

Schriftenreihe Umweltingenieurwesen

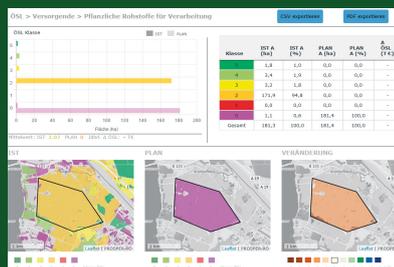
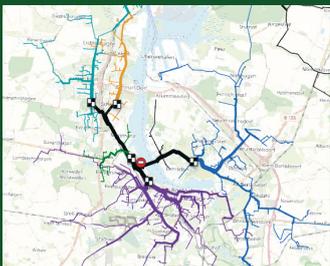
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät

Band 120

Abschlussbericht

des BMBF-Forschungsverbundprojektes PROSPER-RO

Prospektive Synergistische Planung von Entwicklungsoptionen in Regiopolen am Beispiel des Stadt-Umland-Raums Rostock



PROFESSUR Wasserwirtschaft

Universität
Rostock



Traditio et Innovatio

Universität
Rostock



Traditio et Innovatio

ISBN 978-3-86009-553-9

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_idoooo4532

Schriftenreihe

Bd. 120

Umweltingenieurwesen ■ Wasserwirtschaft

Schriftenreihe Umweltingenieurwesen

Band 120



PROSPER-RO

PROSPEKTIVE SYNERGISTISCHE PLANUNG VON ENTWICKLUNGSOPTIONEN IN
REGIOPOLEN AM BEISPIEL DES STADT-UMLAND-RAUMS ROSTOCK



Professur für Wasserwirtschaft
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät

HERAUSGEBER

Prof. Dr.-Ing. Jens Tränckner
Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Professur Wasserwirtschaft
18051 Rostock

CIP-KURZTITELAUFNahme

Abschlussbericht PROSPER-RO, Jens Tränckner
Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock, 2024

© Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,
18051 Rostock

Redaktionsteam:

Prof. Dr.-Ing. Jens Tränckner, M. Sc. Jannik Schilling

Mitwirkende (in alphabetischer Reihenfolge des Nachnamens):

Dr.-Ing. Florian Beyer	M. Sc. Jan Konasch
Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill	M. Sc. Sebastian Koschel
Dipl.-Ing. Stefan Bräunlich	M. Sc. Laurine Larsen
M. Sc. Siling Chen	Prof. Dr. Bernd Lennartz
Dr. rer. oec. Alexandra Dehnhard	M. Sc. Conny Mehl
Dipl.-Geograph Torsten Foy	Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
M. Sc. Julia Gehrke	M. Sc. Samer Nastah
M. Sc. Philipp Glaß	Dipl.-Inform. (FH) Danny Rosenow
Dipl.-Oec. Katja Gödke	M. Sc. Jannik Schilling
Dipl.-Ing. Nils Goldammer	Dipl.-Ing. Sven Schmeil
M. Sc. Matthias Hinz	M. Sc. Miriam Schröter
Dipl.-Ing. Henri Hoche	Dipl.-Ing. Tobias Schulze
Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann	M. Sc. Rober Stuchlik
M. Sc. Janette Iwanowski	Prof. Dr.-Ing. Jens Tränckner
M. Sc. Gilles Jean-Louis	Dr.-Ing. Ferdinand Vettermann
Dr.-Ing. Frauke Kachholz	M. Sc. Dieter Vollert
M. Sc. Tim Kirchner	Dipl.-Ing. Frank Zörner
Dipl.-Ing. Katja Klein	

BEZUGSMÖGLICHKEITEN

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Professur Wasserwirtschaft
Satower Str. 48, 18059 Rostock
Tel.: 0381/498-3461, Fax: 0381/498-3462

ISBN: 978-3-86009-553-9

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004532



STADT
LAND
PLUS+

PROSPER-RO

PROSPEKTIVE SYNERGISTISCHE PLANUNG VON ENTWICKLUNGSOPTIONEN IN REGIOPOLEN AM BEISPIEL DES STADT-UMLAND-RAUMS ROSTOCK

Förderkennzeichen: 033L212A
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2018 – 31.08.2023

Abschlussbericht

August 2023

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Verbundkoordinator:

Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner
Professur für Wasserwirtschaft
Satower Str. 48 18059 Rostock
Tel: +49 381 498 346, Fax: +49 381 498 3462
mail: jens.traenckner@uni-rostock.de

Projektpartner:

BIOTA Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

BN-Umwelt GmbH

Hanse- und Universitätsstadt Rostock, Amt für Umwelt- und Klimaschutz, Abteilung Wasser und Boden

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH

Landkreis Rostock, Umweltamt

Universität Rostock

Professur für Wasserwirtschaft

Professur für Geodäsie und Geoinformatik

Professur für Bodenphysik

Warnow-Wasser und Abwasserverband

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	6
Symbol- und Abkürzungsverzeichnis	7
Teil 1 – Datengrundlagen und Werkzeuge	8
1 Vorstellung des Projekts	9
2 Erhobene bzw. abgeleitete Basisdaten	10
2.1 Landnutzung und Geländemodell	11
2.1.1 Realnutzungskartierung	11
2.1.2 Flächenversiegelung	11
2.1.3 Digitales Geländemodell	11
2.1.4 Flächennutzungspläne (FNP).....	12
2.1.5 Boden – Müncheberger Soil Quality Rating (MSQR)	12
2.2 Wasserwirtschaft.....	13
2.2.1 Gewässerkataster	13
2.2.2 Wasserrechtliche Genehmigungen	14
2.2.3 Abwasserinfrastruktur und Schmutzwasseraufkommen.....	14
2.2.4 Hydrologisch-hydraulische Modellierung / Abflusskapazität.....	15
2.2.5 Trinkwasserschutzzone und weitere Schutzgebiete	16
2.3 Kreislaufwirtschaft	17
2.3.1 Lage und Ausstattung von Wertstoffhöfen	17
2.3.2 Verkehrsnetz	17
2.3.3 Abfallaufkommen und Abfallpotentiale	17
3 Ökosystemleistungen (ÖSL)	19
3.1 Quantifizierung und qualitative Bewertung von Ökosystemleistungen	19
3.2 Methoden zur monetären Bewertung	20
4 GIS-Werkzeuge und Bewertungsroutinen.....	22
4.1 GIS-EUS	22
4.1.1 Architektur und Benutzeroberfläche	22
4.1.2 Entwickelte GIS-Routinen für Planungsprozesse im GIS-EUS	23
4.2 Gewässerdatenverwaltung in QGIS	25
4.3 Planungshilfe – Modularität bei Wertstoffhöfen.....	26

4.3.1	Anforderungen und Ziele unter Berücksichtigung der sozialen und gesetzlichen Entwicklungen	26
4.3.2	Bausteine bei der Wertstoffhofplanung	28
4.3.3	Bauwerke	29
4.3.4	Verkehrsanlagen und Flächenbereiche unter Berücksichtigung von AwSV und WHG	33
4.3.5	Außenanlagen	34
4.3.6	Beschilderung / Information	34
Teil 2 – Szenarien und Konzepte für den Stadt-Umland-Raum der Regiopole Region Rostock		35
1	Bewertung von Entwicklungsoptionen	35
1.1	Flächenpotentiale	35
1.1.1	Wohnflächenpotential	35
1.1.2	Potentielle Flächen für Gewerbeentwicklung	36
1.1.3	Mischflächenpotential	36
1.1.4	Ergebnisse der Potentialanalyse	37
1.2	Bevölkerungsentwicklung	39
1.2.1	Hanse- und Universitätsstadt Rostock	39
1.2.2	Landkreis Rostock	40
1.2.3	Szenario und Entwicklungsoptionen	40
1.3	Bewertung und Priorisierung von Flächen anhand der Ökosystemleistungen	41
1.4	Bewertung der Entwicklungsoptionen	43
1.5	Bewertung der Nutzung der ÖSL	44
2	Regionale Konzepte	45
2.1	Regionales Konzept Wasser	45
2.1.1	Entsorgung von Schmutz- und Mischwasser	45
2.1.2	Trinkwasserversorgung Rostock & Umland	57
2.1.3	Fallstudie Niederschlagswassermanagement und Gewässer bei Erweiterung von Gewerbestandorten und Wohngebieten bei Dummerstorf	65
2.2	Regionales Konzept Wertstoffhöfe	75
2.2.1	Versorgungssituation und Herausforderungen	75
2.2.2	Ausbau des Wertstoffhofnetzes im Landkreis Rostock	77
2.2.3	Vergleich der Erreichbarkeit und Standortprüfung der Recyclinghöfe Dierkow und Toitenwinkel	89
3	Zusammenfassung / Ausblick	92
Literaturverzeichnis		94
Anhang		100
A.	Abbildungen	100
B.	Tabellen	102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ermittlung von Hochwasserkennwerten für das PROSPER-RO Gebiet im Ist-Zustand (orange: Nutzung von QGIS, grün: VBA + MS Excel, blau: SWMM-UrbanEVA bzw. Schritt 8: SWMM)	16
Abbildung 2: Struktur des GIS-EUS	23
Abbildung 3: Anforderungen und Ziele für Planung und Betrieb von Wertstoffhöfen	27
Abbildung 4: Ablaufdiagramm eines Rückkonzentration (Steinbach 2023)	31
Abbildung 5: Flächenpotentiale im Stadt-Umland-Raum	38
Abbildung 6: Prognose von 2020 (Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2020)	39
Abbildung 7: Aktualisierte Prognose (Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2022a)	40
Abbildung 8: Flächengrößen der Potentialflächen innerhalb des Stadtgebietes mit den zugehörigen ÖSL, die gestrichelten Linien dienen als Orientierung für den Flächenbedarf für 5000 EW in Ein (EFH)- oder Mehrfamilienhäusern (MFH)	42
Abbildung 9: a) Einteilung des Projektgebiets in Kläranlageneinzugsgebiete; b) Haupttrassen im Abwassernetz der KA Rostock östlich der Warnow	45
Abbildung 10: Einleitsituation der KA Rövershagen	48
Abbildung 11: Entwicklungsoption KA 1 mit Neubau einer Kläranlage am Standort Rövershagen mit den voraussichtlich erforderlichen Anpassungen am Schmutzwassernetz	50
Abbildung 12: Entwicklungsoption KA 2 mit Neubau einer Kläranlage am Standort Dummerstorf mit den voraussichtlich erforderlichen Anpassungen am Schmutzwassernetz	50
Abbildung 13: Entwicklungsoption KA 3 mit Neubau einer Kläranlage östlich der Warnow an drei möglichen Standorten mit den voraussichtlich erforderlichen Neubauten des Schmutzwassernetzes	51
Abbildung 14: Vergleich der erforderlichen baulichen Maßnahmen am Haltnetz der verschiedenen Entwicklungsoptionen	52
Abbildung 15: Lage des Trinkwasserschutzgebietes Warnow bezüglich des Stadt-Land-Raums PROSPER-RO57	
Abbildung 16: Prozess der Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk Rostock (Quelle: Nordwasser GmbH)	58
Abbildung 17: Trinkwasserversorgungsnetz des Wasserwerks Rostock sowie der Grundwasserwerke im Projektgebiet	59
Abbildung 18: Schutzgebiete innerhalb der bestehenden Trinkwasserschutzzone Warnow	62
Abbildung 19: Auswertung der Flächenanteile der vorhandenen Schutzgebiete in den mit Schutzgebieten bedeckten Flächen der Trinkwasserschutzzone Warnow	63
Abbildung 20: Flächenanteile der Gemeinden ohne weitere vorhandenen Schutzgebiete im Bereich der bestehenden Trinkwasserschutzzone Warnow, Angabe in Prozent	64
Abbildung 21: B-Pläne 19, 25a und 25b, sowie betrachtete Wohnbauflächen im Flächennutzungsplan; kleine Karte: Lage im Projektgebiet	66
Abbildung 22: Umverlegung des Gewässers 18/3/3 im Zuge des B-Plan 25b	67
Abbildung 23: Korrekturen an Gewässer 18/8: RL_alt = bisheriger Datensatz des verrohrten Gewässerabschnitts, RL = neuer Datensatz mit identischem Start- und Endpunkt	68

Abbildung 24: Einzugsgebiete und Gewässer im bisherigen Modell und im angepassten Modell der Fallstudie nach Datenquelle; kleine Karte: Lage des Zarnow-Einzugsgebiets im Projektgebiet	69
Abbildung 25: Beispiel für Simulationsergebnisse (Niederschlags-Dauerstufen 60 - 120 Minuten, Wiederkehrintervall von zwei Jahren) mit neuem und altem Gewässerdatensatz, bei ansonsten gleichen Randbedingungen (identische Einzugsgebiete und Niederschlagsreihen)	73
Abbildung 26: Vergleich der Durchflussszenarien bei Niederschlagsereignissen mit Dauerstufen von 1 h bis 24 h und einem Wiederkehrintervall von einem Jahr im Gewässer 18/3 Land (Berechnungspunkt „a“)	74
Abbildung 27: Darstellung der aktuell betriebenen und der geplanten Recyclinghöfe in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock (Quelle: Stadtentsorgung Rostock GmbH)	76
Abbildung 28: Darstellung der betriebenen Wertstoffhöfe im Landkreis Rostock (Quelle: Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Landkreis Rostock)	77
Abbildung 29: Darstellung der verschiedenen Erreichbarkeiten mittels definierter Erreichbarkeits-Isochronen sowie Versorgungslücken (weiße Kreise) im Stadt- und Landkreis Rostock	79
Abbildung 30: Versorgungslücke zu einem Wertstoffhof in der Gemeinde Satow und Nachbargemeinden durch eine schlechtere Erreichbarkeit (Berechnung mit QGIS)	80
Abbildung 31: Realnutzungskartierung (RNK) für die Gemeinde Satow im Zentrum (oben) und südlichen Gemeindebereich (unten) mit Kennzeichnung der vorhandenen Industrie- und Gewerbeflächen (lila) sowie Mischgebieten (rosa)	81
Abbildung 32: Geltungsbereich für das B-Plan-Gebiet Satow OT Satow Niederhagen Erweiterung Gewerbegebiet West 1.BA Nr. 7 mit Kennzeichnung des potentiellen Standortes für einen Wertstoffhof (oben) u. Markierung des potentiellen Standortes für die Errichtung eines neuen Wertstoffhofes in Satow auf der Südseite entlang der „Hauptstraße Ausbau mit dem GIS-EUS (unten)	82
Abbildung 33: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse im PLAN-Zustand mit dem Recyclinghof Toitenwinkel (links) und mit Berücksichtigung eines weiteren Wertstoffhofes am Standort im Satow (rechts)	83
Abbildung 34: Versorgungslücke zu einem Wertstoffhof in der Gemeinde Tessin und Nachbargemeinden durch eine schlechtere Erreichbarkeit (Berechnung mit QGIS)	85
Abbildung 35: Realnutzungskartierung (RNK) für die Gemeinde Tessin mit Kennzeichnung der vorhandenen Industrie- und Gewerbeflächen (lila) sowie Mischgebieten (rosa).....	85
Abbildung 36: Potentieller Standort für die Errichtung eines neuen Wertstoffhofes in Tessin nördlich der L 110 in Richtung Ortsausgang Ost mit dem GIS-EUS	86
Abbildung 37: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse im PLAN-Zustand mit dem Recyclinghof Toitenwinkel (links) und mit Berücksichtigung eines weiteren Wertstoffhofes am Standort im Tessin (unten).	87
Abbildung 38: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse mit QGIS mit dem noch betriebenen Recyclinghof Dierkow (links) und dem geplanten Recyclinghof Toitenwinkel (rechts) als Ersatz für den Recyclinghof Dierkow in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock.....	89

Abbildung 39: Abfrage der ÖSL Erholung mit einem Wert von 1-2 am Standort Toitenwinkel (oben) und Abfrage der ÖSL Grundwasserneubildung mit einem Wert von 2-2,5 am Standort Toitenwinkel	91
Abbildung 40: Vergleich der Niederschlagssummen der Datensätze KOSTRA-DWD-2020 und KOSTRA-DWD-2010R für Starkregenereignisse mit Wiederkehrintervallen von 1 - 100 Jahren am Beispiel der Rasterkachel „72173“ (KOSTRA-DWD-2020) bzw. der entsprechenden Kachel „15052“ (KOSTRA-DWD-2010R); Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD) (2022)	100
Abbildung 41: Berechnungsknoten im Modell, an denen Szenarienvergleiche durchgeführt wurden.....	100
Abbildung 42: Abflussscheitel und Jährlichkeiten aus der Langzeitsimulation (Modell_0) in Punkt a (siehe Abbildung 41), sowie daran angepasste Extremwert Typ-I- (Gumbel-) Verteilung;	101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtungsfaktoren zwischen 0-100 nach Landnutzungstypen.....	18
Tabelle 2: Sechsstufige Skalierung bei der Bewertung der Ökosystemleistungen	19
Tabelle 3: Ökonomische Bewertungsmethoden für ausgewählte Ökosystemleistungen	22
Tabelle 4: Flächenkalkulation für Rückkonsumzentren entsprechend der Wertstoffhof-Größenklasse	32
Tabelle 5: Übersicht digitalisiert Flächennutzungspläne	35
Tabelle 6: Flächenpotential im Projektgebiet	37
Tabelle 7: Kurzbeschreibung der Entwicklungsoptionen.....	41
Tabelle 8: Durchschnittliche ÖSL der Entwicklungsflächen im Stadtbereich	42
Tabelle 9: Angenommene Bebauungsdichten der Wohnbauflächen mit Angaben zur Einwohnerzahl.....	43
Tabelle 10: Übersicht der Szenarienbewertung für die Gesamt-ÖSL zur Unterbringung von 10.000 EW	44
Tabelle 11: betriebliche Vor- und Nachteile der betrachteten Entwicklungsoptionen zum Aus- bzw. Neubau von Kläranlagen.....	53
Tabelle 12: Übersicht über die ländlichen Grundwasserwerke im Projektgebiet.....	60
Tabelle 13: Definierte Isochronen für die Erreichbarkeitsanalyse	78
Tabelle 14: Berechnete Einwohnerzahlen innerhalb der definierten Erreichbarkeiten für den Status quo inkl. Toitenwinkel, mit dem fiktiven Wertstoffhof am Standort Satow im Landkreis Rostock und im generierten Einzugsgebiet Satow	83
Tabelle 15: Berechnete Einwohnerzahlen innerhalb der definierten Erreichbarkeiten für den Planzustand inkl. Toitenwinkel, mit dem fiktiven Wertstoffhof am Standort Tessin im Landkreis Rostock und im generierten Einzugsgebiet Tessin.....	88
Tabelle 16: Vergleich der Erreichbarkeiten zwischen den Wertstoffhöfen Dierkow und Toitenwinkel in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock.	90
Tabelle 17: Theoretische Erreichbarkeiten aus dem Landkreis Rostock sowie dem Landkreis Vorpommern Rügen zum Recyclinghof Toitenwinkel bei einer überregionalen Nutzung	90
Tabelle 18: Einordnung von Wertstoffhöfen in Größenklassen mittels der Größe des Einzugsgebietes sowie die empfohlene Ausstattung mit entsprechenden Behältertypen anhand der Art und Umfang des zwischenzeitlich gelagerten Abfalls auf dem Wertstoffhof gem. Inputkatalog.....	103

Symbol- und Abkürzungsverzeichnis

Symbol	Bedeutung	Einheit
A	Fläche	m ² bzw. ha
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem	
AP	Arbeitspaket	
APW	Abwasserpumpwerk	
Bk	Belastungsklasse	
B-Plan	Bebauungsplan	
DGM	Digitales Geländemodell	
ELP	Einleitpunkt	
EUS	Entscheidungsunterstützungssystem	
EW	Einwohnerwert (Abwasser)	
EZ	Einwohnerzahl	
EZG	Einzugsgebiet	
FIS	Fachinformationssystem	
FNP	Flächennutzungsplan	
GBK	Gebietskennzahl	
GDI	Geodateninfrastruktur	
GIS	Geoinformationssystem	
GWK	Gewässerkennzahl	
GIS-EUS	GIS-basiertes Entscheidungsunterstützungssystem	
HRO	Hanse- und Universitätsstadt Rostock	
KA	Kläranlage	
LAiV	Landesamt für innere Verwaltung	
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser	
LRO	Landkreis Rostock	
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie	
M-V	Mecklenburg-Vorpommern	
örE	Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger	
ÖSL	Ökosystemleistungen	
OSM	<i>OpenStreetMap</i>	
OT	Ortsteil	
Q	Durchfluss / Abfluss	m ³ /h , l/s
RTK	<i>Real Tim Kinematic</i> / Echtzeitkinematik	
RNK	Realnutzungskartierung	
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe	
TWSZ	Trinkwasserschutzzone	
UAS	<i>unmanned aircraft system</i>	
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>	
WE	Wohneinheit	
WH, RH	Wertstoffhof, Recyclinghof	
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie	
WWAV	Warnow-Wasser- und Abwasserverband	
VEK	Ver- und Entsorgungskonzept	

Teil 1 – Datengrundlagen und Werkzeuge

1 Vorstellung des Projekts

Das Projektgebiet des Forschungsvorhabens PROSPER-RO umfasst die Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO), sowie die 18 Umlandgemeinden. Durch die zentrale Lage in der Regiopolregion Rostock (www.regiopolregion-rostock.de) und seine charakteristischen landschaftlich-naturräumlichen, wirtschaftlichen und sozial-demografischen Verhältnisse steht das Gebiet exemplarisch für die Herausforderungen in Regiopolen des Norddeutschen Tieflands. Dieses ist geprägt durch naturnahe Kulturlandschaften und natürliche Flächen (insbesondere Feuchtgebiete und Niedermoore), die z.T. als geschützte Bio- und Geotope nach BNatSchG bzw. NatSchAG M-V ausgewiesen sind.

Bezahlbarer Wohnraum, bedarfsgerechte infrastrukturelle Ausstattung, Gewerbeflächen mit guter Verkehrsanbindung, aber auch erreichbare Grünflächen und Naherholungsgebiete sind wichtige Voraussetzungen für die Lebensqualität in Stadt-Umland-Räumen. Dabei wird die zunehmende bauliche Verdichtung und Erschließung neuer Flächen zum Problem für die Stadtnatur und die Verkehrs- und leitungsgebundene Infrastruktur. Auch im Umland von Städten wächst folglich die Nachfrage nach Flächen für Wohnungsbau, Infrastruktur, Gewerbe und andere Nutzungen.

Die integrale Entwicklung von Stadt, städtischem Umland und ländlichem Raum zum wechselseitigen Vorteil wird damit zunehmend zum entscheidenden Faktor für die Zukunftsfähigkeit der Region. Für regionale Entwicklungsprozesse erfolgt mit der Aufstellung von Flächennutzungsplänen (FNP) eine zentrale „Weichenstellung“ innerhalb der Bauleitplanung. Mit diesem Schritt wird entsprechend der voraussehbaren Bedürfnisse einer Gemeinde der zukünftige Umgang mit der Ressource Land festgelegt: Wo findet Neubau oder Nachverdichtung statt und wo bleiben Freiräume für natürliche oder naturnahe Flächen erhalten, die in Form von Ökosystemleistungen (ÖSL) einen Mehrwert für die Menschen in den Gemeinden und außerhalb bieten? Zugleich werden direkte oder indirekte Entscheidungen für die infrastrukturelle Entwicklung getroffen: Hauptverkehrsachsen werden im FNP direkt festgelegt. Die Ausweisung von Flächen für Wohnbau, Industrie und Gewerbe, sowie für Entsorgungsanlagen schafft zugleich die Rahmenbedingungen für Planungsprozesse der Kreislaufwirtschaft und Wasserwirtschaft. Im Planungsprozess braucht es deshalb Werkzeuge, die die Zusammenarbeit über Verwaltungsgrenzen und Fachbereiche hinweg stärken.

Ziel des Projekts PROSPER-RO ist es daher, durch eine gemeinsame Datenbasis und einheitliche Bewertungsmaßstäbe die vielfältigen Anforderungen zu berücksichtigen und interkommunale Raumplanungsprozesse zu erleichtern. Konkret soll dies durch die Entwicklung eines GIS-basierten Entscheidungsunterstützungssystems (GIS-EUS) erreicht werden, welches relevante Datenbestände aus einer webbasierten Geodateninfrastruktur nutzt. Über intelligente Verschneidungen und modellgestützte Bewertungsroutinen der Fachbereiche Wasserwirtschaft und Kreislaufwirtschaft und Ökologie sollen Entscheidungshilfen für regionale, kommunale und sektorale Planung der Verwaltung und Aufgabenträger bereitgestellt werden.

Um konkurrierende Nutzungsansprüche an Flächen bestmöglich abzuwägen und auszugleichen, muss deren multifunktionaler Wert mit einem einheitlichen Maßstabsystem in Abhängigkeit von der Nutzungsart beschrieben werden können. Ein zentrales Werkzeug des GIS-EUS soll deshalb die Bewertung von Ökosystemleistungen sein, die als Indikatoren den Nutzen der Umwelt für den Menschen abbilden. Ihre Veränderung bei geplanter Inanspruchnahme von Flächen oder Änderung der Flächennutzung wird in einer 5-stufigen Skala dargestellt. In Ergänzung dazu soll auch die monetäre Bewertung der Ökosystemleistungen zur Entscheidungsfindung beitragen.

2 Erhobene bzw. abgeleitete Basisdaten

Die Basisdaten des EUS wurden teilweise für PROSPER-RO neu erhoben, teilweise aus vorhandenen Datensätzen abgeleitet. Neben offenen Geodaten z.B. aus OpenStreetMap und dem Datenportal OpenData.HRO sind dies Geo-(basis-)Daten des Landes, die in Mecklenburg-Vorpommern im Unterschied zu vielen anderen Bundesländern noch nicht vollständig als OpenData angeboten, aber für Forschungszwecke verfügbar gemacht wurden, sowie Daten der Projektpartner und mittels fachlicher Auswertungen selbst erstellte Daten.

Für die langfristige Nutzung solcher Daten in GIS-basierten Entscheidungsunterstützungssystemen durch Behörden und Verbände ist der Zugriff auf offene Daten essentiell. Es ist abzusehen, dass offene Geodaten in Zukunft in allen Bundesländern verfügbar sein werden (Bill 2018). Damit gewinnen auch Werkzeuge wie das GIS-EUS zur Auswertung von Geodaten an Bedeutung.

Die Aufbereitung von GIS-Daten erfolgte hauptsächlich mit dem Open-Source-Geoinformationssystem „QGIS“ (QGIS.org 2022). Für den projektinternen Datenaustausch wurde eine webbasierte Geodateninfrastruktur (GDI) aufgebaut (Koldrack et al. 2017), in der Metadaten, Geodaten, Dienste, Standards und Zugriffsregelungen organisiert werden und die auf die Konformität von OGC-Diensten, ISO-Normen und INSPIRE setzt. Die GDI nutzt CKAN (Open Knowledge Foundation 2018), eine offene webbasierte Datenkatalog-Software, sowie *GeoNetwork* als serverseitige Metainformationssoftware, eine PostgreSQL-Datenbank mit verteilten Zugriffsrechten zum Speichern und Abrufen der Geodaten und *GeoServer* zur zentralen Datenhaltung für das EUS. In der GDI können Datensätze über Schlagworte, Zuständigkeiten und räumliche Verortung gefunden werden und z.T. passwortgeschützt in externe Anwendungen eingebunden werden. Zu den zentralen Basisdatensätzen wurden die genutzten Datengrundlagen, Methoden und Ergebnisse jeweils in einem Steckbrief zusammengefasst.

2.1 Landnutzung und Geländemodell

2.1.1 Realnutzungskartierung

Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock stellt im Datenportal OpenData.HRO¹ mit der Realnutzungskartierung (RNK) einen offenen Geodatensatz bereit, der auf der Grundlage von Luftbildern erhoben und durch vorhandene Geodaten ergänzt wurde. Inzwischen stehen hier vier Zeitschnitte 2002, 2007, 2014 und 2019 zur Verfügung. Da für den Landkreis Rostock ein solcher Datensatz nicht existiert, wurde dieser aus ALKIS-Daten in Kombination mit Satellitendaten im Projekt erstellt. Hierzu wurde die Einteilung in Objektartengruppe, Nutzungsartengruppe und Nutzungsart aus ALKIS auf die Realnutzungsklassen zu weiten Teilen automatisch gematcht. Da ALKIS-Daten bundesweit zur Verfügung stehen, ist dies ein Grunddatensatz, der überall erstellbar ist und eine der wichtigsten Datengrundlagen für PROSPER-RO darstellt.

Die RNK baut auf der „tatsächlichen Nutzung“ aus dem ALKIS-Datensatz der Projektregion auf. Die über 266 Klassen der „tatsächlichen Nutzung“ wurden dabei in 48 Realnutzungsklassen zusammengefasst, indem die eingetragenen Attribute in angepasste Flächenkategorien für PROSPER-RO übersetzt wurden. Im Ergebnis liegt ein Polygon-*Shapefile* vor, welches die aktuelle Landnutzung im IST-Zustand abbildet.

2.1.2 Flächenversiegelung

Die Flächenversiegelung wurde anhand von Fernerkundungsdaten ermittelt. Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Satellitendaten-Zeitreihe für das Jahr 2018 auf Basis von Copernicus Sentinel-2-Daten generiert (vergl. Jungnickl und Bill 2017). Dieser Datensatz wurde mit „Random Forest“, einem Klassifikator aus dem maschinellen Lernen, klassifiziert. Dabei wurden vier unversiegelte und eine Versiegelungsklasse definiert. Das Ergebnis der Klassifikation wurde mit dem Polygon-Layer der Realnutzungskartierung überlagert, so dass der Versiegelungsgrad pro Polygonfläche der RNK in einer GIS-Operation abgeleitet werden konnte. Neben der Ableitung des Versiegelungsgrades mittels einfacher Klassifikation, wurde ein zweiter experimenteller Ansatz genutzt: mithilfe der Methode „*Regression based Unmixing*“ (Okujeni et al. 2017) konnte der anteilige Versiegelungsgrad innerhalb des 10m-Rasters im erweiterten Projektgebiet bestimmt werden. Der hochaufgelöste Rasterdatensatz der Versiegelung wurde u.a. für den Aufbau hydrologischer Modelle benötigt. Aufbauend auf diesen Daten ist im GIS-EUS die spezifische Zuordnung von Flächenversiegelungsgraden anhand des Nutzungstyps von Planflächen integriert.

2.1.3 Digitales Geländemodell

Aus den *Airborne Laserscanning* (ALS) -Rohdaten (Punktwolken) des Landesamts für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern (LAIv M-V) wurden mithilfe der QGIS-Erweiterung „LAS-Tools“ ein hoch auf-

¹ <https://www.opendata-hro.de/>

gelöstes, digitales Geländemodell mit 20 cm Rasterweite (DGM0.2) für das gesamte Projektgebiet abgeleitet. Mithilfe des DGM0.2 wurden beim Aufbau hydrologisch-hydraulischer Modelle (Kapitel 2.2.4) Gewässerquerschnitte generiert.

2.1.4 Flächennutzungspläne (FNP)

FNP für das gesamte Projektgebiet wurden aufbauend auf verschiedenen Datenquellen digitalisiert. Durch den Projektpartner Landkreis Rostock wurden FNP in Form von gescannten Bildern (Format: png/tiff) bereitgestellt. Für die Stadt Rostock lagen bereits die aufbereiteten Geodaten aus dem Projekt KOGGE (KOGGE 2018) vor. Die Datenlage wurde ergänzt durch Rasterbilder (Format: png/pdf) des Planungsverbands Region Rostock und CAD-Pläne. Alle Rasterdaten wurden georeferenziert und manuell in ein Vektordatenformat überführt. Die CAD-Pläne wurden in GIS importiert und aufbereitet (Zusammenführen der Layer, Korrektur der Geometrien, Koordinatenreferenzsystem). Alle digitalisierten FNP-Datensätze wurden als harmonisierter Datensatz zusammengeführt (einheitliche Spaltenbezeichnungen und -Formate, inkl. Quellenvermerk und Aktualität des Datensatzes). Die FNP werden zur Kalibrierung verschiedener Bewertungsroutinen (u.a. ÖSL, Schmutzwasser) eingesetzt und dienen der Szenarioanalyse als Grundlage, da hier die Bevölkerungsentwicklung und Flächenentwicklung betrachtet wird. Die FNP wurden zudem dem Planungsverband Region Rostock für den Aufbau einer Geodatenbank zur Verfügung gestellt.

2.1.5 Boden – Müncheberger Soil Quality Rating (MSQR)

Bisher wurde der landwirtschaftliche Wert von Böden üblicherweise über Ackerwertzahlen bestimmt. Dieser Ansatz ist aus agronomischer Sicht überholt und wurde in der DDR durch die mittelmaßstäbige Standortkartierung erweitert. Zur Bewertung der Böden im Untersuchungsgebiet von PROSPER-RO wurde das vom ZALF Müncheberg entwickelte Verfahren „Müncheberger Soil Quality Rating“ (MSQR) genutzt. Mit der MSQR-Bewertung für Acker/Grünland stand ein Indikator zur Quantifizierung der versorgenden ÖSL des Bodens bereit. Die Ausgabe des Ergebnisses erfolgte als flächenbezogene Größe in einer Rasterkarte. Als weitere Indikatoren für die Wasserspeicherfähigkeit wurden der Wassergehalt bei $p_f 4,2$ (permanenter Welkepunkt), Feldkapazität und Porosität erfasst. Zudem wurden Kohlenstoffvorräte und -akkumulationspotential separat für Acker/Grünland berechnet. Die Arbeiten wurden im Detail in Koschel und Lennartz (2020) sowie Koschel und Lennartz (2021) beschrieben.

2.2 Wasserwirtschaft

2.2.1 Gewässerkataster²

Das PROSPER-RO-Gewässerkataster als projektinterner Basisdatensatz beinhaltet Gewässernetze und Einzugsgebiete (EZG) im Projektgebiet. Die Datengrundlage umfasst:

- das digitale Fachinformationssystem (FIS) Wasser des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) 2023).
- das digitale Gewässer- und Feuchtgebietskataster aus dem Projekt KOGGE (KOGGE 2018)
- Gewässergeometrien und -attribute der vier räumlich relevanten Wasser- und Bodenverbände „Hellbach-Conventer Niederung“, „Recknitz-Boddenkette“, „Untere Warnow-Küste“ und „Warnow-Beke“

Nach Zusammenführung der Daten aus den o. g. verschiedenen Datenquellen wurden die Gewässergeometrien geprüft und korrigiert. Anhand eines DGM wurden die Einzugsgebiete der Gewässersegmente ermittelt. Als nächster Prozessschritt im Aufbau des Gewässerkatasters wurde die Gewässerhierarchie erstellt. Dieser Schritt umfasste die Vergabe von Gebietskennzahlen (GBK) für alle zuvor berechneten Eigen-EZG der Gewässersegmente, die Bildung von Gewässerrouten und die Vergabe von Gewässerkennzahlen (GWK) für alle Gewässerrouten nach den Vorgaben der LAWA-Richtlinie (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2005). Zur Bewahrung der Kompatibilität zum FIS-Landesdatensatz wurden bereits vorhandene GWK und GBK übernommen. Anhand der zugewiesenen GWK wurden im nächsten Schritt Gewässersegmente zu Gewässerrouten mit Stationierungen zusammengeführt und in 50-m-Abschnitte zerlegt. Auch die Segmenteinzugsgebiete wurden GIS-technisch weiter unterteilt, so dass jedem Abschnitt ein Eigeneinzugsgebiet zugewiesen ist. Um diese Grundinformationen bei Bedarf aggregieren zu können, wurden abschließend anhand der GWK, GBK und Stationierung aus Segment- und Abschnittseinzugsgebieten kumulierte Einzugsgebiete mit Hilfe eigener Pythonskripte errechnet.

In seiner Gesamtheit umfasst das so gebildete Gewässerkataster letztlich 13.391 Gewässersegmente aus 5.885 offenen und 7.506 verrohrten Gewässerteilstücken mit einer Gesamtlänge von 2.053,7 km. Die zugehörige Landoberfläche wird in 3.527 Segment- und 40.331 Gewässerabschnittseinzugsgebiete unterteilt. Außerdem weist das Kataster 7.341 Standgewässer und 27.476 Feuchtgebietspolygone auf. Das Gewässerkataster bildet die Grundlage für Ökosystemleistungs-Berechnungen für den Aufbau hydrologisch-hydraulischer Modelle sowie für die Auswerteroutine „Regenwasser“ im GIS-EUS.

² Dieser Abschnitt beinhaltet wörtlich übernommene und sinngemäß zusammengefasste Abschnitte aus Chen et al. 2021.)

2.2.2 Wasserrechtliche Genehmigungen

Die Genehmigung der Gewässerbenutzungen erfolgt im Projektgebiet unter anderem durch die Unteren Wasserbehörden der Hanse- und Universitätsstadt Rostock und des Landkreis Rostock. Dementsprechend werden getrennte Datensätze zu Wasserrechten gepflegt, die sich im Umfang der erfassten Informationen, Bezeichnungen und Datentypen unterscheiden.

Im Rahmen von PROSPER-RO wurden durch die Hanse- und Universitätsstadt Rostock in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock die teilweise noch analog vorhandenen wasserrechtlichen Genehmigungen digitalisiert. Die Daten wurden so aufbereitet, dass sie in das bestehende Kataster der Wasserrechte der Hanse- und Universitätsstadt Rostock unproblematisch integriert werden konnten. Insgesamt wurden

- 895 Einleitpunkten (ELP) mit 703 wasserrechtlichen Genehmigungen erfasst, darunter 434 „aktive“ ELP Niederschlagswasser und 145 Grundwasserbenutzungen
- 178 Rohrdimension anhand vorliegender Unterlagen ergänzt
- Informationen zu 263 befristeten und aufgehobenen Wasserechten aktualisiert

Durch die Untere Wasserbehörde des Landkreises wurden im Projektzeitraum wasserrechtliche Genehmigungen für die Einleitung von Niederschlagswasser digitalisiert. Die im behördeneigenen GIS „kvwmap“ abgebildeten Einleitpunkte (ELP) an den Gewässern 1. und 2. Ordnung wurden anschließend mittels RTK-GNSS eingemessen. Insbesondere bei älteren Wasserrechten waren die Lage- und Höhenangaben zu den ELP, sofern überhaupt vorhanden, oft sehr ungenau. Zu Projektende waren von mehr als 2000 ELP im Landkreis Rostock nahezu 1000 im GIS der Kreisverwaltung mit genauen Angaben zu geodätischer Höhe, Lagekoordinaten und Dimension der Rohrleitung erfasst. Bisher nur mit Näherungswerten erfasste ELP sind im GIS entsprechend gekennzeichnet.

Die Datensätze wurden für PROSPER-RO in eine gemeinsame Datenbank überführt, harmonisiert und für die Nutzung im GIS vorbereitet. Beide Aufgabenträger aktualisieren ihre Datenbanken fortlaufend und nutzen die darin gespeicherten Informationen für Fragestellungen im Bereich Wasserrecht und Hydraulik.

2.2.3 Abwasserinfrastruktur und Schmutzwasseraufkommen

Geodaten zur Abwasserinfrastruktur (Haltungen, Schächte, Pumpwerke, Kläranlagen) wurden dem Projekt durch den Warnow-Wasser- und Abwasserverband bereitgestellt. Die Aufbereitung der Daten umfasste im Wesentlichen: Korrektur fehlerhafter Geometrien (Lage, Fließrichtungen), Hinzufügen fehlender Haltungen (Fehler beim Datenexport), Korrektur oder Ergänzung von Identifikationsnummern und weiteren Attributen, Ergänzung fehlender Höhenangaben durch ein digitales Geländemodell (DGM1). Anhand von Thiessenpolygonen wurde für jeden Haltungsabschnitt ein Einzugsgebiet im Projektraum definiert. Im Ergebnis liegen nun drei Datensätze vor (Abwassernetz, Einzugsgebiete und Sonderbauwerke inkl.

Kläranlagen). Im GIS-EUS ist eine logische Verknüpfung von Einzugsgebieten, Abwassernetz und Sonderbauwerken über individuelle Identifikationsnummern möglich. Durch die Lageinformation der Haltungen lässt sich ein „Routing“ entlang des Fließwegs bis zur Kläranlage durchführen.

Das Schmutzwasseraufkommen im Projektgebiet wurde auf Basis von OpenStreetMap(OSM)-Daten abgeschätzt. Dafür wurden in QGIS die OSM-Gebäude zunächst mit Informationen zur Landnutzung verknüpft und die Fläche eines jeden Gebäudes bestimmt. Mithilfe eines modular aufgebauten Skripts in der Programmiersprache R wurden die Gebäude anhand der in OSM eingetragenen Attribute „tags“ vollständig oder (bei Mischnutzung) anteilig in die Nutzungsklassen „Wohngebäude“, „Gewerbliche Nutzung“, „Industriegebäude“ eingeteilt. Im nächsten Schritt wurde die Einwohnerzahl jeder Gemeinde im Projektgebiet auf die Wohngebäude verteilt (proportional zur Gebäudefläche) und die Schmutzwassermenge wurde je Gebäude anhand seiner Flächengröße bzw. Einwohnerzahl geschätzt. Das Verfahren wurde durch den Vergleich mit realen Zuflüssen zu Abwasserpumpwerken (APW) oder Kläranlagen (KA) optimiert (Schilling und Tränckner 2020). Per GIS-Abfrage wurden die Schmutzwassermengen der Gebäude mit der Realnutzungskartierung verschnitten und als Rasterkarte ausgegeben. Durch die Verschneidung mit Flächennutzungsplänen im Projektgebiet konnte für jede Nutzungsart ein flächenbezogenes Schmutzwasseraufkommen abgeleitet werden.

2.2.4 Hydrologisch-hydraulische Modellierung / Abflusskapazität

Zur Berechnung von Hochwasserkennwerten wurden gekoppelte Niederschlag-Abfluss- und Fließgewässermodelle aufgebaut. Der Modellaufbau erfolgte dabei auf Basis homogenisierter Geodaten und wurde anhand von *Visual Basic for Applications* (VBA)-Makros teilweise automatisiert. Für die Modellkalibrierung wurde das Schmarler Bach-Einzugsgebiet genutzt, da hier bereits im Rahmen des Forschungsprojektes KOGGE umfangreiche Messdaten des Durchflusses und des Wasserstands erhoben wurden. Im Anschluss wurden die kalibrierten Parameter (Kachholz und Tränckner 2020) auf die Zarnow als weiteres Modellgebiet übertragen, an dem die Überprüfung dieser Parameter in einem Langzeitmodell, also die Validierung erfolgte. Nach erfolgreicher Kalibrierung und Validierung erfolgte die Methodenübertragung auf das gesamte PROSPER-RO-Gebiet. Die fertigen Modelle wurden zur Simulation von insgesamt 18 Modellregen nach KOSTRA-Atlas 2010R (Junghänel et al. 2017) genutzt. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 1 veranschaulicht.

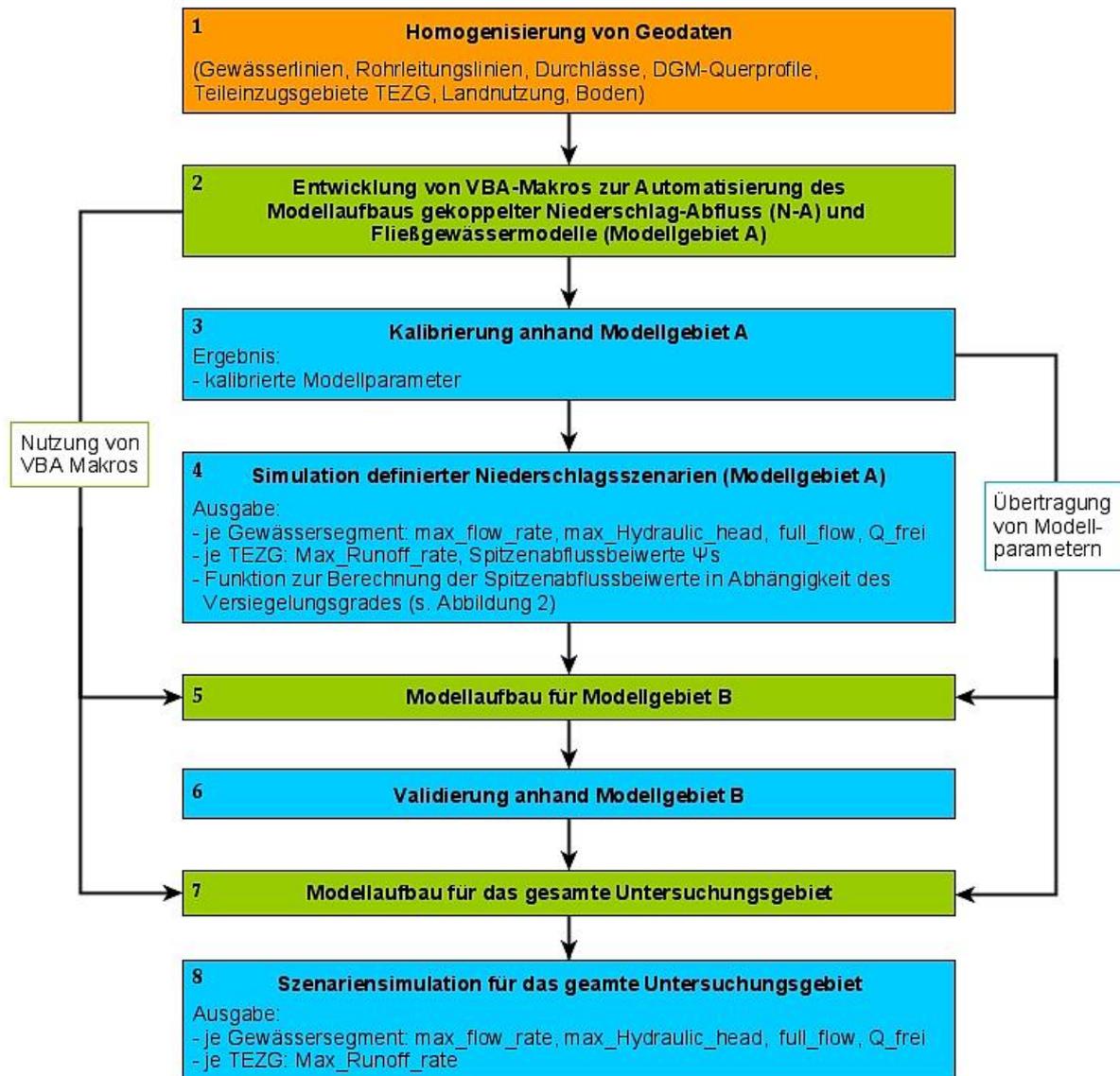


Abbildung 1: Ermittlung von Hochwasserkennwerten für das PROSPER-RO Gebiet im Ist-Zustand (orange: Nutzung von QGIS, grün: VBA + MS Excel, blau: SWMM-UrbanEVA bzw. Schritt 8: SWMM)

2.2.5 Trinkwasserschutzzonen und weitere Schutzgebiete

Die Geodaten zu bestehenden Schutzgebieten (Trinkwasserschutzgebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Natura2000-Gebiete, etc.) stammen aus dem Umweltkartenportal Mecklenburg-Vorpommern. Die Datenaufbereitung umfasste im Wesentlichen die Verschneidung mit dem erweiterten Projektgebiet, sowie mit der Trinkwasserschutzzone Warnow, Ersetzen von Umlauten und Ergänzung von Rechts- und Hochwerten sowie Schutzgebiets-IDs.

Für die Darstellung der Nutzungsverbote und -beschränkungen der Schutzgebiete wurde eine Tabelle erstellt, in welcher für jede mögliche Flächennutzung erfasst ist, ob sie gemäß der zuständigen Verordnung bzw. des zuständigen Gesetzes erlaubt, beschränkt erlaubt oder verboten ist.

2.3 Kreislaufwirtschaft

2.3.1 Lage und Ausstattung von Wertstoffhöfen

Als Basisdatensatz für die Kreislaufwirtschaft wurden die Standorte von 14 Recycling- bzw. Wertstoffhöfen berücksichtigt, die durch die Stadtentsorgung Rostock GmbH (im Auftrag der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, zuständig für das Stadtgebiet, 4 Recyclinghöfe) und Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Landkreis Rostock (10 Wertstoffhöfe) betrieben werden. Dieser Datensatz umfasst neben den 12 Wertstoffhöfen im „erweiterten Projektgebiet“ auch die Wertstoffhöfe in Krakow und Teterow. Die Wertstoffhöfe wurden anhand ihrer Adressen händisch im GIS verortet und als Punktdaten im Format „*Shapefile*“ gespeichert. Die Lageinformation ist der Ausgangspunkt für Erreichbarkeitsanalysen (Vettermann et al. 2020a) im GIS-EUS. Angaben zur Ausstattung der Wertstoffhöfe – beispielsweise Containervolumina für die einzelnen Abfallfraktionen, Verkehrs- und Verwaltungsflächen – wurden als Attribute der Punkte verknüpft. Da diese Informationen nur in wenigen Fällen tabellarisch vorlagen, wurde die Datenbasis mittels digitaler Lagepläne ergänzt. Zudem konnte ein Parameterdatensatz zur genauen Charakterisierung der Wertstoffhöfe selbst (Bestimmung der Kapazitäten) und deren Einfluss auf die Umwelt (Emissionen) erstellt werden, um damit optimale Standorte ermitteln zu können.

2.3.2 Verkehrsnetz

Da der Transport von Abfall an die Verkehrsinfrastruktur zwischen Abfallentstehungsort und Recyclinghof gekoppelt ist, war eine wesentliche Voraussetzung zur Analyse der Stoffströme im Projektgebiet ein belastbarer Datensatz zum Verkehrsnetz. Durch die Verwendung von OSM als Datenquelle konnte ein übertragbarer Ansatz genutzt werden, um aus offenen Daten ein solches Verkehrsnetz zu extrahieren. Die Straßendaten lagen als Linien vor, die durch Attribute (OSM-„tags“) genauer charakterisiert sind. Anhand dieser Attribute konnten alle befahrbaren Straßen im Untersuchungsgebiet selektiert werden und Höchstgeschwindigkeiten (Attribut „maxspeed“) zugewiesen werden. Um die OpenStreetMap-Daten in eine PostGIS-Datenbank zur Verwendung mit *pgRouting* zu importieren wurde *osm2pgrouting* als Werkzeug genutzt. Aufbauend auf dieser Datenbank können im GIS-EUS Erreichbarkeitsanalysen entlang des Straßenverkehrsnetzes durchgeführt werden.

2.3.3 Abfallaufkommen und Abfallpotentiale

Bei der Analyse der Stoffströme zu Recyclinghöfen wurden Stadtgebiet und Landkreis zunächst differenziert betrachtet. Unterstützt durch Zuarbeiten der Stadtentsorgung Rostock GmbH konnten Anlieferungen bis zum Jahr 2019 bezüglich Herkunft und Stofffraktion und Abgabezeitpunkt ausgewertet werden. Im Landkreis Rostock werden diese Informationen seit 2019 über die digitale Abfallkarte erfasst. Weiterhin wurde im Rahmen von PROSPER-RO in einer Masterarbeit (Nastah 2019) eine Umfrage im Zeitraum von 15.10.2019 bis 15.12.2019 unter dem Titel „Recyclinghof der Zukunft“ durchgeführt. Neben den Merk-

malen des genutzten Recyclinghofs (Betreiber, Flächengröße, Abfallarten, Wertstofffraktionen, Fassungskapazität, Frequentierung, Personal, Produkte) wurden auch nutzerbezogene Daten (Wohngebiet, Art des Haushaltes, genutzte Verkehrsmittel, demographische Daten etc.) abgefragt, sowie Verbesserungsvorschläge bezüglich der Ausstattung und Öffnungszeiten der Wertstoffhöfe (Vettermann et al. 2020b).

Um ein Einwohner-spezifisches Abfallaufkommen zu ermitteln, wurden Einwohnerzahlen je Stadtgebiet und Gemeinde genutzt (verfügbar im Datenportal OpenData.HRO (Hansestadt Rostock) bzw. im Geoportals des LAiV M-V). Durch Disaggregation der Gemeinde- bzw. Stadtteil-spezifischen Einwohnerzahlen auf tatsächlich besiedelte Flächen lässt sich ein räumlich differenziertes Abfallaufkommen („Abfalldichte“) bestimmen. Dafür wurde anhand der „tatsächlichen Nutzung“ im ALKIS die besiedelte Fläche der betrachteten Gebiete extrahiert (Vettermann et al. 2020a) sowie Wichtungsfaktoren in Abhängigkeit der Landnutzungsart erarbeitet (vergl. Tabelle 1). So ist beispielsweise bei „offenen Wohnbauflächen“ das Abfallaufkommen höher gewichtet als die Einwohnerdichte, da hier tendenziell weniger Personen auf gleicher Fläche wohnen als in geschlossenen Wohnbauflächen, zugleich oft zusätzlicher Abfall in Form von Grünschnitt anfällt.

Die Methodik erlaubt eine Prognose des Abfallaufkommens zukünftig geplanter Flächennutzungen bei gegebenen Einwohnerdichten bzw. Landnutzungsart im GIS-EUS. Dem Abfallaufkommen (bzw. -Potential) gegenüber steht im GIS-EUS die Bewertung der Versorgungsleistung durch Wertstoffhöfe, welche durch die Erreichbarkeit und Ausstattung (s.o.) abgebildet wird.

Tabelle 1: Wichtungsfaktoren zwischen 0-100 nach Landnutzungstypen

Typ	Beschreibung	Wichtung Einwohnerdichte	Wichtung Abfalldichte
2000	Wohnbaufläche geschlossen	100	80
1000	Wohnbaufläche offen	80	100
2110	Wohnen mit Öffentlich	80	50
2120	Wohnen mit Handel und Dienstleistungen	80	50
2130	Wohnen mit Gewerbe und Industrie	80	50
2730	Wohnen und Betrieb	80	50
2140	Öffentlich mit Wohnen	50	25
2150	Handel und Dienstleistungen mit Wohnen	50	25
2160	Gewerbe und Industrie mit Wohnen	50	25
2100	Gebäude- und Freifläche, Mischnutzung mit Wohnen	50	25
4310	Wochenend- und Ferienhäuser	10	50
4440	Kleingarten	10	80
1460	Beherbergung	10	10

3 Ökosystemleistungen (ÖSL)³

3.1 Quantifizierung und qualitative Bewertung von Ökosystemleistungen

ÖSL können gemäß dem anthropozentrischen Ansatz als Werte im Sinne der Bedeutung und Wichtigkeit der Natur aufgefasst werden. Man kann es daher so gestalten bzw. operationalisieren, dass ÖSL zunächst quantitativ erfasst werden und dann auf dieser Grundlage, z. B. nach Wertstufen bzw. Skalen, qualitativ bewertet werden. Bewährt haben sich mehrstufige Ordinalskalen. Falls Daten und/oder Methoden fehlen, um ÖSL zu quantifizieren, oder sie sich aufgrund ihres Charakters einer direkten Quantifizierungsmöglichkeit entziehen, kann ersatzweise auch auf qualitative Abschätzung gesetzt werden (z. B. mittels Expertenbewertung auf Grundlage von Fachkenntnissen/-wissen, Sachkunde und praktischen Erfahrungen).

Um bei differierenden Systemgrößen (vor allem im Hinblick auf die Flächengröße) ÖSL untereinander vergleichbar zu machen, werden bei den quantitativen Ermittlungen möglichst flächennormierte Werte verwendet (Leistung je Flächeneinheit). Für eine qualitative, ordinalskalierte Bewertung der Ökosystemleistungen im Hinblick auf die Flächennutzungsplanung und die diesbezügliche Auswirkungsprognose wird auf der Basis einer linearen Skalierung zwischen 0 und 100 % bereitgestellter ÖSL bei 6 Klassen agiert (Tabelle 2).

Tabelle 2: Sechsstufige Skalierung bei der Bewertung der Ökosystemleistungen

Klasse	Ökosystemleistung	Wertebereich der relativen Ökosystemleistung (0-100 %)
5	Sehr hoch	> 80 %
4	Hoch	> 60 % bis ≤ 80 %
3	Mäßig	> 40 % bis ≤ 60 %
2	Gering	> 20 % bis ≤ 40 %
1	Sehr gering	> 5 % bis ≤ 20 %
0	Äußerst gering/fehlend	≤ 5 %

Zur primären Analyse der Landschaft im Hinblick auf den Ausgangszustand und die Veränderung von Ökosystemen wird auf einen rasterbasierten Ansatz gesetzt. Als guter Kompromiss zwischen der Auflösung/dem Maßstab der eingesetzten Fach-/Geodaten und dem Bearbeitungsmaßstab eines FNP wird

³ Nachfolgender Absatz ist der Veröffentlichung Mehl et al. 2022) wörtlich und/oder inhaltsgleich entlehnt.

auf ein einheitliches Raster von 10 m x 10 m gesetzt. Für jede Rasterfläche kann somit der „Eigenwert“ bestimmt werden.

Im Rahmen von PROSPER-RO wurden insgesamt 17 ÖSL quantitativ und qualitativ bewertet. Die Datengrundlagen, Herangehensweisen und klassifizierten Kenngrößen sind in den entsprechenden Steckbriefen dargestellt:

1. Versorgende Ökosystemleistungen

- a) Bereitstellung von Kulturpflanzen; Pflanzliche Rohstoffe für Verarbeitung, Pflanzliche Energierohstoffe aus Landwirtschaft, Kurzumtriebsplantagen, Holzwirtschaft
- b) Bereitstellung von Trinkwasser
- c) Bereitstellung von Brauchwasser (identisch mit f)

2. Regulative Ökosystemleistungen

- d) Kühlwirkung
- e) Hochwasserregulation
- f) Niedrigwasserregulation
- g) Nähr- und Schadstoffregulation
- h) Wasserrückhaltevermögen der Böden
- i) Bodenrückhalt
- j) Retention von organischem C (Humusbildung)
- k) Retention von N (Denitrifizierung)
- l) Rückhalt von Treibhausgasen in organischen Böden
- m) Rückhalt von Treibhausgasen in mineralischen Böden sowie in der ober- und unterirdischen Biomasse
- n) Habitatbereitstellung

3. Kulturelle Ökosystemleistung

- o) Landschaftsästhetik
- p) Bildung und Wissenschaft
- q) Erholung und Tourismus

3.2 Methoden zur monetären Bewertung

Die monetäre Bewertung von ÖSL – also die Angabe von Geldwerten im Sinne von Preisen, Kosten, Marktwerten o.ä. – ermöglicht den Vergleich mit anderen wirtschaftlichen Gütern, auch wenn es für die ÖSL selbst keine Märkte gibt. Bei einem Eingriff in die Natur können über monetär bewertete ÖSL tatsächliche oder drohende Verluste für die Gesellschaft sichtbar gemacht werden (Hansjürgens 2012). Dies kann einen deutlichen Vorteil bei der Einbindung von ÖSL in Entscheidungsprozesse mit sich bringen. So können beispielsweise monetär bewertete ÖSL auch diejenigen ökologischen Funktionen des Bodens berücksichtigen, die bislang durch Marktpreise für Grundstücke oder landwirtschaftliche Flächen nicht

abgebildet werden. Darüber hinaus könnte durch monetär bewertete ÖSL eine „Internalisierung“ externer Kosten möglich sein, denn sie stellen dem wirtschaftlichen Nutzen einen Preis für Naturzerstörung gegenüber (Heiland et al. 2016). Damit ermöglichen sie auch im politischen Kontext einen Abwägungsprozess, in dem den Kosten für das Erreichen von Umweltschutzziele bzw. dem Verzicht auf Ausbeutung der Umwelt ein gesellschaftlicher Nutzen gegenübergestellt werden kann (Plieninger et al. 2014).

Um den Wert von ÖSL in monetären Einheiten auszudrücken, existieren verschiedene Ansätze. In einigen Fällen sind auch mehrere Bepreisungsmethoden möglich, die je nach Kontext und Argumentationszweck eingesetzt werden können. Die Schwierigkeit besteht also in der Wahl einer geeigneten Methode zur Bestimmung des monetären Werts einer ÖSL. Dieser Wert ist zum einen vom Einsatzzweck und von der Wahrnehmung der potenziellen Anwender abhängig (Hansjürgens 2012). Zum anderen müssen räumliche und ggf. zeitlich gebundene Faktoren berücksichtigt werden, wie die Verteilung der ÖSL in der Fläche, die davon abhängige oder anderweitig beschränkte Nutzbarkeit der ÖSL oder weitere regionale Gegebenheiten wie ortsabhängige Marktpreise (Plieninger et al. 2014). Tabelle 3 gibt einen Überblick, welche ÖSL in PROSPER-RO mit welcher Methode bewertet wurden.

Unter dem Oberbegriff „Marktanalysen“ werden Preis-basierte und Kosten-basierte Ansätze zusammengefasst. Preis-basierte Methoden können eingesetzt werden, wenn Dienstleistungen und Güter existieren, die in gleicher oder vergleichbarer Form wie die zu bewertende ÖSL auf Märkten gehandelt werden. Kosten-basierte Methoden nutzen dagegen Schadens-, Vermeidungs- oder Ersatzkosten als Grundlage für die Ermittlung des ökonomischen Wertes von ÖSL. Der Schadenskostenansatz stützt sich auf Kosten für potentielle Umweltschäden, die bei dem Wegfall einer ÖSL entstehen würden. Auch die Kosten für die Vermeidung oder Minderung einer Umwelteinwirkung können als positiver Wert der ÖSL angesetzt werden (bspw. Präventivmaßnahmen zur Minderung von Emissionen in der Landwirtschaft). Der Ersatzkostenansatz beruht auf Kosten für technische Substitute zur Erbringung einer vergleichbaren Ökosystemleistung. Für diese Substitute können wiederum Marktpreise oder Investitions- und Betriebskosten angesetzt werden, z.B. Kosten für den Bau von Trinkwasseraufbereitungsanlagen. Kosten-basierte Ansätze unterschätzen jedoch häufig den gesamtgesellschaftlichen Nutzen von Ökosystemen (Schäfer 2012).

Da zu vielen ÖSL keine direkt vergleichbaren Güter oder Dienstleistungen auf kommerziellen Märkten existieren, wird die Methode der Präferenzanalyse genutzt, um nicht handelbare Güter ökonomisch zu bewerten. Über eine Zahlungsbereitschaft für ÖSL lassen sich dabei die ermittelten Präferenzen als Geldwerte abbilden (Plieninger et al. 2014). Präferenzanalysen werden am häufigsten für die ökonomische Bewertung von kulturellen ÖSL eingesetzt. Grundsätzlich sind zu unterscheiden (Hansjürgens 2012):

- geäußerte Präferenzen (*“stated preferences“*): hierzu zählen die Kontingente Bewertungsmethode, bei welcher direkt Zahlungsbereitschaften für einen Endzustand einer Umweltveränderung abgefragt werden. In *„Discrete-Choice-Experimenten“* werden Präferenzen für Szenarien abgefragt, die jeweils mit virtuellen Kosten für die Befragten verbunden sind. Die Kosten werden als Wert für bestimmte Ausprägungen des Ökosystems angesetzt.

- offenbarte Präferenzen (“*revealed preferences*”): die Methode stützt sich auf bereits getroffene und beobachtete Konsumentenentscheidungen, z.B. Immobilienpreise in Relation zur Nähe von Grünflächen oder Reisekosten für die Nutzung von Naherholungsgebieten

Tabelle 3: Ökonomische Bewertungsmethoden für ausgewählte Ökosystemleistungen

Hauptgruppe	Subgruppe bzw. Klasse	Ökosystemleistung	Ökonomischer Bewertungsansatz
Versorgende Leistungen	Nahrungsmittel	Kulturpflanzen	Marktpreismethode
		Pflanzliche Biomasse für den Einsatz in der Landwirtschaft	Marktpreismethode
	Rohstoffe	Pflanzliche Rohstoffe für die Verarbeitung aus der Holzwirtschaft	Marktpreismethode
	Trinkwasser	Grundwasserneubildung für die Trinkwassergewinnung	Marktpreismethode
Regulative Leistungen	Extremabfluss	Hochwasserregulation	Ersatzkostenansatz
	Sedimente, Böden sowie deren Nährstoffrückhalt	Bodenrückhalt	Marktpreismethode
		Retention von Stickstoff (Denitrifikation)	Vermeidungskostenansatz
	Globales Klima	Rückhalt von Treibhausgasen/Kohlenstoffsequestrierung	Schadenskostenansatz
Kulturelle Leistungen	Landschaftserleben	Landschaftsästhetik	Präferenzanalyse („Discrete-Choice Experiment“)
	Erholung und Tourismus	Walderholung	Sekundäranalyse

4 GIS-Werkzeuge und Bewertungsroutinen

4.1 GIS-EUS

4.1.1 Architektur und Benutzeroberfläche

Das GIS-EUS ist als Client-Server-System aufgebaut. Die Funktionen sind für den Anwender direkt im eigenen Webbrowser (Client) nutzbar. Die Aufgaben Authentifizierung, Webapplikation, *Geoprocessing* und Datenhaltung werden auf dem Server durchgeführt. Dabei wird auf eine mehrschichtige Architektur zurückgegriffen, in der Prozesse voneinander getrennt verwaltet werden (Abbildung 2).

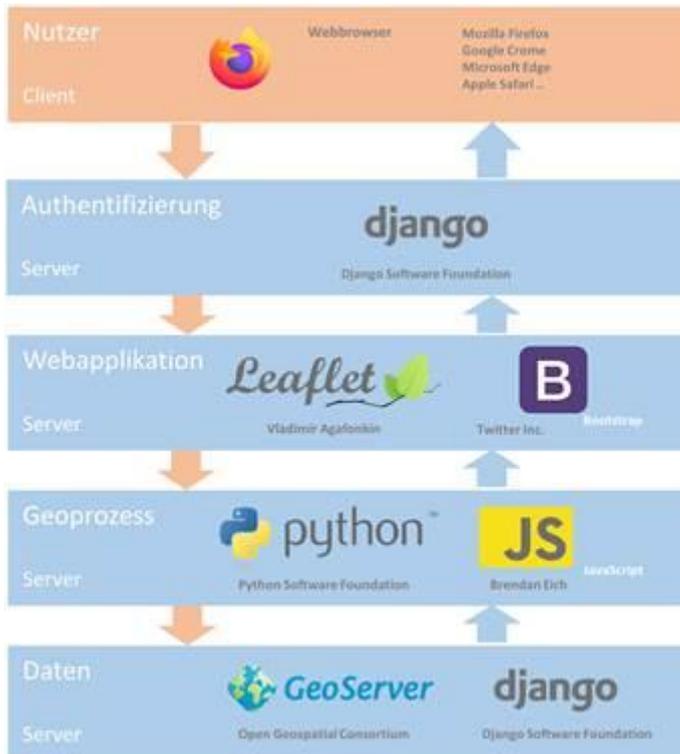


Abbildung 2: Struktur des GIS-EUS

Alle verwendeten Serverpakete sind quelloffen und können frei installiert und genutzt werden:

1. Authentifizierung: Bei Zugriff wird mit Hilfe des Webframeworks Django der Django Software Foundation (Django Software Foundation (DSF) 2023) geprüft, ob der Nutzer Rechte für den Zugriff auf die Anwendung hat und die Nutzerregistrierung verwaltet
2. Webapplikation: Layout und (GIS-)Funktionalität des Tools wird in einer Webseite mittels freier JavaScript-Bibliothek Leaflet (Agafonkin 2023) und dem freien Frontend-CSS-Framework Bootstrap (Otto et al. 2022) bereitgestellt.
3. Geoprocessing: Alle GIS-Operationen werden mittels der höheren Interpretersprache Python (Python Software Foundation (PSF) 2023) oder direkt im Javascript ausgeführt.
4. Datenhaltung: Das System greift dabei auf *Web Map Service* (WMS)-Dienste eines eigenen Geoservers zu, der alle Daten mit Raumbezug bereitstellt. Die Software wird von der Open Source Geospatial Foundation (Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) 2023) entwickelt. Nutzerspezifische Daten werden mit Hilfe des Django-Frameworks (Django Software Foundation (DSF) 2023) verwaltet.

4.1.2 Entwickelte GIS-Routinen für Planungsprozesse im GIS-EUS

Als zentrale Funktion des GIS-EUS im Projekt PROSPER-RO werden mithilfe der aufgelisteten Basisdatensätze Planungsszenarien auf F-Plan-Ebene vorbewertet. Dafür lassen sich digitale Planflächen in eine Web-Karte einzeichnen und der vorgesehene Landnutzungstyp eintragen bzw. bestehende Planflächen

als Zip-File laden. Nach der Auswahl der gewünschten Bewertungsalgorithmen erhält der Nutzer eine multikriterielle Analyse des Planungsszenarios, indem das GIS-EUS prognostizierbare Auswirkungen auf Infrastrukturen und Umwelt sichtbar macht. Die im Rahmen des Projekts implementierten GIS-Bewertungsroutinen umfassen (Mehl et al. 2022):

4.1.2.1 Veränderung von Ökosystemleistungen

Im Themenbereich Ökosystemleistungen (ÖSL) wird die Veränderung der Bereitstellung von Ökosystemleistungen im Projektgebiet im Ist-Zustand und Planzustand bewertet und verglichen:

- Versorgende Ökosystemleistungen: Bereitstellung von Kulturpflanzen, Trinkwasser (Grundwasser), Brauchwasser und pflanzlichen Rohstoffen
- Regulative Ökosystemleistungen: Hoch- und Niedrigwasserregulation, Nähr- und Schadstoffrückhalt, Bodenrückhalt, Retention von Kohlenstoff und Stickstoff, Treibhausgasrückhalt, Kühlwirkung und Habitatbereitstellung
- Kulturelle Ökosystemleistungen: Landschaftsästhetik

4.1.2.2 Schmutzwasser, Trinkwasser, Regenwasser

Im Themenbereich Wasserwirtschaft sind folgende Funktionen verfügbar:

- Bestimmung des Regenwasserabflusses durch zusätzlich versiegelte Flächen im Planungsszenario. Weitergabe des zusätzlichen Abflusses an ein „vorgefülltes“ Fließgewässer entlang des Fließwegs unter Annahme eines „Worst-Case“-Szenarios (ohne Wellenabflachung und Drosselung der Abflussspitze an Durchlässen) und Bewertung der Abflusskapazität aller betroffenen Gewässerabschnitte. Die hydrodynamisch relevante Vorfüllung ist, basierend auf Modellrechnungen (siehe Kap. 2.2.4), für vordefinierte Wiederkehrintervalle hinterlegt.
- Abfrage der Bereitstellungskapazität von Trinkwasserwerken
- Ermittlung von räumlichen Überschneidungen mit Trinkwasserschutzonen durch die Planflächen
- Abschätzung des nutzungsabhängigen Schmutzwasseraufkommens einer Planfläche; Ermittlung des Fließwegs von der nächstgelegenen Haltung im Abwassernetz bis zur Kläranlage und Ausweisung möglicher Engstellen im Netz bzw. in Pumpwerken

4.1.2.3 Kreislaufwirtschaft

Im Themenbereich Kreislaufwirtschaft lassen sich mögliche „Versorgungslücken“ mit Wertstoffhöfen durch Erreichbarkeitsanalysen und Berechnung der Veränderung der Erreichbarkeit durch potentiell neu errichtete Wertstoffhöfe ermitteln. Daneben werden als Ergebnis die zusätzlich erreichten Einwohner in bestimmten Fahrtzeiten sowie das mit den Einwohnern verbundene Abfallpotential ausgegeben (Vettermann et al. 2021)

4.2 Gewässerdatenverwaltung in QGIS

QGIS ist eine quelloffene, frei verfügbare Geoinformationssoftware. Um die gewässerbezogenen Daten in PROSPER-RO langfristig nutzbar zu machen, wurde für die beteiligten Partner ein QGIS-Projekt angelegt. In diesem lassen sich thematisch gruppierte Datensätze als einzelne *Layer* abrufen, verarbeiten und verändern. Das QGIS-Projekt „HRO_PROSPER-RO.qgz“ gliedert sich in vier Layer-Gruppen:

- **Prosper-Ro-Gewässerkataster** (vergl. Kap. 2.2.1 in Teil 1 des Berichts): Hier enthalten ist das im Zuge von PROSPER-RO aufgebaute Gewässerkataster, das alle offenen und verrohrten Gewässer 1. und 2. Ordnung des Projektgebietes systematisch mit Gewässer- und Gebietskennzahlen beinhaltet. Dazu gehören die passenden Einzugsgebiete. Außerdem enthalten sind die im Projektgebiet erteilten Wasserrechte mit dem Stand 2021. Zusätzlich sind die wesentlichen Inhalte des DLM25w aus Gründen der Aktualität (WMS-Server) dargestellt.
- **Grundlagen:** Unter diesem Punkt sind insbesondere die hydrologischen Grundlagendaten, die in Zusammenhang mit dem hydraulischen Modell stehen bzw. für dessen Bearbeitung notwendig sind, enthalten:
 - Rasterdaten des KOSTRA-Atlas mit allen verfügbaren Dauerstufen und Jährlichkeiten. Diese Daten sind auch Eingangsdaten für das hydraulische Modell.
 - Hydrologische Daten, beispielsweise Grundwasserneubildung und die hydrogeologischen Regionen (Datensätze der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
 - WMS/WFS-Dienste mit Angaben zur Pegelart sowie tagesaktuellen Wasserständen enthalten
 - Wasserschutzgebiete mit den festgesetzten Wasserschutz-, Küstenschutz und Überschwemmungsgebieten
- **Hydraulik:**
 - Grundlagen: Aufgeführt sind hier die Speicher, Pumpen, Einzugsgebiete und Auslässe mit den Parametern, wie sie auch im hydraulischen Modell zu finden sind. Mit Hilfe des in PROSPER-RO entwickelten QGIS-Plugins „generate_swmm_inp“ (Schilling und Tränckner 2022) lassen sich diese Daten anpassen und so wieder in das SWMM-Projekt integrieren, um weitere Berechnungen durchzuführen
 - Ergebnisse: Für alle in PROSPER-RO erstellten Gewässermodelle wurden aus den Binärdateien, in denen SWMM die Simulationsergebnisse speichert, Wasserstände und Durchflüsse als Zeitreihen per Pythonskript ausgelesen. Für jeden Gewässerabschnitt und jedes zugehörige Teileinzugsgebiet wurden diese in aggregierter Form (Abflussspitze und Gesamtabfluss je Abschnitt, ggf. Überflutungsdauer und ausgetretenes Volumen) als Tabelle abgespeichert. Zur Visualisierung kritischer Punkte im Gewässer wurden nach Verknüpfung der Ergebnistabellen mit den GIS-Objekten vordefinierte Symbole und Beschriftungen als QGIS-Layer-Styles angelegt.

- **Ökosystemleistungen:** In dieser Gruppe sind alle im Rahmen von PROSPER-RO bewerteten Ökosystemleistungen als Raster-Dateien enthalten. Die Gruppe gliedert sich in
 - Kulturelle Ökosystemleistungen
 - Regulierende Ökosystemleistungen
 - Versorgende Ökosystemleistungen

Neben den 4 genannten Gruppen sind weitere Raster- / WMS-Layer in das Projekt eingebunden, die sich als Hintergrundkarten nutzen lassen.

Das QGIS-Projekt dient vorrangig der Übergabe von Gewässermodelldaten und -ergebnissen (Kap. 2.2.4) an die Projektpartner im Anwendungsbereich „Wasserwirtschaft“. Neben den aufgelisteten Darstellungsmöglichkeiten sind auch *Layer*-spezifische Funktionen im Projekt hinterlegt, beispielsweise, um Längs- und Querschnitte von Gewässersegmenten abzufragen und zu visualisieren, oder das Gewässereinzugsgebiet oberhalb eines Berechnungsknotens zu selektieren.

4.3 Planungshilfe – Modularität bei Wertstoffhöfen

4.3.1 Anforderungen und Ziele unter Berücksichtigung der sozialen und gesetzlichen Entwicklungen

Wertstoffhöfe sind abfallwirtschaftliche Einrichtungen des öffentlichen-rechtlichen Entsorgungsträgers, privater Unternehmen oder von Vereinen zum Zwecke der Einsammlung. Über sie wird die Entsorgung von problematischen, sperrigen oder gefährlichen Abfällen geregelt, die in Haushalten von Bürgerinnen und Bürgern sowie im Kleingewerbe anfallen. Sie leisten einen wichtigen Beitrag für die Getrenntsammlung im Bringsystem durch die Weiterleitung von Abfällen und Wertstoffen zu Verwertungs- und Entsorgungsanlagen.

Der Ausbau von Wertstoffhöfen zu regionalen Ver- und Entsorgungshöfen wird zunehmend konzeptionell durchgeführt. Innerhalb des PROSPER-RO-Projektes wurden für eine Zunahme an Modularität in der Planung mehrere Kalkulationstabellen erstellt, die eine Hilfestellung bei der Planung und Dimensionierung der Ausstattung sowie der einzelnen Flächen geben sollen. Durch eine Kategorisierung in definierte Größenklassen werden Richtwerte für Lagerarten und -größen spezifischer Abfallfraktionen gegeben. Die Einordnung in Größen mit entsprechenden Lagergrößen und Ausstattung von Behältern klassifiziert die Wertstoffhöfe in entsprechende Klassen.

Eine aus dem PROSPER-RO-Projekt durchgeführte Befragung aus dem Jahr 2021 auf den Wertstoffhöfen der Stadtentsorgung Rostock GmbH im Stadtgebiet der Hanse- und Universitätsstadt hat ergeben, dass die Altersgruppen der 45 bis > 65-jährigen und der > 65-jährigen mit jeweils 38 % den Hauptteil der Besucher ausmachen. Perspektivisch wird angenommen, dass sich das Durchschnittsalter der Wertstoffhofkunden in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock durch den demographischen Wandel noch weiter

erhöht. In Bezug auf die jetzige und auch zukünftige Nutzung sollte dementsprechend eine Berücksichtigung und Anpassung gemäß der erwartenden Altersstruktur erfolgen, so dass auch eine barrierefreie Nutzung z. B. durch Rampen erfolgen kann.

Insgesamt wandelt sich zunehmend die Vorstellung eines Wertstoffhofes von einer schlichten und tristen Abfallabgabestelle hin zu modernen Einrichtungen, die als Orte der Weiterbildung und Begegnung fungieren können. Ein Wertstoffhof kann die Beschäftigung von Menschen mit Behinderungen im Betrieb forcieren. So sind z. B. im Landkreis „Wetteraukreis“ 27 Menschen mit Behinderung und 9 Betreuer (ca. 290.000 Einwohner) im Bereich E-Schrott-Recycling beschäftigt (Scheffold 2015). Schulklassen haben die Möglichkeit sich über die Kreislaufwirtschaft zu informieren und weiterzubilden, so dass eigens dafür Räume geschaffen werden, z. B. in Form von Informations-Pavillons. Andere Ideen beschäftigen sich mit der Rückführung von gebrauchten Geräten sowie der Reparatur von Elektrogeräten durch qualifizierte Mitarbeiter (Urban 2015). Hierdurch werden wiederverwendbare Teile z. B. funktionsfähige Elektrogeräte wieder einer Benutzung zugeführt. Das verlängert die Nutzungsdauer der Geräte und schont die Ressourcen. Außerdem wird ein größerer ideeller Wert für den Besitzer und dessen Gerät erzeugt. Eine saubere und umweltfreundliche Umgebung mit einer bedienerfreundlichen und sicheren Entsorgung sowie einer eindeutigen Kennzeichnung und Verkehrsführung sind der neue Standard in der Planung von neuen Wertstoffhöfen (vergl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Anforderungen und Ziele für Planung und Betrieb von Wertstoffhöfen

Neu geplante Wertstoffhöfe sollten die aktuellen sozioökonomischen Entwicklungen und Trends berücksichtigen und beispielsweise ausreichende Möglichkeiten für die Aufnahme von Elektro- und Smart-Ge-

räten anbieten. Durch eine zunehmende Digitalisierung wird die Art und Weise des Konsums auf individuelle und gesellschaftliche Wirtschafts- und Lebensweisen nachhaltig beeinflusst, so dass entsprechende Veränderungen in der Abfallart und -menge bei den Entsorgern zu verzeichnen sind (Kahlenborn et al. 2018). Infolgedessen müssen adäquate Lagermöglichkeiten und -kapazitäten geschaffen werden. Ein Beispiel ist die zunehmende Nachfrage nach Solaranlagen, welche mittel- und langfristig den Austausch alter Photovoltaik-Module verursacht, die entsorgt werden müssen. Wertstoffhofbetreiber sollten hierfür großflächige Lagerkapazitäten bereitstellen.

Ein von der EU-Kommission angekündigter Gesetzesvorschlag für das „Recht auf Reparatur“ im Jahr 2023 soll die Reparaturmöglichkeiten und die Kosten für Ersatzteile zukünftig transparenter gestalten, um die Reparierbarkeit von Produkten zu fördern. Ziel ist es, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und eine Umkehr von der Wegwerfgesellschaft hin zu einer Gesellschaft, die Produkte wertschätzt, zu schaffen (Deutsche Presse-Agentur 2022). Hier können Wertstoffhöfe eine entscheidende Rolle einnehmen, indem sie Rückkonsumzentren oder Reparaturwerkstätten etablieren. Durch Serviceleistungen im Wiederverkauf oder Reparatur kann dieser Re-Use-Gedanke aufgenommen und somit einen Beitrag zum Ressourcenschutz und zur *circular economy* geleistet werden.

4.3.2 Bausteine bei der Wertstoffhofplanung

I. Abfallvolumen und -heterogenität

Wertstoffhöfe nehmen in der Regel ausschließlich Abfälle privater Haushalte an. Ausnahmen gelten für Betreiber von Kleingewerbebetrieben. Die deutlich größte Abfallmenge wird in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock durch die Anlieferung von Grünabfällen (ca. 60 %) verursacht. Darauf folgen Sperrmüll (ca. 25 %) und Elektroschrott (ca. 10 %). Die restlichen 5 % verteilen sich auf Problemabfälle, Batterien und sonstigen Schrott (Stegert 2019). Aufgrund der sehr unterschiedlichen Abfallarten und heterogenen Zusammensetzung gelten unterschiedliche Anforderungen für die Annahme und Zwischenlagerung, insbesondere im Hinblick auf die Wassergefährdung. Für die Planung der Annahme-Situation und Lagerung sind daher als erstes die aufgrund der Größenklasse zu erwartenden Abfallarten und deren Volumina einzuschätzen. Hierzu erfolgt zunächst eine Kategorisierung anhand der zu erwartenden Einwohnerzahl im Einzugsgebiet des zu planenden Wertstoffhofes in eine Größenklasse gem. Tabelle 18, Anhang B. Die resultierenden Abfallmengen sowie Abfallarten variieren entsprechend der Größenklasse des Wertstoffhofes. Besondere standortspezifische Gegebenheiten, wie z. B. das Vorhandensein mehrerer Schrebergärten oder Grundstücke mit großen Gartenanlagen können ein verstärktes saisonales Grünabfallaufkommen verursachen sind dementsprechend zu berücksichtigen. Dieser Effekt verstärkt sich insbesondere in ländlichen Gebieten.

Die Abfälle lassen sich anhand ihrer Merkmale in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle einteilen. Die Tabelle 18 (Anhang B) umfasst einige wichtige Abfallarten, darunter auch die gefährlichen Abfälle, diese mit einem Sternchen an der Abfallschlüsselnummer und lila gekennzeichnet sind.

II. Nicht gefährliche Abfälle

Bei nicht gefährlichen Abfällen sind die Anforderungen an die Zwischenlagerung nicht so restriktiv wie bei gefährlichen Abfällen. Nicht gefährliche Abfälle werden abhängig von ihren Eigenschaften in Wassergefährdungsklassen eingestuft. Die konkreten Bestimmungen und Festsetzungen für den Umgang und Lagerung richten sich nach den Regelungen der „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (AwSV) und Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Die Lagerung der Abfälle erfolgt i. d. R. in Boxen, Behältern oder Containern. Zunehmend erfolgt die Lagerung aus Gründen der Vermeidung von Kontaminationen witterungsgeschützt (Deckel, Dach, Folien).

III. Gefährliche Abfälle

Gefährliche Abfälle sind Abfallstoffe, die festgelegte Gefährlichkeitsmerkmale aufweisen und somit eine Gefahr für Gesundheit und Umwelt darstellen können. Für gefährliche Abfälle existieren spezielle Erfassungs- und Entsorgungswege. Dazu zählen alle Elektro-Altgeräte-Gruppen (1-5). Sie können teil- oder vollhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe und/oder gefährliche Bauteile enthalten. Zu den gefährlichen Abfällen zählen auch Altbatterien und Altlacke sowie Lösemittel, Säuren und Laugen etc. Für die Lagerung dieser Abfälle sind Schutzvorrichtungen unbedingt notwendig. Eine Planung der Schutzmaßnahmen ist nach den aktuellen technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) sowie mit Berücksichtigung der Gefahren- und Biostoffverordnung vorzunehmen. Durch die mit den Regelwerken verbundenen baulichen und organisatorischen Aufwendungen ist die Annahme gefährlicher Abfälle auf Wertstoffhöfen in Wohngebieten mit < 15.000 Einwohner nicht empfehlenswert. Eine kosteneffiziente und sichere Alternative bieten sog. Schadstoffmobile, die eine kostenlose Entsorgung von Schadstoffen in haushaltsüblichen Mengen anbieten. Gefährliche Abfälle zählen in jedem Fall zu den wassergefährdenden Stoffen (mindestens „allgemein wassergefährdend“), weshalb eine Einhaltung der AwSV und WHG zutrifft.

Gefährliche Abfälle, wie Elektroaltgeräte können wie nichtgefährliche Abfälle auch, in Lagercontainer zwischengelagert werden, die jedoch abschließbar und vor Niederschlagswasser geschützt sein müssen. Für batteriebetriebene Altgeräte, Lampen, PV-Module, Altbatterien eignen sich Lagermöglichkeiten mit kleinerem Behältervolumina, so z. B.: Gitterboxen, Fässer, Paloxen etc. Für gefährliche und zugleich stark wassergefährdende Abfälle sind bauartzugelassene Spezialbehälter zu verwenden.

4.3.3 Bauwerke

I. Annahme- und Sozialgebäude

Für die Registrierung und Kontrolle der angelieferten Abfälle ist die Errichtung eines Annahmegebäudes notwendig. Hier werden die Personaldaten und das Kfz-Kennzeichen geprüft und gem. der aktuellen Abfallgebührensatzung Gebühren erhoben. Bautechnisch werden die Annahme- und Sozialcontainer als Containerbauten oder in Massivbauweise gefertigt und beherbergen die Sozialeinrichtungen, d. h.

Schwarz-Weiß-Umkleidebereich zur Trennung des schmutzigen „Schwarz-„ und sauberen „Weiß-Bereiches mit WC und Dusche sowie ein Aufenthaltsbereich mit Küchenzeile und Sitzgelegenheiten. Die Platzverhältnisse für die Arbeits-, Pausen- und Sanitärräume müssen so geplant werden, dass sie der Arbeitsstätten-Richtlinie entsprechen. Für Wertstoffhöfe der Größenklassen 4 (≥ 75.000 bis < 100.000) und 5 (≥ 100.000) eignet sich meist ein größeres Betriebsgebäude, in dem der Annahmebereich bereits integriert ist und Büroräume eingeplant werden, so dass Projektbesprechungen und auch Weiter- und Umweltbildungen für Erwachsene und Kinder durchgeführt werden können. Alternativ dazu kann auch ein gesonderter Veranstaltungsbau z. B. in Form eines Informations-Pavillons mit informativem Lernmaterial errichtet werden.

II. Lagercontainer

Lagercontainer sind der bevorzugte Behältertyp für die Zwischenlagerung des überwiegenden Teils der Abfälle auf dem Wertstoffhof und werden vorwiegend als Abrollcontainer verwendet. Die Container müssen so platziert werden, dass ein behinderungsfreies Aufnehmen und Absetzen gewährleistet wird. Es sollten genügend Aufstell- und zusätzliche Wechselbehälterflächen eingeplant werden. Hierfür sind ausreichend große Handlingflächen zum Rangieren der eingesetzten Hakenlift-LKWs zu berücksichtigen. Für die Stellfläche eines Abrollcontainers wird eine Grundfläche von ca. 21 m² (3,0 m x 7,0 m) angenommen. Für die Zwischenlagerung von Altpapier, Leichtstoffverpackungen und Siedlungsabfällen eignen sich Müllgroßbehälter bis zu 1.100 Liter. Altglas und Altkleider werden für gewöhnlich in Depotcontainern gelagert.

III. Plattformen

Ein Bauelement auf modernen Wertstoffhöfen sind Plattformen, die einer sicheren und bequemen Entladung dienen. Passend zur Grundstücksform und den vorherrschenden Platzverhältnissen können diese in unterschiedlichen Formen ausgebildet sein. Sie verfügen über eine Auffahrts- und Abfahrtsrampe für die Wertstoffhofkunden. Die Größe der Plattform richtet sich nach der Anzahl der anzuordnenden Lagercontainer. Durch ein erhöhtes Befüllplateau wird eine benutzerfreundliche Einwurfhöhe gewährleistet, d. h. die Materialbefüllung ist einfach per Hand und ohne Überkopfhieven möglich. Plattformen sind meist eine bau- und kostenintensivere Alternative zu mobilen Arbeitsbühnen mit Treppenaufgang auf denen ältere Menschen und Menschen mit Behinderung bislang eingeschränkten Zugang haben. Als Absturzsicherung der Entladeplattform dient ein Geländer. Je nach Bauweise können unter der Entladeplattform auch großzügige Lagerräume untergebracht werden.

IV. Rückkonsumzentrum

Zur Vermeidung von Abfällen und zur Umsetzung der Verpflichtung der örE einer „schonenden Sperrmüllsammlung“ nach § 20 Abs. 2 Nr. 7 KrWG werden zunehmend bei der Planung von Wertstoffhöfen auch sog. Rückkonsumzentren mitberücksichtigt, in denen unbeschädigte Gegenstände und funktionsfähige Geräte kostenlos abgegeben werden können. Nach einer Prüfung der Funktionsfähigkeit können die

Gegenstände kostenlos oder gegen eine niedrige Gebühr wieder erworben werden. Bei der Planung solcher Rückkonsumzentren oder Umtauschplätze ist abhängig vom Umfang der Anlieferungen eine ausreichende Stellplatzfläche zu berücksichtigen. Es wird empfohlen vier Bereiche zu integrieren:

- Annahmehereich
- Aufbereitungs- / Reparaturbereich
- Verkaufsraum
- Bürobereich zur Dokumentation der Annahmen und Abgaben/Verkäufe

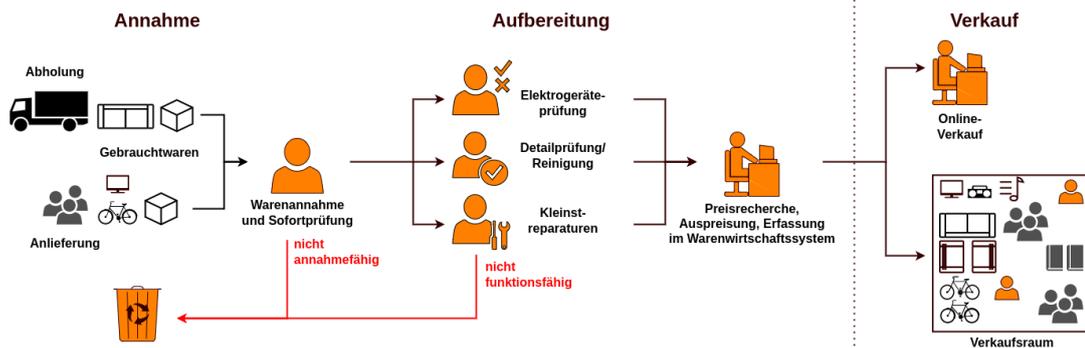


Abbildung 4: Ablaufdiagramm eines Rückkonsumzentrums (Steinbach 2023)

Der Verkaufsraum beherbergt alle angelieferten Gegenstände und beansprucht ein entsprechendes Lager volumen. Abhängig von der Intensität von Anlieferung und Abgabe/ Verkauf ist eine kleinere oder größere Fläche notwendig. Entsprechend der definierten Größenklasse für die Wertstoffhofplanung ergeben sich folgende empfohlene Flächengröße für Rückkonsumzentren.

Tabelle 4: Flächenkalkulation für Rückkonzentrieren entsprechend der Wertstoffhof-Größenklasse

Teilflächen	Flächenkalkulation				
	Größenklasse 1 (0 bis < 25.000)	Größenklasse 2 (≥ 25.000 bis < 50.000)	Größenklasse 3 (≥ 50.000 bis < 75.000)	Größenklasse 4 (≥ 75.000 bis < 100.000)	Größen- klasse 5 (≥ 100.000)
Stellplatzfläche für gefährliche Abfälle	81	95	102	192	192
Stellplatzfläche für nicht gefährliche Abfälle	105	139	174	237	283
Gesamtstellplatzfläche	186	234	276	429	476
Handlingfläche	372	468	551	857	952
Rückkonzentrieren (optional)	53	70	87	118	142
Verkehrsfläche	558	701	1103	1715	1904
Parkplätze	19	23	28	43	48
Sozialcontainer	20	20	20	20	20
Betonblocksteinboxen	28	35	41	64	71
versiegelte Fläche	1422	1785	2382	3675	4088
Grünfläche (80% der Grundstücksfläche)	355	446	595	919	1022
Gesamtgrundstücksfläche	1777	2231	2977	4594	5110

4.3.4 Verkehrsanlagen und Flächenbereiche unter Berücksichtigung von AwSV und WHG

Grundsätzlich erfolgt der Straßenoberbau für die Betriebsflächen gemäß der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12). Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ergibt sich aus der Frostempfindlichkeitsklasse der gewählten Belastungsklasse sowie der Anforderung infolge örtlicher Verhältnisse. Aufgrund der relativ hohen Beanspruchung beim Containertransport werden die Verkehrs- und Containerstellflächen der Belastungsklasse (Bk) 3,2 zugeordnet. Aufgrund der großen Lasteinwirkung und häufigen Lastwechsel werden die Containerstellflächen aus Straßenbeton gefertigt. Sonstige Verkehrs- und Betriebsflächen, die dem Kunden- und innerbetrieblichen Verkehr dienen, können meist aus einer sehr haltbaren und tragfähigen Pflasterdecke (Bk 3,2) gebaut werden.

Die AwSV „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ ist eine Rechtsordnung zum Schutz der Gewässer vor freigesetzten wassergefährdenden Stoffen. Wassergefährdende Stoffe können feste, flüssige und gasförmige Stoffe und Gemische sein, die in der Lage sind in einem erheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen.

Abfälle stellen meist ein Gemisch aus mehreren Einzelstoffen bzw. Komponenten dar, dessen genaue Zusammensetzung grundsätzlich nicht nachvollziehbar ist. Aus diesem Grund werden solche Stoffgemische und Stoffe, deren wassergefährdende Eigenschaften unstrittig sind, als „allgemein wassergefährdend“ eingestuft. Für flüssige (oder gasförmige) Abfälle gelten praktisch die gleichen AwSV-Reglungen wie für andere flüssige oder gasförmige wassergefährdende Stoffe.

Feste Abfälle, deren Herkunft oder Zusammensetzung keine nachteilige Veränderung der Gewässerbeschaffenheit bewirken, können als „nicht wassergefährdend“ eingestuft werden. Hierzu zählen viele Naturstoffe wie Glas, Gesteine, Holzspäne (von unbehandeltem Holz) oder andere weitestgehend inerte Materialien wie Papier, Verpackungskunststoffe und Metalle. Eine genaue Einordnung der gängigsten Abfallarten nach AwSV ist der Tabelle 18 (Anhang B) zu entnehmen.

Ein herkömmlicher Wertstoffhof im Normalbetrieb nimmt sowohl nicht wassergefährdende Stoffe als auch wassergefährdende Stoffe an und lagert diese zwischen. Entsprechende Maßnahmen und Vorkehrungen zum Schutz von Erdreich und Grundwasser vor wassergefährdenden Stoffen gem. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) § 62 und § 63 müssen umgesetzt werden. Insbesondere sind Bereiche, die zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von Chemikalien, Ölen und anderen Flüssigkeiten genutzt werden, entsprechend auszustatten. Kurz vor Projektende wurde durch die DWA eine neue Arbeitsgruppe (DWA-AG ES 3.2) gegründet, welche speziell für Niederschlagswasser von hochbelasteten Flächen eine neue Merkblattreihe erarbeiten soll. Hier sind künftig auch konkrete Hinweise für Wertstoffhöfe zu erwarten.

4.3.5 Außenanlagen

Bei der Errichtung von Wertstoffhöfen und anderen Gebäuden oder baulichen Anlagen muss ebenfalls der Versiegelungsgrad auf dem Baugrundstück mitberücksichtigt werden. Die Grundflächenzahl (GRZ) gibt an, wieviel Quadratmeter Grundfläche eines Gebäudes je Quadratmeter Grundstücksfläche zulässig sind. Die GRZ ist in der Regel im Bebauungsplan festgeschrieben. In den meisten Festschreibungen dürfen zwischen 60 bis maximal 80 % der Grundstücksfläche versiegelt werden. Ebenfalls sind sog. grünordnerische Festsetzungen im Bebauungsplan enthalten. Sie regeln die Gestaltung in Abhängigkeit der Bauweise sowie die Begrünung der restlichen unbebauten Flächen durch entsprechende Festsetzungen. Die Festsetzungen beinhalten häufig die Quantität und Qualität der vorzunehmenden Pflanzungen gem. angegebener Pflanzenliste.

Für die Dimensionierung eines Wertstoffhofes ist es demnach wichtig von Beginn an mit der festgesetzten GRZ gem. Bebauungsplan die weiteren baulichen Anlagen zu planen, um so ausreichend Grün- und Pflanzflächen zu berücksichtigen. Für die Dimensionierungstabelle (Tabelle 4) wird demnach eine maximale Versiegelung der Fläche von 80 % (GRZ 0,8) angenommen.

Zu den Außenanlagen gehört auch die Einfriedung des Grundstücks. Der unbefugte Zutritt Dritter wird in der Regel mit der Errichtung einer Einfriedung und teilweise mit der Installation von Überwachungskameras versucht zu unterbinden. Vielerorts werden die Wertstoffhöfe illegal betreten und es wird in die verschlossenen Elektroschrott-Container eingebrochen. Eine Einfriedung gilt daher als Grundschutz vor Diebstahl.

4.3.6 Beschilderung / Information

Die Ausschilderung zu einem Wertstoffhof sollte von allen wichtigen Hauptverkehrsadern möglichst gut sichtbar erfolgen, so dass auch weiträumig eine gute Erreichbarkeit zum Wertstoffhof gewährleistet wird. In allen gängigen Informationsmaterialien der öffentlich-rechtlichen Entsorger sollten Anfahrtsskizze der Wertstoffhöfe hinterlegt werden (Internet, Apps, Abfallkalender, separate Flyer etc.). Die Erreichbarkeit und Anfahrbarkeit von Wertstoffhöfen sind wichtige Standortvoraussetzungen, die zu einer Akzeptanz der Einrichtungen beitragen. Dem Wunsch nach kurzen sowie staufreien Anfahrtswegen stehen die Nachbarschaftsinteressen sowie wirtschaftliche Randbedingungen gegenüber. (Dornbusch et al. 2015)

Hinzu kommt die Beschilderung und die Informationen, die auf dem Wertstoffhof zum Einsatz kommen. Für ein sicheres Bewegen auf dem Wertstoffhof ist eine übersichtliche und eindeutige Wegführung zum Entsorgungspunkt sowie die Beschilderung der Entsorgungsbehälter wichtig. Auf Wertstoffhöfen mit getrennter / gemeinsamer Verkehrsführung von innerbetrieblichen- und Kundenverkehr hat die Beschilderung insbesondere sicherheitsrelevante Gründe.

Teil 2 – Szenarien und Konzepte für den Stadt-Umland-Raum der Regiopolregion Rostock

1 Bewertung von Entwicklungsoptionen

In Flächennutzungsplänen (FNP) legen die Kommunen im Stadt-Umland-Raum der Regiopolregion Rostock ihre beabsichtigte bauliche Entwicklung fest. Doch nicht alle in FNP ausgewiesenen Flächen für Wohn- und Gewerbebebietsentwicklung werden tatsächlich bebaut. Ziel dieses Kapitels ist es, dieses Flächenpotential im Untersuchungsgebiet zu analysieren. Ausgehend von regionalen Bevölkerungsprognosen werden dafür räumliche Entwicklungsoptionen mit unterschiedlicher Bebauungsdichte verglichen und nach dem Ökosystemleistungsansatz bewertet.

1.1 Flächenpotentiale

1.1.1 Wohnflächenpotential

Die Flächenkulisse potentieller Wohnbauflächen in Rostock, die im gerade in der Neuaufstellung befindlichen FNP ausgewiesen werden könnten⁴, lag für die Analyse als Geodaten mit dem Stand September 2022 bereit. Für die Umlandgemeinden wird das Flächenpotential im PROSPER-RO-Szenario für Wohnungsbau in den Umlandgemeinden anhand von Flächennutzungsplänen ermittelt. Folgende Flächennutzungspläne der Umlandgemeinden lagen dazu vor, die im Rahmen von PROSPER-RO als Vektordaten digitalisiert wurden:

Tabelle 5: Übersicht digitalisiert Flächennutzungspläne

Gemeinde	Aufstellungsjahr bzw. Stand des FNP
Admannshagen-Bargeshagen	2013
Bentwisch	2017
Broderstorf	2011
Dummerstorf	2020
Elmenhorst-Lichtenhagen	2004
Kritzmow	2010
Lambrechtshagen	2014
Mönchhagen	2012
Nienhagen	2017
Papendorf	2016

⁴ noch dauert Prozess an, derzeit wird der Vorentwurf erarbeitet, siehe Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2022b

Gemeinde	Aufstellungsjahr bzw. Stand des FNP
Poppendorf	2012
Pölchow	2005
Roggentin	2005
Rövershagen	2017
Stäbelow	2004
Thulendorf	2000
Ziesendorf	1994

Aus den Flächennutzungsplänen wurden zunächst die für Wohnungsbau in Frage kommenden Flächen selektiert. Berücksichtigt wurden alle Flächentypen, in denen im überwiegenden Maße Wohnbebauung zulässig ist. Die Flächennutzungspläne der einzelnen Gemeinden unterscheiden sich hier in ihrer Ausdifferenzierung. So gibt es in einigen Flächennutzungsplänen nur „Wohnbauflächen“, in anderen wird zwischen „allgemeinen Wohngebieten“, „Dorfgebieten“, und „Kleinsiedlungsgebieten“ unterschieden. Durch Verschneidung mit der Realnutzungskartierung des Stadt-Umland-Raums wurden aus den FNP die noch unbebauten Flächen extrahiert. Ausgenommen wurden dabei Flächen, für die bereits ein Bebauungsplan existiert, bzw. in Erstellung ist. Unbeachtet blieb, ob die Flächen auch tatsächlich bebaut werden können (aufgrund ungünstiger Zuschnitte von Grundstücken, fehlender Zuwegungen etc.). Durch die Verschneidung entstandene Splitterpolygone wurden GIS-technisch zunächst über räumliche Negativ-Positiv-Puffer (-10 m; +10 m) und anschließend durch Filtern nach Mindestgröße (200 m²) entfernt.

1.1.2 Potentielle Flächen für Gewerbeentwicklung

Die Potentialflächen der Hansestadt für Gewerbeentwicklung (Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2022b) wurden direkt als Geodaten bereitgestellt. Weiterhin werden für Rostock jene Flächen berücksichtigt, die im Zuge der Hafenerweiterung überbaut werden könnten. Das Flächenpotential für Gewerbe und Industrie in den Umlandgemeinden wird analog zum Flächenpotential für Wohnungsbau bestimmt. In Frage kommen dafür noch unbebaute Flächen in den Flächennutzungsplänen, in denen eine Gewerbeentwicklung zu erwarten ist. Dazu wurden die Kategorien „Gewerbegebiete“, „Gewerbliche Bauflächen“, „Industriegebiete“, „Sonderbauflächen“ und „Sonstige Sondergebiete“ ausgewählt. Nach der Verschneidung mit der Realnutzungskartierung werden Flächen mit einer Mindestgröße von 2500 m² als potentielle Gewerbe- und Industrieflächen angesehen.

1.1.3 Mischflächenpotential

Darüber hinaus wird das Mischflächenpotential einheitlich für den gesamten Stadt-Umland-Raum bestimmt. Die hier berücksichtigten Flächennutzungsplan-Kategorien sind „Mischgebiete“ und „Gemischte Bauflächen“. Die weitere Abfolge und Parameter der GIS-Analysen entsprechen denen des Wohnbauflächenpotentials.

1.1.4 Ergebnisse der Potentialanalyse

In Rostock ist nach derzeitigem Planungsstand des neuen Flächennutzungsplans (noch nicht beschlossen) ein Flächenpotential von ca. 156 ha für Wohnbebauung zu erwarten („mittleres FNP-Szenario der Hansestadt“). Gemeinsam mit den berechneten Flächenreserven in Flächennutzungsplänen der Umlandgemeinden (in Tabelle 6 aufgelistet bzw. in Abbildung 5 dargestellt) ergibt sich damit Wohnbau-Gesamtpotential von ca. 342 ha. Unbeachtet bleibt bei dieser Betrachtung die Tatsache, dass diese Flächen evtl. gar nicht bebaubar sind (Zuschnitt des Grundstückes, Eigentumsverhältnisse etc.). Dies wäre in einem späteren Verfahren zu prüfen.

Tabelle 6: Flächenpotential im Projektgebiet

Gemeinde	Flächenpotential (ha)		
	Wohnbau	Gewerbe	Mischfläche
Admannshagen-Bar- geschagen	7,4	1,1	1,2
Bentwisch	16,6	84,8	4,0
Broderstorf	14,5	24,5	6,7
Dummerstorf	50,0	221,1	18,6
Elmenhorst/Lichtenhagen	7,3	0,4	2,4
Kritzow	8,6	22,3	12,6
Lambrechtshagen	4,0	1,5	5,2
Mönchhagen	-	4,9	5,3
Nienhagen	0,4	-	3,3
Papendorf	7,3	22,6	2,4
Pölchow	2,8	0,8	2,4
Poppendorf	9,4	-	2,4
Roggentin	7,1	11,0	0,8
Rostock*	155,9	466	11,9
Rövershagen	20,2	5,6	2,8
Stäbelow	4,0	6,8	1,6
Thulendorf	9,0	-	0,9
Ziesendorf	17,0	12,2	-
Gesamt	341,5	885,6	84,5
Gesamt ohne HRO	185,6	419,6	72,6
* abgeleitet aus derzeitigem Planungsstand des zukünftigen FNP			

Ferner stehen für die Ansiedelung von Industrie und Gewerbe im Stadt-Umland-Raum insgesamt 886 ha an potentiellen Flächen bereit. Davon bestehen ca. 466 ha in der aktuellen Flächenentwicklungskulisse der Hansestadt (mittleres Szenario). In den Umlandgemeinden sind sehr unterschiedlich große Flächenpotentiale (von 0 bis ca. 221 ha) vorhanden (vergl. Abbildung 5). Zudem stehen auch in Summe 84,5 ha

als Mischgebiete ausgewiesene Flächen in Stadt und Umland bereit, die theoretisch anteilig für Gewerbeansiedlung genutzt werden könnten (Tabelle 6).

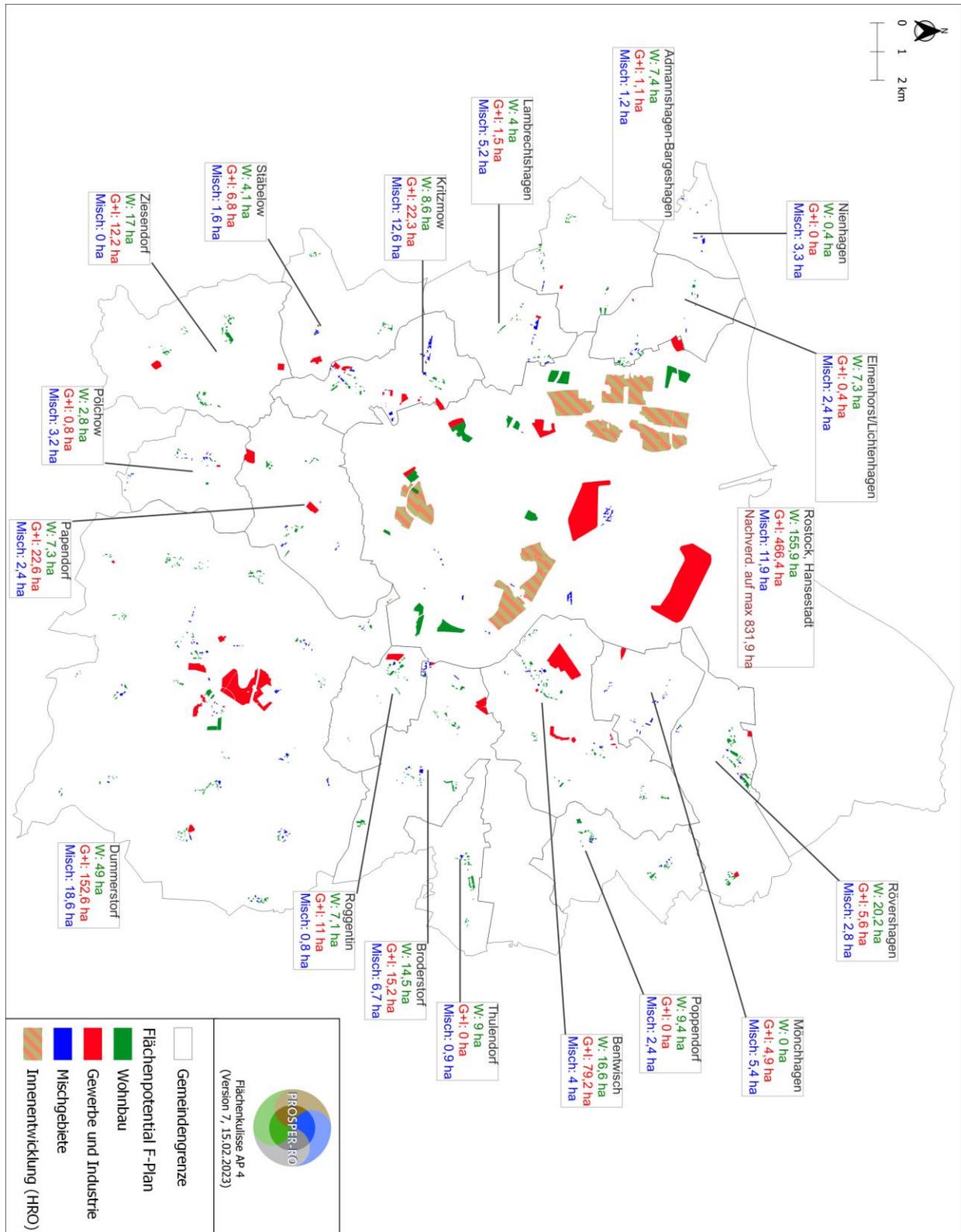


Abbildung 5: Flächenpotentiale im Stadt-Umland-Raum

1.2 Bevölkerungsentwicklung

1.2.1 Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock ging bisher (Veröffentlichung April 2020) in ihrer optimistischen Variante der Entwicklungsprognose bis zum Jahr 2035 von einem Zuwachs um ca. 11000 Einwohner aus (ausgehend von der Bevölkerungszahl von ca. 209.000 EW in 2020, vergl. Abbildung 6).

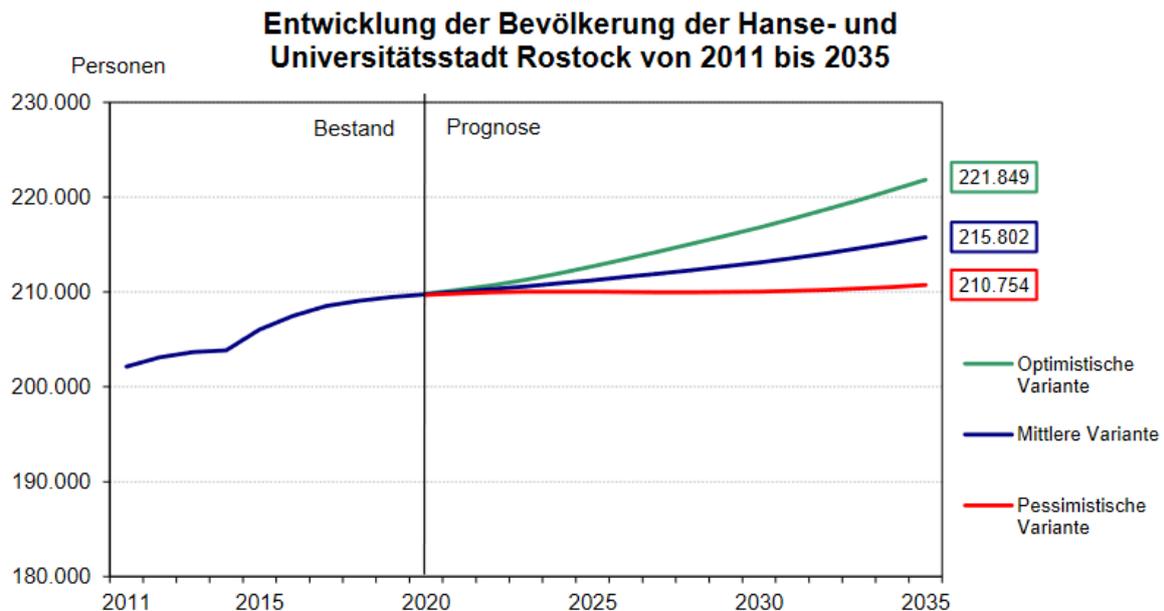


Abbildung 6: Prognose von 2020 (Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2020)

In der Aktualisierung der Bevölkerungsprognose vom April 2022, (Abbildung 7) wird in der optimistischen Variante nur noch ein moderates Wachstum der Bevölkerung um ca. 2000 Einwohner im gleichen Zeitraum erwartet. Die mittlere Variante prognostiziert hingegen eine leicht geringere Bevölkerungszahl bis 2035.

Mit dieser Aktualisierung wurde die vorher erwartete Bevölkerungsentwicklung deutlich nach unten korrigiert. Dennoch besteht eine hohe Nachfrage nach Wohnbauflächen. Für die Neuaufstellung des Flächennutzungsplans sollen nach derzeitigem Stand in Rostock potentielle Bauflächen für Wohngebiete über den durch die Bevölkerungsprognose begründeten Bedarf hinaus als Reserveflächen ausgewiesen werden. Hierfür sind Flächen mit unterschiedlichen Bebauungsdichten im Stadtgebiet vorgesehen.

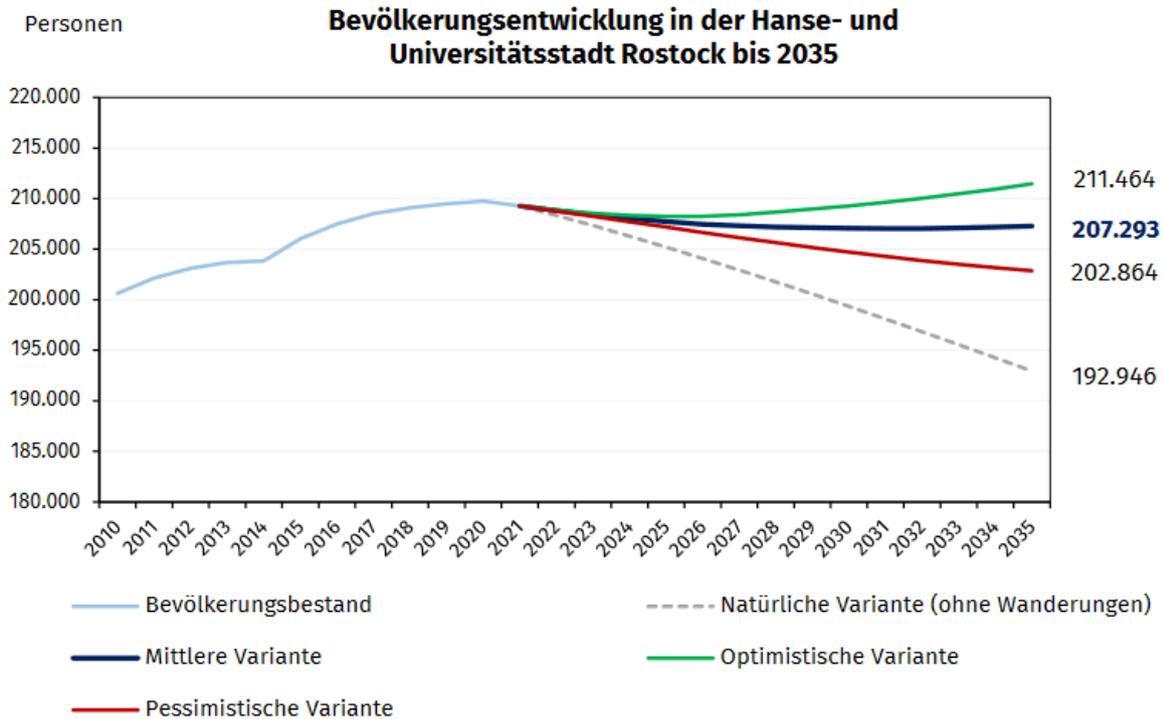


Abbildung 7: Aktualisierte Prognose (Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) 2022a)

1.2.2 Landkreis Rostock

Für den Landkreis Rostock wurde im Zuge der „5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040 – Landesprognose“ im Juli 2019 eine neue Bevölkerungsprognose aufgestellt (Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung, Mecklenburg-Vorpommern (EM MV) 2019). Diese sagt bis zum Jahr 2040 eine Abnahme der Bevölkerung im Landkreis um 0,5 % voraus. Bei einer Bevölkerungszahl im gesamten Landkreis von 214.635 EW im Jahr 2017 bedeutet das eine Abnahme um 1.069 EW auf 213.566 EW im Jahr 2040.

1.2.3 Szenario und Entwicklungsoptionen

Für die Betrachtung eines „Maximal-Szenarios“ wird angenommen, dass in Rostock die ursprüngliche, optimistische Variante der Bevölkerungsprognose – eine Zunahme um 11.000 EW bis 2035 greift. Im Umland wird mit einer leichten Abnahme um ca. 1.000 EW gerechnet. Damit bestünde für den Planungshorizont ein Flächenflächenbedarf für 10.000 EW im Untersuchungsgebiet.

Ein Spannungsfeld im Stadt-Umland-Raum der Regiopoleregion Rostock ergibt sich insbesondere aus der starken Nachfrage nach Einfamilienhäusern und der damit verbundenen höheren Flächeninanspruchnahme im Vergleich zu dichterem Bepflanzung. Die damit einhergehenden Auswirkungen auf Umwelt und Natur durch die ineffizientere Flächennutzung und den erhöhten Bedarf an Infrastruktur benötigen eine objektive und möglichst umfassende Beurteilung. Mit den erarbeiteten Daten und dem GIS-EUS liegen

Werkzeuge vor, um dieses Spannungsfeld darzustellen und die Auswirkungen des Flächenverbrauches auf Ökosysteme und Infrastruktur aufzuzeigen. Zur Verdeutlichung des oben skizzierten Konflikts wurden drei fiktive Entwicklungsoptionen (siehe Tabelle 7) mit verschiedenen Bebauungsdichten verglichen und bewertet.

Tabelle 7: Kurzbeschreibung der Entwicklungsoptionen

Name	Beschreibung	Hintergrund
Entwicklungsoption 1	Nur Einfamilienhäuser	Verdeutlichung der Flächeninanspruchnahme durch EFH
Entwicklungsoption 2	dichte Bebauung HRO, Einfamilienhäuser im Umland	Mittleres Szenario, das sowohl Flächenverfügbarkeiten als auch den Wunsch nach EFH berücksichtigt
Entwicklungsoption 3	Nur dichte Bebauung	Flächenoptimiertes Szenario

1.3 Bewertung und Priorisierung von Flächen anhand der Ökosystemleistungen

Beispielhaft werden für die gesamte Flächenkulisse zur Wohnbauentwicklung folgende Ökosystemleistungen bewertet:

- Zusammenfassende Gesamtbewertung aller 17 Ökosystemleistungen (Gesamt)
- Kühlwirkung
- Erholung

Für jede Potentialfläche wird dafür in QGIS der Mittelwert der o.g. ÖSL ermittelt. Die Priorisierung der Flächenkulisse erfolgt mit aufsteigendem ÖSL-Wert. Das bedeutet, dass Flächen mit sehr geringen ÖSL am ehesten bebaut werden sollten, um die hochwertigeren Flächen zu schützen. Tabelle 8 zeigt für jede der ÖSL den Rang der Erschließungsreihenfolge an. So sollte beispielsweise Fläche A nach der Gesamtbewertung zuerst erschlossen werden, da diese nur eine ÖSL von 1,99 aufweist. Würde hingegen nur die ÖSL „Kühlwirkung“ betrachtet, so ergäbe sich der Rang 10 durch den hohen ÖSL-Wert von 3,97.

In Abbildung 8 sind diese Ergebnisse grafisch aufbereitet. Die Grafik ist so zu lesen, dass beispielsweise bei einer Flächeninanspruchnahme von 60 ha bei den Gesamt-ÖSL der Wert bei 2,1 liegt, bei der Kühlwirkung bei 3,8. Die relativ kleine Spanne zwischen minimalen und maximalen ÖSL-Wert einer einzelnen Leistung ist deutlich erkennbar. Die Betrachtung der Gesamt- ÖSL relativiert dies, jedoch wird gleichzeitig deutlich, dass für die Abwägung der Flächenpriorisierung genau überlegt werden müsste, welche ÖSL einbezogen werden und welche Wichtung ihnen zukommt.

Tabelle 8: Durchschnittliche ÖSL der Entwicklungsflächen im Stadtbereich

Flächennummer	Flächengröße (ha)	ÖSL Gesamt		ÖSL Kühlwirkung		ÖSL Erholung	
		Wert	Rang	Wert	Rang	Wert	Rang
A	15,36	1,99	1	3,97	10	2,57	7
B	12,97	2,00	2	3,89	6	2,77	9
C	14,00	2,00	3	4,00	12	3,00	14
D	11,11	2,02	4	4,00	11	2,80	11
E	22,06	2,09	5	3,41	2	2,67	8
F	11,02	2,31	6	3,37	1	2,82	13
G	3,35	2,69	7	3,79	4	1,99	1
H	4,86	3,02	8	4,55	14	2,55	6
I	10,41	3,26	9	3,94	7	2,05	3
J	5,17	3,38	10	4,12	13	2,25	4
K	11,49	3,47	11	3,96	9	2,48	5
L	2,59	3,68	12	3,95	8	2,78	10
M	8,86	3,70	13	3,50	3	2,01	2
N	22,63	3,84	14	3,81	5	2,80	12

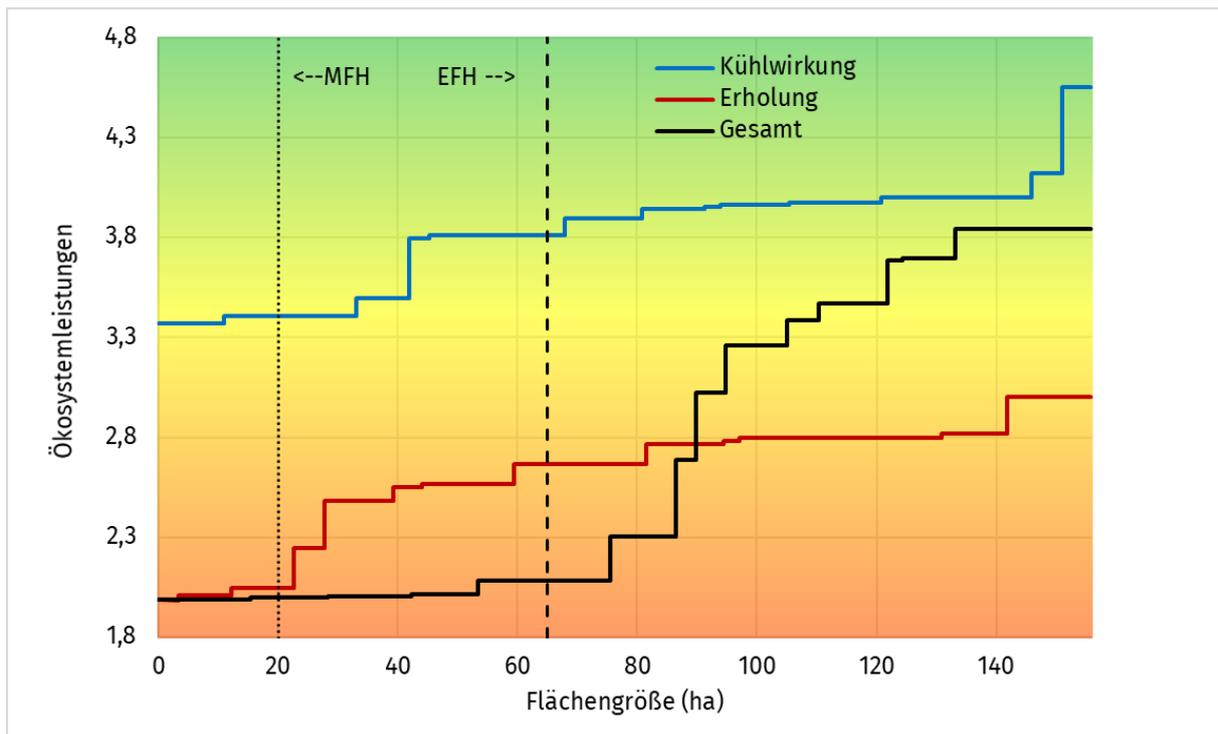


Abbildung 8: Flächengrößen der Potentialflächen innerhalb des Stadtgebietes mit den zugehörigen ÖSL, die gestrichelten Linien dienen als Orientierung für den Flächenbedarf für 5000 EW in Ein (EFH)- oder Mehrfamilienhäusern (MFH)

1.4 Bewertung der Entwicklungsoptionen

Ziel ist es, anhand der Ökosystemleistungen eine optimale Flächeninanspruchnahme zu erreichen, bei der möglichst keine hochwertigen Flächen in Anspruch genommen werden müssen. Als Indikator wird dafür die Ökosystemleistung „Gesamt“ genutzt. Für die drei Entwicklungsoptionen werden unter Zuhilfenahme der Tabelle 8 die benötigten Flächen priorisiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Stadtgebiet grundsätzlich dichter bebaut wird.

Praktisch wurden GIS-technisch die mittleren Gesamt-ÖSL je Potentialfläche berechnet. Anhand des ÖSL-Wertes wurden die Flächen sortiert (je kleiner die Gesamt-ÖSL, desto geeigneter ist die Fläche für die Bebauung). Unter Zuhilfenahme der Werte aus Tabelle 9 wurden für alle Entwicklungsoptionen erforderliche Flächengrößen ermittelt, um die in Kapitel 1.2.3 angenommenen 10.000 Einwohner unterzubringen.

Tabelle 9: Angenommene Bebauungsdichten der Wohnbauflächen mit Angaben zur Einwohnerzahl

Art der Bebauung	Wohneinheiten pro ha	Einwohner pro Wohneinheit	Einwohner pro ha	Quelle
Einfamilienhaus Stadt	25	3,1	77,5	https://www.dr-frank-schroeter.de/planungsrichtwerte.htm
Einfamilienhaus Umland	16	3,1	49,6	
Hohe Dichte Stadt "Moderner offener Blockrand"	130	1,9	247	Broschüre „Beispiele für Wohndichten“, Nachbarschaftsverband Karlsruhe, 2018, https://www.statistik-bw.de/Wohnen/WkostenVerhaeltnis/BW-BT_belegungsdichte.jsp
Hohe Dichte Umland Mehrfamilienhaus-Zeilen	50	2,2	110	

Eine weitere Annahme ist, dass die Stadt-Land-Grenze bei der Flächenerschließung keine Rolle spielen würde und alle Flächen bebaubar sind. Im Ergebnis ist eine umfangreiche Tabelle entstanden, die nach ÖSL sortiert Informationen zu Flächengrößen, summierten Flächengrößen und je nach Entwicklungsoption möglichen Einwohnerzahlen enthält. Die Zusammenfassung dieser umfangreichen Auswertung ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Deutlich erkennbar ist, dass bei alleiniger Bebauung mit Einfamilienhäusern (Entwicklungsoption 1) eine dreimal so große Flächeninanspruchnahme einhergehen würde als in den anderen Entwicklungsoptionen und damit Flächen mit einer um 0,6 höheren Gesamt-ÖSL beansprucht werden müssten. Aufgrund dessen würde auch die Anzahl der erforderlichen Flächen sehr hoch ausfallen.

Die Entwicklungsoptionen 2 und 3 unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Grund hierfür ist, dass die Potentialflächen Rostocks deutlich größer sind, als jene im Umland und gleichzeitig geringere Gesamt-ÖSL besitzen. Dies führt dazu, dass in beiden Szenarien (2 und 3) der größte Anteil der Bewohner in MFH in Rostock untergebracht werden kann.

Tabelle 10: Übersicht der Szenarienbewertung für die Gesamt-ÖSL zur Unterbringung von 10.000 EW

	Erforderliche Fläche gesamt (ha)			Anzahl erforderliche Entwicklungsflächen	Höchste Gesamt ÖSL
	Gesamt	Stadt	Umland		
Szenario 1 Nur Einfamilienhäuser	153	86,5	66,5	248	2,6
Szenario 2 EFH im Umland, MFH in HRO	53,7	21,8	31,9	70	2,0
Szenario 3 nur MFH	49,7	25,8	23,9	70	2,0

1.5 Bewertung der Nutzung der ÖSL

Die ÖSL könnten künftig bei der Priorisierung der Flächeninanspruchnahme helfen. Grundsätzlich sind sie in der vorliegenden Form (als GIS-Daten, die sich sowohl darstellen als auch tabellarisch auswerten lassen) gut händelbar. Mit einem geringen Bearbeitungsaufwand sind diese Daten demzufolge auch von einer breiten Masse nutzbar (Kenntnisse sind lediglich in der Tabellenkalkulation notwendig).

Inhaltlich sind einige der ÖSL allerdings noch nicht auf einem Stand, der ausreichend detailliert und nachvollziehbar ist. Außerdem existieren beispielsweise für die ÖSL Kühlwirkung und Hochwasserretention bereits etablierte fachliche Daten, die auch im Zuge der F-Planaufstellung genutzt werden. Hier sind zum Beispiel die Kaltluftproduktionsgebiete (erarbeitet im Auftrag der HRO durch GEOnet 2020) und die Senkenanalyse (erarbeitet im Auftrag der HRO durch biota 2015) zu nennen.

Auch werden einzelne Datensätze als Grundlage für mehrere ÖSL verwendet, sodass diese eine sehr hohe Gewichtung bekommen. Der Umgang damit ist im Weiteren zu klären. Zudem besteht immer auch ein politisches Hindernis zwischen den Gemeindegrenzen und insbesondere zwischen den Stadt- und Umlandgrenzen, sodass eine einfache Priorisierung der Flächeninanspruchnahme aufgrund rein fachlicher Belange nicht ausreichend ist.

2 Regionale Konzepte

2.1 Regionales Konzept Wasser

2.1.1 Entsorgung von Schmutz- und Mischwasser

2.1.1.1 Erschließungssituation und Herausforderungen

Aktuell wird das anfallende Abwasser im Projektgebiet vorrangig durch die zwei Kläranlagen (KA) in Rostock und Rövershagen behandelt. Die Kläranlage Rövershagen deckt den nordöstlichen Teil des Projektgebiets ab. Neben der Kläranlage Petschow im Südosten des Projektgebiets sind in einzelnen Ortschaften auch Kleinkläranlagen vorhanden (Abbildung 9a).

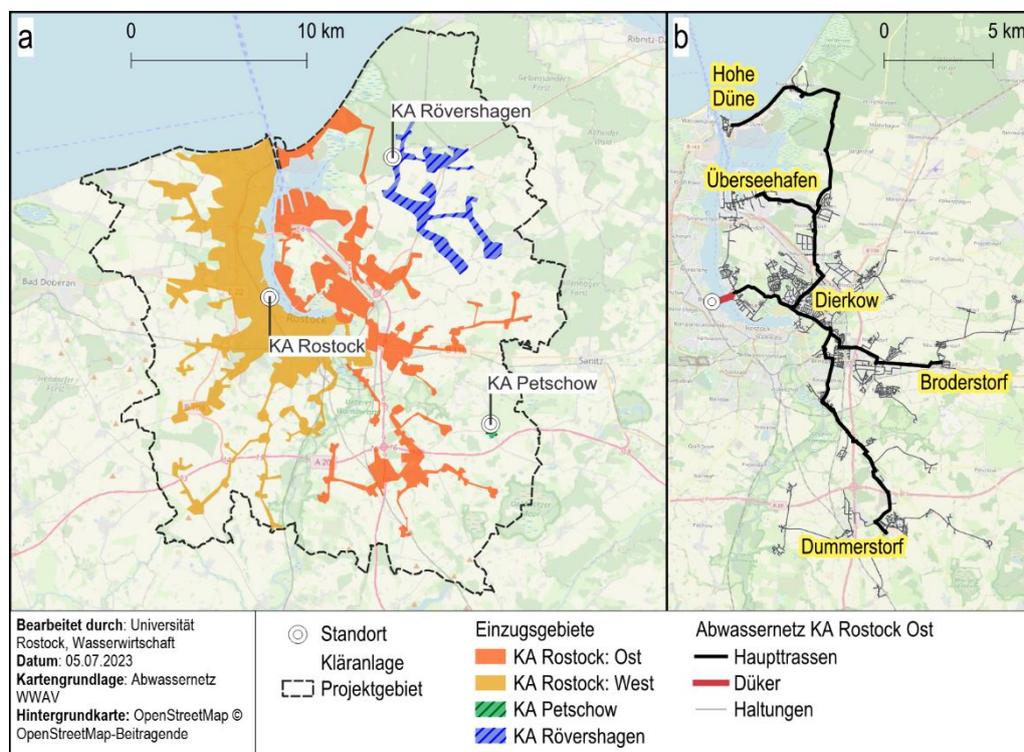


Abbildung 9: a) Einteilung des Projektgebiets in Kläranlageneinzugsgebiete; b) Haupttrassen im Abwassernetz der KA Rostock östlich der Warnow

Das Einzugsgebiet der Kläranlage (KA) in Rostock-Bramow lässt sich grob in zwei Bereiche einteilen: Westlich der Warnow liegen die im Mischsystem erschlossenen Gebiete der Altstadt, Kröpeliner-Tor-Vorstadt sowie der Südstadt, und die im Trennsystem erschlossenen Plattenbausiedlungen der Stadtteile Schmarl, Groß Klein, Lütten Klein und Lichtenhagen. Zudem wird das Abwasser zahlreicher Ortschaften westlich der Warnow mit Abwasserpumpwerken (APW) zur KA Rostock befördert. Östlich der Warnow werden bis auf den Stadtteil Dierkow alle Einzugsgebiete durch Trennsysteme entwässert. Auch auf der Ostseite ist das Abwassernetz weit verzweigt. Über das Hauptpumpwerk (HPW) „Gehlsheimer Str. 22“ in

Gehlsdorf wird das Abwasser des östlichen Abwassernetzes der KA Rostock durch einen Düker unter der Warnow zur Kläranlage auf der Westseite befördert (Abbildung 9b).

Die aktuelle Erschließungssituation stellt vor dem Hintergrund prognostizierter Entwicklungsszenarien, nach denen zukünftig ein erhöhtes Abwasseraufkommen zu erwarten ist, eine große Herausforderung dar. So sind auf der Kläranlage Rövershagen u.a. wegen der hohen Auslastung keine Kapazitäten für weitere anzuschließende Gebiete vorhanden. Gleichzeitig gibt es Überlegungen zur Erweiterung von Industrie- und Gewerbestandorten bei Poppendorf (Planungsverband Region Rostock 2019). Die zentrale Kläranlage in Rostock-Bramow ist ebenfalls bereits stark ausgelastet. Weiterhin ist eine zentrale Klärschlammverbrennungsanlage mit Vortrocknung der angelieferten Schlämme neben dem Kläranlagenstandort geplant. Die dabei anfallenden hoch belasteten Brüden werden künftig auf der ZKA Rostock mitbehandelt. Wird weiterhin der aktuelle Entwurf zur Aktualisierung der europäischen Kommunalabwasserrichtlinie rechtswirksam, muss die ZKA Rostock bis 2030 mit einer zusätzlichen technologischen Stufe zur weitergehenden Spurenstoffeliminierung ausgestattet werden. Die technologische Umsetzung der zu erwartenden wachsenden Reinigungsanforderungen ist aufgrund der begrenzten Betriebsfläche herausfordernd. Zudem stellt eine potentielle Havarie des Abwasserdükers unter der Warnow ein permanentes großes Umwelt- und Betriebsrisiko dar. Im Ver- und Entsorgungskonzept 2040 des WWAV (VEK 2040) wird daher der Bau einer zweiten Kläranlage östlich der Warnow erwogen, für die bereits fünf Varianten an den beiden potentiellen Standorten Krummendorf und Rövershagen im Rahmen einer Konzeptstudie verglichen wurden (WWAV und Nordwasser GmbH 2021). Weiterhin attestiert das VEK 2040 verstärkten Handlungsbedarf auf der Entwässerungsachse von Dummerstorf nach Rostock-Dierkow.

2.1.1.1 Auslastung der Kläranlagen

Die Kläranlage in Rostock-Bramow ist für die Abwasserbehandlung von 400.000 Einwohnerwerte (EW) ausgelegt. Aktuell sind ca. 240.000 Einwohner, sowie zahlreiche Industrie- und Gewerbestandorte angeschlossen. Mit einer behandelten Abwassermenge von ca. 16,1 Mio. m³ im Jahr 2020 befindet sich die KA bereits über der wasserrechtlichen Kapazitätsgrenze (Nordwasser GmbH 2022a). Auf dem Gebiet der Kläranlage sind kaum mehr räumliche Kapazitäten zur Erweiterung vorhanden.

Die Kläranlage verfügt in der Vorreinigung über einen Rechen, einen belüfteten Sand- und Fettfang, sowie zwei Vorklärbecken. Die biologische Reinigungsstufe besteht aus zwei Bio-P-Becken und zwei Belebungsbecken mit vorgeschalteter Denitrifikation. Es folgen drei Nachklärbecken und eine Biofiltrationsanlage (*Biological Fixedfilm Oxygen Reactor*). Primärschlamm und Überschussschlamm werden eingedickt und den zwei Faulbehältern zugeführt. Das entstehende Faulgas wird in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Gewinnung von Strom und Wärme direkt auf der Kläranlage genutzt. Das gereinigte Abwasser aus der Kläranlage wird der Vorflut der Unterwarnow zugeführt. Laut wasserrechtlicher Erlaubnis „WE/13003/070/154/045/15“ vom 16.03.2015 dürfen max. 96.000 m³ pro Tag eingeleitet werden. Die Jahresschmutzwassermenge ist auf 15 Mio. m³ begrenzt (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) 2015). Die Anlage wurde ursprünglich für eine Behandlungskapazität

von 320.000 EW gebaut. Basierend auf einem Fachgutachten wurde die zulässige Behandlungskapazität zwischenzeitlich auf 400.000 EW angehoben. Die aktuelle nominelle Auslastung liegt bei ca. 370.000 EW. Mit der Inbetriebnahme der zentralen Klärschlamm-trocknungs- und -verbrennungsanlage sind die dabei anfallenden hochbelasteten Brüden künftig mit zu behandeln. Mittelfristig ist auch die notwendige Erweiterung um eine sogenannte 4. Reinigungsstufe zur Spurenstoffeliminierung zu erwarten. Dies wird Erweiterungen im Bereich der Schlammwasser-/Brüdenbehandlung (Stickstoffeliminierung) und sowie eine Ozonung und/oder Aktivkohlefiltration zur Spurenstoffeliminierung erfordern.

Die KA Rövershagen ist eine Kläranlage der Größenklasse 2, welche 1993 in Betrieb genommen wurde. Zum Einzugsgebiet der Kläranlage gehören die Ortslagen Groß Kussewitz, Hinrichshagen, Klein Kussewitz, Mönchhagen, Niederhagen, Poppendorf, Purkshof, Rövershagen, Volkenshagen und Wiethagen. Zur Behandlung des Abwassers steht in der Vorreinigung ein Rechen, sowie ein belüfteter Sand- und Fettfang zur Verfügung. Die biologische Reinigungsstufe besteht aus einem Belebungsbecken mit vorgeschalteter Denitrifikation. Seit 2009 erfolgt ein Betrieb des Belebungsbeckens mit intermittierender Belüftung. Durch die Zugabe von Fällmittel im Belebungsbecken wird eine simultane Phosphorfällung erreicht. Überschussschlamm wird eingedickt und gespeichert und anschließend zur Weiterbehandlung auf die KA Rostock gebracht (Nordwasser GmbH 2022b).

Die Kapazität der Kläranlage liegt theoretisch bei 6.000 EW, laut Wasserrecht sind jedoch nur 4.999 EW zulässig (WWAV 2019). Die Kläranlage ist bereits jetzt stark ausgelastet. In den Sommermonaten treten zudem Schwankungen in der Zulaufmenge und -fracht auf, die auf Besuchszahlen des Erlebnisparks „Karls Erlebnishofs“ zurückzuführen sind. (WWAV und Nordwasser GmbH 2021). Der Maximalwert der möglichen Jahresschmutzwassermenge wird durch die aktuell angeschlossenen Wohn- und Gewerbegebiete bereits erreicht. Das Wasserrecht „WE/027/WWAV/2001“ vom 19.12.2001 erlaubt die „Beseitigung des anfallenden Schmutzwassers nach mechanisch-biologischer Reinigung“. Als maximale Einleitmengen in den Radelbach sind festgelegt:

- $Q_h = 65 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_d = 550 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_a = 200.000 \text{ m}^3/\text{a}$

(Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) 2001).

Die Einleitstelle selbst befindet sich im Landschaftsschutzgebiet Rostocker Heide (siehe Abbildung 10). Das Einleitgewässer fließt im weiteren Verlauf durch das Naturschutzgebiet Radelsee. Der Radelbach ist ein WRRL-berichtspflichtiges (Wasserkörper: WAUN-0300) Gewässer 2. Ordnung vom Typ 14 „Sandgeprägter Tieflandbach“. Der chemische Zustand nach WRRL wird als schlecht eingestuft. Insbesondere kommunales Abwasser (also der Kläranlagenablauf) wird als signifikante anthropogene Belastung ge-

nannt. Im Messnetz „Fließgewässer Chemie“ des LUNG befinden sich im Radelbach die Messstelle „Niederhagen“ (Nr 0108330022) direkt unterhalb der Einleitstelle, sowie im weiteren Verlauf die Messstelle „o.Radelsee“ (0131000064).

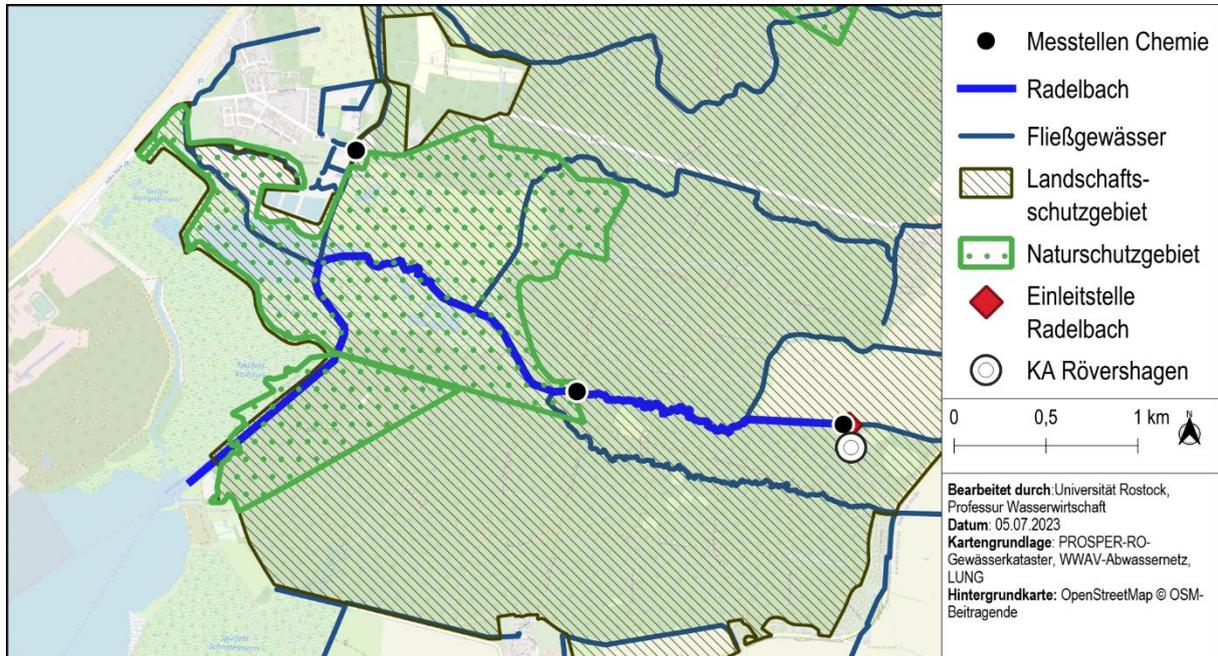


Abbildung 10: Einleitsituation der KA Rövershagen

2.1.1.1.2 Haupttrassen im östlichen Abwassernetz der KA Rostock

Das bestehende Abwassernetz für Misch- und Schmutzwasser des östlichen Einzugsgebiets der KA Rostock (Abbildung 9b: „KA Rostock Ost“) weist in Summe eine Länge von ca. 380 km auf. Im Aufbau des Netzes lassen sich 3 Haupttrassen erkennen, welche die angeschlossenen Ortslagen mit der Kläranlage verbinden. Im Norden beginnt eine Haupttrasse in Hohe Düne und führt über Markgrafenheide zum APW Hinrichsdorf, wo eine weitere aus dem Bereich des Überseehafens kommende Haupttrasse einmündet. Gemeinsam fließt das Abwasser in Richtung Dierkow.

Im Süden beginnt in Dummerstorf am APW Griebnitzer Weg die zweite Haupttrasse, welche über Kessin (APW Neubrandenburger Straße 45) zum APW Alte Dorfstraße 18c in Alt Bartelsdorf (süd-östl. von Dierkow) führt. Hier mündet aus östlicher Richtung die Haupttrasse von Broderstorf aus über Roggentin. Nach dem dortigen Zusammenfließen beider Hauptströme führen zwei parallele Druckrohrleitungen entlang der südlichen Grenze von Alt-Dierkow zur Kreuzung Hinrichsdorfer Straße / Dierkower Damm, wo die nördliche Haupttrasse einmündet. Im weiteren Verlauf verläuft die Haupttrasse über das HPW Gehlsheimer Straße 22 zum Abwasserdüker unter der Warnow, welcher schließlich auf dem Gelände der KA Rostock endet.

2.1.1.2 Untersuchte Entwicklungsoptionen

Im Zuge der Erstellung des VEK 2040 wurden u.a. Untersuchungen und konzeptionelle Überlegungen zu folgenden zentralen Fragestellungen der Schmutzwasserentsorgung durchgeführt:

- Neubau 2. KA Rostock für das bestehende Einzugsgebiet der KA Rostock östlich der Warnow durch das Ingenieurbüro p2m Berlin
- Entsorgungskonzeption Dummerstorf mit der Gegenüberstellung eines Kläranlagenneubaus in Dummerstorf mit der Beibehaltung der Schmutzwasserüberleitung nach Rostock durch das Ingenieurbüro ENWACON
- zu erwartende gemeindliche und gewerbliche Entwicklung im Einzugsgebiet der KA Rövershagen

Für die Bearbeitung des Arbeitspaketes „Regionales Konzept Wasser“ wurden die oben benannten Untersuchungen als Arbeitsgrundlagen für die Ausbildung verschiedener Entwicklungsoptionen genutzt. Als mögliche Ausbau-, Neubau- und Anschlussvarianten werden die folgenden Entwicklungsoptionen erarbeitet und untersucht sowie die sich daraus ergebenden Auswirkungen miteinander verglichen:

- Entwicklungsoption **KA 1**: Ausbau der Kläranlage Rövershagen mit Anschluss aller östlich der Warnow gelegenen Ortschaften im bisherigen EZG der KA Rostock (Abbildung 11). Die Einleitung erfolgt in dieser Entwicklungsoption über eine neue Trasse für gereinigtes Abwasser in den Breitling
- Entwicklungsoption **KA 2**: Neubau der Kläranlage Dummerstorf mit Anschluss der Orte Bandelstorf, Beselin und Hohen Schwaß. Für die Einleitung des gereinigten Abwassers wird eine neue Trasse entlang der bisherigen Abwasserdruckleitung bis zu Unterwarnow errichtet (Abbildung 12)
- Entwicklungsoption **KA 3**: Neubau einer zweiten zentralen Kläranlage für alle östlich der Warnow gelegenen Bereiche im bisherigen EZG der KA Rostock und Rövershagen (Abbildung 13). Mögliche Standorte östlich der Warnow:
 - KA 3.1 Kläranlage Gehlsdorf mit Einleitung in die Unterwarnow
 - KA 3.2 Kläranlage Überseehafen (vergl. Vorzugsvariante des VEK) mit Einleitung in die Unterwarnow
 - KA 3.3 Kläranlage Nienhagen mit Einleitung in den Breitling

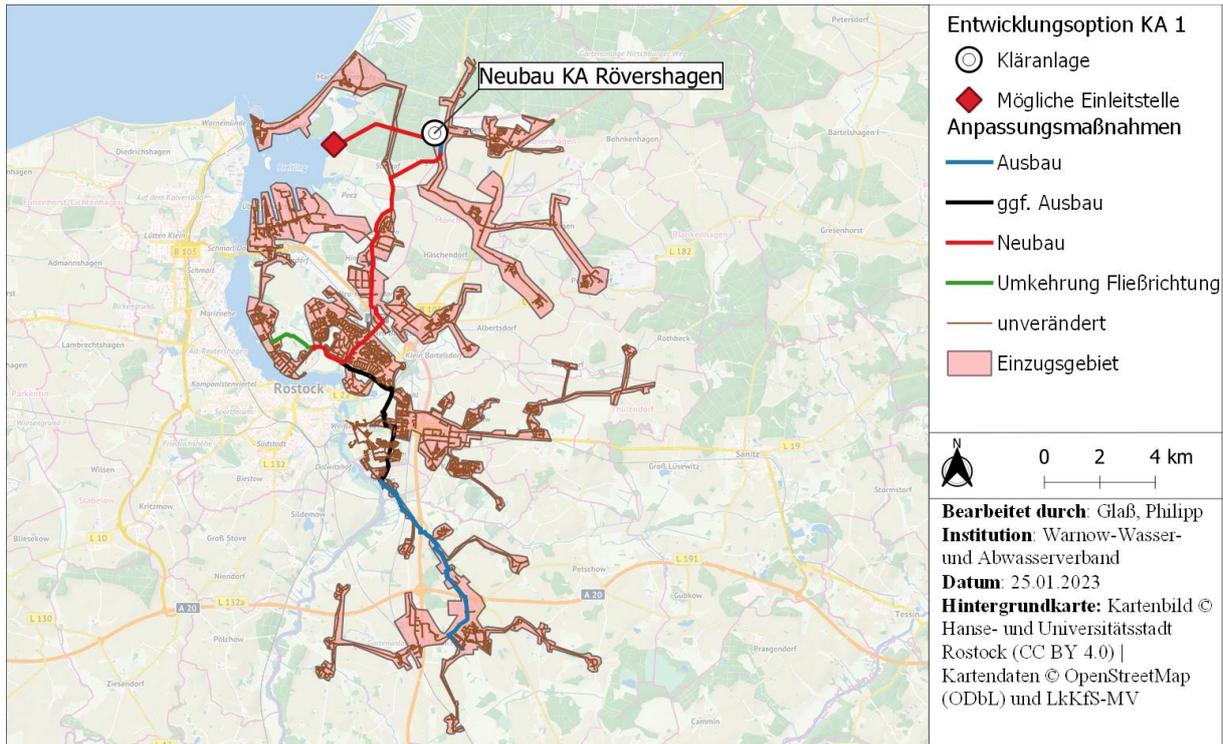


Abbildung 11: Entwicklungsoption KA 1 mit Neubau einer Kläranlage am Standort Rövershagen mit den voraussichtlich erforderlichen Anpassungen am Schmutzwassernetz

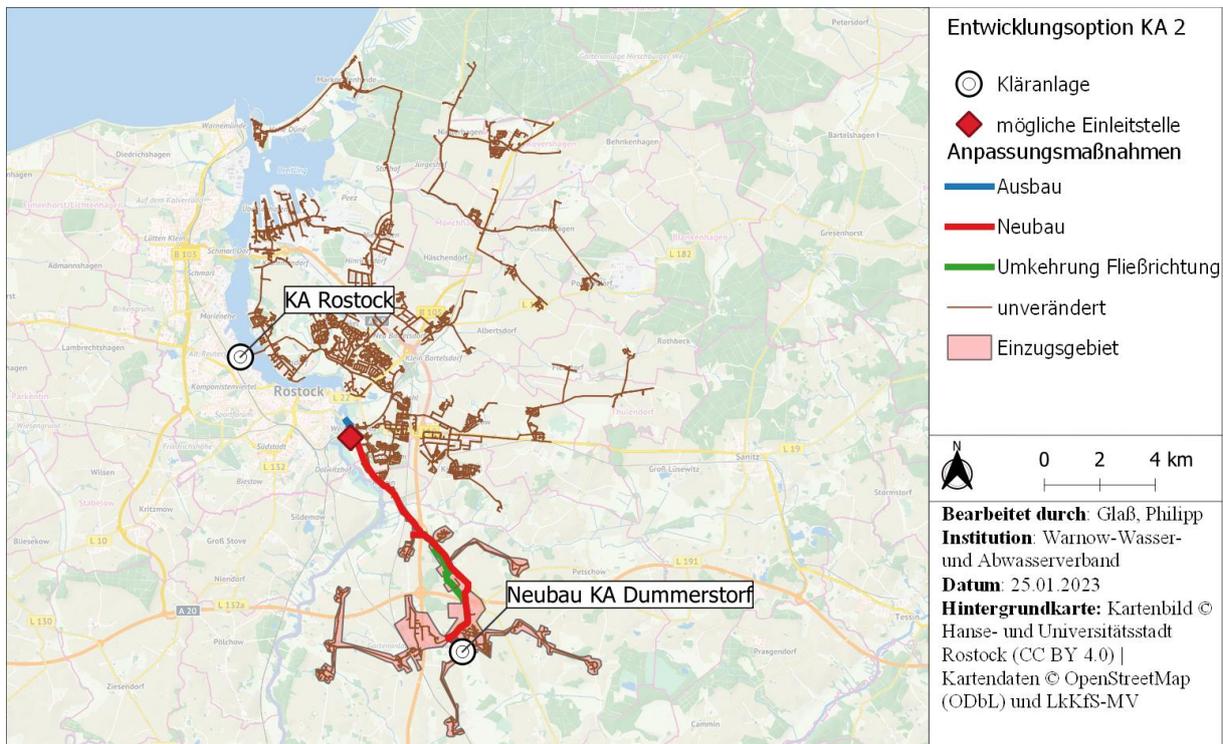


Abbildung 12: Entwicklungsoption KA 2 mit Neubau einer Kläranlage am Standort Dummerstorf mit den voraussichtlich erforderlichen Anpassungen am Schmutzwassernetz

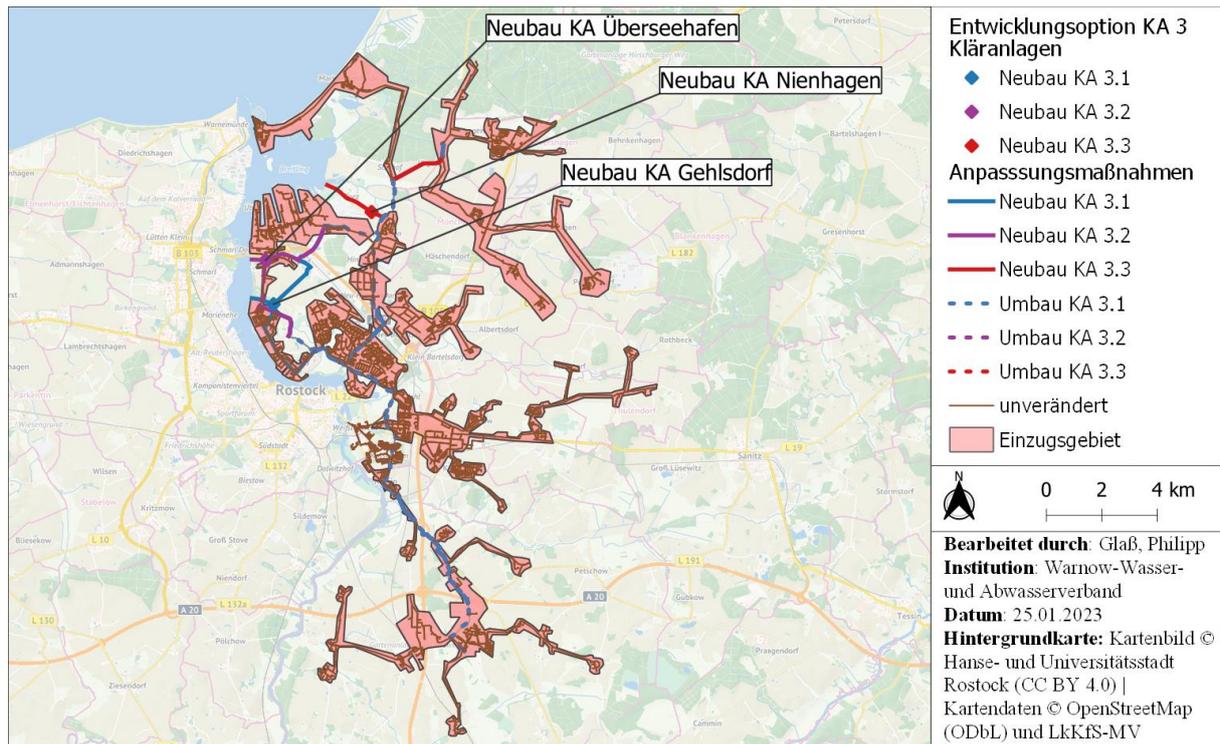


Abbildung 13: Entwicklungsoption KA 3 mit Neubau einer Kläranlage östlich der Warnow an drei möglichen Standorten mit den voraussichtlich erforderlichen Neubauten des Schmutzwassernetzes

Für die Bewertung der Entwicklungsoptionen wurden die folgenden Parameter betrachtet:

- Im Bau
 - Aufwand für Netz-Ausbau/-Umbau, gemessen an der Länge der Kanalisation, die umgebaut oder neu gebaut wird
 - Aufwand für Neu/Umbau/Abriß von Kläranlagen und Pumpwerken;
 - Veränderung der Anschlusskapazität je KA
 - Sicherheit der Entwässerungssituation
 - Durchfluss von Trinkwasserschutzzonen, Stilllegung des Warnowdükers, Länge „kritischer“ Abschnitte, mögliche Speicherräume im Havariefall; angeschlossene Mischgebiete (in ha)
 - Alter und Sanierungsbedürftigkeit der betroffenen Kanalisationsabschnitte und Sonderbauwerke
- Im Betrieb:
 - Einleitungssituation: Be- / Entlastung von Gewässern; Sicherheit der Entwässerung im Hochwasserzustand
 - Geländehöhe der Einleitstelle, Normalabfluss an der Einleitstelle, Durchflossene Gebiete; Angrenzende Naturschutzgebiete; WRRL-Anforderungen an die Gewässer
 - Energieaufwand für Pumpwerke

2.1.1.3 Diskussion und Vergleich der Entwicklungsoptionen

Die betrachteten Entwicklungsoptionen wurden auf ihre jeweiligen Vor- und Nachteile untersucht. Neben dem jeweils erforderlichen baulichen Aufwand für Aus- bzw. Neubauten des notwendigen Haltungsnetzes wurden weitere Einflussfaktoren für die Entwicklungsoptionen vergleichend betrachtet.

Abbildung 14 vergleicht die Länge der Kanalnetzabschnitte die je Entwicklungsoption voraussichtlich umgebaut bzw. neu gebaut werden müsste. Für die Entwicklungsoption KA 2 wären mit rund 17 km umzubauendem Haltungsnetz die geringsten Neu- und Ausbauten notwendig, wohingegen für die Entwicklungsoption KA 3.2 mit ca. 44 km die größten Veränderungen am Kanalnetz vorzunehmen wären.

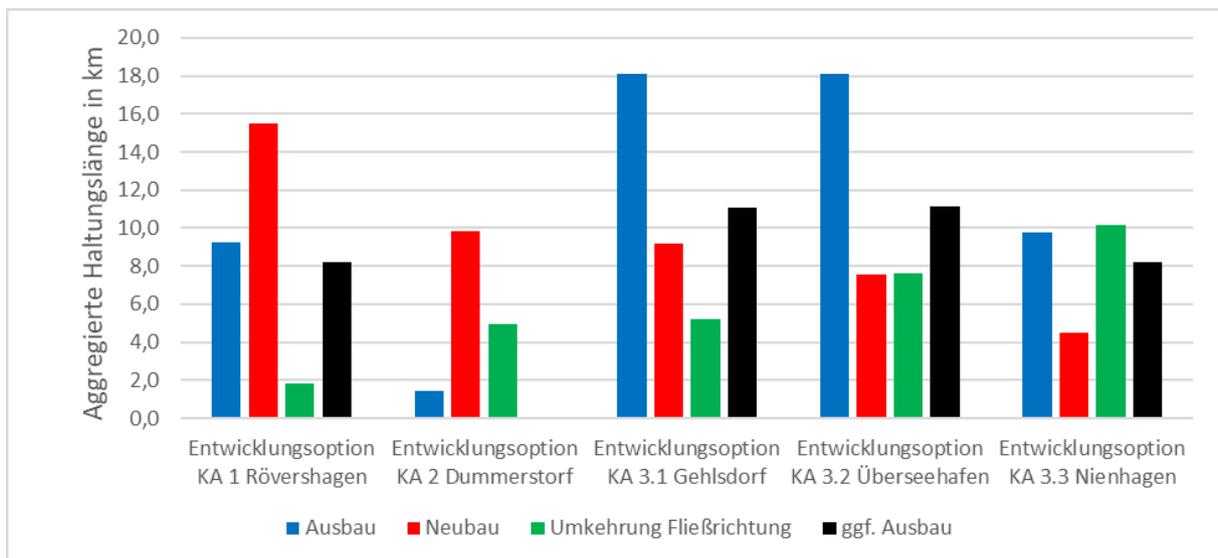


Abbildung 14: Vergleich der erforderlichen baulichen Maßnahmen am Haltungsnetz der verschiedenen Entwicklungsoptionen

Unter ausschließlicher Berücksichtigung des baulichen Anpassungsaufwandes des Haltungsnetzes wäre die Entwicklungsoption KA 2 als Vorzugsvariante zu sehen. Dies lässt sich mit der Trennung des bestehenden Abwassernetzes im Bereich Kessin und den nicht notwendigen Anpassungen der übrigen Schmutzwasserüberleitung zur KA Rostock erklären. Infolge der Errichtung der KA Dummerstorf mit einer Kapazität von lediglich 7.000 EW verringert sich die Auslastung der KA Rostock aber nur unwesentlich gegenüber dem Ausgangszustand. Fraglich ist zudem angesichts der dynamischen Siedlungsentwicklung der Gemeinde Dummerstorf, ob die zu errichtende KA ausreichend Kapazitätsreserven für heute noch nicht absehbare Entwicklungen aufweisen würde.

Insbesondere im Kontext konkurrierender Flächennutzungen, welche im Umfeld der Hafenerweiterungsflächen des Rostocker Überseehafens besonders stark ausgeprägt sind, müssen mögliche Standorte besonders kritisch auf die tatsächliche Flächenverfügbarkeit zu prüfen. Für die Errichtung einer Kläranlage mit einer Kapazität von ca. 145.000 EW geht das Ingenieurbüro p2m Berlin von einem Flächenbedarf von ca. 3,5 ha aus (WWAV und Nordwasser GmbH 2021). Die Entwicklungsoptionen KA 3.1 KA Gehlsdorf

und 3.3 KA Nienhagen grenzen unmittelbar an geplante Wohnbauflächen bzw. die Hafenerweiterungsflächen Ost und West an. Insbesondere die unmittelbare Nähe einer geplanten Kläranlage zur bestehenden bzw. geplanten Wohnbebauung ist praktisch und baurechtlich (BauGB) konfliktträchtig. Aus diesem Aspekt sind die Entwicklungsoptionen KA 3.1 und KA 3.3 als nachteilig zu bewerten.

Gemäß den in Kapitel 2.1.1.2 benannten Gewichtungskriterien sollen im Folgenden neben den Kapazitätswüchsen der Kläranlagen besonders stark die Havarierisiken der unterschiedlichen Varianten betrachtet werden. Den Entfall der Schmutzwasserüberleitung durch die Trinkwasserschutzzone Warnow ermöglicht lediglich Entwicklungsoption KA 2. Zu beachten ist dabei jedoch, dass auch hier infolge der Schmutzwasserentsorgung Kessins auch nach Bau der neuen Überleitung zur Einleitstelle Hefegraben weiterhin Schmutzwasser in geringem Umfang durch die Schutzzone II transportiert werden muss. In den Entwicklungsoptionen 1 und 3 besteht bedingt durch die Überleitung des unbehandelten Schmutzwassers auch weiterhin ein potentiell Havarierisiko. Verbesserungen ließen sich möglicherweise durch die Errichtung einer neuen Druckrohrleitung durch das komplette Trinkwasserschutzgebiet erzielen.

Der Abwasserdüker unter der Unterwarnow zur KA Rostock könnte im Rahmen der Entwicklungsoptionen KA 1 und KA 3 entfallen. Im Gegensatz dazu ermöglicht die Entwicklungsoption KA 2 keine Stilllegung des Dükers.

Eine ausführliche Betrachtung der Vor- und Nachteile der betrachteten Entwicklungsoptionen findet sich in Tabelle 11

Tabelle 11: Betriebliche Vor- und Nachteile der betrachteten Entwicklungsoptionen zum Aus- bzw. Neubau von Kläranlagen

Entwicklungsoption	Vorteile	Nachteile
KA 1 Ausbau KA Rövershagen	<ul style="list-style-type: none"> + bei Einleitung in den Breitling Verbesserung des ökologischen und hydraulischen Zustandes des Radelbachs nach WRRL + Kapazitätswuchs für die gemeindliche Entwicklung des Einzugsgebietes östlich der Warnow + Entfall des Warnowdükers mit entsprechendem Havarierisiko möglich + Kapazitätsgewinne der KA Rostock von ca. 110.000 EW 	<ul style="list-style-type: none"> - Bau einer Überleitung in den Breitling notwendig - erhöhter baulicher Aufwand infolge des Neubaus einer Druckrohrleitung für den Entwässerungsstrang von Dierkow bis nach Jürgeshof - höhere Bau- und Betriebskosten im Vergleich zu den Alternativvarianten - Havarierisiko der Schmutzwasserüberleitung aus Dummerstorf bleibt bestehen

Entwicklungsoption	Vorteile	Nachteile
<p>KA 2 Neubau KA Dummerstorf mit Überleitung in die Unterwarnow</p>	<p>+ Reinigung des Schmutzwassers vor Ort</p> <p>+ Entfall der Schmutzwasser-überleitung nach Rostock im Abschnitt bis Kessin</p> <p>+ Kapazitätsgewinne der KA Rostock von ca. 8.000 EW</p>	<p>- Einleitung lediglich in die Unterwarnow genehmigungsfähig</p> <p>- keine Stilllegung des Warnowdükers möglich</p> <p>- Neubau der kompletten Überleitung bei Parallelbetrieb der Bestandshaltung notwendig</p>
<p>KA 3.1 Neubau KA Rostock Ost, Standort Gehlsdorf</p>	<p>+ Stilllegung der KA Rövershagen und damit Verbesserung des ökologischen und hydraulischen Zustandes des Radelbachs nach WRRL</p> <p>+ Stilllegung des Warnowdükers mit entsprechenden Havarierisiko möglich</p> <p>+ Kapazitätsgewinne der KA Rostock von ca. 110.000 EW</p>	<p>- Standort aus Sicht des BauGB eher ungeeignet, mehrere Biotope in Nähe KA-Standort und Einleitstelle → vsl. keine Genehmigungsfähigkeit</p> <p>- Havarierisiko der Schmutzwasserüberleitung aus Dummerstorf bleibt bestehen</p>
<p>KA 3.2 Neubau KA Rostock Ost, Standort Überseehafen</p>	<p>+ Stilllegung der KA Rövershagen und damit Verbesserung des ökologischen und hydraulischen Zustandes des Radelbachs nach WRRL</p> <p>+ Stilllegung des Warnowdükers mit entsprechenden Havarierisiko möglich</p> <p>+ Kapazitätsgewinne der KA Rostock von ca. 110.000 EW</p>	<p>- hoher baulicher Anpassungsaufwand des Netzes</p> <p>- Nähe zur Wohnbebauung Krummendorf</p> <p>- Havarierisiko der Schmutzwasserüberleitung aus Dummerstorf bleibt bestehen</p>
<p>KA 3.3 Neubau KA Rostock Ost, Standort Nienhagen</p>	<p>+ Stilllegung der KA Rövershagen und damit Verbesserung des ökologischen und hydraulischen Zustandes des Radelbachs nach WRRL</p> <p>+ Stilllegung des Warnowdükers mit entsprechenden Havarierisiko möglich</p> <p>+ Kapazitätsgewinne der KA Rostock von ca. 110.000 EW</p>	<p>- hoher baulicher Anpassungsaufwand des Netzes</p> <p>- Flächenkonkurrenz mit Hafenerweiterungsfläche Ost</p> <p>- Havarierisiko der Schmutzwasserüberleitung aus Dummerstorf bleibt bestehen</p>

Unter besonderer Berücksichtigung der Kapazitätssteigerung, der Flächenverfügbarkeit sowie der Reduktion des Havarierisikos des Abwasserdükers unter der Warnow ist Variante KA 3.2 „Neubau KA Über-

seehafen“ als die Variante mit dem besten Nutzen zu sehen. Als kritisch ist neben der notwendigen umfangreichen Netzanpassung die Beibehaltung der Schmutzwasserüberleitung aus Dummerstorf mit dem damit verbundenen Havarierisiko zu sehen. Mögliche Belastungen der benachbarten Wohnbebauung lassen sich durch geeignete technische Maßnahmen (Einhausung, Überdachung, Lärmschutz) weitgehend minimieren. Durch einen Neubau einer durchgehenden DRL durch die Ortslage Kessin, welche im Zuge einer Entsorgungskonzeption Dummerstorfs (s.u.) mitgeprüft würde, ließe sich das Havarierisiko weiter minimieren. Der Anschluss des Entsorgungsgebietes Rövershagen an einen gemeinsamen KA-Neubau Rostock Ost sorgt neben der Verbesserung der hydraulischen Entlastung und der Verbesserung des ökologischen Zustandes ebenfalls zu einer Kapazitätserhöhung, welche für das gemeindliche Wachstum zur Verfügung steht.

Gemäß gutachterlicher Stellungnahme der Universität Rostock aus dem Jahr 2022 werden die oben genannten künftigen Herausforderungen auf der ZKA Rostock (Brüden, 4. Reinigungsstufe) zuzüglich einer erhöhten Zulaufbelastung bis 30.000 EW durch intelligente technologische Anpassungen und Erweiterungen am Standort gelöst werden können. Nach Vorliegen der aktualisierten Bevölkerungsprognose aus dem April 2022 und dem prognostizierten geringeren Bevölkerungswachstum der Hanse- und Universitätsstadt Rostock auf ca. 211.500 EW bis zum Jahr 2035 im optimistischen Fall besteht aus Sicht des WWAV sowie der Nordwasser GmbH momentan kein akuter Handlungsbedarf zur Errichtung einer zweiten Kläranlage im Rostocker Einzugsgebiet. Infolge des Einflussfaktors Hotellerie und Gastronomie, welcher für ca. ein Drittel der Gesamtfracht der Kläranlage Rostock sorgt, könnten mögliche Kapazitätsreserven durch ein Fettentsorgungskonzept gewonnen werden. Die Entwicklung des baulichen Zustandes des Abwasserdükers unter der Warnow von Gehlsdorf zur KA Rostock wird auch zukünftig kontinuierlich zu beobachten sein. Sollte es infolge einer starken Verschlechterung des baulichen Zustandes zu einem steigenden Havarierisiko kommen, so würde dies verstärkt in die Entscheidungsfindung zum möglichen Kläranlagenneubau östlich der Warnow einfließen. Ein weiteres starkes Argument für eine zweite Kläranlage in Nähe des Überseehafens ist die grundsätzlich gewünschte Verfügbarkeit ausreichender Behandlungskapazitäten für etwaige gewerbliche Entwicklungen.

Unabhängig von der Entscheidung für eine bestimmte Entwicklungsoption besteht infolge der stattfindenden und auch zukünftig zu erwartenden gemeindlichen und gewerblichen Entwicklung im Bereich Dummerstorf dringender Handlungsbedarf an der Überleitung nach Rostock. Bedingt durch die Trassenführung der Schmutzwasserhaltung innerhalb der Schutzzonen I und II des Trinkwasserschutzgebietes Warnow besteht ein erhöhtes Havarierisiko, welches sich lediglich bei Entwicklungsoption KA 2 mit dem Neubau einer Kläranlage in Dummerstorf und der Überleitung des gereinigten Schmutzwassers nach Rostock vermeiden ließe. Aktuell werden bei der Nordwasser GmbH sowie beim WWAV im Zuge einer Entsorgungskonzeption für Dummerstorf Möglichkeiten zur Errichtung eines Speicherbauwerks mit einem geplanten Speichervolumen von ca. 1.200 m³ im Bereich Beselin intern geprüft. Neben einer Pufferung von Durchflussspitzen bei Starkregenereignissen ermöglicht das Speicherbauwerk insbesondere im Ha-

variefall die Möglichkeit, Reparaturarbeiten an der Überleitung vorzunehmen. Zukünftig sind weitere Vorteile des Speicherbauwerks in der Integration des Bauwerks in eine avisierte KI-gestützte Steuerung der angrenzenden APWs entlang der Entwässerungsachse zu sehen. In Zusammenspiel mit weiteren baulichen Speichererweiterungen im Gesamtsystem, kann dies den Abwasseranfall vergleichmäßigen und sowohl die hydraulischen als auch Behandlungs-Kapazitäten optimal nutzen.

Für die KA Rövershagen besteht infolge der Kapazitätsüberlastung und Überschreitung der genehmigten Jahresschmutzwassermenge aus Sicht des WWAV und der Nordwasser GmbH dringender Handlungsbedarf. Laut aktuellen internen Planungen ist ein Kläranlagenneubau in unmittelbarer Nachbarschaft der bestehenden KA Rövershagen mit einer Kapazität von ca. 25.000 EW als Vorzugsvariante vorgesehen. Neben dem bestehenden Einzugsgebiet der KA Rövershagen sollen künftig auch die Einzugsgebiete Hafenerweiterung Nord sowie der Zulauf des APW Stuthof mit den sich stromaufwärts befindlichen Ortsteilen Markgrafenheide und Hohe Düne über die neue Anlage entsorgt werden. Infolge des Verschlechterungsverbots und Verbesserungsgebots nach WRRL ist es bei einem Kläranlagenneubau am bestehenden Standort fraglich, ob die Wasserbehörden eine Einleitung in den Radelbach genehmigen werden. Als wahrscheinlich genehmigungsfähige Lösung ist daher eine Einleitung in den Breitling anzusehen.

2.1.2 Trinkwasserversorgung Rostock & Umland

2.1.2.1 Trinkwasserversorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock sowie des Umlandes

Die Trinkwasserversorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock, der angrenzenden Ämter Warnow-West und Rostocker Heide, sowie der Gemeinden Broderstorf, Poppendorf und Roggentin erfolgt ausschließlich unter Nutzung des Dargebotes des Oberflächenwassers aus dem Fluss Warnow. Die Nutzung von Flusswasser als Rohwasserquelle ist in dieser Form eine Besonderheit in der deutschen Wasserwirtschaft und bedingt im Vergleich zur Aufbereitung von Grund- und Oberflächenwässern aus Talsperren eine komplexere Aufbereitung.

Das Einzugsgebiet der Warnow erstreckt sich über eine Gesamtfläche von über 3.000 km², wovon ca. 70 % landwirtschaftlich genutzt werden (WWAV und Nordwasser GmbH 2021). Für den Trinkwasserschutz wurde durch Beschlüsse der Bezirke Rostock und Schwerin 1980 bzw. 1982 ein Trinkwasserschutzgebiet mit einer Fläche von 1.240 km² ausgewiesen. Dieses erstreckt sich über die Landkreise Rostock, Nordwestmecklenburg und Ludwigslust-Parchim entlang des Flusslaufes bis zur Hanse- und Universitätsstadt Rostock (Abbildung 15).

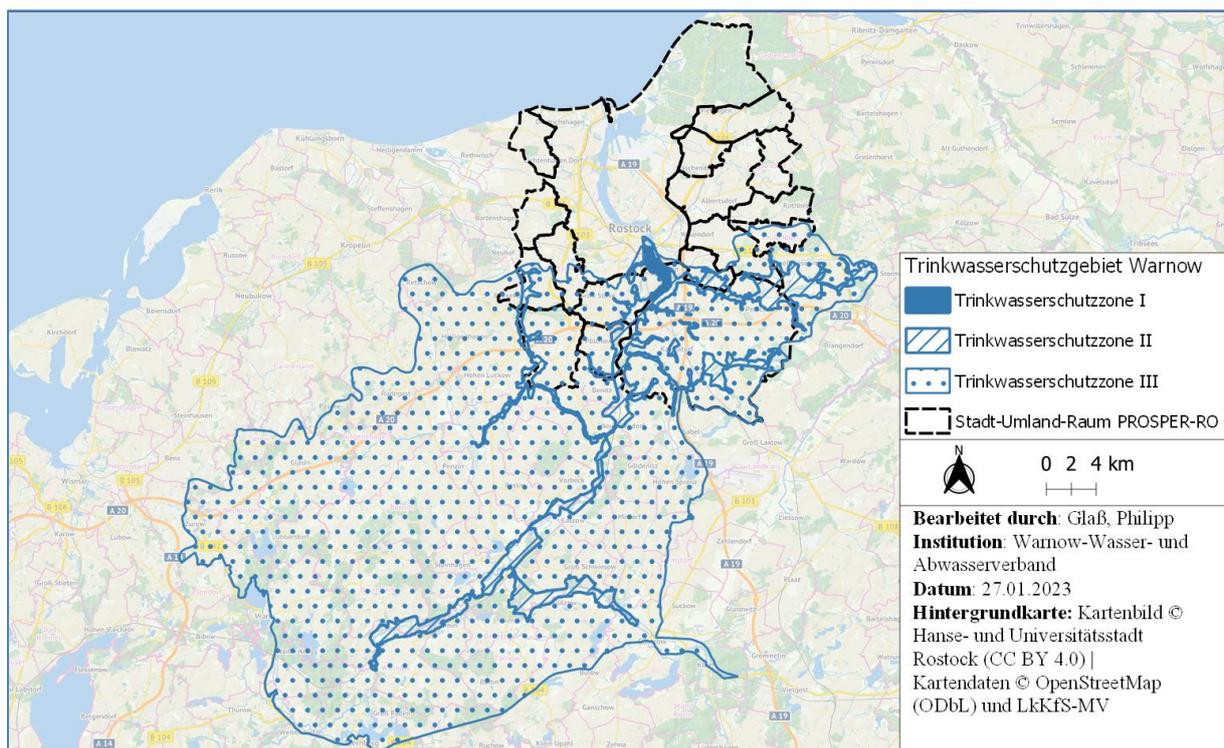


Abbildung 15: Lage des Trinkwasserschutzgebietes Warnow bezüglich des Stadt-Land-Raums PROSPER-RO

Vom Wasserwerk Rostock wurde im Jahr 2019 eine durchschnittliche Tagesmenge von ca. 37.200 m³/d in das Versorgungsnetz abgegeben (Abbildung 17). Die maximale tägliche Aufbereitungskapazität der Aufbereitungsstufen beträgt 55.000 m³/d. Das Wasserrecht WE-Ä/13003/110/154/267/20 vom

03.08.2020 erlaubt eine mittlere tägliche Wasserentnahme Qd_{365} von 55.000 m³/d, maximal dürfen täglich 70.000 m³/d Rohwasser aus der Warnow entnommen werden.

Die Aufbereitung des Rohwassers erfolgt nach Entnahme aus einem Stichkanal in insgesamt sechs Aufbereitungsstufen (Abbildung 16). Nach der mechanischen Entfernung von Schmutzstoffen durch Grob- und Feinrechen erfolgt eine Vorozonierung. Unter Zugabe von Flockungshilfsmitteln wird anschließend in der Sepaflexanlage eine Flockung und Sedimentation zur Abtrennung verschiedener Wasserinhaltsstoffe vorgenommen. Über Plattenabscheider erfolgt die Trennung der durch die Flockung anfallenden Schlämme vom Klarwasser.

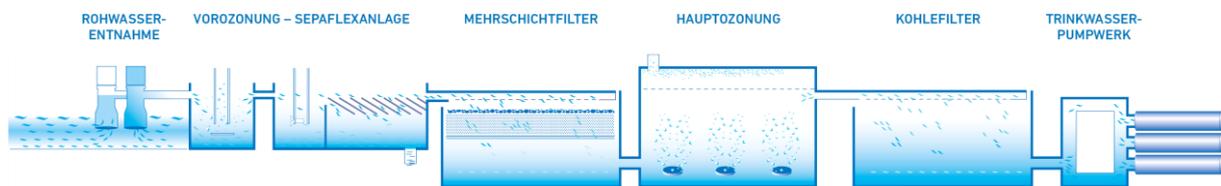


Abbildung 16: Prozess der Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk Rostock (Quelle: Nordwasser GmbH)

Es folgt eine Filterstufe mit acht Mehrschichtenfiltern im Parallelbetrieb zum Rückhalt von organischem Material, Eisen- und Manganverbindungen. In der Hauptozonierung findet eine Oxidation noch vorhandener organischer Wasserinhaltsstoffe, zur Desinfektion und Entfernung von Geruchs- und Geschmacksstoffen, statt. In den Aktivkohlefiltern wird durch Adsorption ein Rückhalt verbleibender organischer Stoffe und biologischer Abbau der Organik erreicht. Im Reinwassersammelkanal erfolgt abschließend sowohl eine Dosierung von Natronlauge zur Einstellung der Calciumcarbonatsättigung sowie eine Desinfektion durch Zugabe von Chlor. Anschließend erfolgt über einen Reinwasserbehälter von 5.000 m³ die Abgabe in das Versorgungsnetz über das Reinwasserpumpwerk.

Im Versorgungsnetz (Abbildung 17) stehen als Störreserve und für den Ausgleich von Schwankungen im Tagesgang seit der Eröffnung eines dritten Hochbehälters bei Biestow im Oktober 2021 15.000 m³ Speichervolumen bereit (WWAV und Nordwasser GmbH 2021).

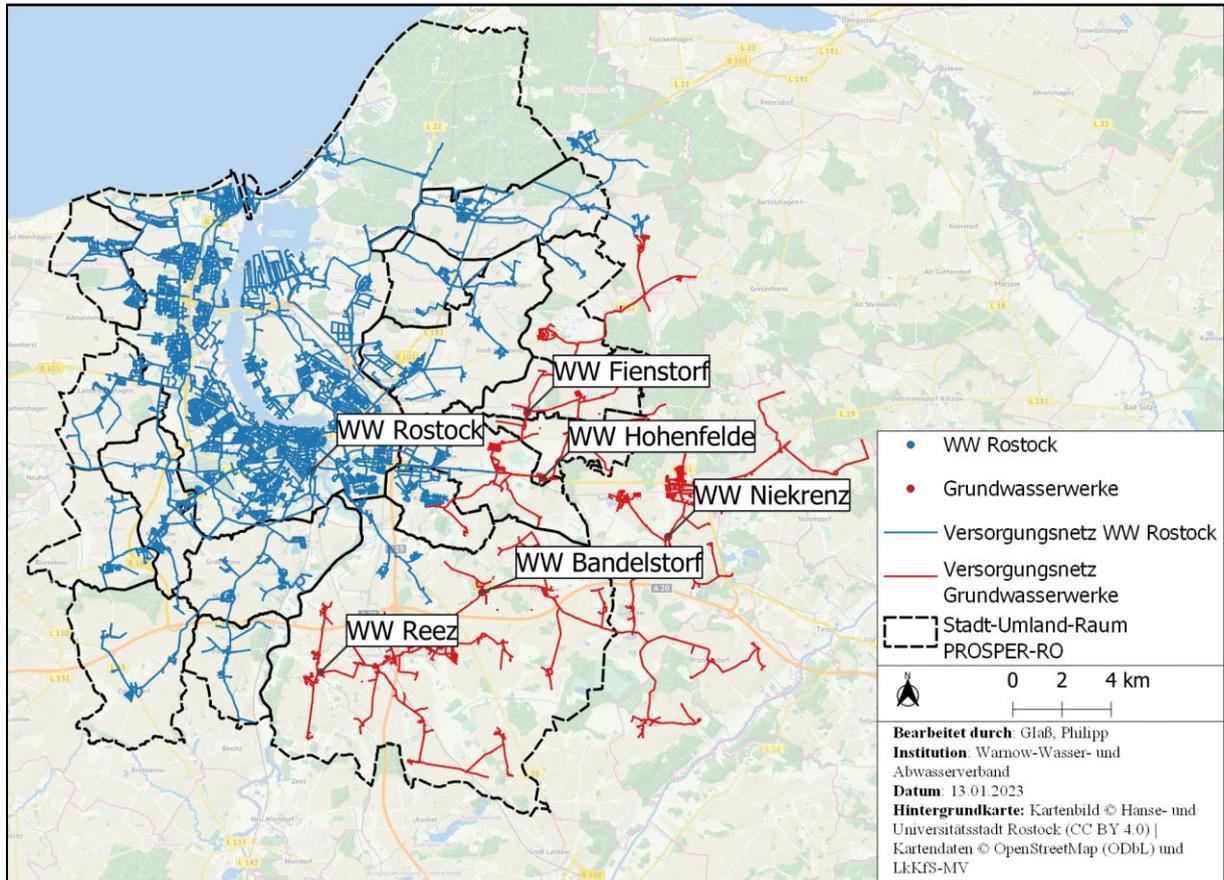


Abbildung 17: Trinkwasserversorgungsnetz des Wasserwerks Rostock sowie der Grundwasserwerke im Projektgebiet

Im ländlichen Bereich des Projektgebietes befinden sich insgesamt fünf Wasserwerke, welche Grundwasser aufbereiten (Tabelle 12). Verglichen mit dem Wasserwerk Rostock sind in den ländlichen Grundwasserwerken des WWAV weniger Aufbereitungsstufen für die Aufbereitung des Grundwassers notwendig. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Grundwasseraufbereitung liegt in der Entfernung von Eisen und Mangan durch Belüftung des Rohwassers und sich anschließender Oxidation in Kiesfiltern. Eine Entfernung weiterer anthropogener Spurenstoffe (z.B. Pflanzenschutzmittel-Metabolite) über Aktivkohlefilter ist aufgrund der Rohwasserqualität derzeit nicht notwendig.

Die Wasserwerke Bandelstorf, Niekrenz und Reez sowie Hohenfelde und Fienstorf können jeweils in einem Verbundsystem betrieben werden. Dies hat den Vorteil, dass bei Störungen oder regelmäßigen Wartungsarbeiten der Ausfall der Aufbereitungskapazitäten eines Wasserwerkes durch die Kapazitäten der Verbundpartner in einem gewissen Maße ersetzt werden können.

Tabelle 12: Übersicht über die ländlichen Grundwasserwerke im Projektgebiet

Wasserwerksstandort	Versorgungsgebiet	Genehmigte Entnahmemenge nach Wasserrecht in m ³ /d	Aufbereitungskapazität in m ³ /d	Durchschnittliche tägliche Abgabemenge 2019 in m ³ /d
Bandelstorf	Amt Tessin, Gemeinden Dummerstorf, Sanitz	2.068	1.725	358
Fienstorf	Gemeinden Poppendorf, Broderstorf, Thulendorf, Blankenhagen	1.650	736	422
Hohenfelde	Gemeinden Broderstorf, Roggentin, Thulendorf, Sanitz	1.000	736	208
Niekrenz	Gemeinde Dummerstorf	3.000	1.725	807
Reez	Gemeinde Dummerstorf	1.000	1.380	387

2.1.2.2 Alternative Wasserversorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Im Zuge des Ver- und Entsorgungskonzeptes 2040 (VEK 2040) des WWAV wurden durch die Tilia GmbH sowie durch interne Konzeptionen der Nordwasser verschiedene Varianten einer alternativen Trinkwasserversorgung im Projektgebiet geprüft. Dabei wurden die folgenden Versorgungsalternativen hinsichtlich ihrer verfahrenstechnischen Eignung für die Bereitstellung von einem mittleren Tagesbedarf von $50.000 \frac{m^3}{d}$ sowie einem Tagesspitzenbedarf von $60.000 \frac{m^3}{d}$ Trinkwasser mit dem Bestandwasserwerk Rostock technologisch und ökonomisch verglichen:

- Umstellung auf Grundwasser (Untersuchung durch die Tilia GmbH)
- Meerwasserentsalzung
- Neubau eines Wasserwerkes mit Oberflächenaufbereitung

Hinsichtlich einer Umstellung auf eine Versorgung aus Grundwasser stellte die Tilia GmbH 2019 im Rahmen ihrer Studie fest, dass im unmittelbaren Stadt-Umland-Raum Rostocks für die Versorgung des bisherigen Einzugsgebietes des Wasserwerks Rostocks keine ausreichenden Grundwasserdargebote zur Verfügung stehen. Ausreichende Grundwasserdargebote stehen erst im Raum der Mecklenburgischen Seenplatte zur Verfügung, welche zudem mittels einer Fernleitung angebunden werden müssten. Die notwendigen Gesamtinvestitionen der ermittelten technischen Vorzugsvariante einer Fernversorgung mit

Grundwasser wurden auf ca. 351 Mio. € geschätzt. Weiterhin wurden jährliche Betriebskosten in Höhe von ca. 7 Mio. € ermittelt.

Für eine mögliche Meerwasserentsalzung wurden durch die Nordwasser GmbH zwei mögliche Standorte an der Ostsee betrachtet, welche anschließend das aufbereitete Trinkwasser in das bestehende Haupttransportleitungsnetz einspeisen würden. Die Investitionskosten der notwendigen Baumaßnahmen wurden auf ca. 71 Mio. € bzw. 102 Mio. € geschätzt, für die jährlichen Betriebskosten wurden jeweils knapp 26 Mio. € ermittelt. Während der Projektlaufzeit wurde in Kooperation von Nordwasser, dem Regionalplanungsverband, der Universität Rostock und weiterer Partner ein Konzept für eine detaillierte Machbarkeitsstudie entwickelt. Für dieses wurde kurz nach Projektende eine Förderzusage an den Regionalplanungsverband erteilt. Die Vergabe erfolgt im Zuge einer Ausschreibung. Bis Ende 2025 kann in mit Ergebnissen gerechnet werden.

Die Aufbereitung des Oberflächenwassers der Warnow wurde in zwei Varianten am bestehenden Standort Blücherstraße geprüft: einen Ausbau im Bestand sowie einen kompakteren Neubau. Nach Aussage des VEK 2040 sind bis 2040 bei einer Erneuerung des Bestandwasserwerks Investitionen in Höhe von ca. 39 Mio. € nötig. Der Neubau könnte infolge der kompakteren Bauweise eine Reduktion der Energiekosten von 10 bis 20 % im Vergleich zum Bestandsbauwerk ermöglichen. Eine Ultrafiltration könnte bei einer Verschärfung des zukünftig geltenden technischen Regelwerks nachgerüstet werden. Ein Neubau würde Investitionskosten in Höhe von ca. 58 bzw. 67 Mio. € mit der Errichtung einer Ultrafiltration verursachen, die jährlichen Betriebskosten würden nach Aussage des VEK 2040 bei ca. 5,1 bzw. 6,2 Mio. € betragen (WWAV und Nordwasser GmbH 2021).

Als Ergebnis einer Kostenvergleichsrechnung der vier Versorgungsvarianten über einen Zeitraum von 60 Jahren stellte sich die Beibehaltung der Wasserentnahme aus der Warnow als die wirtschaftliche Vorzugsvariante heraus (WWAV und Nordwasser GmbH 2021). Neben der Wirtschaftlichkeit sind zur Sicherstellung einer langfristig nachhaltigen Trinkwasserversorgung u.a. die Versorgungssicherheit der Warnow im Zuge von Klimaveränderungen sowie weiteren makroökonomischen Betrachtungen von großer Bedeutung für den WWAV und die Nordwasser GmbH. Mögliche makroökonomische Auswirkungen der Aufhebung der bestehenden Trinkwasserschutzzone als Folge der Umstellung auf eine alternative Rohwasserquelle beleuchtet das folgende Kapitel. Die Bewertung klimatisch bedingter Veränderungen des Dargebots soll bis zur Fortschreibung des Ver- und Entsorgungskonzepts im Jahr 2024 anhand von externen Studien als Ergänzung zur bislang rein wirtschaftlichen Betrachtung erfolgen.

2.1.2.3 Makroökonomische Auswirkungen der Entwicklungsoption „Umstellung auf eine alternative Wasserversorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock“

Die bestehende Trinkwasserschutzzone Warnow mit einer Gesamtfläche von ca. 1.240 km² und den gemäß Schutzzonenverordnung bestehenden Nutzungsverböten bzw. –einschränkungen sorgt für Einschränkungen bei der Siedlungsentwicklung der betroffenen Gemeinden und Kommunen.

Im Zuge von PROSPER-RO sollten die makroökonomischen Auswirkungen einer möglichen Aufhebung der bestehenden Trinkwasserschutzzone im Zusammenhang mit einer Versorgungsumstellung auf eine alternative Rohwasserquelle im Gebiet der dann wegfallenden Schutzzone untersucht werden. In der ersten Projektphase wurde durch den WWAV eine Auswertung vorgenommen, welche Schutzgebiete sich innerhalb der TWSZ Warnow befinden und welche Nutzungsbeschränkungen sie aufweisen. Als wesentliche Erkenntnis konnte dabei konstatiert werden, dass weite Teile der Trinkwasserschutzzone Warnow durch weitere Schutzgebiete unterschiedlicher Art bedeckt sind (Abbildung 18). Diese weisen zum Teil wesentlich weitreichendere Nutzungsverbote und -beschränkungen auf als die der Trinkwasserschutzzonverordnung Warnow.

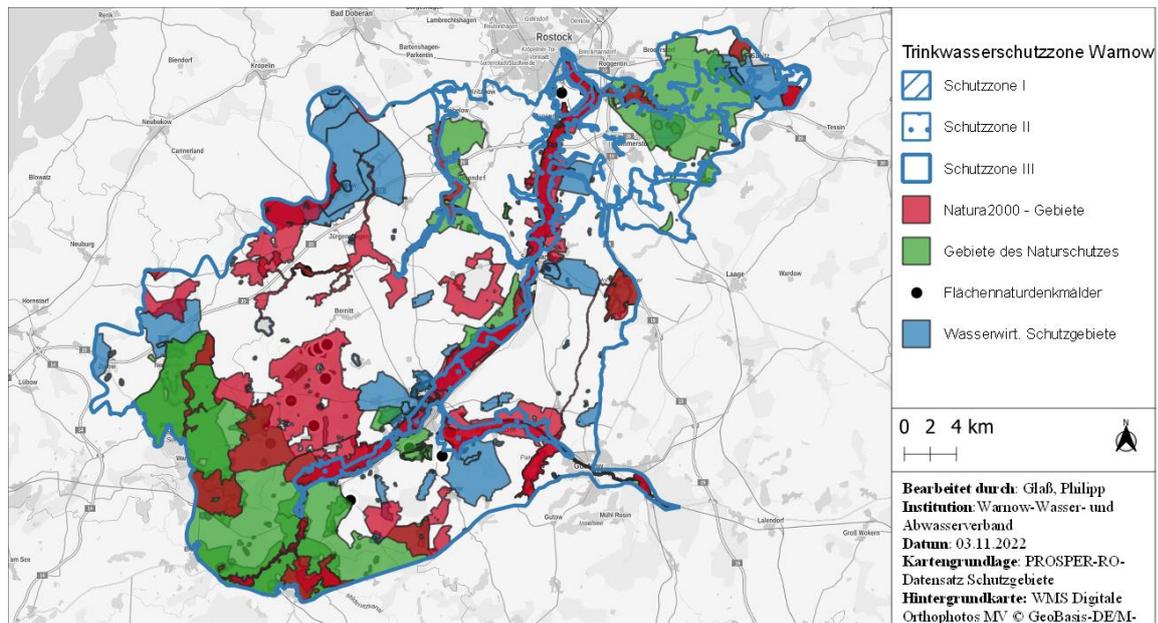


Abbildung 18: Schutzgebiete innerhalb der bestehenden Trinkwasserschutzzone Warnow

Bei Aufhebung der Trinkwasserschutzzone Warnow infolge einer Umstellung auf eine alternative Rohwasserquelle würden auf 51 % der Gesamtfläche weitere Schutzgebiete weiterbestehen, in der Schutzzone III wären es noch ca. 48 %. Landschaftsschutzgebiete sind mit einer Gesamtfläche von 216,1 km² die Schutzgebietsart mit dem größten Flächenanteil innerhalb der bestehenden Trinkwasserschutzzone Warnow, gefolgt von den FFH-Habitaten und Europäischen Vogelschutzgebieten der Natura2000-Richtlinie sowie des Naturparks „Sternberger Seenland“ mit jeweils ca. 192 km². Eine grafische Darstellung der Flächenanteile findet sich in Abbildung 19. Zu beachten ist dabei, dass mehrere unterschiedliche Schutzgebiete sich teilweise überlagern. Die verbleibenden Nutzungseinschränkungen durch weitere Schutzgebiete mindern folglich die Flächenpotentiale der gemeindlichen Entwicklung erheblich und damit auch mögliche makroökonomische Effekte.

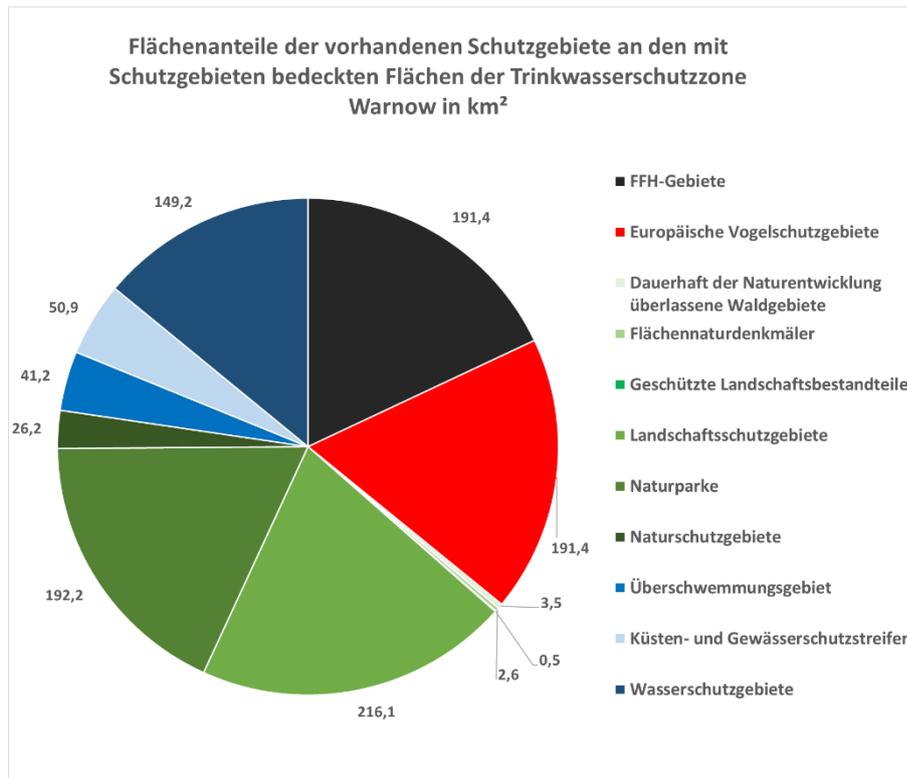


Abbildung 19: Auswertung der Flächenanteile der vorhandenen Schutzgebiete in den mit Schutzgebieten bedeckten Flächen der Trinkwasserschutzzone Warnow

Die Gemeinden Rukieten und Penzin würden aufgrund ihres geringen Anteils von weiteren Schutzgebieten an der Gemeindefläche am stärksten von einer Aufhebung der TWSZ Warnow und dem Entfallen der Nutzungsverbote und –beschränkungen profitieren. Für das Gebiet der Hanse- und Universitätsstadt Rostock würden bei Aufhebung der TWSZ Warnow und „nach Abzug“ weiterer Schutzgebiete auf ca. 380 ha Fläche geringere Nutzungsbeschränkungen gelten und diese zusätzlich einer möglichen gemeindlichen Entwicklung oder intensiverer Nutzung zur Verfügung stehen (Abbildung 20). Bei dieser Betrachtung sind jedoch weitere direkte und indirekte nachteilige Effekte auf wertvolle Ökosystemleistungen Bodenschutz, Artenschutz, Wasserhaushalt, Wasserqualität etc. noch nicht berücksichtigt, die eine positive makroökonomische Wirkung durch Folge- und Ersatzkosten deutlich mindern bzw. langfristig sogar ins Negative verändern könnten.

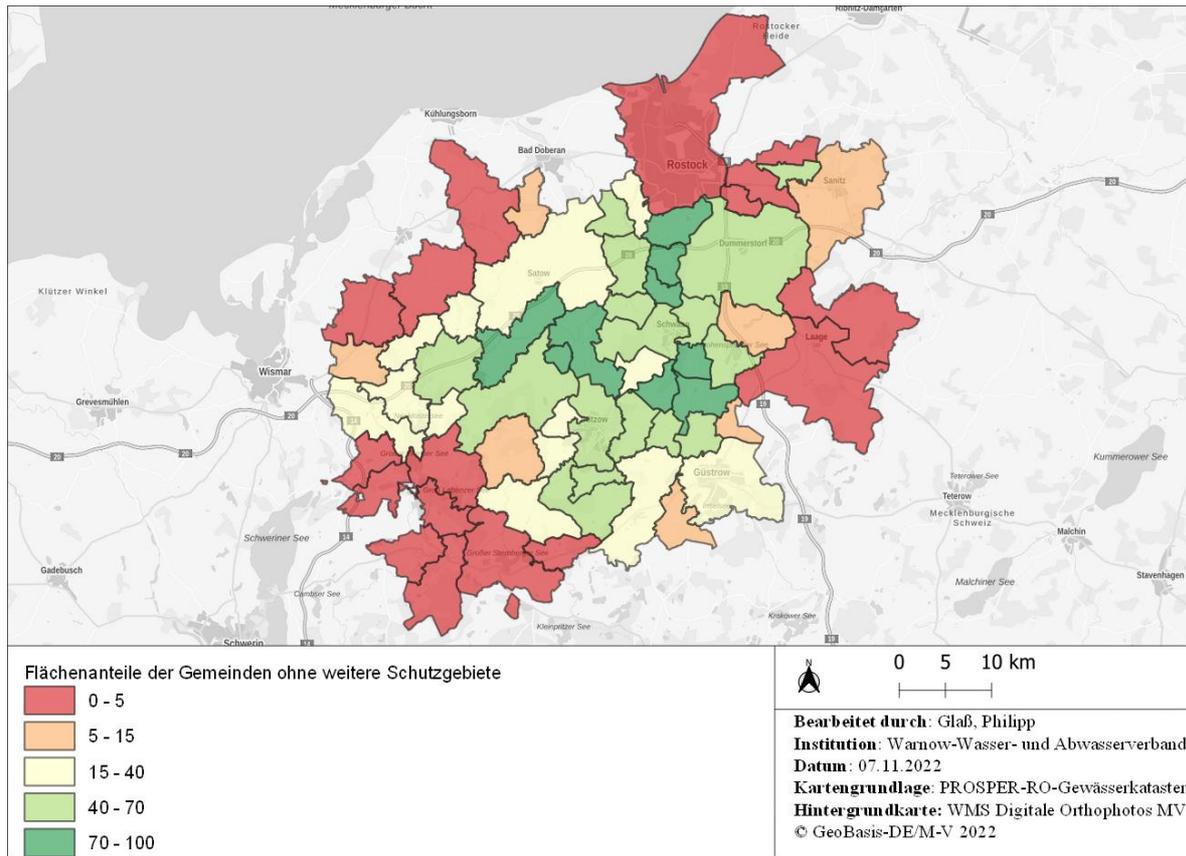


Abbildung 20: Flächenanteile der Gemeinden ohne weitere vorhandenen Schutzgebiete im Bereich der bestehenden Trinkwasserschutzzone Warnow, Angabe in Prozent

Unabhängig von diesen Überlegungen bleiben die Grundwasserwerke innerhalb des Projektgebietes auch bei der Erschließung einer alternativen Rohwasserquelle für die Versorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock erhalten und können für die zu erwartende gemeindlichen Entwicklungen mit Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung an den Bedarf weitergenutzt werden (WWAV und Nordwasser GmbH 2021).

Nach Aussage des VEK 2040 möchte der WWAV bis 2025 eine Grundsatzentscheidung über die zukünftige Wasserversorgung der Hanse- und Universitätsstadt Rostock treffen. Für die Beibehaltung der Wasserentnahme aus der Warnow sprechen sowohl die wirtschaftliche Vorzugsvariante nach der Kostenvergleichsrechnung als auch die geringe Erwartung makroökonomischer Auswirkungen bei Aufhebung der Trinkwasserschutzzone Warnow. Zukünftig ist im Vorfeld der Grundsatzentscheidung zu prüfen, ob das Wasserdargebot der Warnow auch langfristig Rohwasser in ausreichender Menge und Qualität bereitstellen kann.

2.1.3 Fallstudie Niederschlagswassermanagement und Gewässer bei Erweiterung von Gewerbestandorten und Wohngebieten bei Dummerstorf

2.1.3.1 Hintergrund

Die Gemeinde Dummerstorf wurde zu Beginn des Projektes PROSPER-RO als ein Referenzgebiet für ein mögliches Entwicklungsszenario mit kurzfristigem Zeithorizont (5 bis 10 Jahre) ausgewählt. Gründe dafür waren einerseits die Nähe zur Hanse- und Universitätsstadt Rostock und die sehr gute verkehrstechnische Anbindung an das Fernstraßennetz. Andererseits sind in der Gemeinde durch den aktualisierten Flächennutzungsplan und neu aufgestellte Bebauungspläne großräumige Landnutzungsänderungen möglich bzw. im Projektzeitraum bereits in Umsetzung. Insbesondere die Ausweisung großräumiger Gewerbeflächen und die damit verbundene Flächenversiegelung mit Folgen auf den lokalen Wasserhaushalt sind für modellhafte Untersuchungen des Abflussverhaltens der umliegenden Gewässer interessant.

2.1.3.2 Untersuchungsgebiet

Der Ort Dummerstorf befindet sich ca. 10 km südlich der Hanse- und Universitätsstadt Rostock (siehe Abbildung 21, kleine Karte). In den auf der westlichen Seite von Dummerstorf gelegenen Graben mit der Gewässernummer „18/3/3 Land“ entwässert der Großteil des Ortskerns von Dummerstorf über das Regenwasser-Kanalnetz des WWAV. Das Gewässer mündet in den Graben „18/3 Land“ (auch als „Kleine Zarnow“ bezeichnet) und schließlich in die Zarnow. Östlich der Ortslage liegt das Gewässer „18/8 Land“ / „Bohrgraben“. In dessen Oberlauf, der auf einer Länge von knapp 2 km als verrohrter Graben verläuft, befinden sich Niederschlagswasser-Einleitpunkte des Autobahnzubringers „Dummerstorfer Kreuz“ und aus den östlichen Wohngebieten Dummerstoffs. Die genannten Fließgewässer sind Teil des Fließgewässernetzes der Zarnow, für welches im ersten Projektabschnitt (2018-2021, vergl. Kap. 2.2.4 in Teil 1 des Berichts) von PROSPER-RO hydrologisch-hydraulische Modelle in der Software SWMM erstellt wurden (Kachholz und Tränckner 2020).

Nordwestlich der Ortslage Dummerstorf sind Gewerbeansiedlungen auf einer Fläche von nahezu 100 ha vorgesehen (Gemeinde Dummerstorf 2020). Die von den Autobahnen A19, A20 sowie der Landesstraße L191 umschlossenen Areale lassen sich anhand der aufgestellten Bebauungspläne in drei Teilbereiche (vergl. Abbildung 21) untergliedern:

- B-Plan 19 Norma Logistikzentrum
- B Plan 25a Amazon Logistikzentrum
- B-Plan 25b „Gewerbe- und Logistikzentrum Ostsee 3.0“

Der B-Plan 19 soll ca. 16,5 ha umfassen und befindet sich als „Gewerbe- und Logistikzentrum Ostsee“ bereits seit 2018 in der Umsetzung. Der B-Plan 25a „Gewerbe- und Logistikzentrum Ostsee 2.0“ befindet sich derzeit größtenteils in der Umsetzungsphase, der angrenzende B-Plan 25b in der Erschließung. Für weitere Gewerbestandorte und Wohnbauflächen gibt es derzeit keine öffentliche verfügbaren B-Pläne. Der Flächennutzungsplan der Gemeinde weist jedoch nordöstlich der Ortslage Dummerstorf zusätzlich zwei unerschlossene Wohngebiete („W8“, „W9“) mit einer Fläche von insgesamt 11 ha aus, deren Realisierung in den kommenden Jahren als wahrscheinlich gilt.

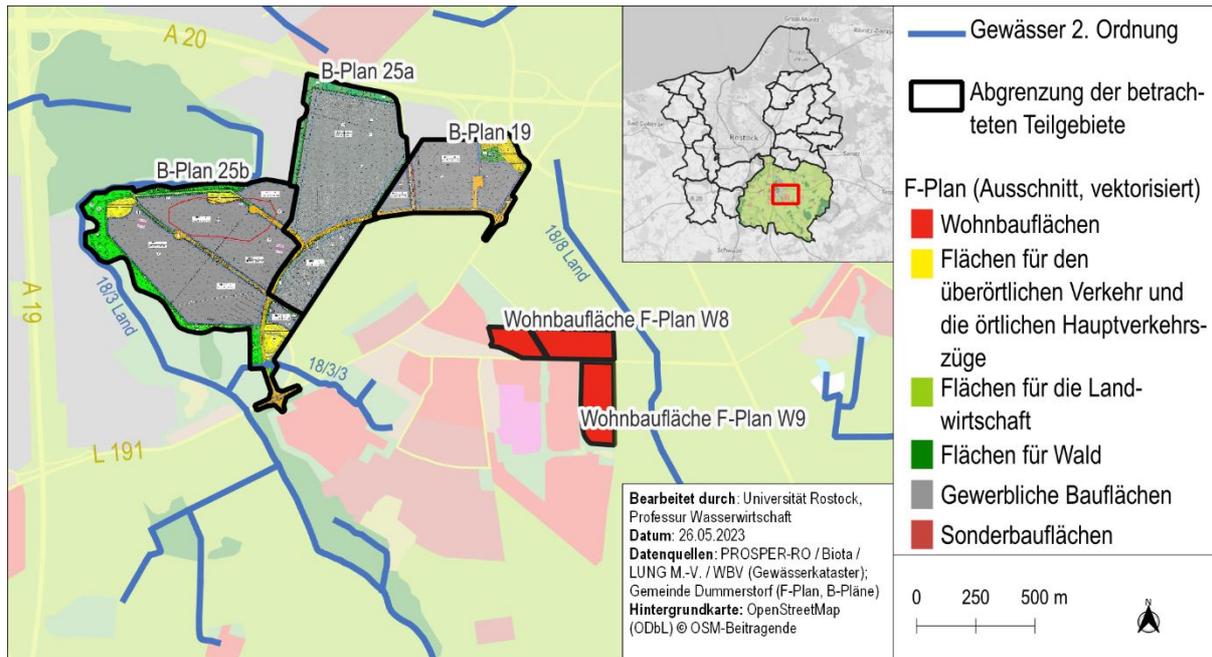


Abbildung 21: B-Pläne 19, 25a und 25b, sowie betrachtete Wohnbauflächen im Flächennutzungsplan; kleine Karte: Lage im Projektgebiet

Durch die geplanten und potentiellen Baumaßnahmen werden bisherige Ackerflächen versiegelt. Das zukünftig auftretende Niederschlagswasser soll in nahegelegene, Gewässer II. Ordnung eingeleitet werden. Die Einleitpunkte befinden sich an den Gräben „18/3 Land“, „18/3/3 Land“ und „18/8 Land“. Die Bauarbeiten im Zuge der Erschließung des B-Plan 25b erfordern eine Umverlegung der Gewässer 18/3/3, 18/3/3/2 sowie die Neuverlegung eines Durchlasses unter der Ausfallstraße. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Gräben wie in Abbildung 22 verlaufen (Gemeinde Dummerstorf 2020). Das Gewässer 18/8 ist nicht von einer derartigen Umverlegung betroffen.

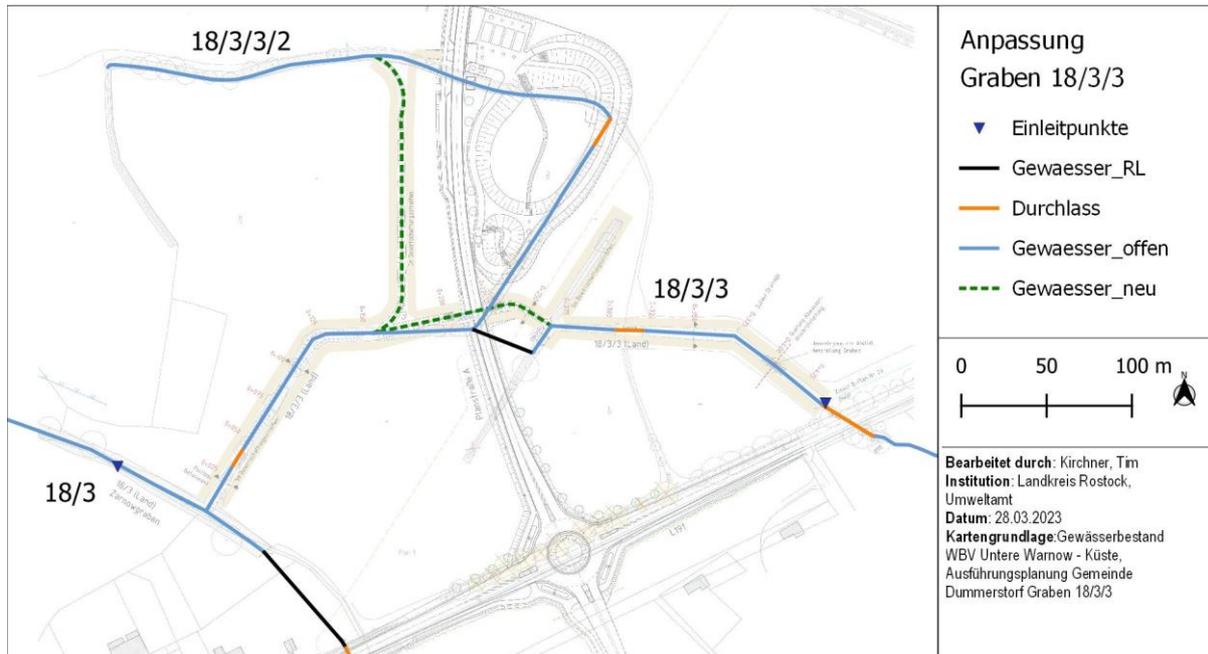


Abbildung 22: Umverlegung des Gewässers 18/3/3 im Zuge des B-Plan 25b

2.1.3.3 Ziele der Fallstudie

In der Fallstudie wird das bisherige Gewässermodell im Untersuchungsgebiet aktualisiert. Das vorhandene Modell der Zarnow (im Folgenden „Modell_0“) arbeitet z.T. mit Gewässerverläufen, die aufgrund fortwährender Umwidmungen, bereits erfolgter Umverlegungen oder Grabenöffnungen zum jetzigen Zeitpunkt schon nicht mehr der Realität entsprechen. Durch umfangreiche Nachvermessungen der Unteren Wasserbehörde des Landkreises liegen inzwischen (Stand 01/2023) neue und auch detailliertere Informationen zu bestehenden Einleitpunkten in und um Dummerstorf vor, die in das Modell integriert werden sollen. Abbildung 23 zeigt beispielhafte Korrekturen. Wie in der Abbildung zu sehen, war der im bisherigen Modell genutzte Verlauf der Rohrleitung des Gewässers 18/8 sehr ungenau. Zudem fehlten einige Schächte, die anhand des aktuellen Gewässerdatenbestandes des Wasser- und Bodenverbandes nachgetragen werden konnten, sowie Regenrückhaltebecken des WWAV. Durch den Vergleich mit dem bisherigen Modell soll geprüft werden, wie stark die geänderten und präzisierten Gewässerverläufe sich auf das modellierte Abflussverhalten auswirken, insbesondere an Rohrleitungen und Durchlässen. Die Fallstudie soll zudem Aufschluss darüber geben, mit welchem (zeitlichen und personellen) Aufwand die bisherigen Modelldaten zur längerfristigen Nutzung in aktualisierten Gewässermodellen geeignet sind.

Zudem sollen im aktualisierten Modell die oben skizzierten Landnutzungsänderungen berücksichtigt werden. Dafür wird ein GIS-basiertes Verfahren zur Modellanpassung erprobt. Für ausgewählte Niederschlagsereignisse werden mit dem angepassten Modell die Abflusskapazität, insbesondere an Durchlässen und in verrohrten Grabenabschnitten neu bewertet.

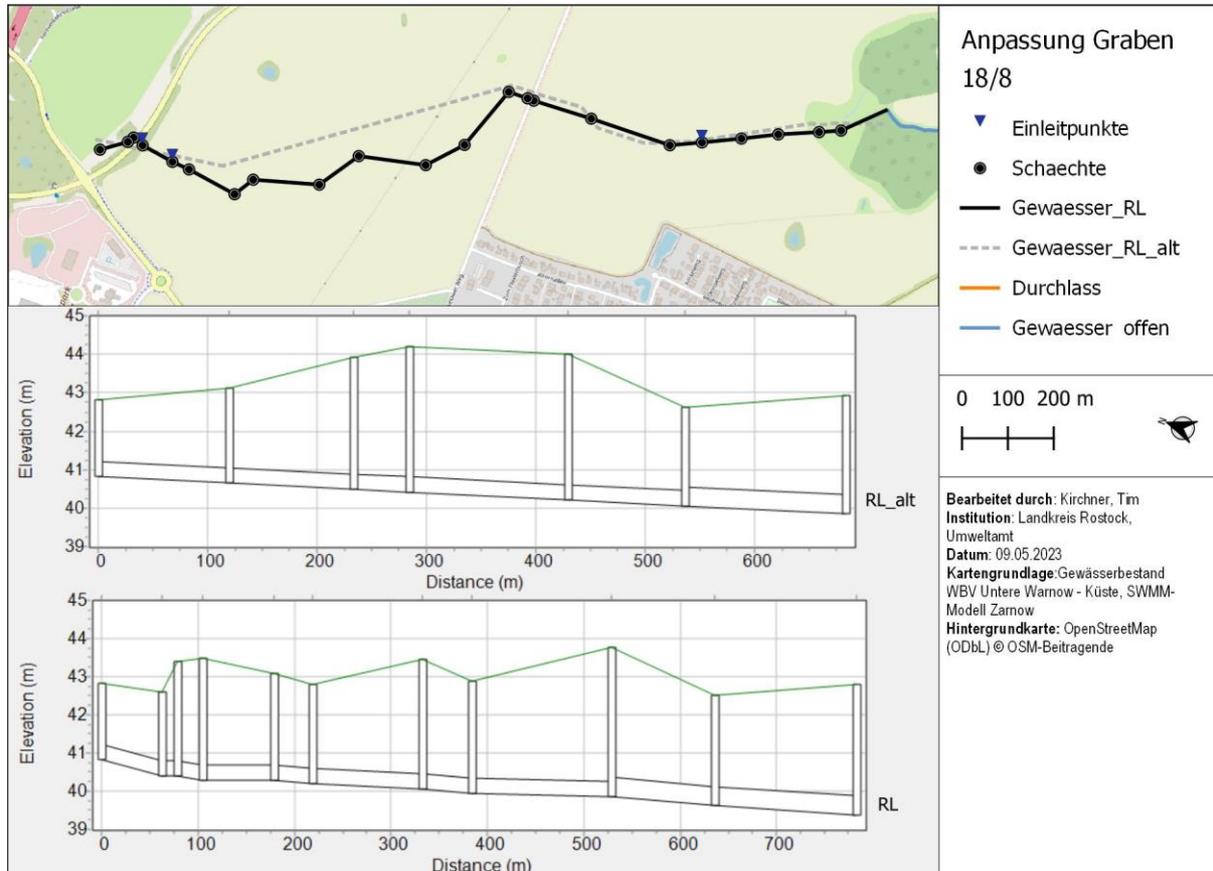


Abbildung 23: Korrekturen an Gewässer 18/8: RL_alt = bisheriger Datensatz des verrohrten Gewässerabschnitts, RL = neuer Datensatz mit identischem Start- und Endpunkt

2.1.3.4 Methodik

Die Fallstudie basiert auf Vorarbeiten von Kachholz und Tränckner (2020) zur Modellierung der Zarnow. Zur Bearbeitung der Modell-Daten werden diese als „Modell_0“ in QGIS mit der Erweiterung „Generate_SWMM_inp“ (Schilling und Tränckner 2022) importiert. Die Aktualisierung der Gewässerdaten für das „Modell_IST“ umfasst folgende Schritte:

- Anpassung der Fließgewässerverläufe anhand von DGM, Entwässerungsplänen und Luftbildern
- Ergänzung von Durchlässen, Korrektur von Rohrleitungsdimensionen anhand von Entwässerungsplänen und Bauwerksvermessungen
- Korrektur von Sohlhöhen anhand von Vermessungsdaten
- Ergänzung von Einleitpunkten, sowie darin genannten Abflussbegrenzern
- Ergänzung von Regenrückhaltebecken (RRB) durch Kanalnetzinfrastruktur-Daten des WWA

Statt der importierten, z.T. räumlich bzw. nach Landnutzung zusammengefassten Teileinzugsgebiete des bisherigen Modells werden die auf Grundlage des DGM generierten Teileinzugsgebiete des PROSPER-

RO Gewässerkatasters (Chen et al. 2021) verwendet. Auf diese Weise lassen sich zukünftig bebaute und dadurch versiegelte Gebiete durch GIS-Operationen flächenscharf in das Modell integrieren. So werden in Siedlungsgebieten anstelle der DGM-Einzugsgebiete die an die Regenwasserkanalisation des WWAV angeschlossenen Grundstücks-Polygone als Einzugsgebiete verwendet (siehe Abbildung 24, gelb).

Zur Vereinfachung des Modellaufbaus werden nur Teilgebiete des Gewässersystems „Zarnow“ betrachtet (vergleiche Abbildung 24). Um die „abgetrennten“ Teileinzugsgebiete im Modell weiterhin zu berücksichtigen, werden in den grün markierten Knotenpunkten Zuflüsse oberhalb liegender Teilgebiete als konstante Basisabflüsse ins Modell eingespeist. Die je Ereignis einzuspeisenden Wassermengen werden dazu aus den Modellergebnissen von Kachholz und Tränckner (2020) extrahiert. Um Rechenzeitintensive Langzeitsimulationen deutlich schneller durchführen zu können und den Datenbedarf zu verringern, soll das Modell auch in seiner Komplexität reduziert werden. Die umfangreiche Parametrisierung der Grundwasserneubildung und Verdunstung durch die SWMM-Erweiterung „Urban EVA“ mithilfe sogenannter *low impact development controls (LID)* des bisherigen Modells wird deshalb durch ein vereinfachtes Grundwassermodell in SWMM ersetzt. Um das Modell mit einem repräsentativen Anfangszustand zu starten wurde im „Modell_0“ anhand mehrerer Langzeitsimulationen ein sogenanntes „Hotstart-File“ generiert. Da für die szenarienartige Veränderung von Einzugsgebieten wie in dieser Fallstudie jeweils ein eigenes Hotstart-File notwendig wäre, wird anhand des „Modell_0“ die Bodenfeuchte der Einzugsgebiete und der Basisdurchfluss der Gewässer als Anfangszustand festgelegt.

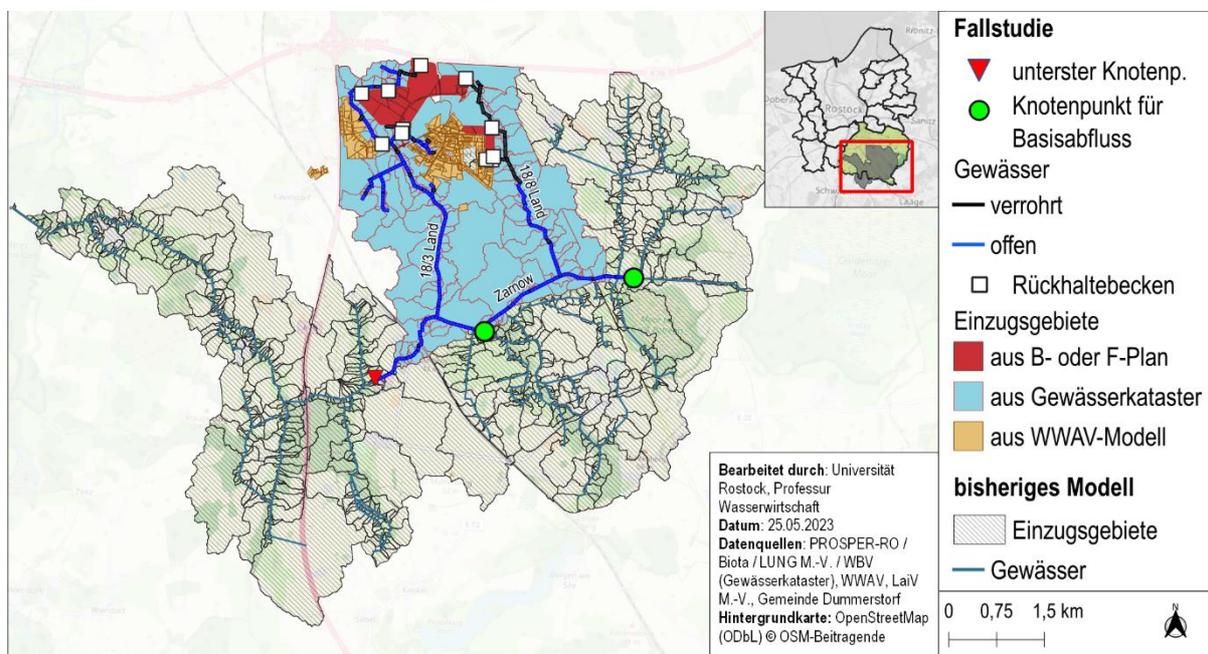


Abbildung 24: Einzugsgebiete und Gewässer im bisherigen Modell und im angepassten Modell der Fallstudie nach Datenquelle; kleine Karte: Lage des Zarnow-Einzugsgebiets im Projektgebiet

Für die Fallstudie wird eine Entwicklungsvariante als „Modell_PLAN“ betrachtet, welche Einzugsgebiet-sänderungen anhand folgender Datengrundlagen umfasst:

- F-Plan der Gemeinde Dummerstorf; Bearbeitungsschritte: Extrahieren von ausgewählten Wohnbauflächen als einzelne Teil-EZG
- B-Pläne und zugehörige Entwässerungspläne; Bearbeitungsschritte:
 - Hinzufügen der verzeichneten Flurstücke und Zuschnitt auf versiegelte Fläche
 - Aggregieren von Splitterflächen (< 5m²) mit angrenzenden Teil-EZG
 - Unterteilung nach Einzugsflächenplan (Gemeinde Dummerstorf 2020)
 - Hinzufügen von Rückhaltebecken und zugehörigen Regenwasserhaltungen nach Entwässerungsplan

Alle Modellvergleiche werden mit Starkregendaten („KOSTRA-DWD“) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) durchgeführt, die seit dem 01.01.2023 in der Version „KOSTRA-DWD-2020“ anstelle von „KOSTRA-DWD-2010R“ zu verwenden sind ⁵. Die zu untersuchenden Dauerstufen D lassen sich anhand des im DWA-M 102-3 (dort: Anhang B) beschriebenen Verfahrens zur Abschätzung der „Schwerpunktlaufzeit“ (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) 2021) bestimmen. Demnach wären Ereignisse mit D = 60 min bis D = 180 min relevant. Die dafür berücksichtigten Teileinzugsgebiete sind die Oberläufe der Gewässer „18/3 Land“ und „18/8 Land“ mit einer Größe von 425 bzw. 165 ha, denn in diesen befinden sich die Siedlungsflächen und potentiell zukünftig versiegelten Flächen. Aufgrund vorheriger Studien im Untersuchungsgebiet (BIOTA 2019) werden für den Vergleich zwischen „Modell_IST“ und „Modell_PLAN“ auch Niederschlagsereignisse mit Dauerstufen bis 24 h (1440 min) simuliert.

Zur Einordnung der Modellergebnisse werden mithilfe der Langzeitsimulation des „Modell_0“ die Wiederkehrintervalle von Hochwasserscheitelabflüssen einer partiellen Reihe an den in Abbildung 41 dargestellten Auswertungspunkten ermittelt (vergl. DWA-M 552 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) 2012)).

Zusätzlich werden mit dem in Anhang B des DWA-M 102-3 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) 2021) beschriebenen Hüllkurven-Verfahren potentiell naturnahe Hochwasserabflüsse $HQ_{1,pnat}$ (in l/s) berechnet

⁵ In den für die Fallstudie gewählten Rasterkacheln im Datensatz des DWD sind demnach bei Wiederkehrintervallen von 10 Jahren oder weniger tendenziell geringere Werte anzusetzen (vergl. Abbildung 40 im Anhang). Die Niederschlagsmengen mit einer höheren „Jährlichkeit“ (50 a, 100 a) sind in den kürzeren Dauerstufen geringer, ab einer Dauerstufe von 4 h (100 a) bzw. 6 h (50 a) größer als in „KOSTRA-DWD-2010R“.

$$HQ_{1,pnat} = Hq_{1,pnat} \times A_{Eo}$$

mit

- $Hq_{1,pnat}$ der potentiell naturnahen Hochwasserabflussspende (anhand der Hüllkurven in Abbildung B.2 des zitierten Merkblatts) und
- A_{Eo} dem oberirdischen Einzugsgebiet des Gewässers bis zum jeweiligen Punkt

Abschließend erfolgt eine Bewertung der bestehenden und geplanten Einleitsituation im Sinne des vereinfachten Nachweisverfahren des DWA-Merkblatts.

2.1.3.5 Ergebnisse

2.1.3.5.1 Aufwand der Modellanpassung

Die o.g. Anpassungen und Vereinfachungen des Modells in QGIS und SWMM (als „Modell_IST“) sind mit einem nicht unerheblichen (manuellen) Aufwand verbunden. Dabei fallen verschiedene Arbeitsschritte unterschiedlich stark ins Gewicht. Zur Aktualisierung des Gewässer-Datenbestandes in QGIS lassen sich die betroffenen Abschnitte / Knotenpunkte anhand der (eindeutigen) Bezeichnung⁶ oder Lage⁷ identifizieren und im Bearbeitungsmodus aus dem alten Datenbestand entfernen. An ihrer Stelle werden per „copy & paste“ die aktuelleren Objekte des neuen Datensatzes eingefügt. Es ist darauf zu achten, dass diese wiederum eine eindeutige Bezeichnung und die für das Modell benötigten Attribute besitzen. Gleiches gilt beim Hinzufügen neuer Objekte, beispielsweise bisher nicht vorhandenen RRB.

Wesentlich aufwändiger gestaltet sich die Neu-Parametrisierung der Einzugsgebiete im „IST“-Zustand. Dies betrifft zum einen die räumliche Disaggregation von Einzugsgebietseigenschaften für die vorher nach Landnutzung aggregierten Teileinzugsgebiete. Zum anderen ist eine Neu-Kalibrierung der Grundwasserberechnung im Modell anhand mehrerer Langzeitsimulationen des gesamten Zarnow-Einzugsgebiets notwendig, um den „Urban EVA“-Ansatz des „Modell_0“ zu ersetzen. Dieser Schritt ist nach wie vor zeitintensiv, da die Wasserspeicherfunktion für natürliche Einzugsgebiete konzeptionell anders zu lösen ist. Darüber hinaus ist für den Abflussbildungsprozess der Grundwasserkomponente in SWMM der Anfangszustand des Modells (Bodenfeuchte, Grundwasserstand) entscheidend. Die hier vorgenommene Schätzung repräsentativer Startwerte je Einzugsgebiet anhand eines bestehenden Modells bringt Unsi-

⁶ QGIS-Werkzeuge: „Nach Ausdruck wählen“ (*Select by expression*) oder „Nach Attribut wählen“ (*Select by attribute*)

⁷ QGIS-Werkzeug: „Nach Position selektieren“ (*Select by location*)

cherheiten mit sich, die entsprechende Modellerfahrung erfordern. Zugleich erweist sich die Herangehensweise als zweckmäßig für die Betrachtung des Fließverhaltens im Gewässer bei gegebenen Zuflüssen aus den Einzugsgebieten.

Die Verwendung von ALKIS-Flurstückspolygonen als Datengrundlage für zukünftig kanalisierte Einzugsgebiete der Szenarien erscheint an dieser Stelle sinnvoll und gut reproduzierbar, da es sich um einen landesweit verfügbaren Datensatz handelt. Diese Polygone lassen sich GIS-technisch in die bestehenden DGM-Einzugsgebiete einfügen. Die notwendige Ergänzung der Regenwasser-Infrastruktur im Modell der Planungsszenarien kann nur durch manuelles Einzeichnen erfolgen, wenn entsprechende Zeichnungen (Entwässerungspläne) nicht digital (als Vektordatensatz) zur Verfügung gestellt werden.

2.1.3.5.2 Simulationsergebnisse und Bewertung der Einleitsituation

Bedingt durch die grundsätzlich verschiedene Herangehensweise (mit / ohne *LIDs*), weist das „Modell_IST“ in Bezug auf den Abflussbildungsprozess ein deutlich anderes Verhalten als das „Modell_0“ auf. So ermöglichen die *LIDs* im „Modell_0“ den Aufbau des Untergrunds als Drei-Schicht-Modell, mit einem eher wasserspeichernden Oberboden, der in der Lage ist große Abflussspitzen aufzunehmen und teilweise zu verdunsten, einem eher durchlässigen Unterboden, der bei Wassersättigung des Oberbodens zügig das Wasser zur gesättigten, dritten Schicht transportiert, welche den Grundwasserabfluss generiert. In der Langzeitsimulation gibt dieses Verhalten – gemessen an den Kalibrierungsdaten des „Modell_0“ – den Abflussbildungsprozess des gesamten, stark landwirtschaftlich geprägten Zarnow-Einzugsgebiets (Abbildung 24, grau schraffiert) aufgrund zahlreicher vermuteter Dränleitungen unter Ackerflächen und Grünland wesentlich besser wieder, als der Aufbau mit nur einer ungesättigten und einer gesättigten Schicht. Zudem lassen sich auf Luftbildern besonders in den Niederungen des Einzugsgebiets zahlreiche Entwässerungsgräben erkennen, die in keinem der beiden Modelle integriert sind, deren Einfluss aber durch die aufwändige Kalibrierung im „Modell_0“ gut abgebildet wird ⁸.

Im Oberlauf der in dieser Fallstudie betrachteten Gewässerabschnitte sind hingegen Siedlungsgebiete mit ihren wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen (Rückhaltebecken, Abflussbegrenzers, Durchlässe) prägend, die in dem bisherigen Modell z.T. nicht oder mit nicht aktuellen Dimensionen berücksichtigt wurden. Demensprechend sind Ergänzung von RRB und Korrekturen der Durchlässe in den Simulationsergebnissen sichtbar. Abbildung 25 zeigt einen Extremfall im Gewässer „18/8 Land“ (Punkt „b“ in Abbildung 41 im Anhang), bei dem die Wirkung eines hinzugefügten Abflussbegrenzers in Form von deutlich geringeren Abflussspitzen (39 % bis 51 %) und verzögertem Abfluss sichtbar wird.

⁸ Zur Kalibrierung siehe Kachholz und Tränckner (2020)

Im Planungsszenario kommt es bei den angesetzten Dauerstufen bis zu einem Wiederkehrintervall von 10 Jahren zu keiner Überlastung der RRB. Dabei ist, übereinstimmend mit den Untersuchungen von BIOTA (2019), die Niederschlags-Dauerstufe von 1440 min (24 h, Blockregen) in den hier durchgeführten Simulationen als „kritischstes“ Ereignis zu bewerten. Die angenommenen Beckenvolumina werden in diesem Niederschlagszenario zu max. 94 % gefüllt. Die Kombination aus zusätzlich versiegelter Fläche und Speichereffekt der RRB wirkt sich dabei merklich auf den Abfluss im Gewässer aus. In Abbildung 26 sind beispielhaft simulierte Durchflüsse im aktuellen Zustand (Modell_IST), sowie im oben skizzierten Planungsszenario („Modell_PLAN“) am Berechnungspunkt „a“ (siehe Abbildung 41 im Anhang) dargestellt, oberhalb dessen das Niederschlagswasser der B-Plangebiete 25a und 25b eingeleitet wird. Dabei führt die Flächenversiegelung zunächst zu höheren Abflussspitzen. Der Zwischen-/Grundwasserabfluss hingegen, der im IST-Zustand mehrere Tage nach Ende des simulierten Regenereignisses für erhöhte, langsam abfallende Abflüsse sorgt, ist im Planungsszenario deutlich verringert.

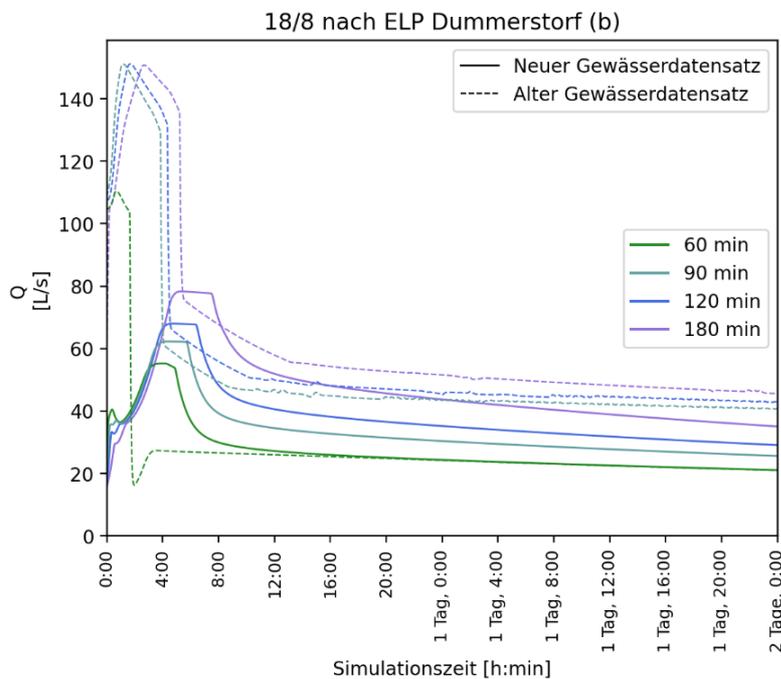


Abbildung 25: Beispiel für Simulationsergebnisse (Niederschlags-Dauerstufen 60 – 120 Minuten, Wiederkehrintervall von zwei Jahren) mit neuem und altem Gewässerdatensatz, bei ansonsten gleichen Randbedingungen (identische Einzugsgebiete und Niederschlagsreihen)

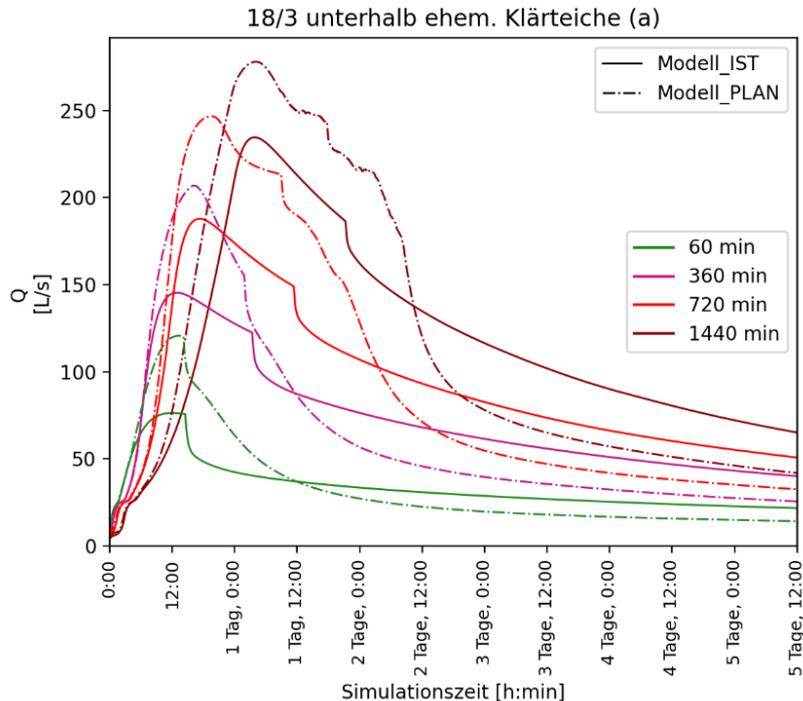


Abbildung 26: Vergleich der Durchflussszenarien bei Niederschlagsereignissen mit Dauerstufen von 1 h bis 24 h und einem Wiederkehrintervall von einem Jahr im Gewässer 18/3 Land (Berechnungspunkt „a“)

Anhand der Langzeitsimulation des „Modell_0“ werden als HQ_1 am Punkt „a“ ca. 210 l/s ermittelt, sowie das Verhältnis des zweijährigen zum einjährigen Hochwasserabfluss mit 1,3 (vergl. Abbildung 42). Die Herleitung des HQ_1 aus der Langzeitsimulation entspricht aufgrund der versiegelten Flächen, Durchlässe und Rohrleitungen im Modell zwar nicht dem im Regelwerk geforderten Verfahren, kann aber als Hinweis zu dessen Einschätzung genutzt werden. Nach dem Hüllkurven-Verfahren des DWA-M 102-3 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) 2021) zur Abschätzung des potentiell natürlichen, einjährigen Hochwasserabflusses $HQ_{1, \text{pnat}}$ ergibt sich ein größerer möglicher Wertebereich am Punkt „a“ zwischen etwa 370 l/s und 660 l/s.

Abhängig von der angesetzten Datengrundlage dürften also nach dem vereinfachten Nachweisverfahren des DWA-M 102-3 im IST-Zustand oberhalb des Punkts „a“ maximal 130 l/s bis 360 l/s eingeleitet werden. Im Plan-Zustand wären nach dieser Berechnungsmethode auf dieser Fließstrecke bis zu 70 l/s als weitere Einleitmenge möglich. Diese Werte würden jedoch durch bestehende Wasserrechte (in Summe ca. 830 l/s) bereits weit überschritten. Dabei ist zu beachten, dass die genehmigte, maximale Einleitmenge nicht zwingend den tatsächlichen Einleitungen entspricht. Auch im Gewässer „18/8 Land“ wäre bis zum Punkt „b“ nach dem aktuellen Berechnungsverfahren die Kapazität für zusätzliche Einleitungen von Niederschlagswasser weitestgehend ausgeschöpft, zumal es sich im Oberlauf um ein vollständig verrohrtes Gewässer handelt.

2.1.3.6 Schlussfolgerungen für die GIS-/Modell-gestützte Bewertung der Einleitsituation

Ziel des ursprünglichen Ansatzes („Modell_0“) war es, mit übertragbaren Gewässer- und Einzugsgebiet-sparametern für das gesamte PROSPER-RO-Gebiet Gewässermodelle aufzubauen, um

- die Abflusssituation von Gewässersystemen bei Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Dauerstufen und Wiederkehrintervalle unter ungünstigsten Randbedingungen (Gewässervorfüllung, Bodenfeuchte) zu simulieren und
- landnutzungsspezifische Kennzahlen (Abflussbeiwert) auf der räumlichen Skala von F-Plan-Gebieten abzuleiten.

Diese Ziele werden mit Blick auf die Güteparameter der Kalibrierung (Kachholz und Tränckner 2020) und die Anwendung der Kennzahlen im GIS-EUS (Kachholz und Tränckner 2021) erreicht. Die Verwendung des *Urban-EVA*-Ansatzes erweist sich als zielführend zur Abbildung des Boden-Wasserhaushalts natürlicher Einzugsgebiete im Untersuchungsraum. Im Vergleich mit dem aktualisierten Modell („Modell_IST“) dieser Fallstudie zeigt sich jedoch auch, dass in Gebieten, in denen Siedlungsflächen prägend sind, der Einfluss wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen (Durchlässe, Speicherräume) nicht vernachlässigt werden kann. Für die Erteilung von wasserrechtlichen Genehmigungen/Erlaubnissen und der Bewertung der damit verbundenen hydrologischen und hydraulischen Konsequenzen ist ein kombiniertes Modell für Einzugsgebiet, Kanalnetz und Fließgewässer empfehlenswert. Die gemeinsame Erfassung, Aufbereitung und Zusammenführung entsprechender Geodaten verschiedener Aufgabenträger, wie sie in PROSPER-RO durchgeführt wurde, ist daher ein wichtiger Beitrag für ein zukünftiges, integrales Wassermanagement. Insbesondere Geoinformationen zur Lage der Einleitpunkte und den jeweils angeschlossenen Einzugsgebieten sind essentiell, um die die Einleitsituation im Sinne des DWA-Regelwerks beurteilen zu können. Die hier durchgeführte Fallstudie zum Abflussverhalten und Niederschlagswassermanagement macht deutlich, dass die Folgen großräumiger Flächenversiegelungen für neue Wohn- und Gewerbegebiet aus wasserwirtschaftlicher Sicht kritisch zu sehen sind.

2.2 Regionales Konzept Wertstoffhöfe

2.2.1 Versorgungssituation und Herausforderungen

Kommunale Wertstoffhöfe sind eine wichtige Säule der kommunalen Abfallwirtschaft. Sie ermöglichen eine Abfallentsorgung sperriger und problematischer Abfälle aus Privathaushalten durch den Erzeuger im Bringsystem. Größere Kommunen oder Landkreise betreiben meist mehrere Wertstoffhöfe zugleich und beabsichtigen eine zunehmend regionale Abdeckung und schnelle Erreichbarkeit moderner und gut ausgestatteter Wertstoffhöfe.

2.2.1.1 Hanse- und Universitätsstadt Rostock

In der Hanse- und Universitätsstadt Rostock werden aktuell vier Wertstoffhöfe (hierorts „Recyclinghöfe“ genannt) betrieben.

1. Toitenwinkel (in Planung)
2. Lütten Klein
3. Dierkow
4. Südstadt
5. .Reutershagen



Abbildung 27: Darstellung der aktuell betriebenen und der geplanten Recyclinghöfe in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock (Quelle: Stadtentsorgung Rostock GmbH).

Wertstoffhöfe müssen entsprechend der geltenden Vorschriften und Gesetze gebaut und ausgestattet werden. Diese werden kontinuierlich angepasst und verändert, wodurch sich die Anforderungen an einen Wertstoffhof im Schnitt alle 10 Jahre verändern. Längerfristig sollte ein Wertstoffhof auch die demografische Entwicklung der Region berücksichtigen, um die entsprechenden Bedarfe der Bevölkerung abdecken zu können (van Ommeren 2023).

Sukzessive werden daher auch die Recyclinghöfe in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock erneuert und neu dimensioniert. Im Mai 2021 wurde die Erweiterung und Umgestaltung des Hofes in der Südstadt fertiggestellt. Mit der Erneuerung stehen den Kunden jetzt ca. 4.000 m² Entsorgungsfläche mit befahrbarer Entladerampe zur Verfügung. Gründe für die Erweiterung waren zu enge Verkehrswege/-flächen für Containerfahrzeuge sowie für Kunden, keine Trennung von Kunden- und Entsorgungsverkehr, Sozialcontainer entsprach nicht mehr den Arbeitsstättenvorgaben, veralteter Aufbau des Schadstoffcontainers, kein benutzerfreundliches Entladen (Treppennutzung zur Containerbefüllung).

Ebenso ist geplant den Recyclinghof im Stadtteil Dierkow zu schließen und durch einen deutlich größeren Hof im Stadtteil Toitenwinkel zu ersetzen. Grund hierfür sind ebenfalls eine veraltete Ausstattung sowie

eine Auslastung der Aufnahmekapazitäten. Zusätzlich sollen auf dem Hof Möglichkeiten zur Weiterbildung von Kindern und Erwachsenen durch ein zusätzliches Platzangebot entstehen sowie ein Rückkonzumzentrum zur Annahme und Abgabe / Verkauf von wiederverwendbaren Gegenständen.

2.2.1.2 Landkreis Rostock

Der Landkreis Rostock betreibt 10 Wertstoffhöfe im Land.



Abbildung 28: Darstellung der betriebenen Wertstoffhöfe im Landkreis Rostock (Quelle: Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Landkreis Rostock)

Die betriebenen Wertstoffhöfe im Landkreis Rostock sind überwiegend veraltet und entsprechen nicht den aktuellen Standards der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) oder sonstigen Umweltauflagen. Vielerorts werden die Container auf unbefestigten Flächen aufgestellt und das Niederschlagswasser wird weder gesammelt noch behandelt, es existieren keine WHG-Flächen bzw. flüssigkeitsdichte Flächen zum Schutz von Boden und Gewässer. Hier besteht dringender Erneuerungs- und Nachrüstungsbedarf. Um entsprechende Bedarfe zu ermitteln und ein regionales Wertstoffhofkonzept zu entwickeln, wurde eine Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt, um Regionen im Untersuchungsgebiet zu identifizieren, welche von der Errichtung eines weiteren Wertstoffhofes profitieren würden. Hierbei wurde die Erreichbarkeit zu den vier Recyclinghöfen in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock sowie den 10 Wertstoffhöfen im Landkreis untersucht.

2.2.2 Ausbau des Wertstoffhofnetzes im Landkreis Rostock

Auf einer Gesamtfläche von 3.430 km² leben im Landkreis Rostock ca. 218.000 Menschen (Stand 2019). Mit 63,5 Einwohner je km² ist der Landkreis sehr dünn besiedelt (Landkreis Rostock 2021). Insgesamt

gibt es 10 Wertstoffhöfe, die durch den Eigenbetrieb Abfallwirtschaft betrieben werden. Vereinfacht gerechnet kommen auf einen Wertstoffhof 21.800 Einwohner. Die Einwohner verteilen sich jedoch nicht gleichmäßig auf die Landesfläche und es ergeben sich Regionen mit unterschiedlich gutem Anschluss. Zur besseren Einschätzung wurde hierfür eine sog. Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt, um den Zugang zu einem Wertstoffhof des örE im Landkreis Rostock zu bemessen. Im GIS-EUS wurden hierfür Erreichbarkeitsanalysen implementiert, mit der die Einwohnerzahl in einem definierbaren Einzugsgebiet eines vorhandenen oder geplanten Wertstoffhofes bestimmt werden können. Mit Hilfe dieses und weiterer Entscheidungswerkzeuge soll der Ausbau des Wertstoffhofnetzes durch die Errichtung weiterer Höfe im Landkreis Rostock dargestellt werden. Bereiche mit guter und schlechter Erreichbarkeit zu einem Wertstoff im Landkreis Rostock werden so mit Durchführung einer Erreichbarkeitsanalyse im GIS-EUS identifiziert. Folgende Differenzierungen der Erreichbarkeiten werden festgelegt:

Tabelle 13: Definierte Isochronen für die Erreichbarkeitsanalyse

	0 – 5 min
	5 – 10 min
	10 – 15 min
	15 – 20 min
	20 – 25 min
	25 – 30 min
	>30 min

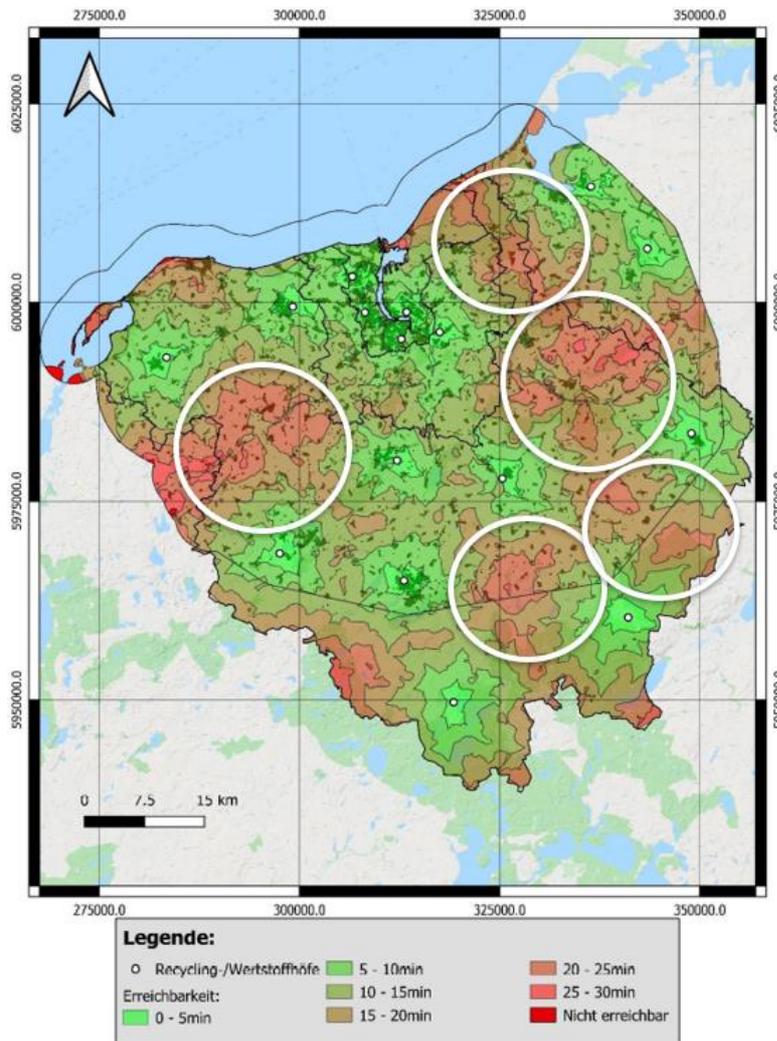


Abbildung 29: Darstellung der verschiedenen Erreichbarkeiten mittels definierter Erreichbarkeits-Isochronen sowie Versorgungslücken (weiße Kreise) im Stadt- und Landkreis Rostock

Die Abbildung 29 verdeutlicht die unterschiedlichen Abstufungen der Erreichbarkeiten zu den Recycling- bzw. Wertstoffhöfen im Stadt- und Landkreis Rostock. Die Abstufungen sehr gut bis schlecht erreichbar sind farblich über hellgrün, braun bis tiefrot in 5 min-Stufen eingeordnet. Als „Nicht erreichbar“ sind alle > 30 min entfernten Areale definiert. Das Stadtgebiet der Hanse- und Universitätsstadt Rostock zeigt eine überwiegend sehr gute Erreichbarkeit zu den vorhandenen Höfen auf. Ausnahmen bilden die sehr gering besiedelten Gebiete der Rostocker Heide sowie der Bereich Hohe Düne im Nordosten des Stadtgebietes.

Im Projektgebiet werden jedoch nicht alle Wertstoffhöfe im Landkreis Rostock erfasst. Die Wertstoffhöfe Krakow am See und Teterow befinden sich außerhalb des Projektgebietes und werden in dieser Arbeit

daher nicht näher untersucht. Auch Areale mit schlechten Erreichbarkeiten, insbesondere in Grenzregionen zu anderen Landkreisen werden hier hinsichtlich weiterer grenzüberschreitender Entsorgungsmöglichkeiten nicht weiter betrachtet. Die in Abbildung 29 dargestellte Erreichbarkeitsanalyse berücksichtigt keine administrativen Grenzen, vielmehr liegt eine beiderseitige Nutzung der Entsorgungsmöglichkeiten im Stadt- und Landkreis Rostock, im Sinne einer intensivierten Stadt-Land-Verflechtung für eine Zukunft gerichtete Entwicklung im Bereich der Abfallwirtschaft, für diese Analyse zugrunde. Eingeschränkte Erreichbarkeiten bzw. Versorgungslücken sind aufgrund der größeren Gebietsfläche ausschließlich im Landkreis Rostock vorhanden. Die Gebiete umfassen im Wesentlichen die Gemeinden:

- *Satow* sowie die südlich davon angrenzenden Nachbargemeinden *Jürgenshagen* und *Klein Belitz*
- *Lohmen* und umliegende Gemeinden
- *Lalendorf*
- *Lelkendorf* und *Jördenstorf*
- *Tessin* sowie nördlich davon angrenzende Nachbargemeinden *Zarnewanz*, *Thelkow*, *Grammow* sowie *Nustrow*

2.2.2.1 Standortidentifizierung für die Gemeinde Satow

Die Erreichbarkeitsanalyse für den Landkreis Rostock weist mehrere Bereiche mit eingeschränkten Erreichbarkeiten zu den vorhandenen Wertstoffhöfen auf. Eine davon ist die Gemeinde Satow, sowie die südlich davon angrenzenden Nachbargemeinden Jürgenshagen und Klein Belitz. Im Zentrum dieses Gebietes befindet sich die Gemeinde Satow, siehe Abbildung 30. Als potentieller Standort wird daher die Gemeinde Satow näher untersucht.

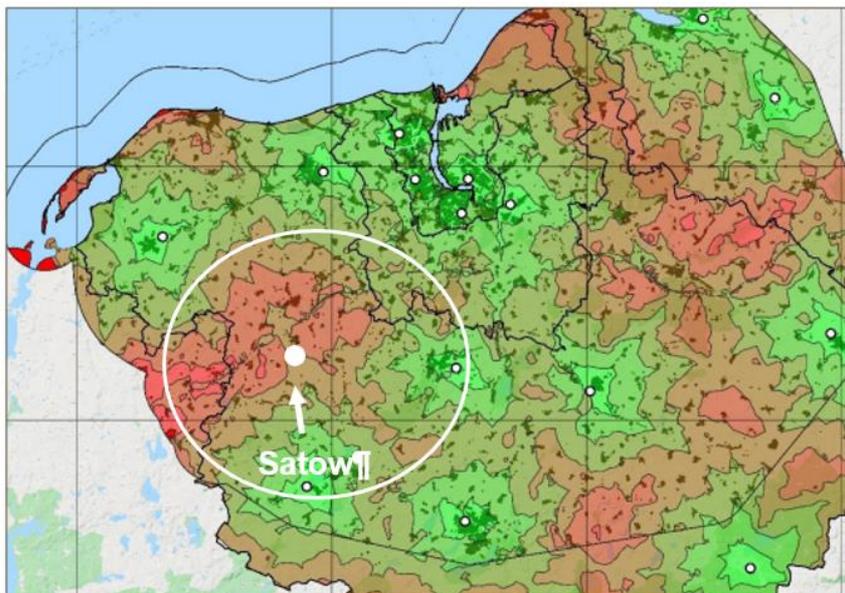


Abbildung 30: Versorgungslücke zu einem Wertstoffhof in der Gemeinde Satow und Nachbargemeinden durch eine schlechtere Erreichbarkeit (Berechnung mit QGIS)

Eine weitere Abfrage der Realnutzungskartierung (RNK) zeigt beispielhaft die vorhandenen Industrie- und Gewerbegebiete, die als potentielle Wertstoffhof-Standorte in Fragen kommen (Abbildung 31).

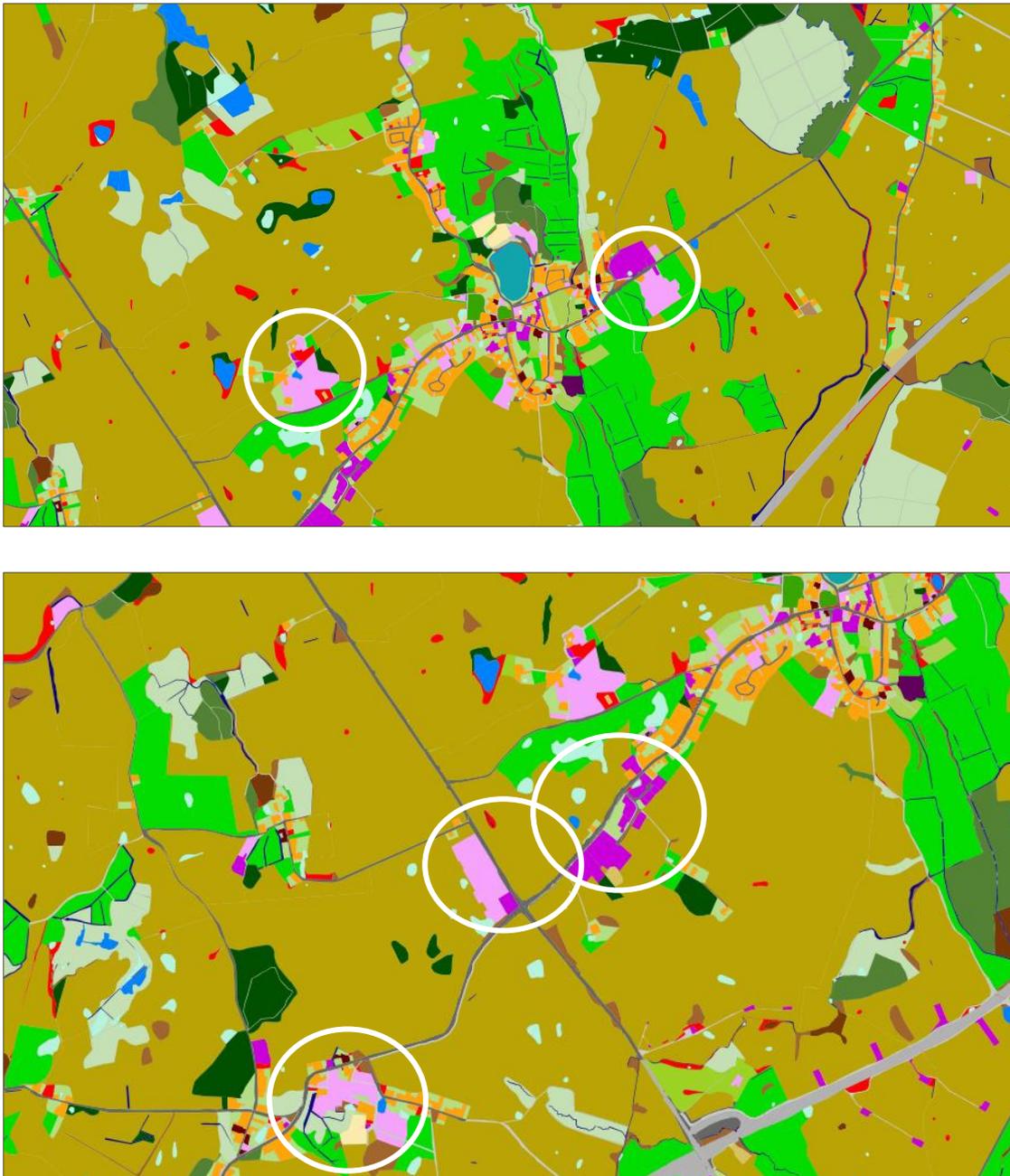


Abbildung 31: Realnutzungskartierung (RNK) für die Gemeinde Satow im Zentrum (oben) und südlichen Gemeindebereich (unten) mit Kennzeichnung der vorhandenen Industrie- und Gewerbeflächen (lila) sowie Mischgebieten (rosa).

Der potentielle Standort sollte logistisch angebunden sein und in der Nähe von einer Hauptverkehrsader platziert werden. Die zusätzliche Anwendung des Bau- und Planungsportals M-V zeigt vorhandene Bebauungs- und Flächennutzungspläne auf, welche hinsichtlich vorhandener Industrie- und Gewerbegebiete geprüft werden (vergl. Abbildung 32 oben)

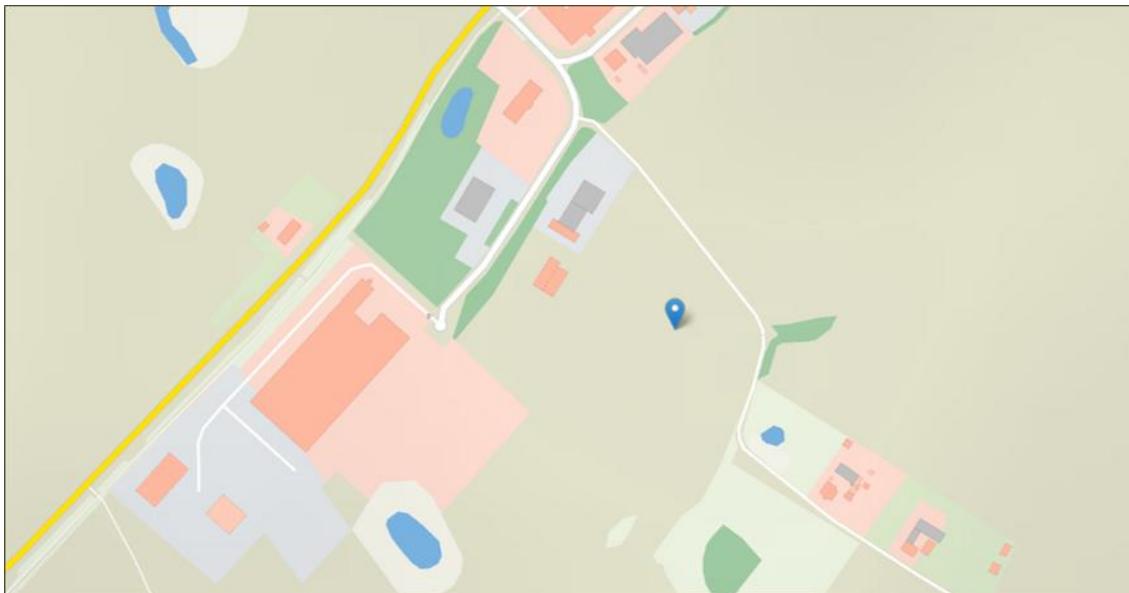
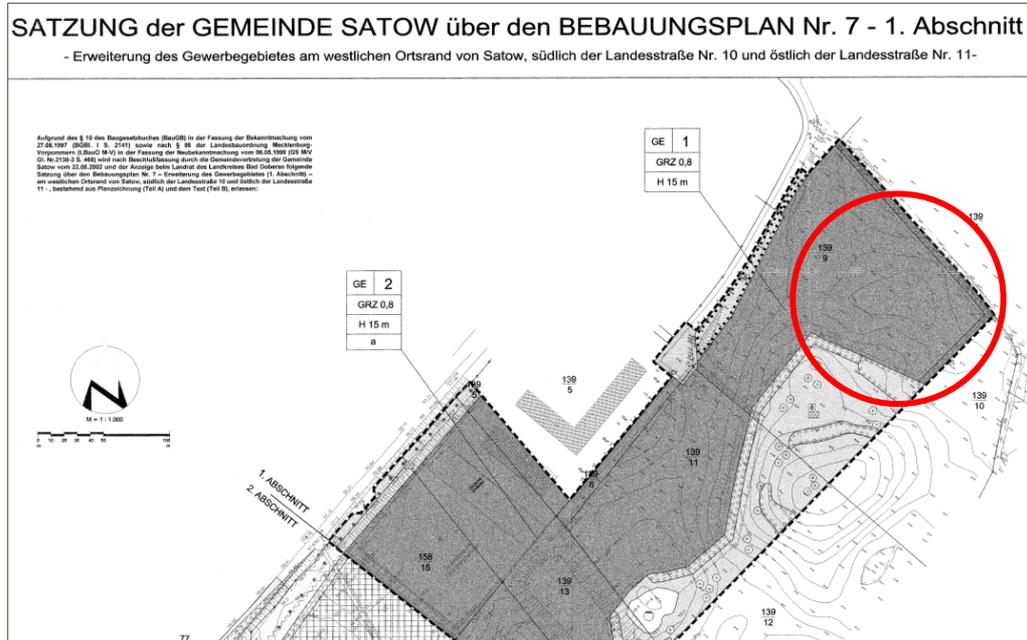


Abbildung 32: Geltungsbereich für das B-Plan-Gebiet Satow OT Satow Niederhagen Erweiterung Gewerbegebiet West 1.BA Nr. 7 mit Kennzeichnung des potentiellen Standortes für einen Wertstoffhof (oben) u. Markierung des potentiellen Standortes für die Errichtung eines neuen Wertstoffhofes in Satow auf der Südseite entlang der „Hauptstraße Ausbau mit dem GIS-EUS (unten)

Für den neuen Standort in der Gemeinde Satow erfolgt nun eine weitere Erreichbarkeitsanalyse (siehe Abbildung 33). Innerhalb der ersten drei Erreichbarkeits-Isochronen (0 – 5 min; 5 -10 min; 10 – 15 min) werden durch den neuen Wertstoffhof 7.315 Personen erreicht. Weitere 6.783 Personen befinden sich innerhalb der Isochronen von 15 – 20 min und 20 – 25 min, 532 Personen benötigen in diesem Szenario eine Fahrzeit von 25 - 30 min. Die Entsorgungssituation insbesondere im Westen des Landkreises Rostock verbessert sich deutlich und ergänzt das Wertstoffhofnetz sinnvoll.

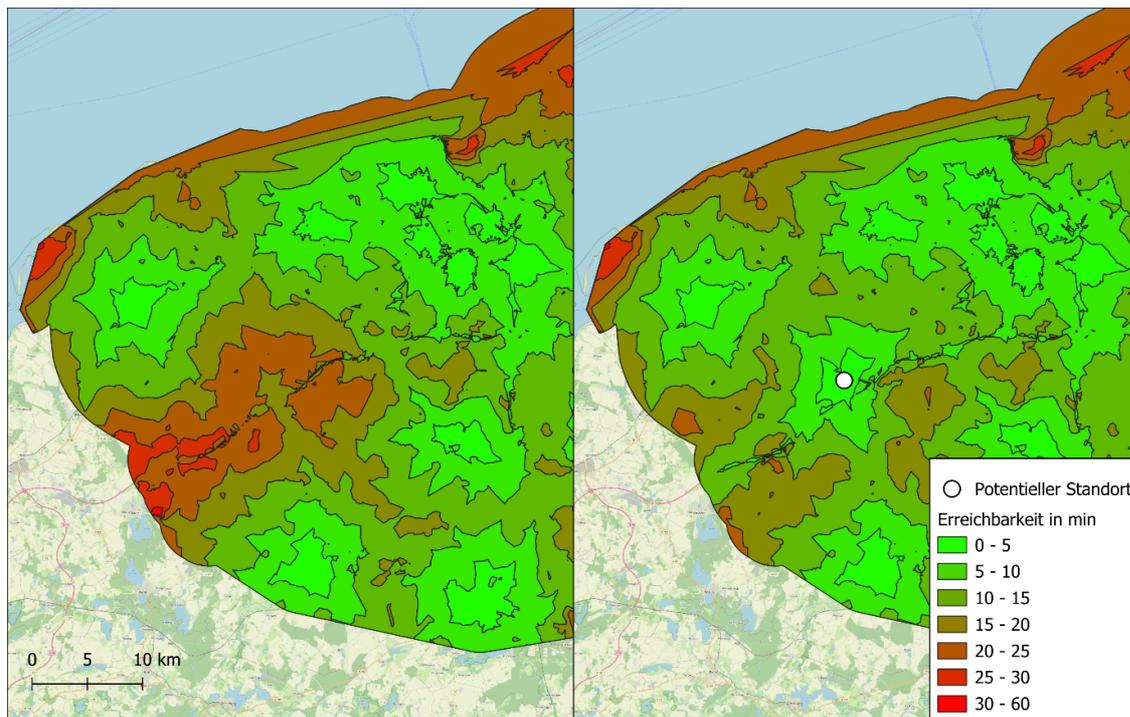


Abbildung 33: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse im PLAN-Zustand mit dem Recyclinghof Toitenwinkel (links) und mit Berücksichtigung eines weiteren Wertstoffhofes am Standort im Satow (rechts)

Tabelle 14: Berechnete Einwohnerzahlen innerhalb der definierten Erreichbarkeiten für den Status quo inkl. Toitenwinkel, mit dem fiktiven Wertstoffhof am Standort Satow im Landkreis Rostock und im generierten Einzugsgebiet Satow

Erreichbarkeit [Min.]	Einwohner ohne Satow [Anz.]	Einwohner mit Satow [Anz.]	Einwohner im Einzugsgebiet Satow [Anz.]
5	177.274	179.035	1.761
10	141.699	143.893	2.194
15	44.291	47.651	3.360
20	36.177	33.575	-2.602
25	17.934	13.753	-4.181
30	888	356	-532

2.2.2.2 Dimensionierung und Ausstattung

Innerhalb der Erreichbarkeits-Isochronen 0 – 30 min werden insgesamt durch den Wertstoffhof Satow 14.630 Personen erreicht. In der Theorie wird demnach dieser Wertstoffhof für die errechneten potentiellen Wertstoffhofnutzer dimensioniert und ausgestattet.

Mit 14.630 Einwohnern im Einzugsgebiet für den neuen Wertstoffhof erfolgt die Einordnung in die Größenklasse 1 gem. Tabelle 18 (Anhang B)

Aus der Einordnung in die Größenklasse 1 resultieren die max. Lagermengen für gefährliche und nicht gefährliche Abfälle. Hieraus ergeben sich soweit sich keine Änderungen im Abfallannahme-Katalog ergeben max. 164 m³ Lagervolumen für gefährliche Abfälle und 202 m³ Lagervolumen für nicht gefährliche Abfälle. Mit Berechnung der spezifischen Abfalldichten ergeben sich folgende Lagermengen:

gefährliche Abfälle	19 t
<u>nicht gefährliche Abfälle</u>	<u>45 t</u>
Summe	64 t

Mit < 30 t gefährlichen und < 100 t nicht gefährlichen Abfällen benötigt die Errichtung des Wertstoffhofes keine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), sondern unterliegt der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V)

Aus Tabelle 4 ergibt sich ein Orientierungswert für die erforderliche Grundstücksfläche von ca. 1.700 m² bei einem Befestigungsgrad von 80 %.

2.2.2.3 Standortidentifizierung für die Gemeinde Tessin

Weitere Erreichbarkeitshemmnisse konnten mit Hilfe der Erreichbarkeitsanalyse für die Gemeinden Tessin, Zarnewanz, Thelkow sowie Grambow südöstlich vom Stadtkreis Rostock identifiziert werden. Von den betrachteten Gemeinden eignet sich die Stadt Tessin aufgrund ihrer Größe mit 3.926 Einwohnern (Stand 31. Dezember 2021) für die Errichtung eines Wertstoffhofes. Die Stadt Tessin weist eine Erreichbarkeit von 15-20 min auf.

Aus der Abbildung 34 ist zu sehen, dass es nördlich von Tessin ebenfalls Versorgungslücken gibt und diese sogar eine etwas schlechtere Erreichbarkeit aufweisen (20-25 min). Hierbei handelt es sich jedoch nicht um besiedelte Gebiete sondern um Naturschutzgebiete wie z. B. die Recknitzwiesen mit dem Flusslauf der Recknitz sowie angrenzende Feuchtwiesen sowie das Teufelsmoor bei Horst sowie mehrere Forste in der Umgebung, diese bei der Betrachtung der Erreichbarkeiten nicht betrachtet werden. Aus diesem Grund erfolgt eine genauere Standortbetrachtung für die Stadt Tessin.

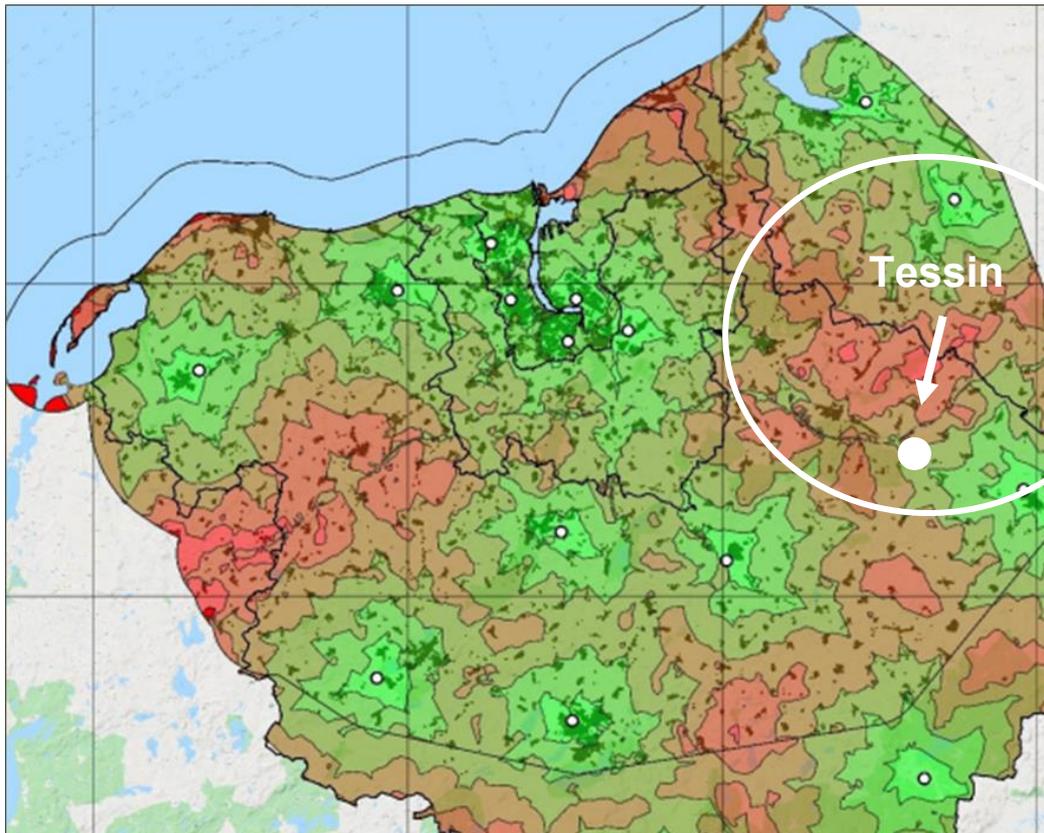


Abbildung 34: Versorgungslücke zu einem Wertstoffhof in der Gemeinde Tessin und Nachbargemeinden durch eine schlechtere Erreichbarkeit (Berechnung mit QGIS)



Abbildung 35: Realnutzungskartierung (RNK) für die Gemeinde Tessin mit Kennzeichnung der vorhandenen Industrie- und Gewerbeflächen (lila) sowie Mischgebieten (rosa)

Ein potentieller Standort für die Errichtung eines Wertstoffhofes in Tessin befindet sich in Richtung Ortsausgang nach Osten direkt südlich der vorhandenen Kläranlage an der L 110 gelegen. Durch die Lage des Standortes unweit vom Fluss Rechnitz müssen im Vorfeld die Wasserschutzauflagen geprüft werden.

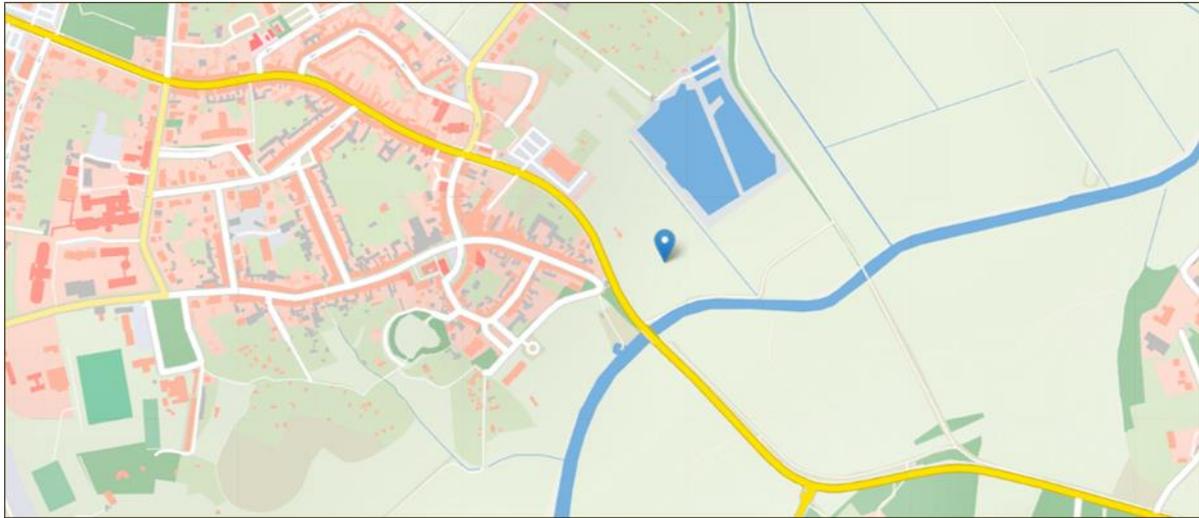


Abbildung 36: Potentieller Standort für die Errichtung eines neuen Wertstoffhofes in Tessin nördlich der L 110 in Richtung Ortsausgang Ost mit dem GIS-EUS

Mit einer erneuten Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse für den Stadt- und Landkreis Rostock ergeben sich Veränderungen der Erreichbarkeiten, wie in Abbildung 37 dargestellt. Durch einen weiteren Wertstoffhof in der Gemeinde Tessin verbessert sich auch die Entsorgungssituation für die Nachbargemeinden Zarnewanz, Thelkow, Grammow sowie Nustrow. Innerhalb der ersten drei Erreichbarkeits-Isochronen (0 – 5 min; 5 – 10 min; 10 – 15 min) verbessert sich durch den neuen Wertstoffhof in Tessin der Zugang von ca. 9.400 Personen, die zuvor eine deutlich schlechtere Erreichbarkeit (Isochronen 20 – 30 min) aufwiesen.

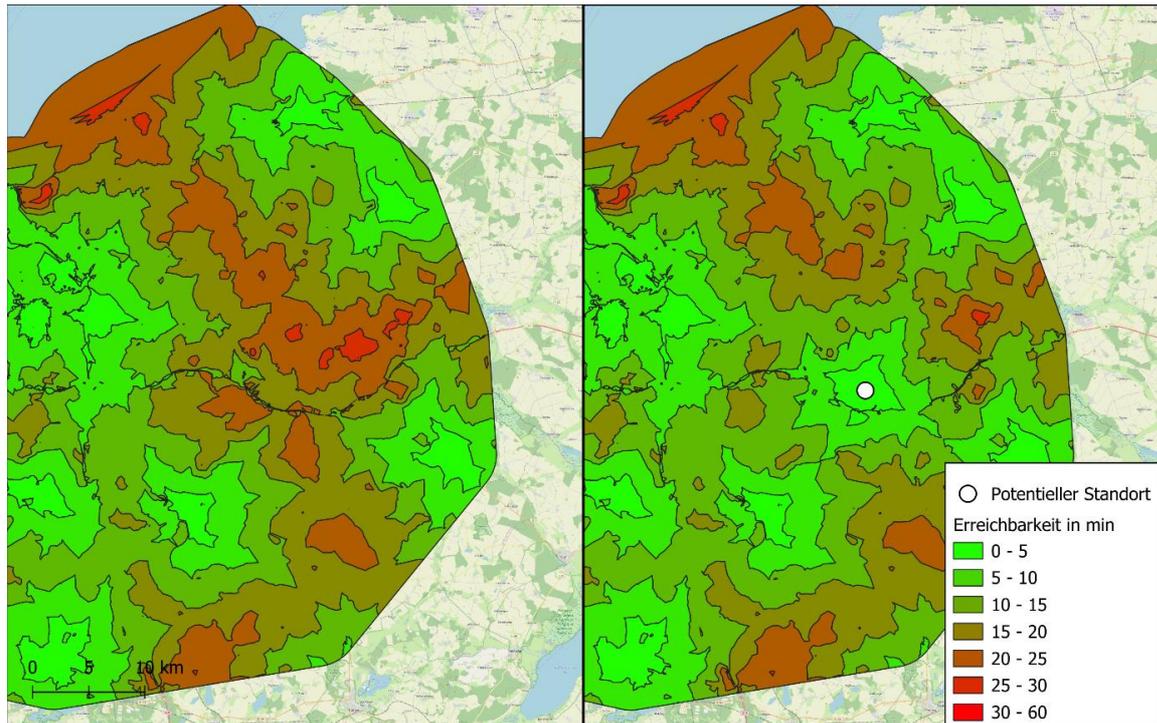


Abbildung 37: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse im PLAN-Zustand mit dem Recyclinghof Toitenwinkel (links) und mit Berücksichtigung eines weiteren Wertstoffhofes am Standort im Tessin (unten).

2.2.2.4 Dimensionierung und Ausstattung

Innerhalb der Erreichbarkeits-Isochronen 0 – 30 min werden insgesamt durch den Wertstoffhof Tessin über 18.000 Personen erreicht. In der Theorie wird demnach dieser Wertstoffhof für bis zu 25.000 Personen (Größenklasse 1) dimensioniert und ausgestattet, siehe Tabelle 15. Aus der Einordnung in die Größenklasse 1 resultieren die max. Lagermengen für gefährliche und nicht gefährliche Abfälle. Hieraus ergeben sich soweit sich keine Änderungen im Abfallannahme-Katalog ergeben max. 164 m³ Lagervolumen für gefährliche Abfälle und 202 m³ Lagervolumen für nicht gefährliche Abfälle. Mit Berechnung der spezifischen Abfalldichten ergeben sich folgende Lagermengen:

- gefährliche Abfälle: 19 t
- nicht gefährliche Abfälle: 45 t

(Summe: 64 t)

Mit < 30 t gefährlichen und < 100 t nicht gefährlichen Abfällen benötigt die Errichtung des Wertstoffhofes keine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), sondern unterliegt der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V).

Die Flächenkalkulationstabelle (Tabelle 4) geht von einem Orientierungswert für eine Grundstücksfläche von mindestens 1.700 m² bei einem Befestigungsgrad von 80 % aus.

Tabelle 15: Berechnete Einwohnerzahlen innerhalb der definierten Erreichbarkeiten für den Planzustand inkl. Toitenwinkel, mit dem fiktiven Wertstoffhof am Standort Tessin im Landkreis Rostock und im generierten Einzugsgebiet Tessin.

Erreichbarkeit [Min.]	Einwohner ohne Tessin [Anz.]	Einwohner mit Tessin [Anz.]	Einwohner im Einzugsgebiet Tessin [Anz.]
5	177.274	181.124	3.850
10	141.699	143.630	1.931
15	44.291	47.894	3.603
20	36.177	28.987	-7.190
25	17.934	15.740	-2.194
30	888	888	0

2.2.2.5 Auswertung

Als Grundlage für die Definition der Erreichbarkeiten und der dafür verwendeten Erreichbarkeits-Isochrone (Tabelle 13) wurde hierfür ein 5 min-Intervall verwendet. Vorbild ist das Leitbild „Stadt und Region der kurzen Wege“ als ein nachhaltiges Modell der Stadtentwicklung, so dass alltägliche Wege wie der Weg zur Arbeit, Versorgungswege, aber auch Entsorgungswege, wie der Weg zum Wertstoffhof, im Optimalfall auch ohne Kfz zurückgelegt werden können.

In einem Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern ist es aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte selbsterklärend, dass eine 100%ige Umsetzung einer „Region der kurzen Wege“ nicht erreicht werden kann und auch wenig sinnvoll ist. Nichtsdestotrotz sollte eine „gute“ / „mittlere“ Erreichbarkeit (15 – 20 min) zu einem Wertstoffhof angestrebt werden, um die Entsorgungsstruktur weiter auszubauen und die ordnungsgemäße Entsorgung privater Abfälle über die Wertstoffhöfe zu forcieren. Die Erreichbarkeitsanalyse hat gezeigt, dass im Ausbau des Wertstoffhofnetzes insbesondere im Landkreis Rostock in einigen Gemeinden (Satow, Jürgenshagen, Klein Belitz, Lohmen, Lalendorf, Lelkendorf, Jördenstorf, Tessin, Zarnewanz, Thelkow, Grammow und Nustrow) noch Versorgungsbedarf für die Entsorgung über Wertstoffhöfe besteht.

In einer durch die Universität Rostock durchgeführten Online-Kundenbefragung im Jahr 2020 im Landkreis wurde das Ergebnis der Erreichbarkeitsanalyse bekräftigt (Vettermann et al. 2020b). Ganzheitlich gesehen stufen die Kunden die Kategorie „Erreichbarkeit“ als wichtig ein und es konnte aus diversen Kommentaren bestätigt werden, dass der persönliche Anfahrtsweg für ein Teil der Wertstoffhofkunden zu lang ist und daher keine Entsorgungsoption darstellt.

Der Einsatz der Erreichbarkeitsanalyse im GIS-EUS als Hilfsmittel für die Wertstoffhofplanung ist ein wertvolles Entscheidungswerkzeug neben der Planungshilfe (Kapitel 4.3 im 1. Teil dieses Berichts) für den notwendigen Ausbau und Modernisierung des Wertstoffhofnetzes im Landkreis Rostock.

2.2.3 Vergleich der Erreichbarkeit und Standortprüfung der Recyclinghöfe Dierkow und Toitenwinkel

Mit dieser Entwicklungsoption kann der IST- mit dem PLAN-Zustand des Recyclinghofnetzes der Hanse- und Universitätsstadt Rostock infolge des geplanten Recyclinghofes Toitenwinkel hinsichtlich der Versorgungsleistungen sowie mehrerer Ökosystemleistungen (ÖSL) am geplanten Standort untersucht werden. Die Stadtentsorgung Rostock GmbH beabsichtigt den Recyclinghof Dierkow Ende 2023 zu schließen. Geplant ist die Errichtung eines deutlich größeren Recyclinghofes im Stadtteil Toitenwinkel auf einer Fläche von 1,1 ha.

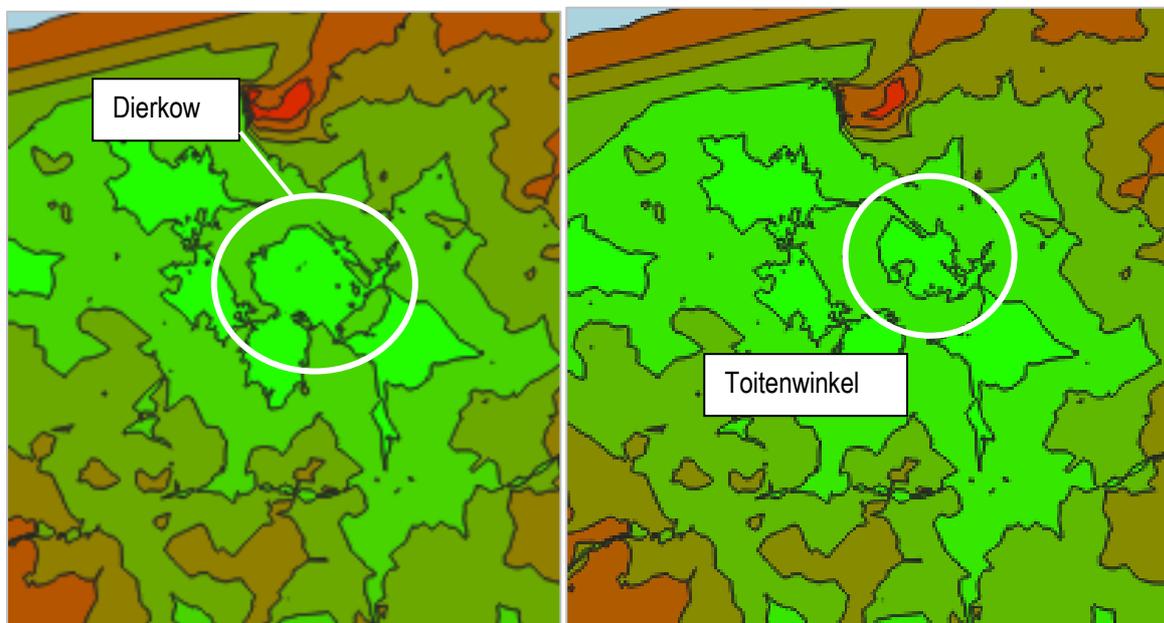


Abbildung 38: Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse mit QGIS mit dem noch betriebenen Recyclinghof Dierkow (links) und dem geplanten Recyclinghof Toitenwinkel (rechts) als Ersatz für den Recyclinghof Dierkow in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Die Erreichbarkeitsanalyse hat ergeben, dass die Personenanzahl im Kriterium „sehr gute“ Erreichbarkeit (0-5 min) durch den neuen Standort Toitenwinkel sogar abnimmt. Das betrifft insgesamt 11.351 Personen. Grund hierfür ist, dass der Standort in Richtung Norden von Dierkow nach Toitenwinkel verlegt wird und der geplante Recyclinghof damit an vorhandene Industrie- und Gewerbegebiete angrenzt, wodurch die Personenanzahl im unmittelbaren Einzugsgebiet von 0-5 min geringer ausfällt (Tabelle 16). Diese

Personenanzahl erreicht den neuen Hof jedoch innerhalb der nächsten Stufe (5-10 Minuten). Auch werden in den Isochronen 15-25 Minuten 935 Personen mehr erreicht, die zuvor eine schlechtere Erreichbarkeit zum Recyclinghof Dierkow besaßen.

Tabelle 16: Vergleich der Erreichbarkeiten zwischen den Wertstoffhöfen Dierkow und Toitenwinkel in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock.

Erreichbarkeit [Min.]	Einwohner Dierkow [Anz.]	Einwohner Toitenwinkel [Anz.]	Entwicklung einer Einwohneranzahl [Anz.]
5	188.625	177.274	-11.351
10	130.348	141.699	11.351
15	44.163	44.291	128
20	35.600	36.177	577
25	17.704	17.934	230
30	1.823	888	-935

Bei einer theoretischen Öffnung zwischen der Hanse- und Universitätsstadt Rostock und dem Landkreis Rostock ergeben sich die folgenden theoretischen Zu- und Abzüge.

Tabelle 17: Theoretische Erreichbarkeiten aus dem Landkreis Rostock sowie dem Landkreis Vorpommern Rügen zum Recyclinghof Toitenwinkel bei einer überregionalen Nutzung

Erreichbarkeit [Min.]	Einwohner LK LRO [Anz.]	Einwohner LK VR [Anz.]	Entwicklung einer Einwohneranzahl [Anz.]
5	42.584	4.088	46.672
10	44.151	11.902	56.053
15	46.543	5.067	51.610
20	31.399	4.849	36.248
25	11.561	1.128	12.689
30	3.694	435	4.129

Die Erreichbarkeitsanalyse hat ergeben, dass mit der Errichtung eines Recyclinghofes in Toitenwinkel die „sehr gute“ Erreichbarkeit für die Bewohner der Hanse- und Universitätsstadt Rostock sich geringfügig verschlechtert, aber dennoch auf einem sehr guten Niveau bleibt. Positiv zu bewerten ist, dass die Erreichbarkeit innerhalb von 30 min zu einem Recyclinghof abnimmt und sich zugunsten auf die Erreichbarkeitsintervalle 15 – 25 min verteilt. Innerhalb der ersten 10 Minuten haben potentiell über 100.000 Einwohner der benachbarten Landkreise (Landkreis Rostock/ Vorpommern-Rügen) einen sehr guten Zugang zum geplanten Recyclinghof in Toitenwinkel.

2.2.3.1 Dimensionierung und Ausstattung

Die Anwendung der Größenklassen für die Dimensionierung des geplanten Recyclinghofes ist an dieser Stelle nicht zielführend, weil die Standorte der Höfe im Stadtgebiet zueinander in geringerer Entfernung liegen und sich dadurch die jeweiligen Einzugsgebiete überschneiden.

2.2.3.2 Standortprüfung durch die Abfrage von Ökosystemleistungen

Die Abbildung 39 zeigt ausgewählte Ökosystemleistungen für den geplanten Standort des Recyclinghofes Rostock. Die Fläche besitzt einen geringen bis mittleren Erholungswert (oben). Da es sich um eine brachliegende Fläche mit artenarmen Zierrasen handelt leistet die Vegetation einen mittleren Beitrag zur Grundwasserneubildung (unten) und besitzt eine entsprechende Kühlwirkung (gering bis mittlere) auf die Umgebung. Auf diese Weise können viele weitere ÖSL mit dem GIS-EUS abgefragt werden und die vorgesehene Planfläche für den Recyclinghof Toitenwinkel bewertet werden.

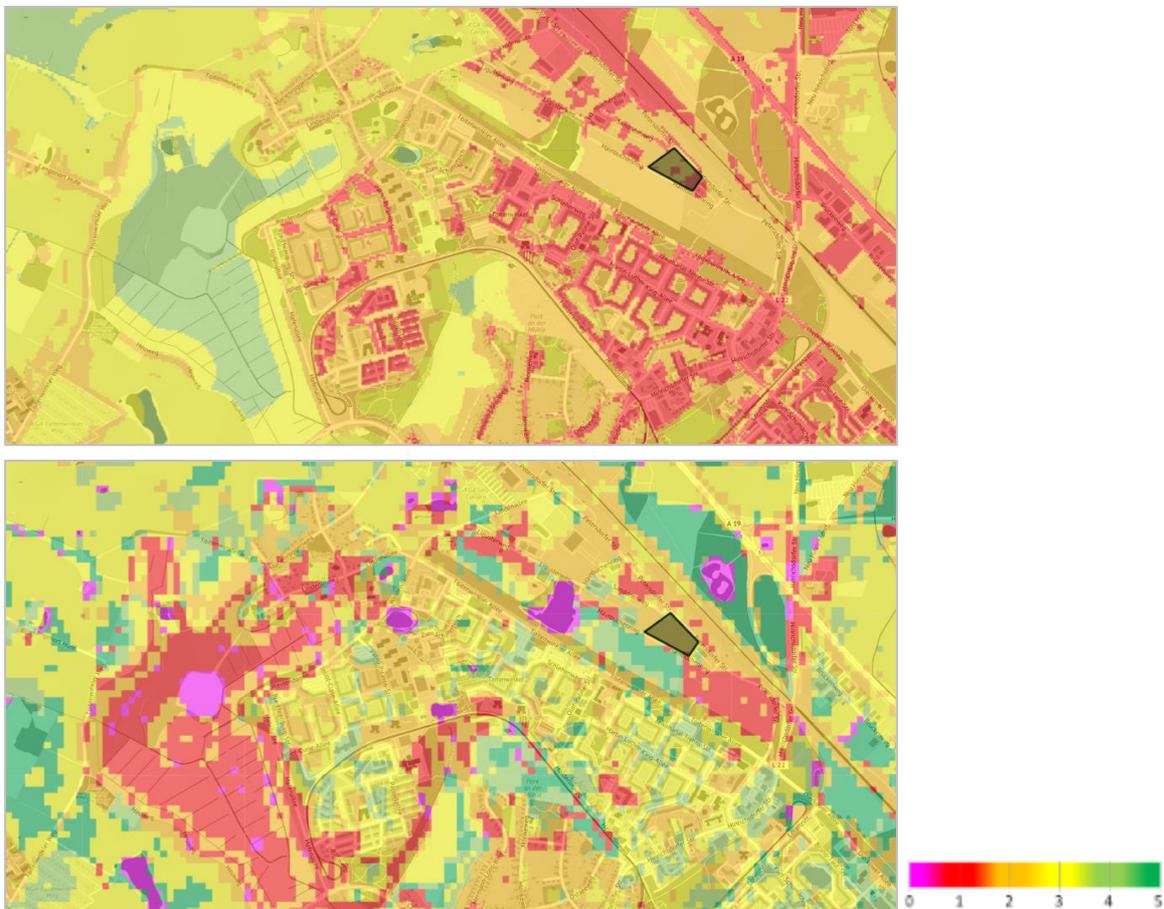


Abbildung 39: Abfrage der ÖSL Erholung mit einem Wert von 1 – 2 am Standort Toitenwinkel (oben) und Abfrage der ÖSL Grundwasserneubildung mit einem Wert von 2 – 2,5 am Standort Toitenwinkel

2.2.3.3 Auswertung

Der Vergleich der beiden Standorte Dierkow und Toitenwinkel hat ergeben, dass es hinsichtlich der Erreichbarkeit für die Bewohner der Hanse- und Universitätsstadt Rostock keine merklichen Unterschiede gibt. Die Erreichbarkeit des neuen Recyclinghofes bleibt auf einem „sehr guten“ (0 – 5 min) bis „guten“ (5 – 10 min) Niveau. Bei einer überregionalen Nutzung zeigt die Erreichbarkeitsanalyse, dass aufgrund der guten Anbindung für Bewohner des Landkreises Rostock und Vorpommern-Rügen, ein Zuwachs der Kundenzahlen aus diesen Regionen zu erwarten ist. Insbesondere für Bewohner des Landkreises Rostock in der Grenznähe zur Hanse- und Universitätsstadt Rostock kann der Recyclinghof Toitenwinkel eine alternative und attraktive Entsorgungsmöglichkeit bieten.

Eine grenzüberschreitende Nutzung der Recycling- und Wertstoffhöfe wäre in der Regiopolregion Rostock eine weitere bejahende Entwicklung zum Ausbau des Stadt-Umland-Raums Rostock mit positiven Folgen für eine nachhaltige und verursachernahe Entsorgung in der Region.

3 Zusammenfassung / Ausblick

Stadt-Umland-Räume wie das Projektgebiet der Regiopolregion Rostock stehen im Umgang mit der Ressource „Land“ vor einer komplexen Aufgabe. Um den Bedarf an Wohnraum zu decken und als attraktiver Wirtschaftsstandort günstige Bedingungen für Industrie und Gewerbe zu bieten, scheint es notwendig, neue Flächen zu erschließen. Zudem stehen die Kommunen auch gegenseitig in Konkurrenz mit ihrem Bestreben, Investoren, Industrie, Handel, Handwerk für eine Ansiedlung zu gewinnen und Arbeitsplätze zu schaffen. Doch die Neuausweisung von Bauland erfolgt oftmals zulasten von wertvollen Naturräumen und naturnahen Kulturlandschaften. Damit einher geht auch der Verlust von wichtigen Funktionen der entsprechenden Ökosysteme für das Gemeinwohl. Ziel des Vorhabens PROSPER-RO war es daher, GIS-gestützte Werkzeuge und Indikatoren und zur Abwägung zwischen raumplanerischen Optionen zu entwickeln und zu erproben.

Ein wesentlicher Arbeitsschritt in diesem Prozess war die Erfassung, Digitalisierung und Aufbereitung von räumlichen Informationen in der Projektregion, die in einer projektinternen Geodateninfrastruktur bereitgestellt werden. Auch wenn die kontinuierliche Datenpflege nach dem Ende der Projektlaufzeit anspruchsvoll bleibt, besteht durch die Verstetigung von Stellen bei den Praxispartnern (und damit der Erfahrung aus dem Projekt) ein großes Potential, die gewonnenen Informationen langfristig einzusetzen.

Die in PROSPER-RO erarbeitete landnutzungsspezifische Bewertungssystematik über den Ökosystemleistungsansatz kann dazu beitragen, Flächen mit nachhaltigem Nutzen für die Gesellschaft zu erhalten bzw. zu entwickeln. Der Ansatz ist ein möglicher Weg, Umweltfolgen in Form von verlorenen ökologi-

schen Ressourcen / Nutzen und damit verbundene Kosten durch langfristige Ersatzleistungen (auch andernorts) oder potentielle Schadenskosten (vergl. Kapitel 3.2 in Teil 1 des Berichts) in der Bauleitplanung zu berücksichtigen. Dabei gilt es, in Zusammenarbeit mit beteiligten Planungsakteuren eine fachlich begründete Gewichtung gegenüber bestehenden Bewertungskriterien und einen Umgang mit widersprüchlichen Ergebnissen zu finden. Eine rechtlich bindende Umsetzung des Ökosystemleistungsansatzes im Planungsrecht bedarf einerseits weitgehend standardisierter, anerkannter Bewertungsvorschriften, muss aber auch einen ausreichenden Ermessensspielraum öffnen für die Auswahl fallbezogen sinnvoller Bewertungssysteme.

Web-GIS-Anwendungen, die die o.g. räumlichen Informationen und Bewertungswerkzeuge zusammenführen wie das „GIS-EUS“ in PROSPER-RO, können in diesem Prozess die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche erleichtern. Ihr Einsatz auf F-Plan-Ebene kann Lösungen jenseits von Zuständigkeiten nach Gemeindegrenzen aufzeigen. Damit solche Lösungen umgesetzt werden, braucht es wiederum eine proaktive Regionalplanung mit formellen und informellen Steuerungsinstrumenten, um zwischen Kommunen zu vermitteln und deren Konkurrenz im Erreichen (kurzfristiger) wirtschaftspolitischer Ziele zu überwinden.

Literaturverzeichnis

Agafonkin, Volodymyr (2023): Leaflet - an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. Online verfügbar unter <https://leafletjs.com>, zuletzt geprüft am 12.05.2023.

Bill, Ralf (2018): Offene Geodaten - ein Paradigmenwechsel. In: C. Harzer (Hg.): GIS-Report: Software - Daten - Firmen. Karlsruhe: Harzer Verlag, S. 9–15.

BIOTA (2019): Machbarkeitsstudie Gemeinde Dummerstorf Ansiedlung von 90 ha Industrie- und Gewerbeflächen. Unter Mitarbeit von Marc Schneider, Inaki Pallo Méndez, Julia Ewert, Miriam Schröter, Dietmar Mehl, Franziska Bitschofsky et al. Hg. v. Gemeinde Dummerstorf. biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH.

Chen, Siling; Hoffmann, Tim; Mehl, Dietmar (2021): Digitale Gewässerkataster - Grundlage von system- und prozessorientierter Raumanalyse und -planung. In: *RaumPlanung* 211 / 2021-2, S. 44–51.

Deutsche Presse-Agentur (2022): EU-Kommission stellt Recht auf Reparatur erst 2023 vor. Hg. v. ZEIT ONLINE GmbH. Hamburg. Online verfügbar unter <https://www.zeit.de/news/2022-10/18/recht-auf-reparatur-eu-nennt-details-fuer-neues-gesetz>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2022, zuletzt geprüft am 31.05.2023.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (Hg.) (2012): Merkblatt DWA-M 552: Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten. August 2012. Hennef (DWA-Regelwerk, M 552).

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (Hg.) (2021): DWA-M 102-3/BWK-M 3-3 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 3: Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen. Oktober 2021. Hennef (DWA-Regelwerk, M 102-3).

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hg.) (2022): KOSTRA-DWD Rasterdaten zu Niederschlagshöhen und -spenden in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer D und der Jährlichkeit T. Online verfügbar unter https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/return_periods/precipitation/KOSTRA/, zuletzt geprüft am 17.03.2023.

Django Software Foundation (DSF) (Hg.) (2023): Django - the web framework for perfectionists with deadlines. Online verfügbar unter <https://www.djangoproject.com>, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Dornbusch, Heinz-Josef; Faßbender, Klaus; Gebken, Wilhelm; Höppner, Torsten; Hunger, Gesa; Lubina-Hermann, Barbara et al. (2015): Der kommunale Wertstoffhof. Bestandsaufnahme und Ausblick. 2. Aufl. Hg. v. Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU). Berlin.

Gemeinde Dummerstorf (Hg.) (2020): Satzung der Gemeinde Dummerstorf über den Bebauungsplan 25a "Gewerbe- und Logistikzentrum Ostsee 2.0". Satzungsbeschluss. Online verfügbar unter <https://www.dummerstorf.de/bauen-wohnen/>, zuletzt geprüft am 05.01.2023.

Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) (Hg.) (2020): Statistische Nachrichten: Neue Bevölkerungsprognose bis 2035. Herausgabe 2020. Presse- und Informationsstelle. Rostock. Online verfügbar unter <https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/dialogue-rostock-dev.appspot.com/o/03.2022%2FBevo%CC%88lkerungsprognose%202020.pdf?alt=media&token=f7b243b9-ebea-497a-a035-ac191c90dbf7>, zuletzt geprüft am 06.06.2023.

Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) (Hg.) (2022a): Aktualisierung der Bevölkerungsprognose für die Hanse- und Universitätsstadt Rostock bis 2035. Kurzzusammenfassung. Online verfügbar unter https://rathaus.rostock.de/media/rostock_01.a.4984.de/datei/Kurzzusammenfassung%20-%20Aktualisierung%20der%20Bev%C3%B6lkerungsprognose%20bis%202035.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2023.

Hanse- und Universitätsstadt Rostock (HRO) (Hg.) (2022b): Wie soll Rostock wachsen? Der Zukunftsplan. Online verfügbar unter <https://zukunftsplan-rostock.de/%C3%BCbersicht>, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Hansjürgens, Bernd (2012): Werte der Natur und ökonomische Bewertung – eine Einführung. In: Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Workshop I: Einführung und Grundlagen. Unter Mitarbeit von Bernd Hansjürgens, Carsten Neßhöver und Imma Schniewind. 2. Aufl. Bonn: BMU-Druckerei (BfN-Skripten, 318), S. 8–22.

Heiland, Stefan; Kahl, Robert; Sander, Henriette; Schliep, Rainer (2016): Ökosystemleistungen in der kommunalen Landschaftsplanung. Möglichkeiten der Integration. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 48 (10), S. 313–320. Online verfügbar unter https://www.landschaft.tu-berlin.de/fileadmin/fg218/Forschung/Projekte/Heilandetal_O-SL-Landschaftsplanung_NuL10-16-313-320.pdf.

Junghänel, Thomas; Ertel, Heinz; Deutschländer, Thomas (2017): KOSTRA-DWD-2010R Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010. Hg. v. Deutscher Wetterdienst (DWD). Offenbach am Main. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/bericht_revision_kostra_dwd_2010.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 03.08.2022.

Jungnickl, C.; Bill, Ralf (2017): Verfahren zur Abschätzung des städtischen Versiegelungsgrades. In: Ralf Bill, Andreas Golnik, Marco L. Zehner, Tobias Lerche, Jörg Schröder und Sarah Seip (Hg.): *Geo-Forum MV 2017 - Mit Geoinformationen planen!* Berlin: Gito mbH Verlag, S. 49–54.

Kachholz, Frauke; Tränckner, Jens (2020): Long-Term Modelling of an Agricultural and Urban River Catchment with SWMM Upgraded by the Evapotranspiration Model UrbanEVA. In: *Water* 12 (11), S. 3089. DOI: 10.3390/w12113089.

Kachholz, Frauke; Tränckner, Jens (2021): A Model-Based Tool for Assessing the Impact of Land Use Change Scenarios on Flood Risk in Small-Scale River Systems - Part 1: Pre-Processing of Scenario Based Flood Characteristics for the Current State of Land Use. In: *Hydrology* 8 (3), S. 102. DOI: 10.3390/hydrology8030102.

Kahlenborn, Walter; Keppner, Benno; Uhle, Christian; Richter, Stephan; Jetzke, Tobias (2018): Konsum 4.0: Wie Digitalisierung den Konsum verändert. Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

KOGGE (Hg.) (2018): Kommunale Gewässer gemeinschaftlich Entwickeln. Ein Handlungskonzept für kleine urbane Gewässer am Beispiel der Hanse- und Universitätsstadt Rostock. Abschlussbericht des BMBF-Forschungsverbundprojektes KOGGE. Universität Rostock, Professur f. Wasserwirtschaft. Rostock (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät).

Koldrack, N.; Vettermann, F.; Bill, R. (2017): Modernes Geodatenmanagement in der Forschung. In: Ralf Bill, Andreas Golnik, Marco L. Zehner, Tobias Lerche, Jörg Schröder und Sarah Seip (Hg.): *Geo-Forum MV 2017 - Mit Geoinformationen planen!* Berlin: Gito mbH Verlag, S. 103–110.

Koschel, Sebastian; Lennartz, Bernd (2020): Bewertung des ackerbaulichen Ertragspotenzials in der Regiopolegion Rostock anhand des Müncheberger Soil-Quality-Ratings. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft* (2), S. 89–95.

Koschel, Sebastian; Lennartz, Bernd (2021): GIS-basierte Bewertung natürlicher Bodenfunktionen am Beispiel der Regiopolegion Rostock. In: *WasserWirtschaft* (1), S. 25–30.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (2005): Richtlinie für die Gebiets- und Gewässerverschlüsselung. Berlin: Kulturbuch-Verlag (Empfehlungen oberirdische Gewässer).

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) (2001): Wasserbuchblatt Nr.: 1542. Aktenzeichen: WE/027/WWAV/2001. Wasserrechtliche Erlaubnis. Warnow-Wasser- und Abwasserverband.

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) (2015): Wasserbuchblatt Nr.: 4389. Aktenzeichen: WE/13003/070/154/045/15. Wasserrechtliche Erlaubnis. Warnow-Wasser- und Abwasserverband.

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) (Hg.) (2023): FIS Gewässer. Unter Mitarbeit von Burkhard Neumann. Online verfügbar unter https://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser/fis_wasser/fis_gewaesser.htm, zuletzt geprüft am 03.01.2023.

- Landkreis Rostock (Hg.) (2021): Daten & Fakten. Online verfügbar unter <https://www.landkreis-rostock.de/de/daten-und-fakten.html>, zuletzt geprüft am 31.05.2023.
- Mehl, Dietmar; Hoffmann, Tim; Chen, Siling; Iwanowski, Janette; Mehl, Conny (2022): Bewertung von räumlichen Entwicklungsoptionen in Stadt-Umland-Gebieten - Entwicklung eines GIS- und ökosystemleistungs-basierten Entscheidungs-Unterstützungs-Systems. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 54 (4), S. 22–29. DOI: 10.1399/NuL.2022.04.02.
- Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung, Mecklenburg-Vorpommern (EM MV) (Hg.) (2019): 5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040. Landesprognose. Online verfügbar unter <https://www.regierung-mv.de/static/Regierungsportal/Ministerium%20f%C3%BCr%20Energie%2c%20Infrastruktur%20und%20Digitalisierung/Dateien/Downloads/Bev%C3%B6lkerungsprognose-Landesprognose.pdf>.
- Nastah, Samer (2019): GIS-basierte Dokumentation und Analyse von Wertstoffhöfen im Stadt- und Landkreis Rostock. Mas-terarbeit Universität Rostock. Masterarbeit.
- Nordwasser GmbH (2022a): Kläranlage Rostock. Online verfügbar unter <https://www.nordwasser.de/abwasser/entsorgung/klaeranlage-rostock>, zuletzt geprüft am 18.01.2022.
- Nordwasser GmbH (2022b): Kläranlage Rövershagen. Online verfügbar unter <https://www.nordwasser.de/abwasser/entsorgung/kanalnetz/klaeranlage-roevershagen>, zuletzt geprüft am 13.01.2022.
- Okujeni, Akpona; van der Linden, Sebastian; Suess, Stefan; Hostert, Patrick (2017): Ensemble Learning From Synthetically Mixed Training Data for Quantifying Urban Land Cover With Support Vector Regression. In: *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 10 (4), S. 1640–1650. DOI: 10.1109/JSTARS.2016.2634859.
- Open Knowledge Foundation (2018): CKAN: The Open Source Data Portal Software. Online verfügbar unter <https://github.com/ckan/ckan>, zuletzt geprüft am 04.08.2022.
- Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) (Hg.) (2023): GeoServer is an open source server for sharing geospatial data. Online verfügbar unter <https://geoserver.org/>, zuletzt geprüft am 05.06.2023.
- Otto, Mark; Thornton, Jacob; Xhmikos; GeoSot; Sahrma, Rohit; alpadev et al. (2022): Build fast, responsive sites with Bootstrap. Online verfügbar unter <https://getbootstrap.com/>, zuletzt geprüft am 12.12.2022.
- Planungsverband Region Rostock (Hg.) (2019): Raumentwicklungsprogramm Region Rostock. Fortschreibung des Kapitels 3.1.2 – Stadt-Umland-Raum.
- Plieninger, Tobias; Trommler, Kathrin; Bieling, Claudia; Gerdes, Holger; Ohnesorge, Bettina; Schiach, Harald et al. (2014): Ökosystemleistungen und Naturschutz. In: Ulrich Hampicke, Reinhard Böcker und

Werner Konold (Hg.): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege: Wiley, S. 2–12. Online verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9783527678471.hbnl2013004>, zuletzt geprüft am 13.10.2022.

Python Software Foundation (PSF) (Hg.) (2023): Python. Online verfügbar unter <https://www.python.org>, zuletzt geprüft am 07.05.2023.

QGIS.org (2022): QGIS Geographic Information System. Version 3.22: QGIS Association. Online verfügbar unter <http://www.qgis.org>, zuletzt geprüft am 07.07.2022.

Schäfer, Achim (2012): Den Nutzen von Ökosystemleistungen indirekt sichtbar machen: Ersatz-, Schadens- und Vermeidungskosten. In: Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Workshop I: Einführung und Grundlagen. Unter Mitarbeit von Bernd Hansjürgens, Carsten Neßhöver und Imma Schniewind. 2. Aufl. Bonn: BMU-Druckerei (BfN-Skripten, 318), S. 60–64. Online verfügbar unter https://bfm.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/473/file/Skript_318.pdf#page=60, zuletzt geprüft am 17.10.2022.

Scheffold, Karlheinz (2015): Ökologische, ökonomische und soziale Werte eines Wertstoffhofes. In: Arnd I. Urban und Gerhard Halm (Hg.): Wertstoffhof - Chancen, Entwicklungen, ... Kassel: Kassel University Press GmbH (Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik / Institut für Wasser, Abfall, Umwelt [...], UNIKAT, Band 20), S. 27–42.

Schilling, Jannik; Tränckner, Jens (2020): Estimation of Wastewater Discharges by Means of Open-StreetMap Data. In: *Water* 12 (3), S. 628. DOI: 10.3390/w12030628.

Schilling, Jannik; Tränckner, Jens (2022): Generate_SWMM_inp: An Open-Source QGIS Plugin to Import and Export Model Input Files for SWMM. In: *Water* 14 (14), S. 2262. DOI: 10.3390/w14142262.

Stegert, Maria (2019): Nutzerorientierte Bedarfsplanung zur Ermittlung des Optimierungspotentials von Recyclinghöfen. Fachbereich Allgemeine Verwaltung der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung, Polizei und Rechtspflege Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.

Steinbach, Ronja (2023): Konzeptionierung eines Rückkonsumzentrums für die Hanse- und Universitätsstadt Rostock in Zusammenarbeit mit der Stadtentsorgung Rostock GmbH. Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft Universität Rostock, Mecklenburg-Vorpommern, Rostock.

Urban, Arnd I. (2015): Wie tragen Wertstoffhöfe zur Abfallvermeidung bei? In: Arnd I. Urban und Gerhard Halm (Hg.): Wertstoffhof - Chancen, Entwicklungen, ... Kassel: Kassel University Press GmbH (Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik / Institut für Wasser, Abfall, Umwelt [...], UNIKAT, Band 20), S. 99–118.

van Ommeren, Ronald (2023): Wertstoffhöfe – innovativ, modular, zirkulär. Hg. v. Modulo Wertstoffhöfe GmbH. Online verfügbar unter <https://www.modulo-wertstoffhoeefe.de/de/realisierung/wertstoffhoeefe/>, zuletzt geprüft am 31.05.2023.

Vettermann, Ferdinand; Nastah, Samer; Larsen, Laurine; Bill, Ralf (2020a): Kreislaufwirtschaft in Rostock – Analyse der Stadt-Umland-Beziehung zwischen der Hanse- und Universitätsstadt Rostock und dem Landkreis Rostock hinsichtlich ihrer Stoffströme. In: *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik* 6, S. 37–45.

Vettermann, Ferdinand; Nastah, Samer; Larsen, Laurine; Bill, Ralf (2020b): Umfrage zur Situation der Wertstoffhöfe in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock. In: R. Bill und M. L. Zehner (Hg.): *GeoForum MV 2020 – Geoinformation als Treibstoff der Zukunft*, S. 95–101.

WWAV (Hg.) (2019): Übersichtsblätter Kläranlagen.

WWAV; Nordwasser GmbH (Hg.) (2021): Trinkwasserver- und Abwasserentsorgungskonzept (VEK 2040). Betrachtungszeitraum von 2021 - 2040. Unter Mitarbeit von Katja Gödke, Birgit Luck, Tobias Schulze, Stefan Bräunlich, Henry Hoche, Nils Goldammer et al.

Anhang

A. Abbildungen

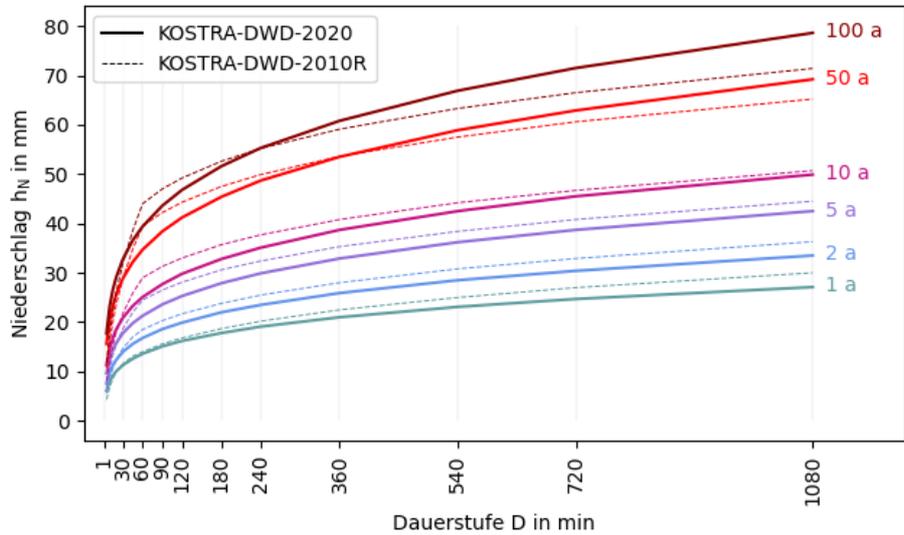


Abbildung 40: Vergleich der Niederschlagssummen der Datensätze KOSTRA-DWD-2020 und KOSTRA-DWD-2010R für Starkregenereignisse mit Wiederkehrintervallen von 1 - 100 Jahren am Beispiel der Rasterkachel „72173“ (KOSTRA-DWD-2020) bzw. der entsprechenden Kachel „15052“ (KOSTRA-DWD-2010R); Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD) (2022)

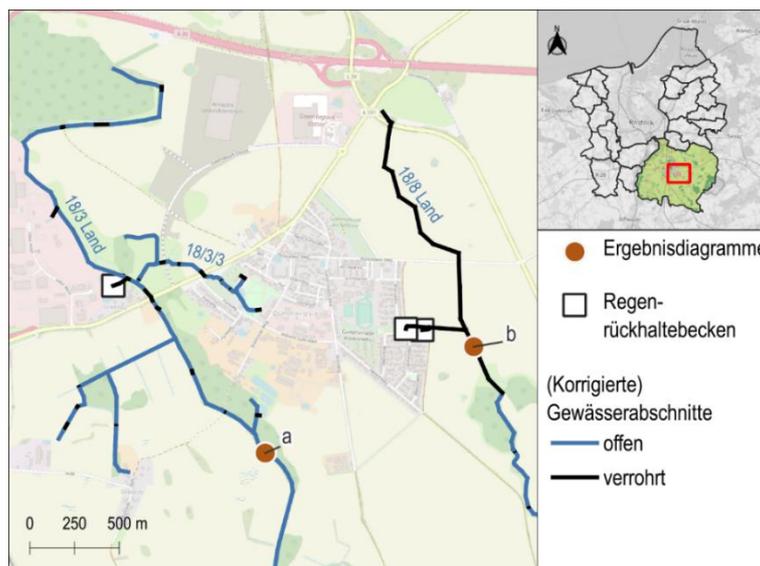


Abbildung 41: Berechnungsknoten im Modell, an denen Szenarienvergleiche durchgeführt wurden

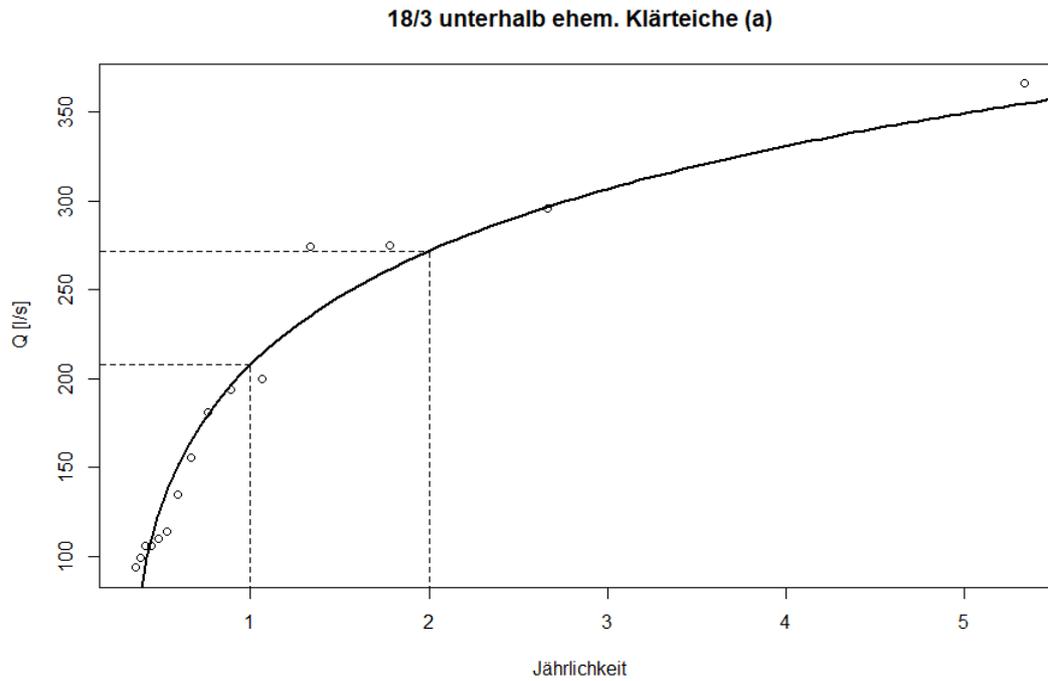


Abbildung 42: Abflussscheitel und Jährlichkeiten aus der Langzeitsimulation (Modell_0) in Punkt a (siehe Abbildung 41), sowie daran angepasste Extremwert Typ-I- (Gumbel-) Verteilung;

B. Tabellen

Tabelle 18: Einordnung von Wertstoffhöfen in Größenklassen mittels der Größe des Einzugsgebietes sowie die empfohlene Ausstattung mit entsprechenden Behältertypen anhand der Art und Umfang des zwischenzeitlich gelagerten Abfalls auf dem Wertstoffhof gem. Inputkatalog

Teilflächen in m ²	Größenklasse 1 (0 bis < 25.000 EW)	Größenklasse 2 (≥ 25.000 bis < 50.000 EW)	Größenklasse 3 (≥ 50.000 bis < 75.000 EW)	Größenklasse 4 (≥ 75.000 bis < 100.000 EW)	Größenklasse 5 (≥ 100.000 EW)
Stellplatzfläche für gefährliche Abfälle	80	100	100	200	200
Stellplatzfläche für nicht gefährliche Abfälle	100	140	170	240	280
Gesamstellplatzfläche	180	240	270	440	480
Handlingfläche	360	480	540	880	960
Rückkonzumzentrum (optional)	50	70	90	120	140
Verkehrsfläche	540	720	1100	1800	1900
Parkplätze	20	20	30	40	50
Sozialcontainer	20	20	20	20	20
Betonblocksteinboxen	30	40	40	70	70
versiegelte Fläche	1380	1830	2360	3810	4100
Grünfläche (20% der Grundstücksfläche)	350	460	590	950	1030
Gesamtgrundstücksfläche	1730	2290	2950	4760	5130

In dieser Reihe bisher erschienen

Band I

10. DIALOG Abfallwirtschaft MV – Von der Abfallwirtschaft zur Energiewirtschaft.
Tagungsband, erschienen im Juni 2007, ISBN 987-3-86009-004-6

Band II

Ellen-Rose Trübger

Entwicklung eines Ansatzes zur Berücksichtigung der ungesättigten Zone bei der Grundwassersimulation von Feuchtgebieten.

Dissertation, erschienen im August 2007, ISBN 978-3-86009-006-0

Band III

René Dechow

Untersuchungen verschiedener Ansätze der Wasserhaushalts- und Stofftransportmodellierung hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in Stickstoffhaushaltsmodellen.

Dissertation, erschienen im September 2007, ISBN 978-3-86009-016-9

Band IV

Carolin Wloczyk

Entwicklung und Validierung einer Methodik zur Ermittlung der realen Evapotranspiration anhand von Fernerkundungsdaten in Mecklenburg-Vorpommern.

Dissertation, erschienen im September 2007, ISBN 978-3-86009-009-1

Band 5

1. Rostocker Bioenergieforum. Bioenergieland Mecklenburg-Vorpommern.

Tagungsband, erschienen im Oktober 2007, ISBN 978-3-86009-013-8

Band 6

Kulturtechniktagung 2007. Ostseeverschmutzung und Flächenentwässerung.

Tagungsband, erschienen im Januar 2008, ISBN 978-3-86009-018-3

Band 7

Enrico Frahm

Bestimmung der realen Evapotranspiration für Weide (*Salix* spp.) und Schilf (*Phragmites australis*) in einem nordostdeutschen Flusstalmoor.

Dissertation, erschienen im Mai 2008, ISBN 978-3-86009-023-7

Band 8

Jenny Haide

Methode zur Quantifizierung der Einflüsse auf Vorgangsdauern lohnintensiver Arbeiten am Beispiel von Pfasterarbeiten.

Dissertation, erschienen im Juni 2008, ISBN 978-3-86009-024-4

Band 9

11. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Chancen und Risiken für die deutsche Abfallwirtschaft im Ausland.

Tagungsband, erschienen im Juni 2008, ISBN 978-3-86009-029-9

Band 10

Stefan Cantré

Ein Beitrag zur Bemessung geotextiler Schläuche für die Entwässerung von Baggergut.

Dissertation, erschienen im Juni 2008, ISBN 978-3-86009-032-9

Band 11

Birgit Wüstenberg

Praxis der Standortwahl von Sportboothäfen im Küstenbereich Mecklenburg-Vorpommerns und Entwicklung einer Bewertungsmethode als Planungshilfe.

Dissertation, erschienen im Juli 2008, ISBN 978-3-86009-033-6

Band 12

André Clauß

Erhöhung der Trinkwasserversorgungssicherheit in Havarie- und Krisensituationen durch neue Handlungsalgorithmen sowie Einbeziehung bisher ungenutzter Ressourcen am Beispiel von Bergbaugrubenwasser.

Dissertation, erschienen im September 2008, ISBN 978-3-86009-037-4

Band 13

Peter Degener

Sickerwasserkreislauf zur Behandlung von Sickerwässern der aerob-biologischen Restabfallbehandlung (Restabfallrotte).

Dissertation, erschienen im Oktober 2008, ISBN 978-3-86009-043-5

Band 14

2. Rostocker Bioenergieforum. Innovationen für Klimaschutz und wirtschaftliche Entwicklung.

Tagungsband, erschienen im Oktober 2008, ISBN 978-3-86009-044-2

Band 15

7. Rostocker Abwassertagung. Fortschritte auf dem Gebiet der Abwasserentsorgung.

Tagungsband, erschienen im November 2008, ISBN 978-3-86009-045-9

Band 16

Christian Noß

Strömungsstrukturen kleiner naturnaher Fließgewässer unter Berücksichtigung von Turbulenztheorie und Dispersionsmodellen.

Dissertation, erschienen im Januar 2009, ISBN 978-3-86009-054-1

Band 17

Ralf Schröder

Entwicklung von Möglichkeiten zur Messung der N₂-Übersättigung sowie Methoden zur Reduzierung der Schwimmschlamm Bildung.

Dissertation, erschienen im Februar 2009, ISBN 978-3-86009-055-8

Band 18

Elmar Wisotzki

Bodenverfestigungen mit Kalk-Hüttensand-Gemischen.

Dissertation, erschienen im April 2009, ISBN 978-3-86009-059-6

Band 19

Ramez Mashkook

Untersuchungen zur Adsorption und biologischen Aktivität an Aktivkohle Iiter unter den Bedingungen der Wasseraufbereitung im Wasserwerk Rostock.

Dissertation, erschienen im April 2009, ISBN 978-3-86009-060-2

Band 20

Torsten Birkholz

Handlungserfordernisse und Optimierungsansätze für kommunale Ver- und Entsorgungsunternehmen im Zusammenhang mit demographischen Veränderungen im ländlichen Raum aufgezeigt an einem Beispiel in Mecklenburg-Vorpommern.

Dissertation, erschienen im Mai 2009, ISBN 978-3-86009-061-9

Band 21

12. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Aktuelle Entwicklungen in der Abfallwirtschaft.

Tagungsband, erschienen im Juni 2009, ISBN 978-3-86009-062-6

Band 22

Thomas Fritz

Entwicklung, Implementierung und Validierung eines praxisnahen Verfahrens zur Bestimmung von Biogas- bzw. Methanerträgen.

Dissertation, erschienen im Oktober 2009, ISBN 978-3-86009-065-7

Band 23

3. Rostocker Bioenergieforum. Bioenergie – Chance und Herausforderung für die regionale und globale Wirtschaft.

Tagungsband, erschienen im Oktober 2009, ISBN 978-3-86009-065-8

Band 24

Muhammad Mariam

Analyse von Gefahrenpotenzialen für die Trinkwasserversorgung der Stadt Rostock unter besonderer Berücksichtigung von Schadstoffausbreitungsvorgängen in der Warnow.

Dissertation, erschienen im Februar 2010, ISBN 978-3-86009-078-7

Band 25

Manja Steinke

Untersuchungen zur Behandlung von Abwässern der Fischverarbeitungsindustrie.

Dissertation, erschienen im Juni 2010, ISBN 978-3-86009-085-5

Band 26

13. DIALOG Abfallwirtschaft MV

Die Kreislauf- und Abfallwirtschaft im Wandel. Wohin gehen die rechtlichen und technischen Entwicklungen?

Tagungsband, erschienen im Juni 2010, ISBN 978-3-86009-087-9

Band 27

4. Rostocker Bioenergieforum. Zukunftstechnologien für Bioenergie

Tagungsband, erschienen im Oktober 2010, ISBN 978-3-940364-12-8

Band 28

Dirk Banemann

Einfluss der Silierung und des Verfahrensablaufs der Biomassebereitstellung auf den Methanertrag unter Berücksichtigung eines Milchsäurebakteriensilierungsmittel.

Dissertation, erschienen im Januar 2011, ISBN 978-3-86009-087-9

Band 29

14. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Abfall als Wertstoff- und Energiereserve

Tagungsband, erschienen im Juni 2011, ISBN 978-3-940364-18-0

Band 30

5. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im November 2011, ISBN 978-3-940364-20-3

Band 31

8. Rostocker Abwassertagung. Erhöhung der Effektivität von Abwasserentsorgungsanlagen

Tagungsband, erschienen im November 2011, ISBN 978-3-86009-120-3

Band 32

6. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2012, ISBN 978-3-940364-27-2

Band 33

Ishan Machlouf

Untersuchungen zur Nitratelimination bei der Trinkwasseraufbereitung unter Berücksichtigung syrischer Verhältnisse

Dissertation, erschienen im März 2013, ISBN 978-3-86009-204-0

Band 34

Ralph Sutter

Analyse und Bewertung der Einflussgrößen auf die Optimierung der Rohbiogasproduktion hinsichtlich der Konstanz von Biogasqualität und -menge

Dissertation, erschienen im März 2013, ISBN 978-3-86009-202-6

Band 35

Wolfgang Pfeiffer-Simoneit

Entwicklung eines sektoralen Ansatzes zum Aufbau von nachhaltigen Abfallwirtschaftssystemen in Entwicklungsländern vor dem Hintergrund von Klimawandel und Ressourcenverknappung

Dissertation, erschienen im Mai 2013, ISBN 978-3-86009-203-3

Band 36

7. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2013, ISBN 978-3-86009-207-1

Band 37

Markus Helftewes

Modellierung und Simulation der Gewerbeabfallaufbereitung vor dem Hintergrund der Outputqualität, der Kosteneffizienz und der Klimabilanz

Dissertation, erschienen im Oktober 2013, ISBN 978-3-86009-402-0

Band 38

Jan Stefan Riha

Detektion und Quantifizierung von Cyanobakterien in der Ostsee mittels Satellitenfernerkundung

Dissertation, erschienen im Oktober 2013, ISBN 978-3-86009-403-7

Band 39

Peter Helmke

Optimierung der Verarbeitungs-, Gebrauchs- und Entsorgungseigenschaften eines naturfaserverstärkten Kunststoffes unter Berücksichtigung automobiler Anforderungen

Dissertation, erschienen im November 2013, ISBN 978-3-86009-404-4

Band 40

Andrea Siebert-Raths

Modifizierung von Polylactid (PLA) für technische Anwendungen

Verfahrenstechnische Optimierung der Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften

Dissertation, erschienen im Januar 2014 ISBN 978-3-86009-405-1

Band 41

Fisiha Getachew Argaw

Agricultural Machinery Tractor Influence on Clay Soil Compaction as Measured by the Dry Bulk Density

Dissertation, erschienen im Januar 2014 ISBN 978-3-86009-406-8

Band 42

Tamene Adugna Demissie

Climate change impact on stream flow and simulated sediment yield to

Gilgel Gibe 1 hydropower reservoir and the effectiveness of Best Management Practices

Dissertation, erschienen im Februar 2014 ISBN 978-3-86009-407-5

Band 43

Paul Engelke

Untersuchungen zur Modellierung des Feststofftransports in Abwasserkanälen: Validierung in SIMBA®

Dissertation, erschienen im Februar 2014 ISBN 978-3-86009-408-2

Band 44

16. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Aktuelle Entwicklungen in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Tagungsband, erschienen im April 2014, ISBN 978-3-86009-410-5

Band 45

8. Rostocker Bioenergieforum, 19.-20. Juni 2014 an der Universität Rostock

Tagungsband, erschienen im Juni 2014, ISBN 978-3-86009-412-9

Band 46

Abschlussbericht Projekt CEMUWA – Climate protection, natural resources

management and soil improvement by combined Energetic and Material Utilization of lignocellulosic agricultural Wastes and residues

Projektbericht, erschienen im Oktober 2014, ISBN 978-3-86009-413-6

Band 47

8. Rostocker Baggergutseminar, 24.-25. September 2014 in Rostock

Tagungsband, erschienen im September 2014, ISBN 978-3-86009-414-3

Band 48

Michael Kuhn

Mengen- und Trockenrückstand von Rechengut kommunaler Kläranlagen

Dissertation, erschienen im Oktober 2014 ISBN 978-3-86009-415-0

Band 49

9. Rostocker Abwassertagung, Infrastruktur- und Energiemanagement –

ein Geschwisterpaar der Wasserwirtschaft 12. November 2014 in Rostock

Tagungsband, erschienen im November 2014, ISBN 978-3-86009-416-7

Band 50

Mulugeta Azeze Belete

Modeling and Analysis of Lake Tana Sub Basin Water Resources Systems, Ethiopia

Dissertation, erschienen im Dezember 2014 ISBN 978-3-86009-422-8

Band 51

Daniela Dressler

Einfluss regionaler und standortspezifischer Faktoren auf die Allgemeingültigkeit ökologischer und primärenergetischer Bewertungen von Biogas

Dissertation, erschienen im Oktober 2014 ISBN 978-3-86009-424-2

Band 52

9. Rostocker Bioenergieforum, 18.-19. Juni 2015 in Rostock

Tagungsband, erschienen im November 2014, ISBN 978-3-86009-425-9

Band 53

Nils Engler

Spurenelementkonzentrationen und biologische Aktivität in NaWaRo-Biogasfermentern

Dissertation, erschienen im September 2015 ISBN 978-3-86009-427-3

Band 54

Thomas Schmidt

Möglichkeiten der Effizienzsteigerung bei der anaeroben Vergärung von Weizenschlempe

Dissertation, erschienen im Oktober 2015 ISBN 978-3-86009-428-0

Band 55

Thomas Dorn

Principles, Opportunities and Risks associated with the transfer of environmental technology between Germany and China using the example of thermal waste disposal

Dissertation, erschienen im Dezember 2015 ISBN 978-3-86009-429-7

Band 56

Uwe Holzhammer

Biogas in einer zukünftigen Energieversorgungsstruktur mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien

Dissertation, erschienen im Dezember 2015 ISBN 978-3-86009-430-3

Band 57

17. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Aktuelle Entwicklungen in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft, 15. Juni 2016 in Rostock,

Tagungsband, erschienen im Juni 2016, ISBN 978-3-86009-432-7

Band 58

10. Rostocker Bioenergieforum, 16.-17. Juni 2016 in Rostock

Tagungsband, erschienen im Juni 2016, ISBN 978-3-86009-433-4

Band 59

Michael Friedrich

Adaptation of growth kinetics and degradation potential of organic material in activated sludge

Dissertation, erschienen im Juli 2016 ISBN 978-3-86009-434-1

Band 60

Nico Schulte

Entwicklung von Qualitätsprüfungen für die haushaltsnahe Abfallsammlung im Holsystem
Dissertation, erschienen im Juli 2016 ISBN 978-3-86009-435-8

Band 61

Ullrich Dettmann

Improving the determination of soil hydraulic properties of pea
Dissertation, erschienen im September 2016 ISBN 978-3-86009-436-5

Band 62

Anja Schreiber

Membranbasiertes Verfahren zur weitergehenden Vergärung
lagen
Dissertation, erschienen im Oktober 2016 ISBN 978-3-86009-446-4

Band 63

André Körte

Entwicklung eines selbstgängigen statischen Verfahrens zur biologischen Stabilisierung und Verwertung organireicher Abfälle unter extrem ariden Bedingungen für Entwicklungs- und Schwellenländer, am Beispiel der Stadt Teheran
Dissertation, erschienen im Oktober 2016 ISBN 978-3-86009-447-1

Band 64

Ayman Elnaas

Actual situation and approach for municipal solid waste treatment in the Arab region
Dissertation, erschienen im Oktober 2016 ISBN 978-3-86009-448-8

Band 65

10. Rostocker Abwassertagung, Wege und Werkzeuge für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft im norddeutschen Tie and, 8. November 2016 in Rostock
Tagungsband, erschienen im November 2016, ISBN 978-3-86009-449-5

Band 66

Gunter Weißbach

Mikrowellen-assistierte V
Dissertation, erschienen im November 2016 ISBN 978-3-86009-450-1

Band 67

Leandro Janke

Optimization of anaerobic digestion of sugarcane waste for biogas production in Brazil
Dissertation, erschienen im Mai 2017 ISBN 978-3-86009-454-9

Band 68

11. Rostocker Bioenergieforum, 22.-23. Juni 2017 in Rostock
Tagungsband, erschienen im Juni 2017, ISBN 978-3-86009-455-6

Band 69

Claudia Demmig

Ein uss des Erntezeitpunktes auf die anaerobe Abbaukinetik der Gerüstsubstanzen im Biogasprozess
Dissertation, erschienen im Juli 2017, ISBN 9978-3-86009-456-3

Band 70

Christian Koepke

Die Ermittlung charakteristischer Bodenkennwerte der Torfe und Mudden Mecklenburg-Vorpommerns als Eingangsparameter für erdstatische Berechnungen nach Eurocode 7 / DIN 1054

Dissertation, erschienen im Juni 2017, ISBN 978-3-86009-457-0

Band 71

Sven-Henning Schlömp

Geotechnische Untersuchung und Bewertung bautechnischer Eignung von Müllverbrennungsschlacken und deren Gemischen mit Böden

Dissertation, erschienen im Juni 2017, ISBN 978-3-86009-458-7

Band 72

Anne-Katrin Große

Baggergut im Deichbau – Ein Beitrag zur geotechnischen Charakterisierung und Erosionsbeschreibung feinkörniger, organischer Sedimente aus dem Ostseeraum zur Einschätzung der Anwendbarkeit

Dissertation, erschienen im Juni 2017, ISBN 978-3-86009-459-4

Band 73

Thomas Knauer

Steigerung der Gesamteffizienz von Biogasanlagen durch thermische Optimierung

Dissertation, erschienen im Juli 2017, ISBN 978-3-86009-460-0

Band 74

Mathhar Bdour

Electrical power generation from residual biomass by combustion in external fired gas turbines (EFGT)

Dissertation, erschienen im August 2017, ISBN 978-3-86009-468-6

Band 75

Johannes Dahlin

Vermarktungsstrategien und Konsumentenpräferenzen für Dünger und Erden aus organischen Reststoffen der Biogasproduktion

Dissertation, erschienen im September 2017, ISBN 978-3-86009-469-3

Band 76

Sören Weinrich

Praxisnahe Modellierung von Biogasanlagen

Systematische Vereinfachung des Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1)

Dissertation, erschienen im März 2018, ISBN 978-3-86009-471-6

Band 77

18. DIALOG Abfallwirtschaft MV. Aktuelle Entwicklungen in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Tagungsband, erschienen im Juni 2018, ISBN 978-3-86009-472-3

Band 78

12. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2018, ISBN 978-3-86009-473-0

Band 79

Tatyana Koegst

Screening approaches for decision support in drinking water supply

Dissertation, erschienen im Juni 2018, ISBN 978-3-86009-474-7

Band 80

Liane Müller

Optimierung des anaeroben Abbaus stickstoffhaltiger Verbindungen durch den Einsatz von Proteasen
Dissertation, erschienen im September 2018, ISBN 978-3-86009-475-4

Band 81

Projektbericht Wasserwirtschaft

KOGGE – **K**ommunale **G**ewässer **G**emeinschaftlich **E**ntwickeln

Ein Handlungskonzept für kleine urbane Gewässer am Beispiel der Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Projektbericht, erschienen im September 2018, ISBN 978-3-86009-476-1

Band 82

Adam Feher

Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit von Mikronährstoffen für den Biogasprozess

Dissertation, erschienen im Oktober 2018, ISBN 978-3-86009-477-8

Band 83

Constanze Utho

Pyrolyse von naturfaserverstärkten Kunststoffen zur Herstellung eines kohlenstoffhaltigen Füllstoffs für Thermoplasten

Dissertation, erschienen im November 2018, ISBN 978-3-86009-478-5

Band 84

Ingo Kaundinya

Prüfverfahren zur Abschätzung der Langzeitbeständigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen aus PVC-P für den Einsatz in Dichtungssystemen von Straßentunneln

Dissertation, erschienen im Dezember 2018, ISBN 978-3-86009-484-6

Band 85

Eric Mauky

A model-based control concept for a demand-driven biogas production

Dissertation, erschienen im Januar 2019, ISBN 978-3-86009-485-3

Band 86

Michael Kröger

Thermochemical Utilization of Algae with Focus on hydrothermal Processes

Dissertation, erschienen im Februar 2019, ISBN 978-3-86009-486-0

Band 87

13. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2019, ISBN 978-3-86009-487-7

Band 88

12. Rostocker Abwassertagung

Tagungsband, erschienen im September 2019, ISBN 978-3-86009-488-4

Band 89

Philipp Stahn

Wasser- und Nährstoffhaushalt von Böden unter Mischkulturen und Trockenstress

Dissertation, erschienen im Juli 2019, ISBN 978-3-86009-489-1

Band 90

BioBind: Luftgestützte Beseitigung von Verunreinigungen durch Öl mit biogenen Bindern
Projektbericht, erschienen im September 2019, ISBN 978-3-86009-490-7

Band 91

Jürgen Müller

Die forsthydrologische Forschung im Nordostdeutschen Tiefland: Veranlassung, Methoden, Ergebnisse und Perspektiven

Habilitation, erschienen im Oktober 2019, ISBN 978-3-86009-491-4

Band 92

Marcus Siewert

Bewertung der Ölhavarievorsorge im deutschen Seegebiet auf Grundlage limitierender Randbedingungen – Ein Beitrag zur Verbesserung des Vorsorgestatus

Dissertation, erschienen im November 2019, ISBN 978-3-86009-492-1

Band 93

Camilo Andrés Wilches Tamayo

Technical optimization of biogas plants to deliver demand oriented power

Dissertation, erschienen im Februar 2020, ISBN 978-3-86009-493-8

Band 94

Robert Kopf

Technisches Benchmarking mit Standortqualitätsstudie biochemischer Energieanlagenprojekte (Beispiel Biogas)

Dissertation, erschienen im Februar 2020, ISBN 978-3-86009-494-5

Band 95

14. Rostocker Bioenergieforum und 19. DIALOG Abfallwirtschaft MV

Tagungsband, erschienen im Juni 2020, ISBN 978-3-86009-507-2

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002650

Band 96

Safwat Hemidat

Feasibility Assessment of Waste Management and Treatment in Jordan

Dissertation, erschienen im Juli 2020, ISBN 978-3-86009-509-6

Band 97

Andreas Heiko Metzger

Verdichtung von ungebundenen Porendecken und Plattenbelägen - Untersuchungen zur Lagerungsdichte des Fugenmaterials

Dissertation, erschienen im Juli 2020, ISBN 978-3-86009-510-2

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002742

Band 98

Ying Zhou

Research on Utilization of Hydrochars Obtained by the Organic Components of Municipal Solid Waste

Dissertation, erschienen im November 2020, ISBN 978-3-86009-515-7

Band 99

Mathias Gießler

Ein prozessbasiertes Modell zur wirtschaftlich-technischen Abbildung von Abwasserunternehmen –
Beispielhafte Anwendung für eine ländliche Region mit Bevölkerungsrückgang

Dissertation, erschienen im November 2020, ISBN 978-3-86009-516-4

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002790

Band 100

Dodiek Ika Candra

Development of a Virtual Power Plant based on a Flexible Biogas Plant and a Photovoltaic-System

Dissertation, erschienen im Dezember 2020, ISBN 978-3-86009-518-8

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002814

Band 101

Thomas Zeng

Prediction and reduction of bottom ash slagging during small-scale combustion of biogenic residues

Dissertation, erschienen im Dezember 2020, ISBN 978-3-86009-519-5

Band 102

Edward Antwi

Pathways to sustainable bioenergy production from cocoa and cashew residues from Ghana

Dissertation, erschienen im Dezember 2020, ISBN 978-3-86009-520-1

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002818

Band 103

Muhammad Waseem

Integrated Hydrological and Mass Balance Assessment in a German Lowland Catchment with a
Coupled Hydrologic and Hydraulic Modelling

Dissertation, erschienen im Januar 2021, ISBN 978-3-86009-521-8

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002884

Band 104

Martin Rinas

Sediment Transport in Pressure Pipes

Dissertation, erschienen im März 2021, ISBN 978-3-86009-538-6

DOI https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003915

Band 105

15. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2021, ISBN 978-3-86009-524-9

DOI https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003024

Band 106

Jan Sprafke

Potenziale der biologischen Behandlung von organischen Abfällen zur Sektorenkopplung

Dissertation, erschienen im Oktober 2021, ISBN 978-3-86009-527-0

DOI https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003118

Band 107

Mingyu Qian

The Demonstration and Adaption of the Garage - Type Dry Fermentation Technology
for Municipal Solid Waste to Biogas in China

Dissertation, erschienen im Oktober 2021, ISBN 978-3-86009-528-7

Band 108

Haniyeh Jalalipour

Sustainable municipal organic waste management in Shiraz, Iran

Dissertation, erschienen im November 2021, ISBN 978-3-86009-526-3

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003116

Band 109

Michael Cramer

Umgang mit stark verschmutztem Niederschlagswasser aus Siloanlagen

Dissertation, erschienen im Dezember 2021, ISBN 978-3-86009-530-0

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003358

Band 110

16. Rostocker Bioenergieforum und 20. DIALOG Abfallwirtschaft MV

Tagungsband, erschienen im Juni 2022, ISBN 978-3-86009-535-5

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003615

Band 111

Fachtagung Wasserwirtschaft – Gute Stadt-Land-Beziehungen für eine nachhaltige Entwicklung in MV

Tagungsband, erschienen im Juni 2022, ISBN 978-3-86009-538-6

DOI: https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003915

Band 112

Zelalem Abera Angello

Selection of Optimal Pollution Management Strategy for the Little Akaki River, Ethiopia, Based on Determination of Spatio-temporal Pollutant Dynamics and Water Quality Modeling

Dissertation, erschienen im Oktober 2022, ISBN 978-3-86009-542-3

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00003948

Band 113

Qahtan Thabit

Hybrid waste Incineration – Solar Parabolic System with Thermal Energy Recovery in Sea water Desalination in MENA Region

Dissertation, im Druck, ISBN 978-3-86009-545-4

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004181

Band 114

17. Rostocker Bioenergieforum

Tagungsband, erschienen im Juni 2023, ISBN 978-3-86009-547-8

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004269

Band 115

Megersa Kebede Leta

Modeling Optimal Operation of Nashe. Hydropower Reservoir under LandUse Land Cover Changes in blue Nile River Basin, Ethiopia

Dissertation, ISBN 978-3-86009-548-5

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004427

Band 116

13. Rostocker Abwassertagung. Bewirtschaftung und Behandlung von Niederschlagswasser.

Tagungsband, erschienen im November 2023, ISBN 978-3-86009-549-2

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004432

Band 117

Semaria Moga Lencha

Estimating pollutant fluxes and their impact on Lake Hawassa in Ethiopia's Rift Valley basin based on combined monitoring and modelling

Dissertation, ISBN 978-3-86009-550-8

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004446

Band 118

Fabian Gievers

Vergleichende Untersuchungen und Bilanzierungen von Prozessketten zur Herstellung und Nutzung von Biokohlen aus Klärschlämmen

Dissertation, ISBN 978-3-86009-551-5

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004455

Band 119

Tim Jurisch

Untersuchungen hydraulischer Eigenschaften von Baggergut im Deichbau am Beispiel des Rostocker Forschungsdeiches

Dissertation, ISBN 978-3-86009-552-2

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004489