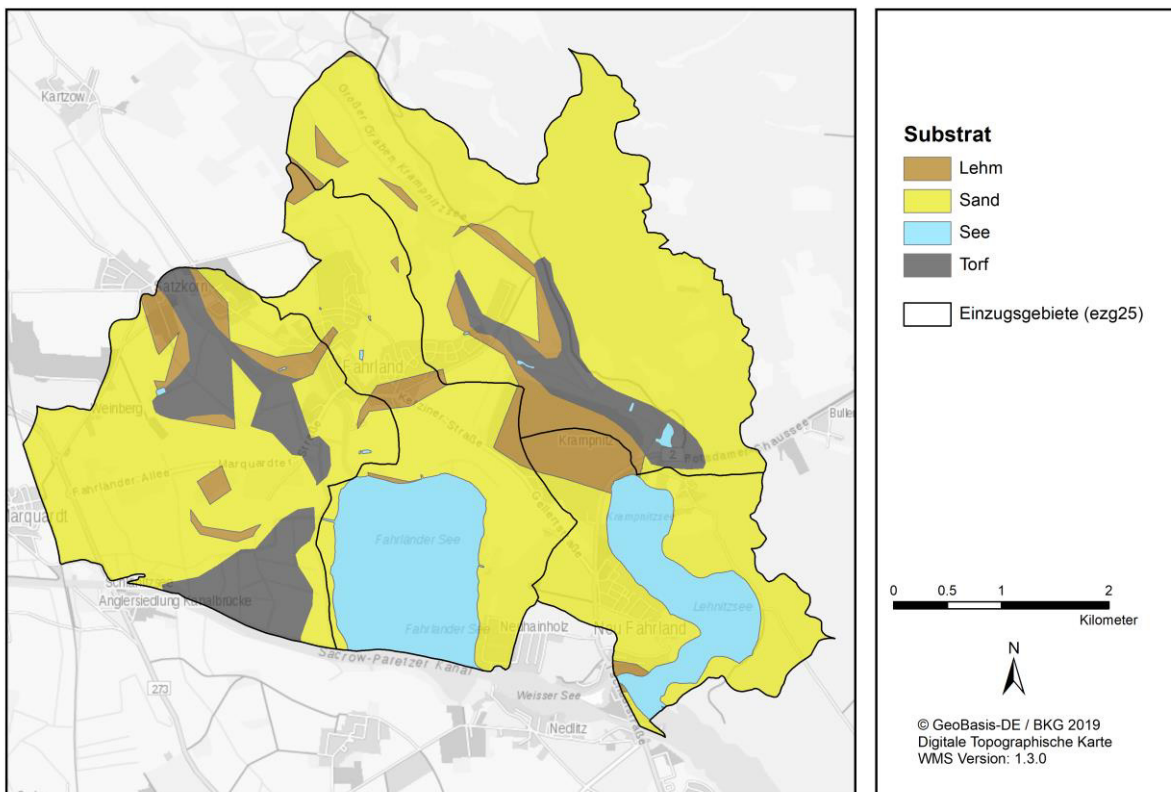


Abbildung 4-3: Substrat im Untersuchungsgebiet

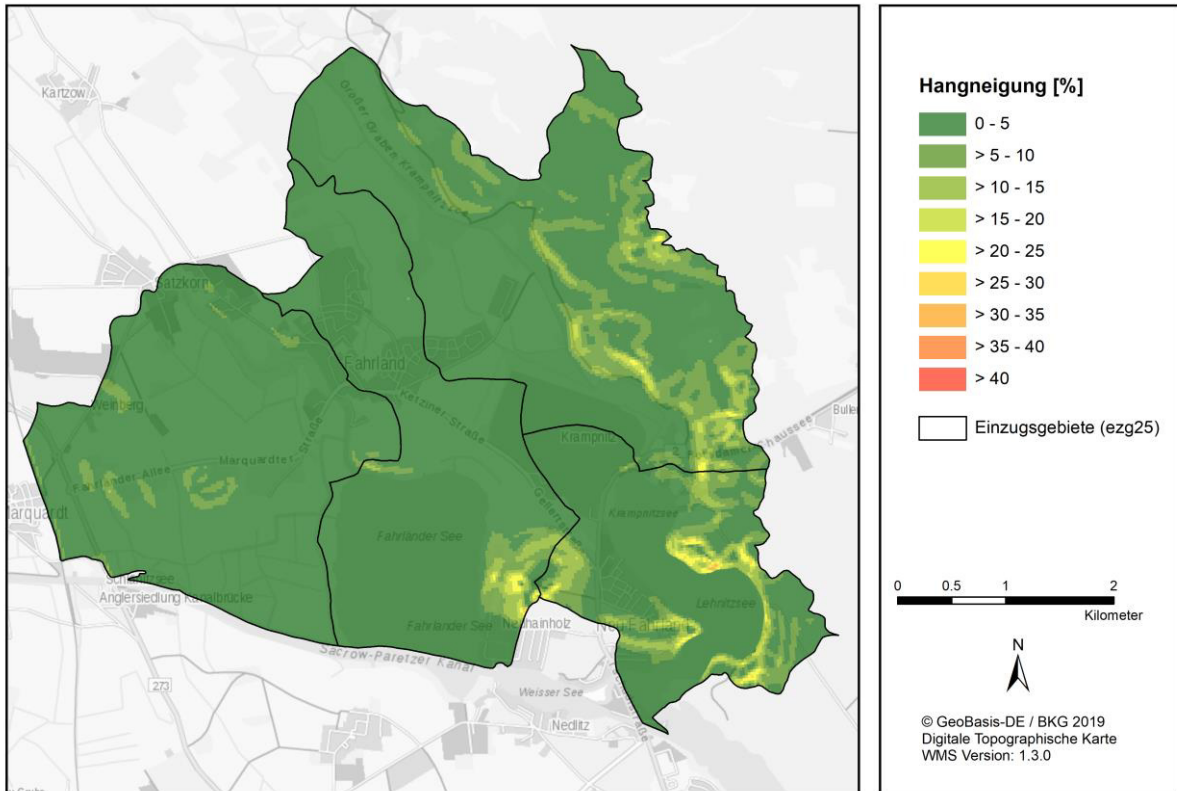


Abbildung 4-4: Hangneigung [%] im Untersuchungsgebiet

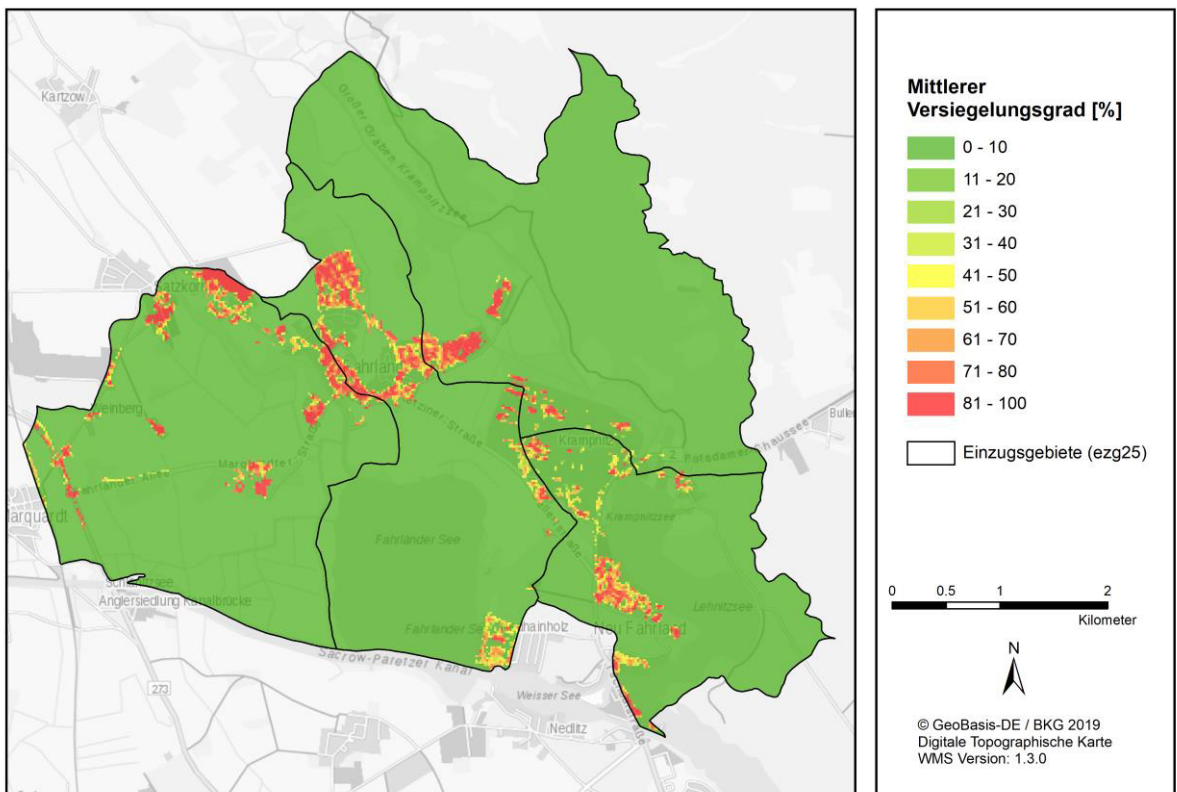


Abbildung 4-5: Mittlerer Versiegelungsgrad [%] im Untersuchungsgebiet

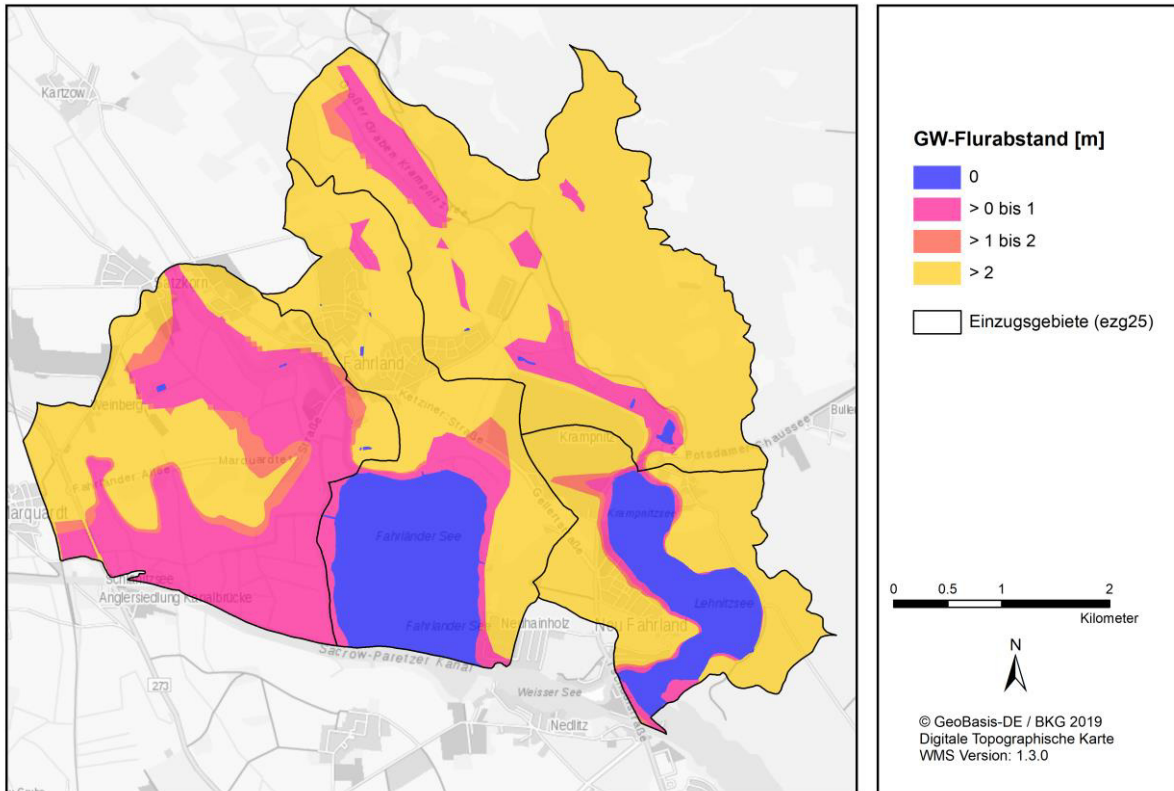


Abbildung 4-6: Grundwasserflurabstand [m] im Untersuchungsgebiet

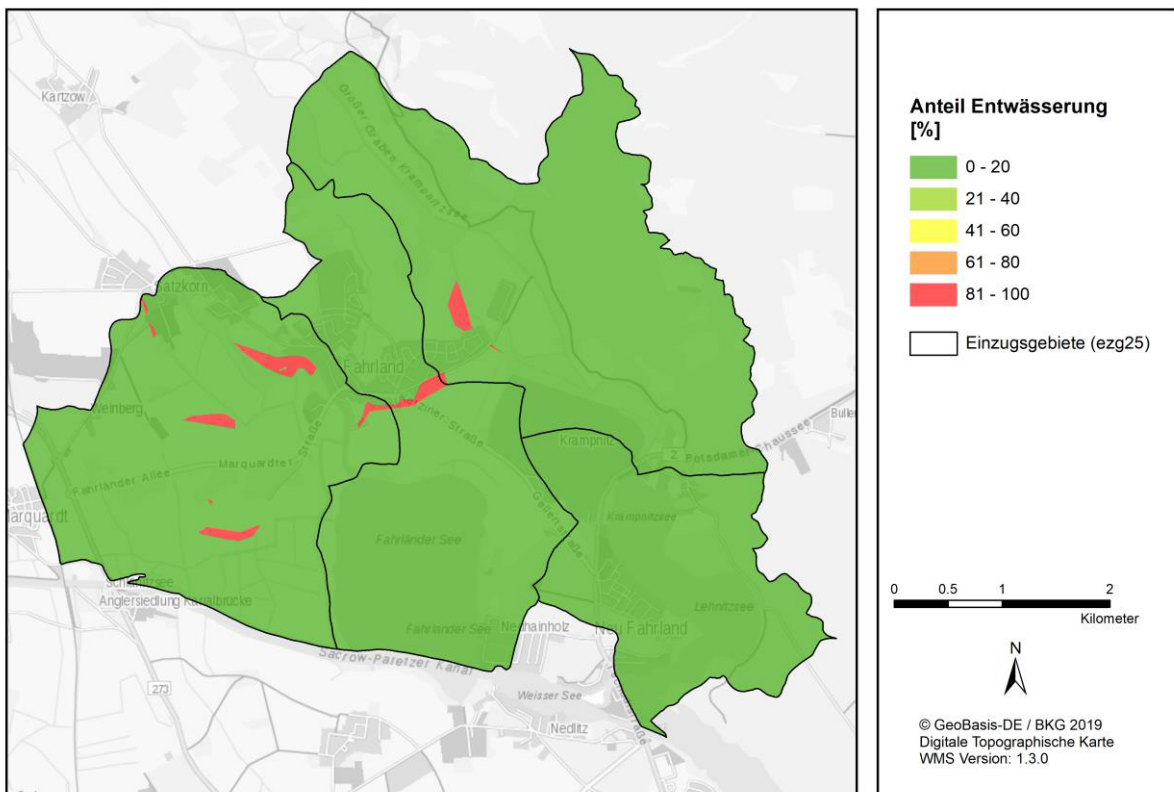


Abbildung 4-7: landwirtschaftliche Entwässerung [%] im Untersuchungsgebiet

4.2 Messprogramm

Auftragsgemäß und ergänzend zur vorhandenen Datengrundlage wurde ein eigenes Messprogramm durchgeführt. Dabei steht die Aufnahme des Ist-Zustandes der Seen sowie eine Abschätzung der gegenwärtigen Stoffeinträge in die beiden untersuchten Seen im Vordergrund.

In jedem See waren zunächst drei Messstellen geplant, um die Variationen innerhalb des Sees aufzunehmen, wobei die Landesmessstelle der langjährigen Gewässerüberwachung an der jeweils tiefsten Stelle des Sees mitberücksichtigt wurde. Nach dem ersten Beprobungstermin im April 2019, wurden die Messstellen im Fahrländer See jedoch auf zwei reduziert, da davon auszugehen ist, dass es sich um einen einheitlichen Wasserkörper handelt.

Ab April 2019 wurden monatlich Oberflächenwasserproben entnommen und die physikalischen vor-Ort-Parameter gemessen. In den Zuläufen zu den Seen (Stat. 1 u. 6) wurden die Proben mit Hilfe eines Schöpfbechers entnommen. Die Seen wurden mit Hilfe eines Kanus bzw. Arbeitsboots befahren und die Proben mit einem UWITEC Handwasserschöpfer in 0,5-1 m Wassertiefe genommen (Abbildung 4-11). Die Analyse der Wasserprobe erfolgte durch die KIWA GmbH in Kessin / Rostock (Tabelle 4-2). Nach einer Zwischenauswertung im September/Okttober 2019 wurde die Beprobung zur Aufnahme eines vollständigen Jahresganges bis März 2020 fortgesetzt. Auf Grund der milden Witterung konnte die Beprobung über den gesamten Winter erfolgen.

Im Zufluss zum Kramprnitzsee (Stat. 6) erfolgte eine Durchflussmessung. Die Position für die Beprobung und Durchflussmessung musste jedoch kleinräumig entlang des Zulaufes mehrfach verlegt werden (Abbildung 4-10), da durch die Abriegelung anliegender Privatgrundstücke der Zugang zu ursprünglich gewählten Beprobungsstellen verhindert wurde. Am Zufluss zum Fahrländer See (Stat. 1) war eine Durchflussmessung auf Grund des breiten Querschnitts und des Seeinflusses nicht möglich. Die Durchflüsse an dieser Stelle wurden mit Hilfe der vom WBV Nauen zur Verfügung gestellten Daten (WBV NAUEN, 2020) zur Pumpleistung des Schöpfwerkes Neu Fahrland, welches stromaufwärts der Messstelle liegt, abgeschätzt. Der Zufluss zum Fahrländer See über die ehemalige Regenentwässerung des Kasernengeländes (St. 5) war über den gesamten Beprobungszeitraum trocken (Abbildung 4-9, rechts).

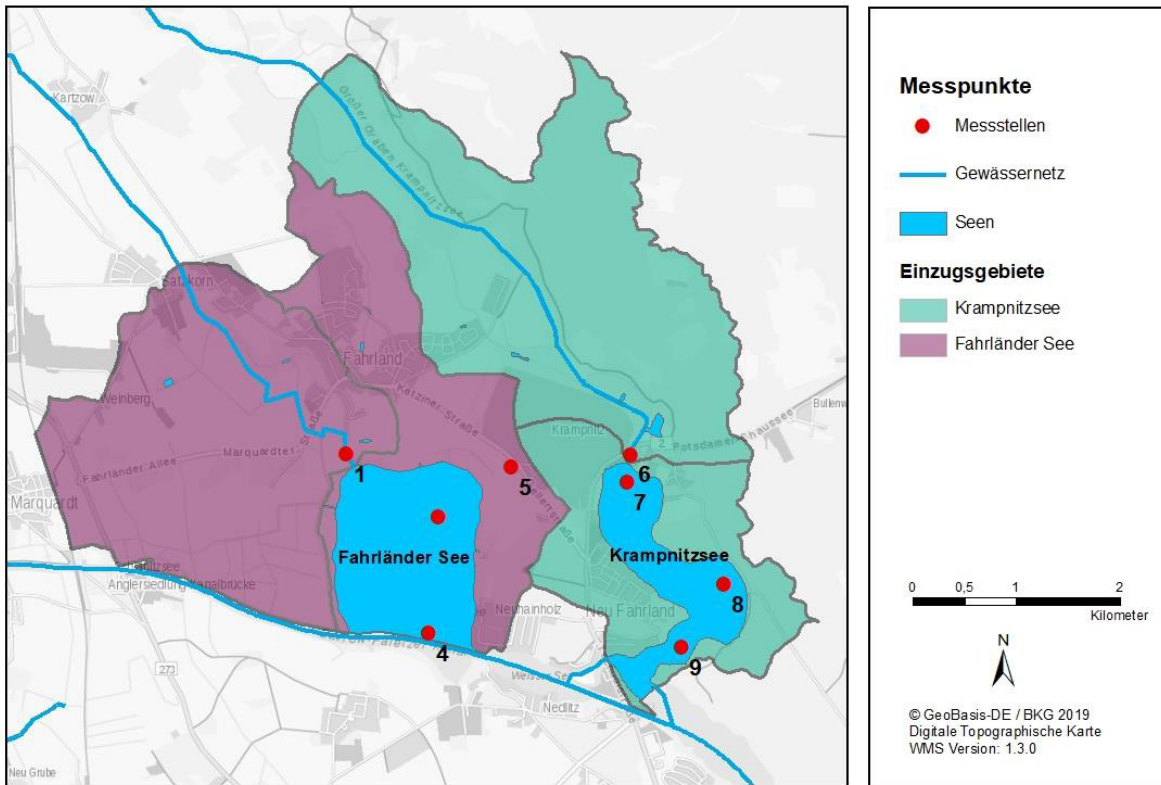


Abbildung 4-8: Lage der Messstellen und Einzugsgebiet des Krampnitzsees und Fahrländer Sees

Tabelle 4-1: Messstellen und Beprobungstermine

Nr.	Beschreibung	Beprobungstermin											
		2019										2020	
		09.04.	13.05.	18.06.	09.07.	06.08.	10.09.	15.10.	14.11.	17.12.	16.01.	27.02.	26.03.
1	Zulauf zum Fahrländer See Nordwest	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Fahrländer See, Nordost	x	keine weitere Beprobung										
3	Fahrländer See, Landesmessstelle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Fahrländer See Süd	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Graben, ehemalige Regenentwässerung Kaserne	trocken											
6	Zulauf zum Krampnitzsee	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Krampnitzsee vor Marina und Zulauf	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	Krampnitz, Landesmessstelle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Krampnitzsee Süd	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x



Abbildung 4-9: Zulauf Fahrländer See (Stat. 1, links) Graben der ehemaligen Regenentwässerung der Kaserne zum Fahrländer See (Stat. 5, rechts) im Mai 2019



Abbildung 4-10: Zulauf zum Krampnitzsee (Stat. 6) im April (links) und Oktober (rechts) 2019



Abbildung 4-11: Beprobung auf dem Fahrländer See (Stat.3, links) und dem Krampnitzsee (Stat. 9, rechts)

Tabelle 4-2: Im Messprogramm 2019/2020 erhobene Parameter und entsprechende Bestimmungsverfahren

Parameter	Abkürzung	Verfahren	See	Zufluss
Durchfluss	Q	Fließgeschwindigkeitsmessung (v) mit induktivem Messgerät		x
Temperatur	T _w	DIN 38404 – C4	x	x
pH-Wert	pH	DIN EN ISO 10523 - C5	x	x
Leitfähigkeit	cond	DIN EN ISO 27888 - C8	x	x
gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	DIN EN 1484 (H 3): 1997-08	x	x
gesamter organischer Kohlenstoff	TOC	DIN EN 1484 (H3): 1997-08	x	x
Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen	BSB5	DIN EN 1899-2 (H 52) 1998-05	x	x
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07	x	x
Orthophosphat (als P)	o-PO ₄ -P	DIN EN ISO 6878 (D 11): 2004-09	x	x
Gesamtphosphor (P)	TP	DIN EN ISO 6878 (D 11): 2004-09	x	x
Nitrit (als N)	NO ₂ -N	DIN EN 26777 (D 10): 1993-04	x	x
Nitrat (als N)	NO ₃ -N	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	x	x
Ammoniumstickstoff	NH ₄ -N	DIN 38406 (E 5-1): 1983-10	x	x
Gesamtstickstoff, anorg.	TN _{anorg}	berechnet	x	x
Kohlenwasserstoff-Index	KW	DIN EN ISO 9377-2 (H 53): 2001-07	x	x
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAK	DIN EN ISO 17993 (F18): 2004-03	x	x
Abfiltrierbare Stoffe, fein	AFS63	in Anlehnung an DIN EN 872 (H 33): 2005-04		x

4.3 Frachtabschätzung

Auftragsgemäß und entsprechend der Absprachen vom 21.02.2019 wurden Frachtabschätzungen für Gesamtphosphor (TP), Abfiltrierbare Stoffe < 63 µm (AFS63), Chlorid (Cl⁻) und Gesamt anorganischer Stickstoff (TN_{anorg}) durchgeführt.

Dabei wurden entsprechend dem Wasserhaushaltsmodell Bagluva (s. Kapitel 4.1) die Abflusskomponenten Direktabfluss, Grundwasserabfluss und Niederschlag auf die Seeoberfläche getrennt voneinander betrachtet.

Die Ermittlung der stofflichen Einträge über den Direktabfluss erfolgte auf Grundlage der zum jeweiligen Messtermin gemessenen Konzentrationen. Auf Grund der trockenen Witterung waren die Zuflüsse zumeist stark seebeeinflusst und an den Messstellen keine Durchflüsse messbar. Daher erscheint eine Ableitung der Frachten aus einer Fracht-Q-Regression nicht weiter sinnvoll. Stattdessen wurden die zum jeweiligen Messtermin ermittelten Stoffkonzentrationen auf den ganzen Monat extrapoliert, mit den aus dem Wasserhaushaltsmodell ermittelten Abflüssen zu monatlichen Frachten verrechnet und anschließend zu Jahresfrachten aufsummiert.

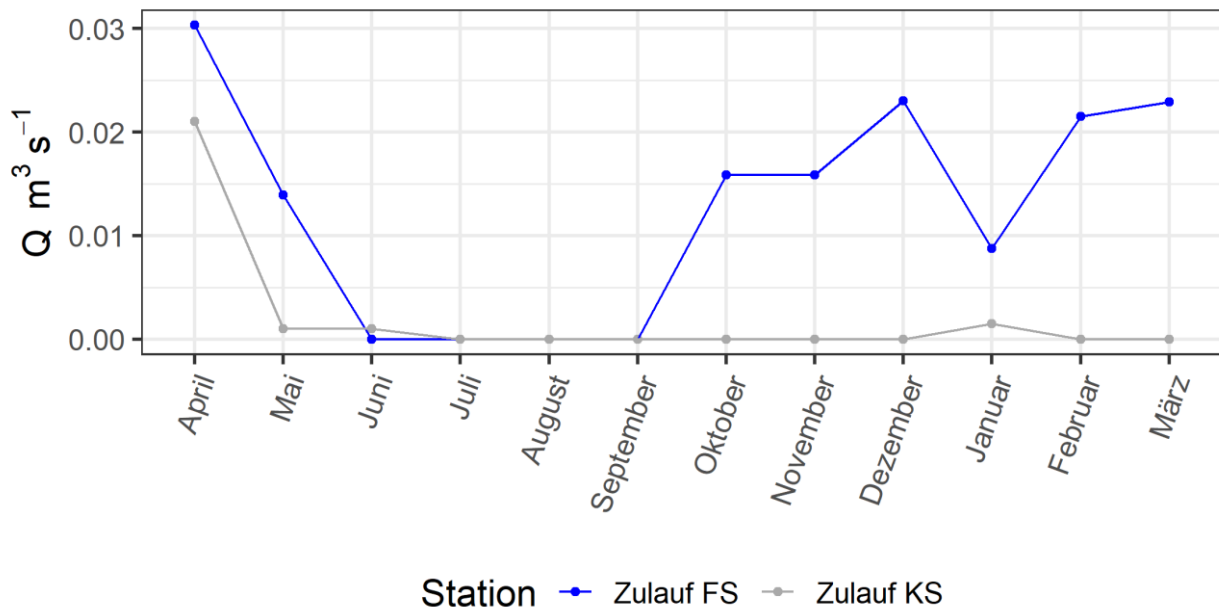


Abbildung 4-12: Jahresgang der gemessenen Durchflüsse in m³s⁻¹ über den Beprobungszeitraum 2019-2020

Zur Ermittlung der Einträge über das Grundwasser wurden Literaturwerte (BARSCH ET AL., 2014) für Austragsraten mit der Landnutzung (CLC, 2012) und der mittleren Retentionsrate im Boden verrechnet. Die atmosphärische Deposition wurde ebenfalls von Literaturwerten (BARSCH ET AL., 2014) abgeleitet.

5 Ergebnisse

Im vorliegenden WRRL Fachbeitrag von FUGMAN JANOTTA PARTNER ist der Gewässerzustand basieren auf den Wasserkörpersteckbriefen der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Abgleich mit den Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplänen (Stand 2016 zum 2. Bewirtschaftungsplan der WRRL) dargestellt.

Für die überwiegende Zahl der biologischen und unterstützenden Qualitätskomponenten lag dabei nur die Zustandsbewertung ‚unklar‘ vor.

Mit Hilfe der vom Landesamt für Umwelt (LfU BB, 2019) zur Verfügung gestellten Daten zu der allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente, sowie den See-Steckbriefen des LfU (LfU BB, 2017a, 2017b) konnten diese Informationslücken weitestgehend geschlossen werden.

Die in Tabelle 5-3 und Tabelle 5-2 dargestellte Zustandbewertung der untersuchten Seen folgt entsprechend der See-Steckbriefe des LfU einer 5-stufigen Bewertungsskala (WRRL, 2000, Tabelle 5-1). Die Bewertung der allgemein-physikalischen Parameter Sichttiefe und Phosphor-Saisonmittelwert erfolgte entsprechend den Anforderungen für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial nach OGewV,(2016) Anlage 7 Nr. 2.2 (Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: Bewertungsklassen nach EG-WRRL/LAWA und OGewV

LAWA-Zustandsbewertung	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	unklar
LAWA-Klasse	1	2	3	4	5	
Bewertung nach OGewV	sehr gut	gut			nicht gut	

5.1 Zustandsbewertung Fahrländer See

Der Fahrländer See ist ein künstliches Gewässer und ein kalkreicher, ungeschichteter See mit relativ großem Einzugsgebiet (Seetyp: 12). Als Referenztrophy ist nach LUGV (2008, LfU, 2017a) eutroph1 (2,54) angegeben. Der See wird aktuell als polytroph2 (4,21) eingestuft. Der See befindet sich seit 2014 in der schlechtesten Zustandsklasse, was vor Allem auf eine hohe Nährstoffbelastung zurückzuführen ist (Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Zustandsbewertung Fahrländer See

Zustandsbewertung Fahrländer See					
	Bericht EU			aktuell	
	2009	2014		2017	
Ökologischer Zustand¹	4	5		5	
Qualitätskomponente Makrophyten & Diatomeen	3	3		3	
Teilkomponente Makrophyten	3				
Teilkomponente Diatomeen	3	3		3	
Qualitätskomponente Phytoplankton		5		5	
Chemischer Zustand¹	2	3		3	
allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponente^{1,2}	2007	2010	2014	2017	2019/ 2020
Chlorophyll a Saisonmittelwert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	97,3	115,7	74,5	78,6	
Sichttiefe Saisonmittelwert [m]	0,8	0,6	0,6	0,7	
Phosphor Frühjahrswert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	83,5	112,0	157,0		129
Phosphor Saisonmittelwert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	98,2	147,0	148,2	110,6	128,5
Stickstoff Jahresmittelwert [mg l^{-1}]		1,97	1,90	1,77	
LAWA-Trophieindex	4,01	4,27	4,21		
Trophie	p2	p2	p2		

¹ Steckbrief Fahrländer See EU-Wasserrahmenrichtlinie, LfU Stand 10.10.2017

² Darstellung auf Grundlage von Daten des LfU, ergänzt durch Daten des eigenen Messprogramms

5.2 Zustandsbewertung Krampnitzsee

Entsprechend des Seesteckbriefes des LfU (LfU BB, 2017b) handelt es sich bei dem Krampnitzsee um einen kalkreichen, ungeschichteten See mit relativ großem Einzugsgebiet (Seetyp: 11). Als Referenztrophyie ist nach LUGV (2008) mesotroph2 (2,38) angegeben. Seit 2006 hat sich der Trophiezustand von polytroph1 (3,52) zu eutroph1 (2,9) verbessert. Dies ist vor Allem auf eine Verbesserung der Sichttiefe zurückzuführen. Damit konnte für den Parameter Sichttiefe im Jahr 2017 sogar die Anforderungen für den sehr guten ökologischen Zustand (3 – 2,3 m) erfüllt werden. Es treten jedoch anhaltend hohe Phosphorkonzentrationen auf und der Phosphor Saisonmittelwert verfehlt die Anforderung für den guten ökologischen Zustand. Es kann davon ausgegangen werden, dass, durch ein anhaltend hohes Nährstoffangebot, das Wachstum trophie-anzeigender Algenklassen (z.B. Cyanobakterien) gefördert wird. Dadurch wird die biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton als mäßig und die Qualitätskomponente Makrophyten & Diatomeen als unbefriedigenden eingestuft, was zu der Gesamteinstufung ‚unbefriedigend‘ für den ökologischen Zustand führt (Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3: Zustandsbewertung des Krampnitzsees

Zustandsbewertung Krampnitzsee					
	Bericht EU		aktuell		
	2009	2014	2017	2019	
Ökologischer Zustand¹	4	4	4		
Qualitätskomponente Makrophyten & Diatomeen	4	4	4		
Teilkomponente Makrophyten					
Teilkomponente Diatomeen	4	4	4		
Qualitätskomponente Phytoplankton	3	3	3		
Chemischer Zustand¹	2	3	3		
allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponente^{1,2}	2006	2009	2014	2017	2019 /2020
Chlorophyll a Saisonmittelwert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	32.4	29.8	12.7	9.1	
Sichttiefe Saisonmittelwert [m]	1.2	1.9	1.9	2.7	
Phosphor Frühjahrswert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	72	137.5	41.5		77
Phosphor Saisonmittelwert [$\mu\text{g l}^{-1}$]	111.8	204.5	99.5	145.6	94
Stickstoff Jahresmittelwert [mg l^{-1}]	1.5	1.73	1.34	1.45	
LAWA-Trophieindex	3.52	3.54	2.90	2.90	
Trophie	p1	p1	e1		

¹ Steckbrief Krampnitzsee EU-Wasserrahmenrichtlinie, LfU Stand 10.10.2017

² Darstellung auf Grundlage von Daten des LfU, Bewertung nach OGewV

5.3 Wasserhaushalt

Die Ergebnisse des Wasserhaushaltsmodells Bagluya sind in Tabelle 5-4 und Tabelle 5-5 dargestellt.

Der Abfluss aus dem See ergibt sich aus der Differenz der aufsummierten Zuflusskomponenten und der Verdunstung über die Seefläche. Bei einer negativen Wasserbilanz, wie sie in den Sommermonaten auftritt kann davon ausgegangen werden, dass Wasser aus dem Sacrow-Paretzer-Kanal in die Seen strömt. Bei der weiteren Betrachtung der Stofffrachten, werden diese rechnerisch negativen Abflüsse als null angenommen.

Tabelle 5-4: langjähriger mittlerer Wasserhaushalt (Bagluva, 1981-2010) des Fahrländer Sees in Mio. m³ pro Jahr

Fahrländer See					
	Zufluss			Abfluss	
Mio m ³	Direkt-zufluss	Grundwasser-zustrom	Niederschlag Seefläche	See-verdunstung	Abfluss See
Januar	0,15	0,32	0,11	0,02	0,57
Februar	0,09	0,20	0,10	0,02	0,37
März	0,06	0,12	0,10	0,04	0,24
April	0,02	0,04	0,08	0,15	-0,01
Mai	0,04	0,07	0,13	0,23	0,00
Juni	0,03	0,07	0,14	0,27	-0,03
Juli	0,03	0,07	0,14	0,36	-0,12
August	0,04	0,08	0,15	0,32	-0,06
September	0,04	0,07	0,11	0,20	0,02
Oktober	0,04	0,09	0,09	0,10	0,12
November	0,10	0,23	0,11	0,05	0,40
Dezember	0,15	0,34	0,13	0,02	0,60
Jahressumme	0,79	1,70	1,40	1,78	2,11

Tabelle 5-5: langjähriger mittlerer Wasserhaushalt (Bagluva, 1981-2010) des Krampnitzsees in Mio. m³ pro Jahr

Krampnitzsee					
	Zufluss			Abfluss	
Mio m ³	Direkt-zufluss	Grundwasser-zustrom	Niederschlag Seefläche	See-verdunstung	Abfluss See
Januar	0,12	0,34	0,07	0,01	0,52
Februar	0,07	0,19	0,06	0,01	0,31
März	0,03	0,06	0,06	0,02	0,13
April	0,01	0,02	0,05	0,07	0,00
Mai	0,01	0,03	0,08	0,11	0,02
Juni	0,01	0,03	0,08	0,12	0,00
Juli	0,01	0,02	0,08	0,16	-0,03
August	0,02	0,03	0,09	0,15	-0,01
September	0,02	0,00	0,07	0,10	-0,01
Oktober	0,02	0,03	0,05	0,06	0,04
November	0,05	0,08	0,07	0,03	0,16
Dezember	0,11	0,26	0,08	0,02	0,42
Jahressumme	0,47	1,10	0,84	0,85	1,55

In Tabelle 5-6 sind die Abflusswerte der Betrachtungsgebieten 16 und 11 im Ist- und Plan-Zustand aufgeführt. Durch die zusätzlich geplante Versiegelung im Betrachtungsgebiet 16 steigt der mittlere oberflächliche Abfluss um 0,29 Mio. m³ a⁻¹, was eine Steigerung um ca. 60 % des gesamten Oberflächenabflusses und um 7 % des Gesamtabflusses aus dem Einzugsgebiet des Fahrländer Sees ausmacht. Dem Krampnitzsee fließen aus dem Betrachtungsgebiet 11 im Plan-Zustand im Mittel oberflächlich 0,09 Mio. m³ a⁻¹ Wasser mehr zu. Was eine Steigerung des Direktabflusses um ca. 20 % und des Gesamtabflusses um ca. 4 % bedeutet.

Tabelle 5-6: Niederschlagsabfluss (Regendauer D=15 min und Wiederkehrzeit T = 1a) und mittlerer Abfluss aus den Betrachtungsgebieten

Fläche-Nr.	Versiegelungsgrad	Q _{r15,1}	MQ	m ³ a ⁻¹
	%	l s ⁻¹	l s ⁻¹	
Betrachtungsgebiet 16 (Fahrländer See)				
Ist-Zustand	0,6	44,5	1,38	0,04
Plan-Zustand	78,3	263,9	10,5	0,33
Differenz	77,7	219,4	9,12	0,29
Betrachtungsgebiet 11 (Krampnitzsee)				
Ist-Zustand	9,9	240,8	0,46	0,03
Plan-Zustand	81	558,9	3,72	0,12
Differenz	71,1	318,1	3,26	0,09

5.4 Messerergebnisse

In den Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2 (Anhang) sind die Jahresmittelwerte des eigenen Messprogramms 2019/2020, wie es in Kapitel 4.2 beschrieben ist, dargestellt.

5.4.1 Nährstoffe

Wie in vielen Seen ist die Ursache für das Verfehlen des guten ökologischen Zustands/Potentials auch im Fahrländer See und Krampnitzsee ein übermäßiges Nährstoffangebot. Dies führt zu Eutrophierung der Seen mit hohen Phytoplanktonbiomassen, geringen Sichttiefen und einer Beeinträchtigung der Makrophyten- und Makrozoobenthosgemeinschaft. Hierbei gilt vor Allem Phosphor als limitierender Faktor (SCHINDLER, 1977, 2012). Daher wird neben der Konzentration für Chlorophyll a und der Sichttiefe die TP-Konzentration zur Bewertung der Trophie herangezogen.

Aus dem Masseverhältnis von Gesamtstickstoff (TN) zu Gesamtphosphor (TP) lässt sich überblicksweise ableiten, ob die Phytoplankton-Produktion eines Sees eher stickstoff- oder phosphorlimitiert ist (SØNDERGAARD et al., 2017, Abbildung 5-1). Aus den langjährigen Überwachungsdaten des LfU geht hervor, dass das TN/TP-Verhältnis im Fahrländer See über das Jahr stabil ist und keine spezifische Limitierung eines Nährstoffes anzeigt. Im Krampnitzsee tritt hingegen ein für flache polymiktische Seen typischer Verlauf auf, mit einer potentiellen Phosphorlimitierung im Frühjahr und einer Stickstofflimitierung im Sommer (DOLMAN et al., 2016).

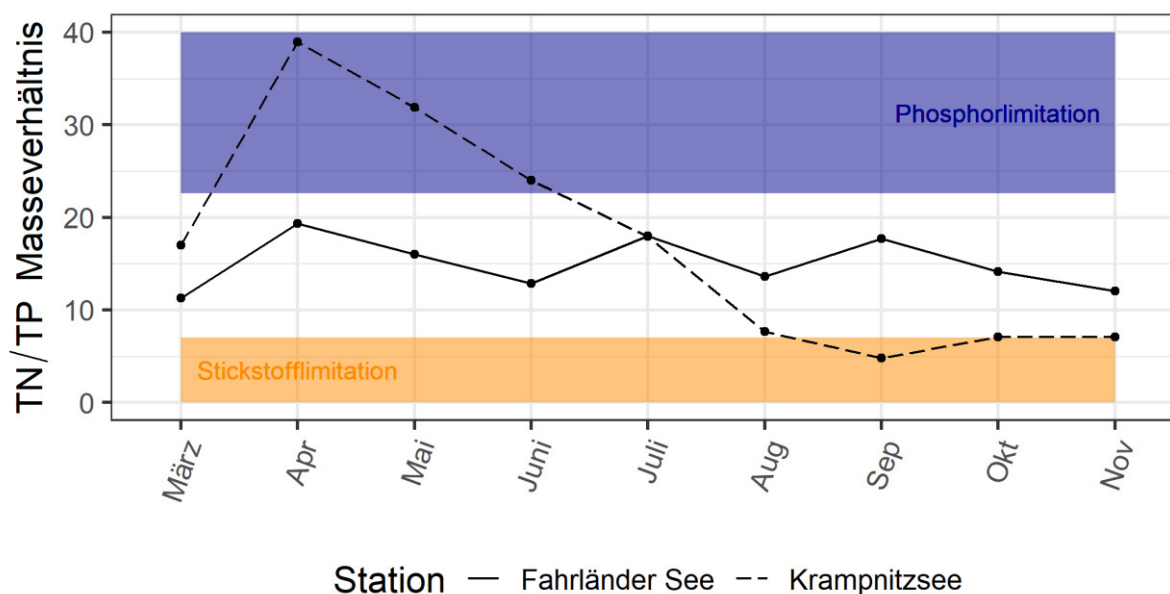


Abbildung 5-1: Masseverhältnis von Gesamtstickstoff (TN) zu Gesamtphosphor (TP) im Fahrländer See und Krampnitzsee. Stickstofflimitation: TN/TP <7, Phosphorlimitation: TN/TP >22.6 (nach Søndergaard et al., 2017), Daten des LfU 2006-2017

Zur Bewertung der Nährstoffdynamik in den beiden zur betrachtenden Seen werden daher im Folgenden auch die Konzentrationen des gelösten reaktiven Phosphors (DRP), welcher unmittelbar pflanzenverfügbar ist, sowie des gesamten anorganischen Stickstoffs (TN_{anorg}), welcher sich aus den Komponenten Ammonium, Nitrit und Nitrat zusammensetzt, betrachtet.

Die an den behördlichen Landesmessstellen der beiden Seen (Fahrländer See: Stat. 3, Krampnitzsee: Stat. 8) aufgenommenen Nährstoffkonzentrationen des eigenen Messprogramms 2019/2020 entsprachen im Wesentlichen den vom LfU zur Verfügung gestellten langjährigen Überwachungswerten dieser Messstellen und repräsentieren damit typische Jahressgänge in den Seen. (Abbildung 5-2 und Abbildung 5-5).

Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, sind zusätzlich zur regelmäßig untersuchten Landesmessstelle der Seen weitere Stationen in den Seen sowie die jeweiligen Seezuflüsse untersucht worden.

5.4.1.1 Phosphor

Die TP-Konzentration zeigt in den beiden Seen eine unterschiedlich stark ausgeprägte Saisonalität (Abbildung 5-2). Im Fahrländer See steigt die TP-Konzentrationen im Sommer leicht an, weist aber auch starke interannuelle Variationen auf. Die TP-Konzentration im Krampnitzsee variiert weniger stark zwischen den Jahren, zeigt aber ausgeprägte saisonale Schwankungen. In der ersten Jahreshälfte ist die TP-Konzentration im Krampnitzsee geringer als im Fahrländer See, steigt aber ab August stark an, verbleibt im Winter auf hohem Niveau und sinkt ab Januar zum Frühjahr wieder auf ein Minimum.

Der Fahrländer See bildet mit seiner nahezu rechteckigen Form einen relativ einheitlichen Wasserkörper, daher wurden die ursprünglich drei geplanten Stationen im See auf zwei reduziert. Im Wesentlichen sind die Nährstoffkonzentrationen an beiden Stationen ähnlich. Die im Zulauf auftretenden zeitlichen Variationen der Nährstoff-Konzentration spiegeln sich nicht im See wieder. Die TP-Konzentration im Zulauf zum Fahrländer See ist über das ganze Jahr höher als im See, was für einen Eintrag von TP über den Zulauf und TP-Sedimentation im See spricht. Über den Zulauf wird vor allem im späten Frühjahr (Mai) und Herbst (November) ein hoher Anteil von DRP eingetragen, welches im See durch das Phytoplankton genutzt und in Biomasse umgesetzt wird (Abbildung 5-3). Besonders im Frühjahr und Sommer konnten im Fahrländer See ausgeprägte Algenblüten beobachtet werden.

Obwohl der Krampnitzsee morphologisch vielfältiger ist, sind die Nährstoffkonzentrationen an den einzelnen Stationen im See sehr einheitlich. Lediglich im Mai 2019 trat auf der südlichen Station des Sees eine deutlich erhöhte TP-Konzentration auf, die allerdings als Ausreißer bewertet werden kann und daher nicht weiter betrachtet wird. Wie auch im Fahrländer See, sind die TP-Konzentration im Zulauf des Sees zumeist höher als im See selber. Im Winter traten jedoch im See leicht höhere TP-Konzentrationen als im Zulauf auf. Auffallend ist hier der hohe Anteil von gelöstem reaktiven Phosphat (DRP) im Wasser des Krampnitzsees im Vergleich zu dessen Zulauf (Abbildung 5-4). Dies deutet auf einen Eintrag von DRP in den See aus anderen Quellen (Laub, Vögel, interne Freisetzung) hin. Bei stabilen Warmwetterlagen, wie im Sommer 2019, kann es im Krampnitzsee stellenweise zu Temperaturschichtung und in Folge dessen zu Sauerstoffmangel in Grundnähe des Sees kommen. Dadurch kann eine interne Rücklösung von Phosphat aus den Sedimenten begünstigt werden. Mit der Durchmischung im Herbst wird das phosphathaltige grundnahe Wasser dann in die Oberflächenschichten eingemischt.

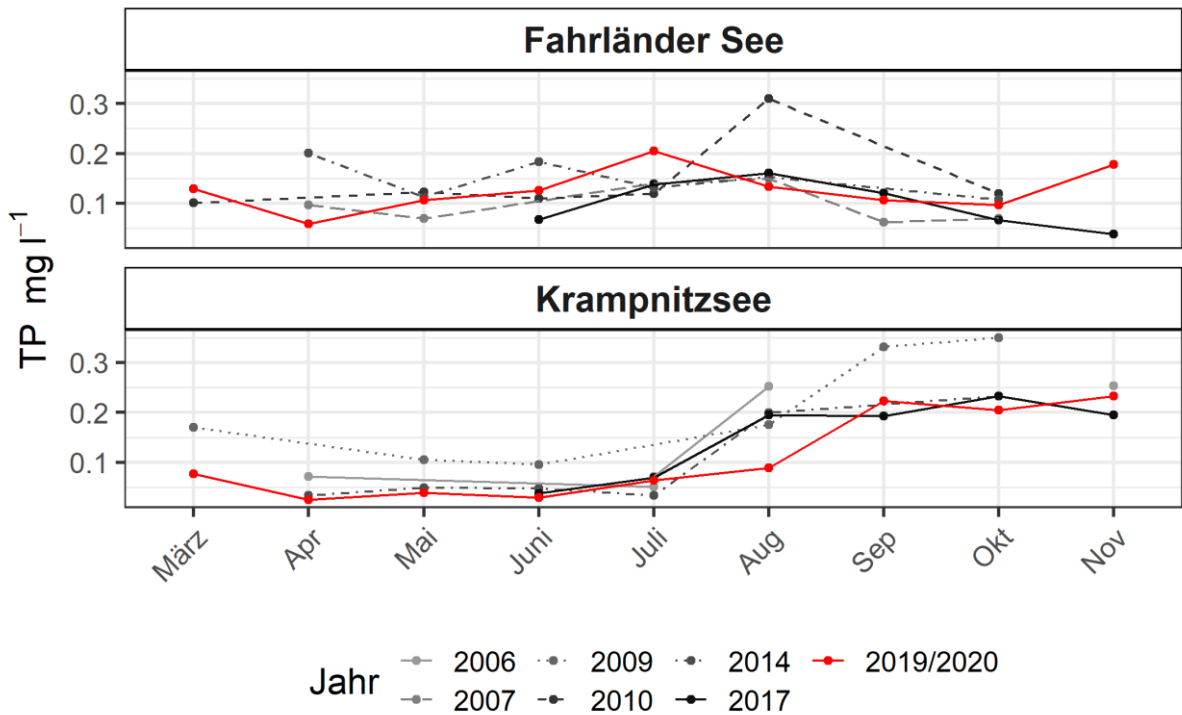


Abbildung 5-2: Jahresgang (März-November) der TP-Konzentration an der Landesmessstelle im Fahrländer See und im Krampnitzsee, Daten des Lfu (grauschattiert) und des eigenen Messprogramms (rot)

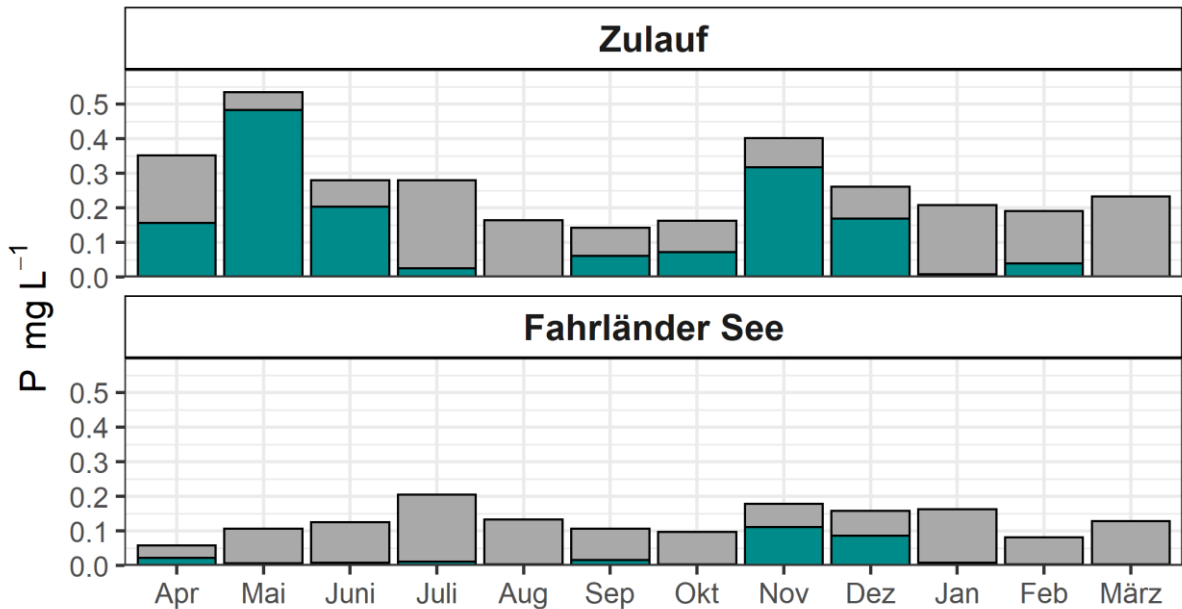


Abbildung 5-3: Anteil des gelösten reaktiven Phosphors (DRP, petrol) am Gesamtphosphor (TP) im Fahrländer See (Landesmessstelle) und dessen Zulauf, Daten des eigenen Messprogramms (2019/2020)

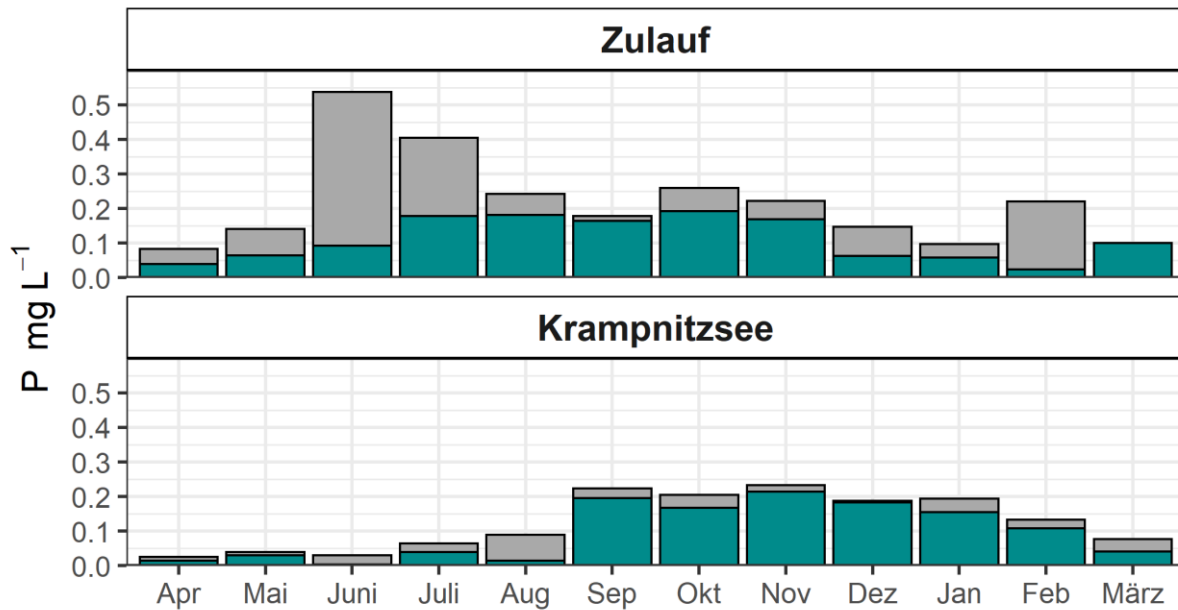


Abbildung 5-4: Anteil des gelösten reaktiven Phosphors (DRP, petrol) am Gesamtphosphor (TP) im Krampnitzsee (Landesmessstelle) und dessen Zulauf, Daten des eigenen Messprogramms (2019/2020)

5.4.1.2 Stickstoff

Die Konzentration des anorganischen Stickstoffs (TN_{anorg}) im Fahrländer See ist über das Jahr nahezu konstant niedrig. Erst zum Spätherbst (November) steigen die Konzentrationen sprunghaft an und fallen zum Frühjahr wieder ab. Im Krampnitzsee ist die TN_{anorg} -Konzentration hingegen im Sommer im Minimum und weist im Herbst und Frühjahr erhöhte Werte auf (Abbildung 5-5).

Im Fahrländer See traten an der südlichen Station von Juli bis Oktober 2019 höhere TN_{anorg} -Konzentrationen als an der Landesmessstelle auf (Abbildung 5-6). Es ist möglich, dass diese Station vor Allem bei Süd-West-Wind-Lagen stark vom Sarcow-Paretzer Kanal beeinflusst wird. Im November und Dezember nahm die TN_{anorg} -Konzentration im Fahrländer See stark zu und übersteigt die Konzentrationen im Zulauf. Seeinterne Remineralisierungsprozesse in Folge einer starken Blaualgenblüte im Sommer führen möglicherweise zu einer Freisetzung von anorganischen Stickstoffkomponenten im See.

Ein solcher Anstieg der TN_{anorg} -Konzentration im Herbst war auch im Krampnitzsee zu beobachten und spiegelt sich auch in dessen Zulauf wieder, welcher vermutlich stark seebeeinflusst ist (Abbildung 5-6). Im Sommer (Juni- August) weist der Zulauf jedoch eine deutlich höhere TN_{anorg} -Konzentration als im See auf. Im Zulauf fiel die TN_{anorg} -Konzentration im Januar jedoch deutlich ab, während sie im See auf einem hohen Niveau blieb. Trotz des Anstiegs der TN-Konzentrationen im Herbst, verschiebt sich das TN/TP-Verhältnis zu Gunsten des TP (Abbildung 5-1). Von einer Stickstofflimitation kann hier aber nicht ausgegangen werden. Vielmehr ist anzunehmen, dass das Wachstum des Phytoplanktons im Herbst durch fehlendes Licht limitiert wird.

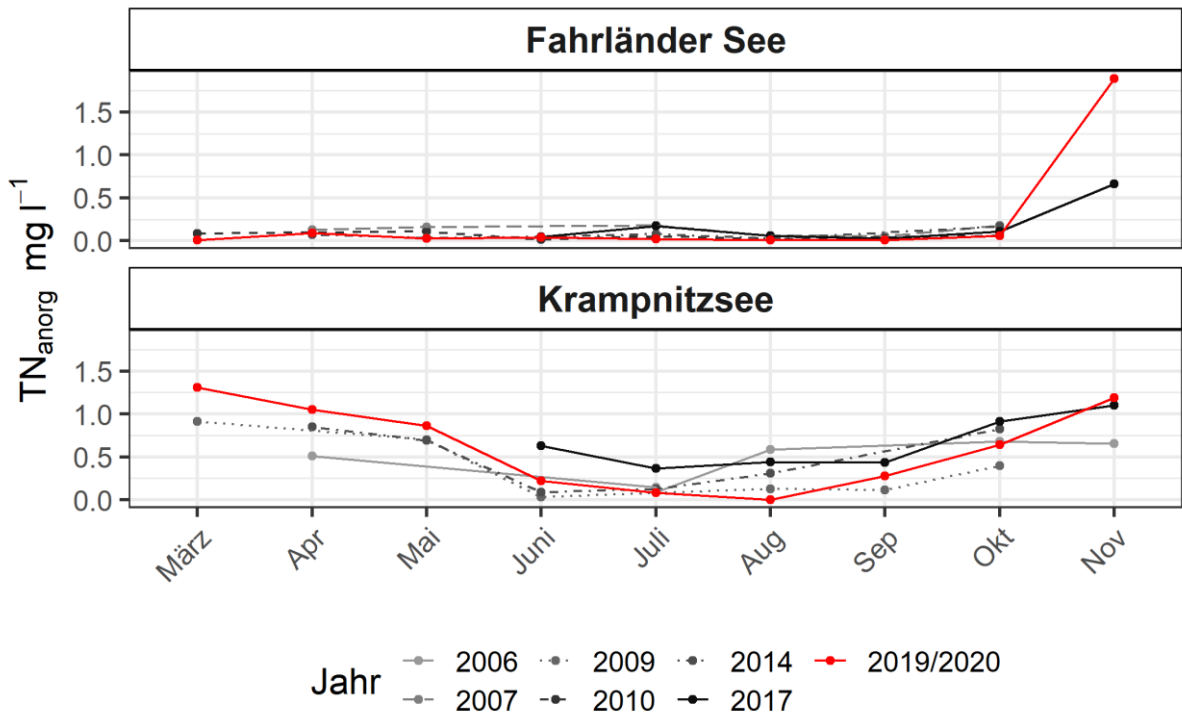


Abbildung 5-5: Jahresgang (März-November) der TN_{anorg} Konzentration an der Landesmessstelle im Fahrländer See und im Krampnitzsee, Daten des LfU (grauschattiert) und des eigenen Messprogramms (rot)

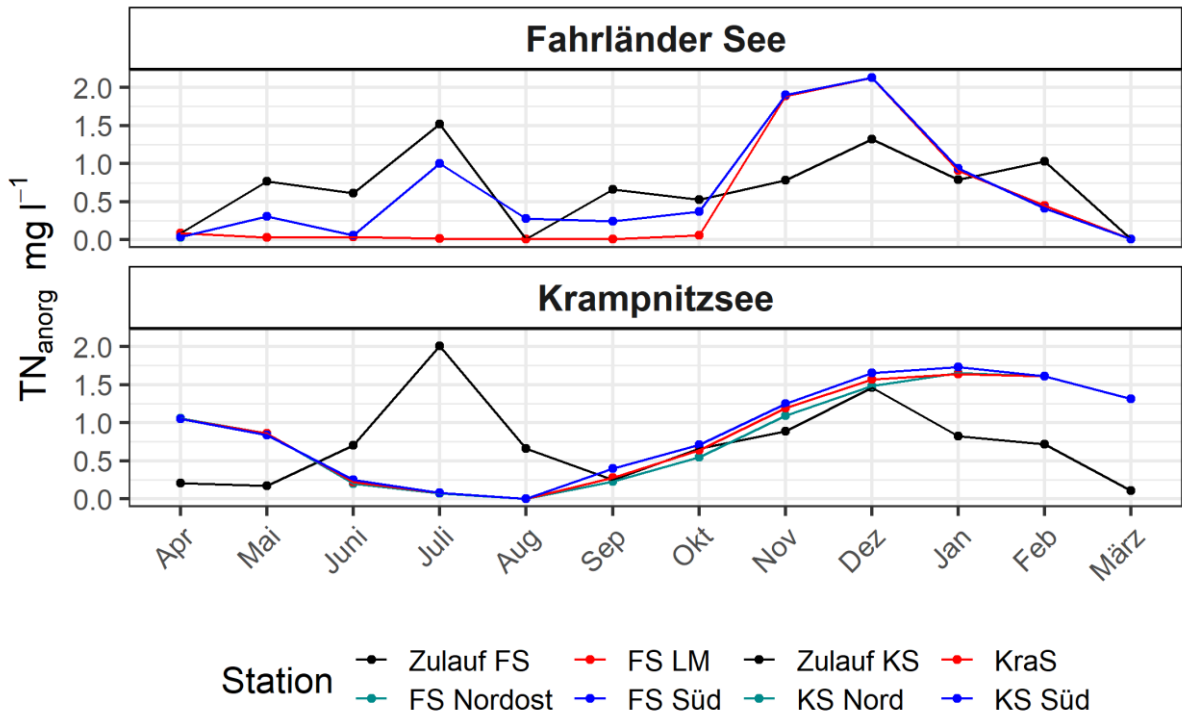


Abbildung 5-6: TN_{anorg} an verschiedenen Stationen im Fahrländer See und Krampnitzsee, sowie in den jeweiligen Zuläufen an den vier Messterminen des eigenen Messprogramms

5.4.2 Chemischer Zustand

Zur Bewertung des chemischen Zustands wurden polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Kohlenwasserstoffe (KW) untersucht. Die Konzentration der KWs überstiegen nur im Krampnitzsee im April 2019 und Februar 2020 knapp die Bestimmungsgrenze von 0.1 mg l^{-1} (max. 0.14 mg l^{-1}) und waren ansonsten nicht nachweisbar. Die entsprechend Anlage 8 der OGewV angegebenen Grenzwerte für die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) beziehen sich auf die Konzentration von Benzo[a]pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo[a]pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden und ist daher im Vergleich zu der entsprechenden JD-UQN (Jahresdurchschnitt) in Wasser zu überwachen. Mit einer Konzentration von $0,022 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ war Benzo[a]-pyren nur im November im Zulauf zum Krampnitzsee (Station 6) einmalig nachweisbar. Damit wird an allen Stationen weder die JD-UQN von $0,17 \times 10^{-3} \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ noch die ZHK-UQN (zulässige Höchstkonzentration) von $0,27 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ überschritten.

5.4.3 Stofffrachten

Die auf den gewonnenen Messwerten basierenden Stofffrachten (Tabelle 5-7) zeigen, dass neben dem Direkteintrag durch den Oberflächenzufluss aus dem Einzugsgebiet der Seen das Grundwasser der dominante Eintragspfad für Nährstoffeinträge in den See ist.

Entsprechend der in Kapitel 5.3 dargestellten Abflussmengen aus den Seen und den mittleren Nährstoffkonzentrationen im See konnte ein Stoffaustrag aus den Seen ermittelt werden. Die resultierende Jahresbilanz ist in Tabelle 5-7 dargestellt. Da die AFS-Konzentration im See nicht zuverlässig gemessen werden kann (hohe Phytoplankton Biomasse als Störfaktor), können die AFS-Austräge aus dem See nicht auf diese Weise abgeschätzt werden. Da die Chloridkonzentrationen in den Seen im Wesentlichen den Chloridkonzentrationen in den Zuläufen entsprechen, kann davon ausgegangen werden, dass auch über das Grundwasser Chlorid in die Seen eingetragen wird und es hier zu keiner Verdünnung kommt. Es liegen aber keine verlässlichen Daten für die Chloridkonzentration im Grundwasser vor, so dass dieser Eintragspfad nicht abgeschätzt werden kann. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Chloridbilanz für die Seen ausgeglichen ist.

Aus der Gesamtjahresbilanz wird deutlich, dass Nährstoffe in den Seen zurückgehalten werden. Auf Grund der hohen Produktionsleistung im Fahrländer See (s. Chla-Konzentration, Tabelle 5-2) ist der Nährstoffrückhalt hier effektiver als im Krampnitzsee.

Tabelle 5-7: Gesamtjahresbilanz der Stoffein- und austräge des Fahrländer Sees und Krampnitzsees und Anteile der jeweiligen Zuflusskomponenten

Fahrländer See	TP	AFS63	Chlorid	TN_{anorg}
Jahresfracht t a⁻¹	0,6	9,4	58,0	14,7
Frachtanteil %				
Zulauf (St. 1)	23	62	62	3
Direktzufluss (ohne Zulauf)	8	38	38	2
Grundwasser	40			76
atmosph. Deposition	23			20
Austrag aus dem See t a⁻¹	0,3		172	2,5
Retention t a⁻¹	0,3			12,2

Krampnitzsee	TP	AFS63	Chlorid	TN_{anorg}
Jahresfracht t a⁻¹	0,3	6,8	22,4	6,7
Frachtanteil %				
Zulauf (St. 6)	15	49	49	3
Direktzufluss (ohne Zulauf)	16	51	51	3
Grundwasser	40			68
atmosph. Deposition	29			26
Austrag aus dem See t a⁻¹	0,3		123	2,4
Retention t a⁻¹	0			4,3

Durch MIC wurden in Bezug auf die befestigten Flächen Schmutzfrachten für TP, AFS63, Chlorid und TN_{anorg} im Betrachtungsgebiet 11 (Krampnitzsee) und Betrachtungsgebiet 16 (Fahrländer See) ermittelt (siehe Anhang, Tabelle 7-5 und Tabelle 7-6). Entsprechend der durch BIOTA ermittelten Flächenbelastung für die Einzugsgebiete beider Seen, wurden die Frachten der entsprechenden Planungsgebiete, um die unbebauten/unversiegelten Flächen ergänzt. Die resultierenden Frachten im Ist- und Planzustand, sowie die Frachtänderungen sind in Tabelle 5-8 und Tabelle 5-9 dargestellt.

Tabelle 5-8: Schmutzfrachten: Fahrländer See, Details zu Frachten und Flächenlast s. Anhang Tabelle 7-3 und Tabelle 7-5

Gesamtfläche BG 16 ha		62,55		
Anteil am Gesamt-EZG %		5,5		Änderung
		Ist-Zustand	Plan-Zustand	(Plan - Ist)
Versiegelungsgrad	%	0,6	78,3	77,7
versiegelte Fläche	ha	0,4	49,0	48,6
davon: Flächen mit mittlerer oder hoher AFS-Belastung	ha	0	3,5	3,5
Chlorid	kg a ⁻¹	0	34.680	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	0	3,6	
AFS63	kg a ⁻¹	113,1	1.964,6	
TP	kg a ⁻¹	0,7	31,3	
unversiegelter Fläche	ha	62,1	13,6	-48,6
Chlorid	kg a ⁻¹	3.163,1	2.987	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	639,8	604,3	
AFS63	kg a ⁻¹	511,8	111,7	
TP	kg a ⁻¹	23,2	5,1	
Summe				
Chlorid	kg a ⁻¹	3.163	37.667	34.504
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	639,8	608,0	-31,8
AFS63	kg a ⁻¹	625,0	2.076,3	1.451,4
TP	kg a ⁻¹	23,9	36,3	12,4
Flächenbelastung				
Chlorid	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	50,6	602,3	551,7
TN _{anorg}	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	10,2	9,7	-0,5
AFS63	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	14,2	34,1	23,2
TP	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,5	0,6	0,2

Tabelle 5-9: Schmutzfrachten: Krampnitzsee, Details zu Frachten und Flächenlast s. Anhang Tabelle 7-4 und Tabelle 7-6

Gesamtfläche BG 11 ha		22,03		
Anteil am Gesamt-EZG %		1,9		Änderung
		Ist-Zustand	Plan-Zustand	(Plan - Ist)
Versiegelungsgrad	%	9,9	81	71,0
versiegelte Fläche	ha	2,2	17,8	15,6
davon Flächen mit mittlerer oder hoher AFS-Belastung	ha	0,2	3,8	3,6
Chlorid	kg a ⁻¹	1.656	38.376	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	0,2	4,0	
AFS63	kg a ⁻¹	673	1.342	
TP	kg a ⁻¹	1,9	11,6	
unversiegelter Fläche	ha	19,8	4,2	-15,6
Chlorid	kg a ⁻¹	414	344	
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	91,3	75,9	
AFS63	kg a ⁻¹	114,7	24,2	
TP	kg a ⁻¹	3,2	0,7	
Summe				
Chlorid	kg a ⁻¹	2.070	38.720	36.650
TN _{anorg}	kg a ⁻¹	91,5	80	-11,5
AFS63	kg a ⁻¹	787,7	1.366,2	578,5
TP	kg a ⁻¹	5,1	12,3	7,1
Flächenbelastung				
Chlorid	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	94	1.758	1.664
TN _{anorg}	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	4,2	3,6	-0,5
AFS63	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	35,8	62	26,3
TP	kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,2	0,6	0,3

6 Bewertung WRRL

6.1 Verschlechterungsverbot

6.1.1 AFS

Die AFS-Frachten für den Fahrländer See steigen beim derzeitigen Planungsstand um ca. 15,4 % und für den Krampnitzsee um ca. 8,5 % an. Mit der aus der Gesamtfracht resultierende Flächenbelastung von 33,2 kg ha⁻¹ a⁻¹ (BG 16 – Fahrländer See) und 62 kg ha⁻¹ a⁻¹ (BG 11 – Krampnitzsee) unterschreiten die Emissionen aus den Betrachtungsgebieten deutlich den im Arbeitsblatt DWA-A 102/BWK-A 3 (DWA, 2016) angegeben zulässigen flächenspezifischen Frachtaustrag von 280 kg ha⁻¹ a⁻¹. Für das gesamte Einzugsgebiet sind Flächenlasten von 9,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Fahrländer See und 6,3 kg ha⁻¹ a⁻¹ für den Krampnitzsee zu erwarten. Damit wird auch die immissionsbezogene kritische Grenzfracht von 96 kg ha⁻¹ a⁻¹ unterschritten. Die mittlere AFS-Konzentration im Zulauf zum Krampnitzsee beträgt 18,8 mg l⁻¹ und im Zulauf zum Fahrländer See 14,4 mg l⁻¹. Durch die Frachterhöhungen sind Konzentrationserhöhungen von max. 3 mg l⁻¹ zu erwarten. Nach DWA-A102 ist bis zu einer mittleren AFS-Konzentration von 30 mg l⁻¹ keine Gefährdung es guten Zustandes in Fließgewässern zu befürchten.

Durch den zusätzlichen Eintrag von AFS63 ist keine Gefährdung des guten ökologischen Zustandes/ Potentials im Zulauf zum Fahrländer See sowie zum Krampnitzsee zu erwarten.

Für Seen gibt es keine Orientierungs- oder Richtwerte der AFS-Konzentration welche zur Bewertung des ökologischen Zustandes/Potentials herangezogen werden können. Indirekt kann ein erhöhter Eintrag von feinstpartikulärem Material jedoch über eine Verringerung der Sichttiefe auf den ökologischen Zustand/Potential der Seen wirken. Die Sichttiefe wird in den hier untersuchten Seen jedoch vorrangig von der Chlorophyll a-Konzentration beeinflusst (Abbildung 6-1). Im Fahrländer See zeigt sich, durch die stärkere Windexposition dieses Sees, dass dieser Zusammenhang weniger stark ist und vermutlich auch resuspendiertes Sediment zur Trübung im See beiträgt. Auf Grund der großen Volumina ist aber in beiden Seen keine nachweisbare Erhöhung der AFS-Konzentration durch einen höheren AFS-Eintrag zu erwarten und der Einfluss auf die Sichttiefe kann demnach hier vernachlässigt werden.

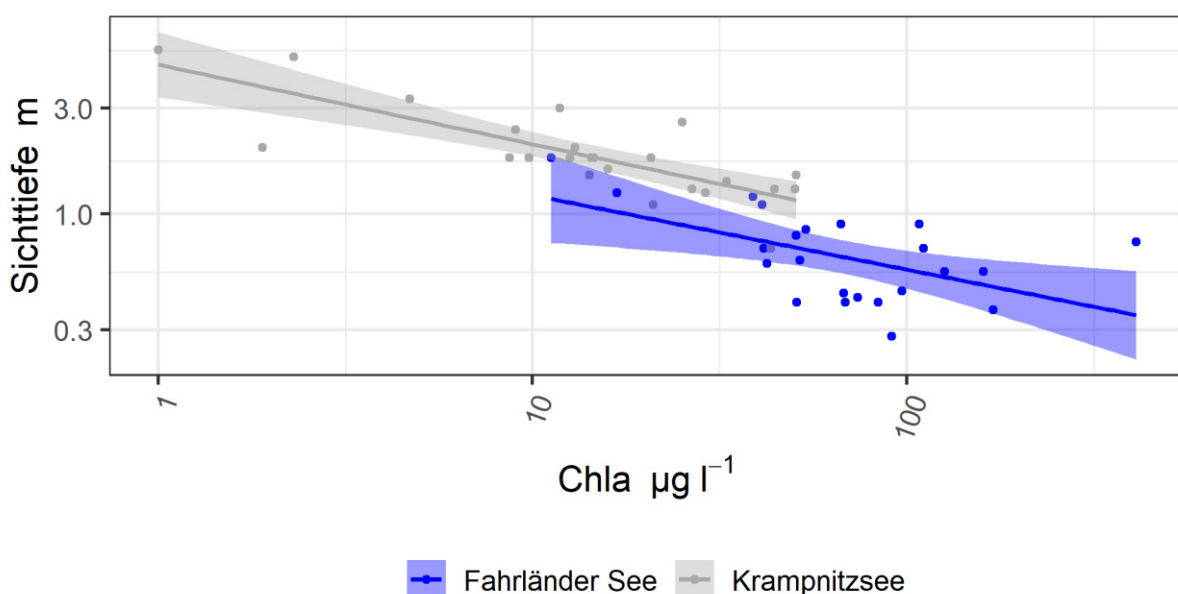


Abbildung 6-1: Abhängigkeit der Sichttiefe von der Chlorophyll a (Chla)-Konzentration im Oberflächenwasser des Fahrländer Sees (blau) und Krampnitzsees (grau)

6.1.2 Phosphor

Aus dem Gewässermonitoring und der Zustandsbewertung des LfU, sowie aus den durch BIOTA GmbH gewonnenen Daten geht hervor, dass vor Allem die Belastung mit Phosphor in den beiden Seen für die Einstufung des ökologischen Zustands/ Potentials maßgebend ist. Beide Seen befinden sich in Bezug auf die Phosphorkonzentration in der schlechtesten Zustandsklasse. Aus diesem Grund ist eine weitere Erhöhung der Phosphorfrachten unbedingt zu vermeiden.

Aus der fürs gesamte Einzugsgebiet des jeweiligen Sees abgeleiteten TP Fracht im Ist- und Planzustand lässt sich nach dem Nährstoffbelastungsmodell nach VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) die TP-Flächenbelastung bezogen auf den See und die daraus zu erwartende Phosphorkonzentration ableiten (siehe Tabelle 6-1).

Tabelle 6-1: TP-frachten, -flächenbelastung und erwartete -konzentrationen für den Fahrländer See und den Krampnitzsee im Ist- und Planzustand

Fahrländer See	Ist-Zustand	Plan-Zustand	Änderung	
			absolut	%
Jahresfracht kg a ⁻¹	556	568,4	12,4	2,2
jährl. TP-Belastung pro Seefläche g m ⁻² a ⁻¹	0,26	0,27	0,01	
erwartete Phosphorkonzentration PE µg l ⁻¹	73,0	74,6	1,6	
Saisonmittelwert 2004-2019 µg l ⁻¹	123,8			

Krampnitzsee	Ist-Zustand	Plan-Zustand	Änderung	
			absolut	%
Jahresfracht kg a ⁻¹	266,0	273,1	7,1	2,7
jährl. TP-Belastung pro Seefläche g m ⁻² a ⁻¹	0,21	0,22	0,01	
erwartete Phosphorkonzentration PE µg l ⁻¹	44,5	45,7	1,2	
Saisonmittelwert 2004-2019 µg l ⁻¹	147,6			

Die TP Jahresfracht in den Fahrländer See steigt nach derzeitigem Planungsstand um 2,2 % an, was eine Konzentrationsänderung von ca. 1,6 µg l⁻¹ im See bewirken würde. Die TP Jahresfracht im Krampnitzsee nähme um 2,7 % zu, was zu einer Änderung der erwarteten Phosphorkonzentration im See von ca. 1,2 µg l⁻¹ führen würde. Sowohl im Fahrländer See als auch im Krampnitzsee übersteigt der im regelmäßigen Gewässermonitoring aufgenommene langjährige Saisonmittelwert von 123,8 bzw. 147,6 µg l⁻¹ die aus der Frachtermittlung erwartete Phosphorkonzentration deutlich. Ursache hierfür kann eine nicht erfasste interne Phosphorbelastung durch Phosphorfreisetzung aus den Seesedimenten sein. Entsprechend der Differenz zwischen erwarteter und gemessener Gesamtphosphorkonzentration (Tabelle 6-1) kann für den Fahrländer See eine interne Fracht von 387 kg a⁻¹ und für den Krampnitzsee von 616 kg a⁻¹ angenommen werden. Des Weiteren konnte der Nährstoffeintrag durch Wasservögel für die beiden Seen nicht quantifiziert werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Zunahme der TP-Fracht im Plan-Zustand nur einen geringfügigen und vernachlässigbaren Anteil an der Gesamtfracht aus den landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten hat. Die resultierenden Änderungen der Phosphorkonzentration in den Seen sind minimal und unterhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg l⁻¹.

Eine Erhöhung der Gesamtphosphorkonzentration in den beiden Seen durch die zusätzlichen Stoffeinträge aus dem Entwicklungsgebiet ist somit messtechnisch nicht erfassbar.

Durch die Bebauung in den Betrachtungsgebieten 16 (Fahrländer See) und 11 (Krampnitzsee), werden die Stickstoffeinträge in die Seen um 31,8 und 11,5 kg a⁻¹ reduziert, was jeweils ca. 0,2 % vom derzeitigen TN_{anorg}-Eintrag ausmacht. Aus dieser geringen Frachtreduzierung ist keine Veränderung der Stickstoffkonzentration in den Seen zu erwarten.

Damit ist nicht von einer messbaren Verschlechterung des ökologischen Zustands/Potentials in den durch zusätzliche Nährstoffeinträge von den Betrachtungsgebieten auszugehen.

6.1.3 Chlorid

Unter der Annahme von der Verwendung von 10 kg Streusalz m⁻² a⁻¹ auf den Straßen im Betrachtungsgebiet steigt der Eintrag von Chlorid in den Fahrländer See um ca. 60% und in den Krampnitzsee um ca. 163 % an. Dies hätte in den Seen einen Konzentrationsanstieg von 7-11 mg l⁻¹ zu Folge. Die im Messprogramm 2019/2020 aufgenommenen Jahresmittelwerten betragen für den Fahrländer See 67,2 und den Krampnitzsee 70 mg l⁻¹. Entsprechend der Grundwasserverordnung (GrwV, 2010) beträgt der Schwellenwert für Trinkwasser 250 mg l⁻¹. Durch die leichte Erhöhung der Chloridkonzentration in den Seen ist eine Überschreitung dieses Grenzwertes und eine daraus resultierende Verschlechterung des ökologischen Zustandes/Potenzials nicht zu befürchten.

6.2 Hinweis zum Verbesserungsgebot

Gemäß der OGewV (OGewV, 2016) ist für den Fahrländer See (Typ 12) ein Saisonmittelwert der Gesamtphosphorkonzentration von 60-90 µg l⁻¹ und für den Krampnitzsee (Typ 11) von 35-45 µg l⁻¹ zur Erreichung des guten ökologischen Zustands/ Potentials erforderlich. Die resultierend, aus den externen Einträgen ermittelte, erwartete Phosphorkonzentration würden in beiden Seen dieses Kriterium bereits erfüllen. Dennoch weisen die Seen, vermutlich auf Grund einer internen Phosphorbelastung, durch die Sedimente, deutlich höhere Phosphorkonzentrationen auf.

Der Neubau, bzw. die Anpassung von Anlagen zur Ableitung und Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser ist unter anderem im Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplan des Krampnitzsees zur Verbesserung des ökologischen Zustands vorgesehen. Auf Grund des geringen Anteils, der aus den Siedlungsabflüssen eingetragenen Phosphormengen, kann durch diese Maßnahme allerdings keine wesentliche Verbesserung des Trophiestatus der Seen erwartet werden.

Zur effektiven Verbesserung des ökologischen Zustands/Potentials ist zunächst eine umfassende Erfassung aller Eintragspfade unter Berücksichtigung der internen Phosphorfreisetzung aus den Seesedimenten zu empfehlen.

7 Anhang

Tabelle 7-1: Jahresmittelwerte der Messergebnisse des eigenen Messprogramms 2019/2020 für den Fahrländer See (FS) und dessen Zulauf

Station	Bezeichnung	Durchfluss	Temp. Wasser	pH	Sauerstoff	Sauerstoff	Chlorid	BSB5	Gesamt org. Kohlenstoff	gelöster org. Kohlenstoff
		m ³ s ⁻¹	°C		mg l ⁻¹	%	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
1	Zulauf FS	0,013	12,6	7,0	7,5	69,0	72,6	5,9	12,6	10,5
2	FS Nordost		11,1	8,2	11,0	102,8	64,0	4,7	10,3	8,8
3	FS LM		12,4	7,7	12,3	115,7	73,5	7,1	9,9	7,5
4	FS Süd		12,6	7,5	11,5	106,6	73,9	7,2	9,3	7,3
5	Graben FS	trocken								

Station	Bezeichnung	Gesamtphosphor (TP)	gelöster Phosphat-Phosphor (DRP)	Nitrat-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Ammoniumstickstoff	Gesamt anorg. Stickstoff (TN _{anorg})	AFS63
		mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
1	Zulauf FS	0,27	0,13	0,23	0,02	0,46	0,68	14,4
2	FS Nordost	0,09	0,00	0,05	0,01	0,03	0,03	
3	FS LM	0,13	0,02	0,25	0,01	0,25	0,47	
4	FS Süd	0,13	0,03	0,38	0,02	0,26	0,64	
5	Graben FS							

Tabelle 7-2: Jahresmittelwerte der Messergebnisse des eigenen Messprogramms 2019/2020 für den Krampnitzsee (KS) und dessen Zulauf

Station	Bezeichnung	Durchfluss	Temp. Wasser	pH	Sauerstoff	Sauerstoff	Chlorid	BSB5	Gesamt org. Kohlenstoff	gelöster org. Kohlenstoff
		m ³ s ⁻¹	°C		mg l ⁻¹	%	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
6	Zulauf KS	0,002	12,1	6,8	6,8	57,5	47,8	6,6	11,5	9,6
7	KS Nord		13,1	7,0	9,7	91,1	69,7	3,2	7,5	6,6
4	KS LM		13,1	6,9	9,8	92,2	69,9	3,6	7,5	6,6
9	KS Süd		13,2	6,9	9,8	92,1	69,3	3,7	7,2	6,6

Station	Bezeichnung	Gesamt-phosphor (TP)	gelöster Phosphat-Phosphor (DRP)	Nitrat-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Ammonium-stickstoff	Gesamt anorg. Stickstoff (TN _{anorg})	AFS63
		mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹
6	Zulauf KS	0,22	0,11	0,27	0,01	0,47	0,72	18,8
7	KS Nord	0,12	0,09	0,73	0,01	0,12	0,84	
4	KS LM	0,13	0,10	0,75	0,01	0,13	0,87	
9	KS Süd	0,21	0,11	0,79	0,01	0,12	0,91	

Tabelle 7-3: monatliche Stoffeinträge in den Fahrländer See

Fahrländer See	Eintrag über Direktzufluss				Grundwasser-eintrag		athm. Deposition		Summe Einträge			
	TP kg Monat ⁻¹	AFS63 kg Monat ⁻¹	Chlorid kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	AFS63 kg Monat ⁻¹	Chlorid kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹
Jan	31	2.105	11.727	119	43	2.117	10	240	84	2.105	11.727	2.476
Feb	18	946	6.434	97	27	1.318	9	205	54	946	6.434	1.620
Mrz	13	524	4.678	1	16	776	9	216	38	524	4.678	992
Apr	7	339	1.600	2	5	233	7	171	19	339	1.600	406
Mai	19	672	2.300	27	9	454	12	279	40	672	2.300	761
Jun	9	276	1.570	19	9	461	13	295	31	276	1.570	776
Jul	8	843	1.987	46	9	439	13	296	30	843	1.987	781
Aug	7	1.319	2.998	0	11	526	13	309	31	1.319	2.998	835
Sep	5	390	2.801	23	9	438	10	231	24	390	2.801	692
Okt	7	369	3.142	22	12	595	8	183	27	369	3.142	800
Nov	41	448	7.223	79	31	1.523	10	232	82	448	7.223	1.835
Dez	40	1.213	11.525	200	45	2.213	12	271	96	1.213	11.525	2.684
Jahresfracht t a⁻¹	0,2	9,4	58,0	0,6	0,2	11,1	0,1	2,9	0,6	9,4	58,0	14,7
Flächenbelastung kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,2	8,2	50,6	0,6	0,2	9,7	0,6	13,8	0,5	8,2	50,6	12,8

Tabelle 7-4: monatliche Stoffeinträge in den Krampnitzsee

Krampnitz- see	Eintrag über Direktzufluss				Grundwasser- eintrag		athm. Deposition		Summe Einträge			
	TP kg Monat ⁻¹	AFS63 kg Monat ⁻¹	Chlorid kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹	TP kg Monat ⁻¹	AFS63 kg Monat ⁻¹	Chlorid kg Monat ⁻¹	TN _{anorg} kg Monat ⁻¹
Jan	11	420	4553	96	33	1407	10	240	51	420	4553	1646
Feb	15	2480	2273	50	19	798	9	205	39	2480	2273	970
Mrz	3	100	997	3	6	257	9	216	15	100	997	389
Apr	1	12	259	2	1	63	7	171	7	12	259	166
Mai	2	1433	541	2	3	119	12	279	12	1433	541	288
Jun	7	287	519	10	3	120	13	295	18	287	519	305
Jul	5	83	478	26	2	101	13	296	15	83	478	303
Aug	4	65	909	12	3	116	13	309	15	65	909	312
Sep	3	8	1111	4	0	14	10	231	9	8	1111	156
Okt	5	573	1443	13	3	125	8	183	13	573	1443	247
Nov	10	732	3523	41	8	329	10	232	24	732	3523	508
Dez	16	646	5818	157	25	1076	12	271	48	646	5818	1395
Jahresfracht t a⁻¹	0,1	6,8	22,4	0,4	0,1	4,5	0,1	2,9	0,3	6,8	22,4	6,7
Flächenbelastung kg ha ⁻¹ a ⁻¹	0,2	7,5	33,0	0,1	0,1	3,8	0,6	13,8	0,2	5,8	19,0	5,7

Tabelle 7-5: Schmutzfrachten im Betrachtungsgebiet 16: Fahrländer See, Daten von MIC

Schmutzfrachtbilanz - BESTAND

Einleitstelle			Einzugsflächen			Schmutzfracht		Reinigungsanlage		Wirkungsgrad		Schmutzfracht am Ablauf	
Nr.	Bezeichnung	Status	A _E [ha]	A _U [ha]	Y _{mittel}	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]	Kurz- beschreibung	Status	AFS	P	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]
NF(04)	Ringstr. (Neu Fahrland)/ Am Kirchberg III	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,1	0,1	0,9	27,0	0,2	RKB geschlossen	vorhanden	0,46	0,30	14,6	0,2
NF(09)	Ringstraße (Neu Fahrland)	vorhanden	0,1	0,1	0,9	35,1	0,3	-				35,1	0,3
NF(12)	Neu Hainholz (Neu Fahrland)	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,2	0,2	0,9	63,5	0,2	-				63,5	0,2
Summen:			0,5	0,4		125,6	0,8					113,1	0,7

mittlerer Stoffabtrag: 274,6 kg/(ha×a)
maximal zulässige Fracht: 128,0 kg/a

mittlere spezifische Fracht: 247,4 kg/(ha×a)
Grenzwert: 280,0 kg/(ha×a)

Schmutzfrachtbilanz - PLANUNG

Einleitstelle			Einzugsflächen			Schmutzfracht		Reinigungsanlage		Wirkungsgrad		Schmutzfracht am Ablauf	
Nr.	Bezeichnung	Status	A _E [ha]	A _U [ha]	Y _{mittel}	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]	Kurz- beschreibung	Status	AFS	P	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]
NF(04)	Ringstr. (Neu Fahrland)/ Am Kirchberg III	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,1	0,1	0,9	27,0	0,2	RKB geschlossen	vorhanden	0,46	0,30	14,6	0,2
NF(09)	Ringstraße (Neu Fahrland)	vorhanden	0,1	0,1	0,9	35,1	0,3	-				35,1	0,3
NF(12)	Neu Hainholz (Neu Fahrland)	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,2	0,2	0,9	63,5	0,2	-				63,5	0,2
K(01)	Krampnitz West	geplant Straßen	9,6	6,6	0,7	3.554,4	16,6	Mulden-Rigolen-Versickerung	geplant	0,90	0,72	355,4	4,7
		Baugrundstücke	52,5	41,9	0,8	14.962,4	51,8	-		0,90	0,50	1.496,2	25,9
Summen:			62,5	49,0		18.642,4	69,2					1.964,8	31,3

mittlerer Stoffabtrag: 298,1 kg/(ha×a)
maximal zulässige Fracht: 17.512,7 kg/a

mittlere spezifische Fracht: 31,4 kg/(ha×a)
Grenzwert: 280,0 kg/(ha×a)

Tabelle 7-6: Schmutzfrachten im Betrachtungsgebiet 11: Krampnitzsee-Lehnitzsee, Daten von MIC

Schmutzfrachtbilanz - BESTAND

Einleitstelle			Einzugsflächen			Schmutzfracht		Reinigungsanlage		Wirkungsgrad		Schmutzfracht am Ablauf	
Nr.	Bezeichnung	Status	A _E [ha]	A _U [ha]	Y _{mittel}	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]	Kurzbeschreibung	Status	AFS	P	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]
NF(03)	Am Föhrenhang (Neu Fahrland)	vorhanden, erlaubt	1,7	1,5	0,9	474,3	1,0	RKB geschlossen (ca. 10 m ³) mit Bypass	vorhanden	0,01	0,01	468,7	1,0
		mittlere Flächenbelastung	0,2	0,2	0,9	89,7	0,4	Straßenabläufe mit "Innolet"- Filtereinsatz	vorhanden	0,60	0,20	35,9	0,3
NF(06)	Am Stinthorn (Neu Fahrland)	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,6	0,5	0,8	172,5	0,6	RKB geschlossen	vorhanden	0,02	0,02	168,5	0,6
Summen:			2,5	2,2		736,5	2,0					673,1	1,9

mittlerer Stoffabtrag: 296,7 kg/(ha×a)
maximal zulässige Fracht: 695,1 kg/a

mittlere spezifische Fracht: 271,1 kg/(ha×a)
Grenzwert: 280,0 kg/(ha×a)

Schmutzfrachtbilanz - PLANUNG

Einleitstelle			Einzugsflächen			Schmutzfracht		Reinigungsanlage		Wirkungsgrad		Schmutzfracht am Ablauf	
Nr.	Bezeichnung	Status	A _E [ha]	A _U [ha]	Y _{mittel}	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]	Kurzbeschreibung	Status	AFS	P	B _{AFS} [kg/a]	B _P [kg/a]
NF(03)	Am Föhrenhang (Neu Fahrland)	vorhanden, erlaubt	1,7	1,5	0,9	474,3	1,0	RKB geschlossen (ca. 10 m ³) mit Bypass	vorhanden	0,01	0,01	468,7	1,0
		mittlere Flächenbelastung	0,2	0,2	0,9	89,7	0,4	Straßenabläufe mit "Innolet"- Filtereinsatz	vorhanden	0,60	0,20	35,9	0,3
NF(06)	Am Stinthorn (Neu Fahrland)	vorhanden, wasserrechtl. Erlaubnis	0,6	0,5	0,8	172,5	0,6	RKB geschlossen	vorhanden	0,02	0,02	168,5	0,6
K(02)	Krampnitz West	geplant Straßen	2,1	1,7	0,8	969,1	4,5	Mulden-Rigolen- Versickerung	geplant	0,90	0,72	96,9	1,2
		Baugrundstücke	15,5	12,4	0,8	4.500,0	15,7	-		0,90	0,50	450,0	7,8
K(03)	Krampnitz Ost / B2	geplant	1,9	1,6	0,9	1.220,7	2,0	Retentionsbodenfilter	geplant	0,90	0,72	122,1	0,6
Summen:			22,0	17,8	0,8	7.426,3	24,2					1.342,0	11,6

mittlerer Stoffabtrag: 337,2 kg/(ha×a)
maximal zulässige Fracht: 6.167,1 kg/a

mittlere spezifische Fracht: 60,9 kg/(ha×a)
Grenzwert: 280,0 kg/(ha×a)

8 Quellen

- BAGROV, N. A. (1953): O srednem mnogoletnem isparenii s poverchnosti susi (Über den vieljährigen Durchschnittswert der Verdunstung von der Oberfläche des Festlandes). *Meteorol. i Gidrol.*, 10.
- BARSCHE, A., QUIEL, K., & PÄZOLT, J. (2014): Methodik der Nährstoffbilanzierung in Brandenburg als Grundlage für die Ausweisung von Maßnahmen zur Nährstoffreduzierung für den BWPL 2014. - Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- BGR. (2004): Mittlerer jährlicher Gesamtabfluss (GA) nach dem BAGLUVA-Verfahren. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Netzwerke/Adhocag/Downloads/Methode_4_7.pdf
- CLC. (2012): Corine Landcover. - Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), <http://www.bkg.bund.de>
- DOLMAN, A. M., MISCHKE, U., & WIEDNER, C. (2016): Lake-type-specific seasonal patterns of nutrient limitation in German lakes, with target nitrogen and phosphorus concentrations for good ecological status. *Freshwater Biology*, 61(4), 444–456. <https://doi.org/10.1111/fwb.12718>
- DWA. (2016): Arbeitsblatt DWA-A 102/BWK-A 3 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer. – Gelbdruck – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWD. (2018). CDC - Climate Data Center. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/
- DYCK, S., & PESCHKE, G. (1983). *Grundlagen der Hydrologie*. Berlin: Verlag für Bauwesen.
- FUGMANN JANOTTA PARTNER. (2018): Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für den Entwicklungsbereich Krampnitz - Prüfung der Vereinbarkeit des geplanten Städtebaus mit den Bewirtschaftungszielen des Wasserhaushaltsgesetzes für Oberflächen- und Grundwasserkörper. Im Auftrag von Entwicklungsträger Potsdam GmbH.
- GLUGLA, G., MÜLLER, E., JANKIEWICZ, P., RACHIMOW, C., & LOJEK, K. (1999): Entwicklung von Verfahren zur Berechnung langjähriger Mittelwerte der flächendifferenzierten Abflussbildung (DFG-Projekt: GI 242/1-2 "Wasserhaushaltsverfahren"). Abschlussbericht, Berlin.
- GrwV. (2010). Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung -GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513). Retrieved from www.juris.de
- LfU BB. (2017a): Steckbrief Seen EU-Wasserrahmenrichtlinie - Fahrländer See. - Landesamt für Umwelt Brandenburg, Referat W14.
- LfU BB. (2017b): Steckbrief Seen EU-Wasserrahmenrichtlinie - Krampnitzsee. - Landesamt für Umwelt Brandenburg, Referat W14.
- LfU BB. (2019): Daten der Gewässerüberwachung zur allgemein physikalisch-chemischen Qualitätskomponente 2006-2017. – Landesamt für Umwelt Brandenburg
- MIC (2019): Daten zu Schutzfrachtbilanzen der Betrachtungsgebiete 11 (Krampnitzsee) und 16 (Fahrländer See) – Merkel Ingenieur Consult, Potsdam
- OGEWV. (2016). Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung-OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl I S. 1373).
- SCHINDLER, D. W. (1977): Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science*, 195(4275), S. 260–262. <https://doi.org/10.1126/science.195.4275.260>
- SCHINDLER, D. W. (2012): The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1746), S. 4322–4333. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1032>
- SØNDERGAARD, M., LAURIDSEN, T. L., JOHANSSON, L. S., & JEPPESEN, E. (2017): Nitrogen or phosphorus limitation in lakes and its impact on phytoplankton biomass and submerged macrophyte cover. *Hydrobiologia*, 795(1), S. 35–48. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3110-x>
- VOLLENWEIDER, R. A., & KERÉKES, J. (1980): The loading concept as a basis for controlling eutrophication. *Progress in Water Technology*, S. 5–39.

- WBV NAUEN (2020): Daten zur Pumpleistung am Schöpfwerk Neu Fahrland. – Wasser- und Bodenverband Nauen
- WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBI I S. 2254) geändert worden ist., 98 S., Bundesministerium der Justiz, juris GmbH § (2009).
- WRRL. (2000): Richtlinie 2000/60/EG Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt Der Europäischen Gemeinschaft, S. 10–11. <https://doi.org/07.06.2016>