

Integraler EntwässerungsLeitPlan (IELP)

für die Hansestadt Rostock

Definition von Hauptentwässerungsachsen (HEA)

Fallbeispiel HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow

im Auftrag der
Hansestadt Rostock
Amt für Umweltschutz

(2016)



biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Geschäftsführer: Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
Dr. rer. nat. Volker Thiele
USt.-Id.-Nr. (VAT-Number): DE 164789073
Steuernummer (FA Güstrow): 086 / 106 / 02690
Handelsregister: Amtsgericht Rostock HRB 5562
Bankverbindungen: Commerzbank AG
IBAN: DE79130400000114422900
BIC: COBADEFFXXX

Sitz: 18246 Bützow, Nebelring 15
Telefon: 038461 / 9167-0
Telefax: 038461 / 9167-50 oder -55
E-Mail: postmaster@institut-biota.de
Internet: www.institut-biota.de
Volks- und Raiffeisenbank Güstrow e.G.
IBAN: DE38140613080000779750
BIC: GENODEF1GUE

Auftragnehmer & Bearbeitung:

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann
Dipl.-Ing. Marc Schneider
Dipl.-Ing. Anika Lange
Dipl.-Geograf Torsten Foy

biota – Institut für ökologische Forschung
und Planung GmbH

Nebelring 15
18246 Bützow

Telefon: 038461/9167-0
Telefax: 038461/9167-50

E-Mail: postmaster@institut-biota.de
Internet: www.institut-biota.de

Auftraggeber:

Dr. Brigitte Preuß
(Leiterin des Amtes für Umweltschutz)

Sven Schmeil
(Leiter der Abteilung Wasser und Boden
des Amtes für Umweltschutz)

Hansestadt Rostock
Der Oberbürgermeister

Hohlbeinplatz 14
18050 Rostock

Telefon: 0381/381-0
Telefax: 0381/381-1902

E-Mail: brigitte.preuss@rostock.de
Internet: www.rathaus.rostock.de

Vertragliche Grundlage: Vertrag vom 25.04./28.04.2016

Bützow, den 28.09.2016

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

Projektbegleitende Arbeitsgruppe:

Badrow, Uwe	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Bräunlich, Stefan	Verbandsingenieur des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes
Gödke, Katja	Geschäftsführerin des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes
Göllnitz, Uwe	Amt für Stadtgrün, Naturschutz und Landschaftspflege der Hansestadt Rostock
Just, Heike	Geschäftsführerin des Wasser- und Bodenverbandes Untere Warnow/Küste
Klohn, Silvia	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Koziolek, Dagmar	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Krasemann, Jörn	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Matthäus, Birka	Amt für Stadtgrün, Naturschutz und Landschaftspflege der Hansestadt Rostock
Matthäus, Holger	Senator für Bau und Umwelt der Hansestadt Rostock
Nispel, Hanno	Leitender Ingenieur der EURAWASSER Nord GmbH
Preuß, Dr. Brigitte	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock, Amtsleiterin
Ristow, Robert	Geschäftsführer EURAWASSER Nord GmbH
Schmeil, Sven	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock, Leiter Abteilung Wasser und Boden
Schölens, Dürten	Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung und Wirtschaft der Hansestadt Rostock
Schulze, Tobias	Ingenieur der EURAWASSER Nord GmbH
Schuster, Bianca	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Tiburtius, Heiko	Amt für Verkehrsanlagen der Hansestadt Rostock, Amtsleiter
Tränckner, Prof. Dr. Jens	Universität Rostock, Professor für Siedlungswasserwirtschaft
Wenske, Thomas	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock
Wieckowski, Ute	Amt für Verkehrsanlagen der Hansestadt Rostock
Wieting, Norbert	Amt für Umweltschutz der Hansestadt Rostock

Inhalt

1	Einführung und Zielstellung	6
2	Entwässerungsachsen für die Hansestadt Rostock.....	11
2.1	Zielstellung.....	11
2.2	Übersicht und Blattsschnitte der Fachkarten	11
2.3	Räumliche Identifikation der Entwässerungsachsen	14
2.4	Hierarchisierung	16
3	Hydrologische und hydraulische Leistungsanforderungen für die Hauptentwässerungsachsen	19
3.1	Rechtliche und normative Grundlagen	19
3.2	Aspekte des Klimawandels	25
3.3	Gefahr und Risiko	27
3.4	Schutzniveau: schutzgutabhängige Bemessungsansätze (Vorschlag).....	30
4	(Beispielhafte) Modellierung und Planung zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Entwässerungssysteme für den Bereich Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow	35
4.1	Aufgaben-/Zielstellung	35
4.2	Untersuchungsgebiet.....	36
4.3	Methodik, Modellkonfiguration.....	36
4.3.1	Ansatz hydrologisches Modell (N-A-Modell).....	36
4.3.2	Datengrundlagen für das N-A-Modell.....	37
4.3.3	Ermittlung der kritischen Regendauer	37
4.3.4	Datengrundlagen für das hydraulische Modell	38
4.3.5	Methodik (gekoppeltes 1D/2D-Modell).....	38
4.4	Modellierungsergebnisse.....	38
4.4.1	Modellszenarien einschließlich Maßnahmenplanung	38
4.4.2	Ist-Zustand	41
4.4.3	Vor-Ort-Begehungen: Verifizierung der Modellaussagen (Ist-Zustand).....	41

4.4.4	Plan-Zustand: Berücksichtigung von künftigen Veränderungen im Einzugsgebiet (B-/F-Pläne)	47
4.4.5	Anpassungsmaßnahmen im Kanalnetz für den Plan-Zustand	53
4.5	Schlussfolgerungen.....	61
4.5.1	Interpretation/Kernaussagen.....	61
4.5.2	Vorschlag für Kostenverteilung/-quotierung	63
5	Quellen, weiterführende Grundlagen	66
5.1	Gutachten, Konzepte, Pläne.....	66
5.2	Rechtsgrundlagen, Förderrichtlinien	67
5.3	Fachliteratur und Normen	67
5.4	Datengrundlagen.....	70
6	Anlagen (DVD): Fachkarten und GIS-Daten	72

1 Einführung und Zielstellung

Die Strategie systematischer Fortführung konzeptioneller und planerischer Arbeiten zur Optimierung der kommunalen Entwässerungssituation in der Hansestadt Rostock soll mit einem Integralen Entwässerungsleitplan (IELP) fortgesetzt werden.

Der IELP dient insofern der fachlichen Untersetzung und Konkretisierung der durch das Integriertes Entwässerungskonzept (INTEK) der Hansestadt Rostock erarbeiteten Grundlagen (BIOTA 2012b, 2013b, 2014a, MEHL et al. 2015). Auch zwischenzeitliche gutachtliche Ausarbeitungen zu Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der kommunalen Entwässerung in der Hansestadt Rostock sollen integriert werden (BIOTA 2015).

Übergeordnete Zielstellung der Aktivitäten bildet die Überflutungsvorsorge. Offenbar durch den Klimawandel häufiger und verstärkt auftretende und durch konvektive Regenereignisse ausgelöste Sturzfluten und Starkregenereignisse (IPCC 2014, LEHMANN et al. 2015), aber auch seltene advective Regenereignisse langer Dauer und folglich Abflussfülle (MIEGEL et al. 2014, MEHL et al. 2014b) stellen die Niederschlagswasserbeseitigung vor Probleme.

Die bauliche Verdichtung schreitet auch in der Hansestadt Rostock stark und schnell voran. Damit ist nicht nur eine Zunahme von Abflüssen von versiegelten Flächen verbunden, sondern häufig auch eine Erhöhung des Risikos und insbesondere des materiellen Schadenpotenzials.

Das städtische Entwässerungssystem, so wie man es auch in Rostock findet, baut in Bezug auf das Niederschlagswasser auf den in Abbildung 1-1 dargestellten Systemteilen und -lösungen auf:

- Getrennte Regenkanalisation oder Mischwasserkanalisation (im Regelfall nur noch in historisch gewachsenen Innenstadtlagen)
- Bei Mischwasser Abführung über die Kläranlage und das gereinigte Abwasser in die Vorflut oder bei entsprechend hoher hydraulischer Belastung über Entlastungsbauwerke in die Vorflut und/oder Regenwasserkanäle
- Bei Regenwasserkanälen Abführung bis in die Vorflut
- Generell können bei entsprechender hydrogeologischer Eignung auch Versickerungslösungen in Betracht kommen; dies ist aber in der Hansestadt Rostock wegen verbreiteter geringer Grundwasserflurabstände in vielen Fällen nicht möglich

Regenwassereinleitungen (aus der Kanalisation) können nicht nur zu stofflichen Belastungen des Einleitgewässers führen, sondern auch zu erheblichen hydrologischen und hydraulischen: „Insbesondere bei Einleitungen in kleine und mitunter abflussschwache Gewässer wird die Siedlungsentwässerung oftmals sowohl aus qualitativer als auch aus hydraulischer Sicht als potenzielle Belastungsquelle angesehen“ (WEYAND 2012). So führen in den Einleitgewässern eine höhere Wasserführung bzw. häufigere Einleitungen grundsätzlich zu stärkeren und häufigeren bettbildenden bzw. morphologisch wirksamen Abflüssen. Insofern ist die Verflechtung mit morphologischen und biologischen gewässerökologischen Faktoren sehr hoch.

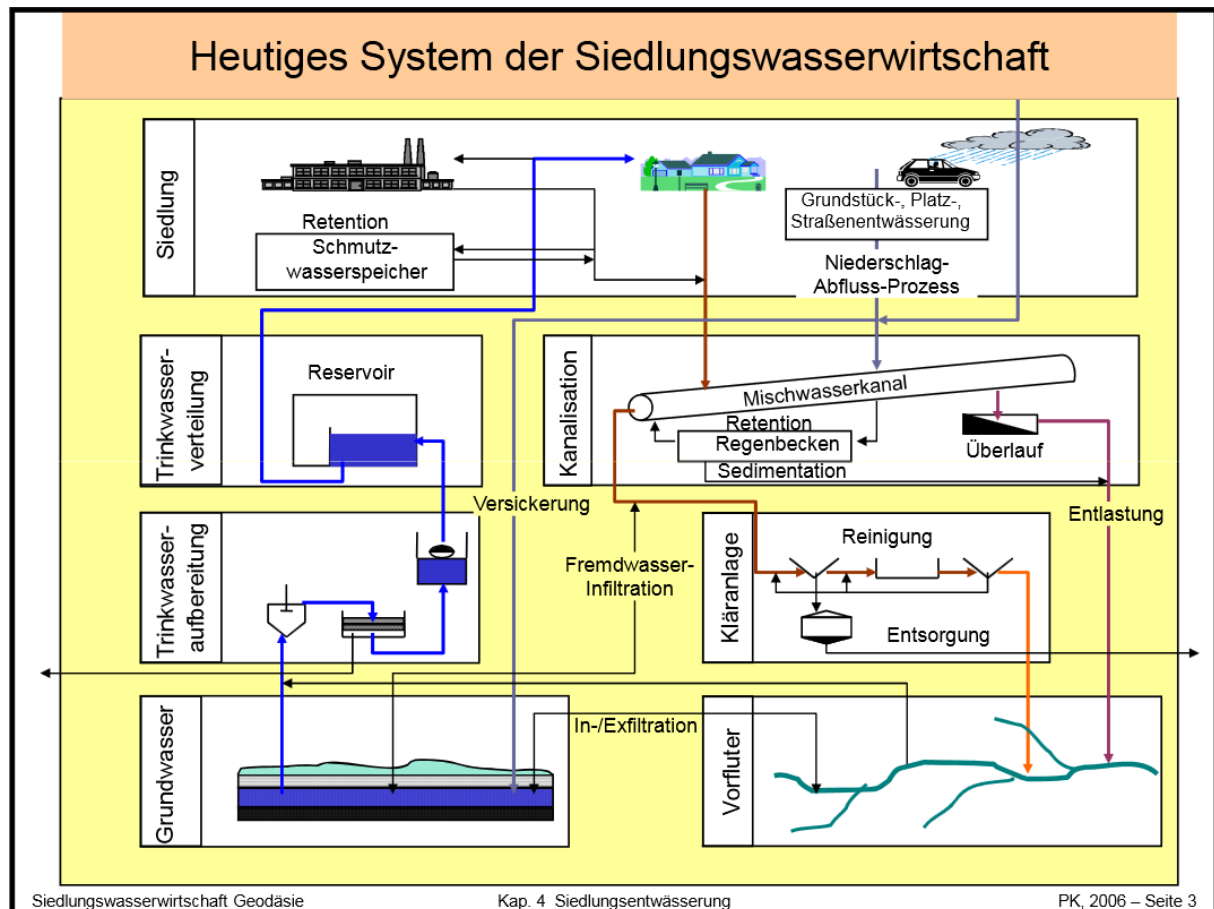


Abbildung 1-1: Heutiges System der Siedlungswasserwirtschaft, Grafikquelle: TU Dresden (2015)

Die Bewertung der Verschmutzung von Regenwetterabflüssen (Misch- und Regenwasserabflüsse) und der aus ihrer Einleitung resultierenden Gewässerbelastungen wird vor diesem Hintergrund aktuell als Regelwerk für Regenwetterabflüsse neu erarbeitet. Auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung der Verbände DWA und BWK für systembezogene Regelungen zur Regenwasserbewirtschaftung werden zwei Arbeitsblätter DWA-A 102 (emissionsbezogen) und BWKA 3 (immisionsbezogen) in enger inhaltlicher Abstimmung und personeller Verzahnung erarbeitet (SCHMITT 2012).

Besonders bemerkenswert ist, dass im Regelwerk DWA-A 102 als übergeordnete Emissions-Zielsetzung eine Minimierung der Veränderungen des örtlichen Wasserhaushaltes in mengenmäßiger und stoffli-

cher Hinsicht vorgesehen ist, was zwar vereinfachte, aber explizite Betrachtungen zum lokalen Wasserhaushalt voraussetzt. Als entsprechende Größen werden die langjährigen Jahressummen der hydrologischen Größen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung betrachtet. Als stoffbezogene Zielgrößen werden die Jahresfrachten der Feinfraktion abfiltrierbarer Stoffe AFS (Korndurchmesser < 63 µm, neue Bezeichnung: AFS63) ausgewählt (UHL 2015).

Aus Niederschlagsprozessen stammender Abfluss generiert sich im urbanen Raum im Wesentlichen in drei Formen (Abb. 1-2):

- (1) Niederschlagswasser von bebauten und befestigten Flächen (oberirdischer Abfluss),

(2) Niederschlagswasser von unbebauten und unbefestigten Flächen (oberirdischer Abfluss),

(3) bodeninnerer/hypodermischer Abfluss sowie Grundwasserabfluss.

Die Abflüsse unter (2) und (3) können in das öffentliche Entwässerungssystem gelangen. Das Niederschlagswasser von

unbebauten und unbefestigten Flächen entsteht erst bei Starkregen bzw. Sturzfluten, wenn mindestens zeitweise die Niederschlagsintensität die Infiltrationskapazität des Bodens übersteigt und sich ggf. vorhandene Speicherkapazitäten erschöpft haben (Interzeption, Muldenspeicherung etc.).

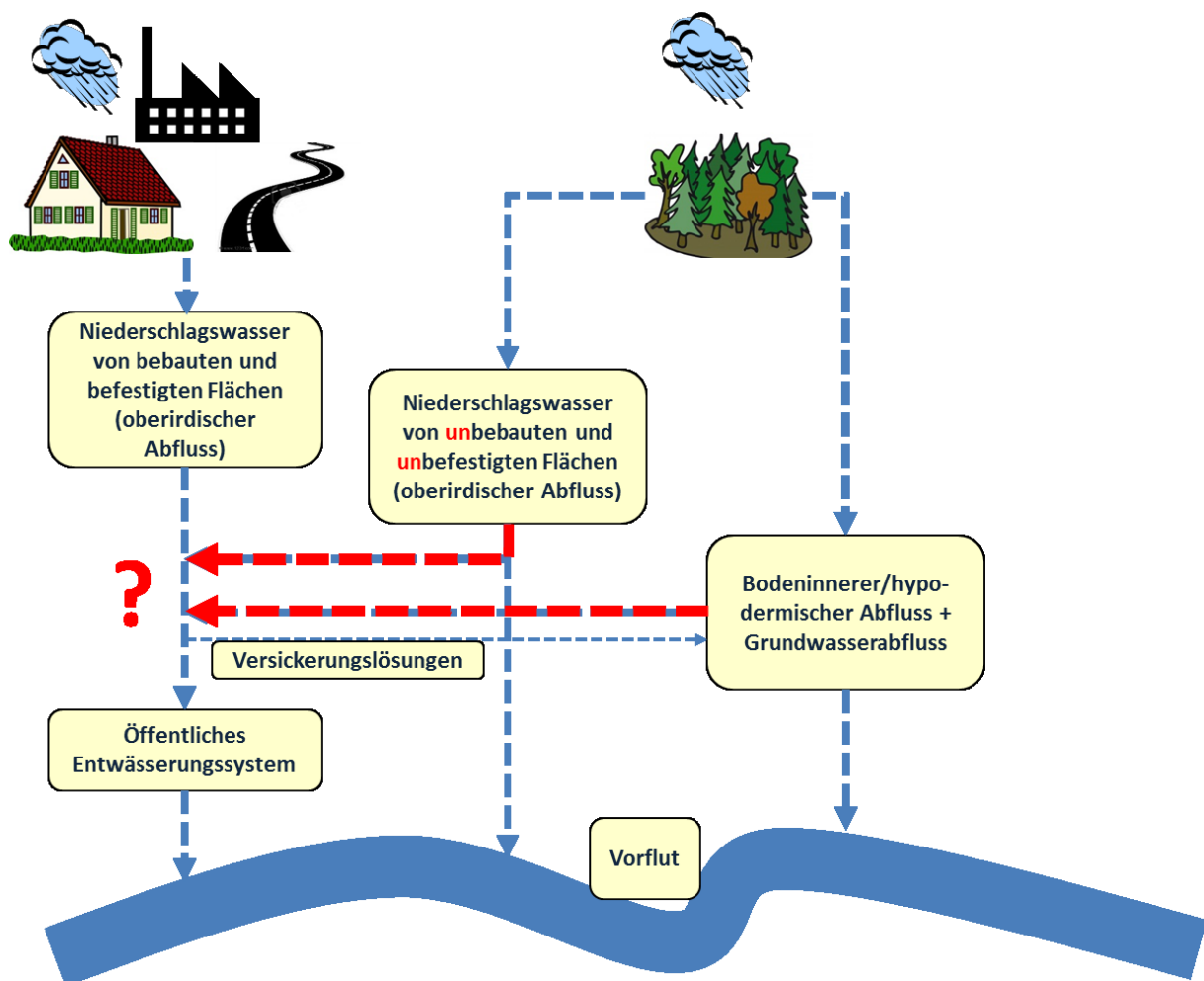


Abbildung 1-2: Abflüsse im Siedlungsentwässerungssystem; Hervorhebung zusätzlicher Abflusswege ins öffentliche Entwässerungssystem (aus BIOTA 2015)

Eine hydraulische Bemessung von kommunalen Entwässerungssystemen und -teilen kann jedoch vor allem nicht einfach nach (urban)hydrologischen Maßstäben der Abflussbildung (und ggf. Abflusskonzentration) erfolgen, da die hydraulische Leistungsfähigkeit der techni-

schen Regenkanalnetze und -anlagen vor allem aus Gründen der Herstellungskosten, aber auch wegen möglicher betrieblicher Störungen (vor allem potenzielle Geruchsbelästigungen infolge von Ablagerungen in zu großen Kanälen) auf kritische,

aber statistisch häufigere Regenereignisse bemessen wird.

„Die Bemessung und Auslegung von Entwässerungssystemen werden u. a. in DIN EN 752 und Arbeitsblatt DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“ grundsätzlich geregelt, die auf die langfristige Sicherstellung eines einheitlichen Entwässerungskomforts bei gleichzeitig wirtschaftlich vertretbarem Einsatz an Investitionen abzielen (DIN EN 752, 2008; DWA 2006). Die darüber hinausgehende Überflutungsvorsorge mit Blick auf seltene und außergewöhnliche Starkregenereignisse stellt hingegen eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe dar – eine Aufgabe, für die es bislang keine etablierten Handlungsschemata gibt. Hier waren die Kommunen bislang weitgehend auf sich allein gestellt [...]

Der Überflutungsvorsorge muss innerhalb der Kommunen zukünftig eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Kommunen – in der Gesamtheit der zahlreichen Akteure – sind aufgefordert, vorausschauende Risikobetrachtungen durchzuführen und daraus zielorientierte Vorsorgemaßnahmen abzuleiten. Im Hinblick auf die urbane Überflutungsvorsorge sollten auf kommunaler Ebene in den nächsten Jahren u. a. vorausschauende Anpassungsstrategien, mehr Systemflexibilität und ein integrales Risikomanagement als wesentliche Bausteine erarbeitet und etabliert werden. Dies verlangt von Planern, Entscheidungsträgern und Bürgern die Auseinandersetzung mit einer „neuen“ Problemstellung; aber auch pragmatische und zugleich zielführende Herangehensweisen und Bewältigungsstrategien sowie effiziente Methoden und praktikable Werkzeuge zur Gefährdungs- und Risikobewertung.

In diesem Zusammenhang darf sich die Überflutungsvorsorge nicht auf Teilaspekte beschränken, sondern muss ganzheitlich und nachhaltig ausgerichtet sein. Dies beinhaltet u. a. die Berücksichtigung stadthydrologischer, städtebaulicher, gewässerbezogener und rechtlicher Aspekte, die Würdigung der dynamischen gesellschaftlichen und klimatischen Entwicklungen sowie die interdisziplinäre Verflechtung entwässerungstechnischer Fragestellungen im Gesamtkontext kommunaler Planungsaufgaben.“ (aus: Vorwort, in DWA 2013).

Insofern stellt sich hier die Frage nach den hydraulischen Auswirkungen des zusätzlich abzuführenden Niederschlagswassers von unbebauten und unbefestigten Flächen im Kanalnetz, aber auch den Vorflutern, und den Folgen in Bezug auf potenzielle Überflutungen.

Für die Hansestadt Rostock bestehen hier entsprechend Integriertem EntwässerungsKonzept (INTEK) entsprechende Gefährdungen und Risiken, gerade bei Niederschlagsereignissen vergleichsweise langer Dauer im Bereich mehrerer Stunden BIOTA (2012a, b, 2013b).

Bei undichten Leitungen kann auch Grundwasser oder bodeninnerer Abfluss in das Entwässerungssystem gelangen. Im Regelfall ist das nicht kritisch, belastet aber ggf. unnötig energieintensive Netzbestandteile wie Pumpwerke.

Im komplexen System der städtischen Entwässerung kommt den Hauptentwässerungsbahnen eine zentrale Bedeutung zu. Bei extremen Niederschlägen und entsprechenden Abflüssen sammelt sich das Wasser letztlich in oberirdischen Abflussbahnen: in permanent vorhandenen Fließgewässern oder ggf. in Form temporärer Fließgewässer. Entwässerungsbahnen oder –achsen widerspiegeln mithin die Talwege des Wassers bei Über-

bzw. Entlastung des städtischen (unterirdischen) Entwässerungssystems. Das Wasser folgt im Hinblick auf die Fließrichtung der Schwerkraft und nutzt dabei aber vorhandene urbane Strukturen wie insbesondere Straßen, aber folgt konsequent der orographischen Situation und dem Gefälle, so dass sich Senken füllen und „Abkürzungen“ genommen werden. Jeder Geländetiefpunkt im Verlaufe solcher Fließwege ist gefährdet: Tiefgaragen, Keller, ggf. Parterrelagen in Gebäuden usw.

Entwässerungsbahnen oder –achsen bilden folgerichtig damit eine wesentliche Überflutungsgefahr. Nur bei möglichst genauer Kenntnis dieser Systeme sind adäquate Maßnahmen zur gezielten und vor allem möglichst schadensfreien Ableitung des Wassers möglich.

Andererseits können und sollen Maßnahmen zur gezielten, technisch abgesicherten Ausbildung entsprechender Entwässerungsachsen helfen, den Investitionsaufwand in die Regenkanalnetze und –anlagen zu reduzieren und die ganzheitli-

che Entwässerungslösung in den Fokus zu nehmen (vgl. DWA-M 119).

Spezifische Zielstellungen des IELP sind vor diesem Hintergrund:

- Definition von Kriterien zur Ausweisung von Entwässerungsachsen für die Hansestadt Rostock
- Anwendung der Kriterien und raumkonkrete Ausweisung entsprechender Entwässerungsachsen
- Hierarchisierung nach Bedeutungsstufen (Haupt- und Nebenachsen)
- Ableitung von hydrologischen und hydraulischen Leistungsanforderungen für die Hauptentwässerungsachsen
- Beispielhafte Modellierung und Planung zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit einer Hauptentwässerungsachse
- Unterbreitung von Vorschlägen für mögliche Kostenteilung, insbesondere für investive Maßnahmen, nach Zuständigkeiten bzw. Verantwortungsbereich

2 Entwässerungsachsen für die Hansestadt Rostock

2.1 Zielstellung

In der Hansestadt Rostock sollen die wichtigsten Trassen der städtischen Entwässerung identifiziert werden. Entsprechende „Entwässerungsachsen“ sollten im Allgemeinen nicht nur eine aktuell hohe Bedeutung für die Abführung von Niederschlagswasser aufweisen, sondern vielmehr stehen vor allem auch folgende Funktionen im Fokus:

- Anpassung von natürlichen und technischen Systemen an klimawandelbedingte Starkregen- und Abflussereignisse
- Freihalten von Achsen von Bebauung zur Erhaltung von Anpassungsmöglichkeiten zentraler Entwässerung, d.h. z.B. offene Gewässertrassen, Raum für Querschnittserweiterungen von Regenwasserleitungen, Gestaltungsmöglichkeiten von Gewässern und Feuchtgebieten zur Erhaltung von Funktionen und zur Sicherung von Ökosystemleistungen
- Umsetzung umweltrechtlicher Anforderungen (insbesondere Gewässerschutz und Meeresschutz, Hochwasserschutz, Naturschutz, Bodenschutz)
- Beitrag zur urbanen Biodiversität, zum Biotop- und Artenschutz sowie zum Biotopverbund
- (ggf. Re-)Etablierung bzw. Stabilisierung der Ökosystemfunktionen als Basis entsprechender Ökosystemleistungen urbaner Gewässer und Feuchtgebiete (z.B. Kühlfunktion)
- Optimale städtebauliche Integration von Gewässern und Feuchtgebieten,

u.a. auch durch die raumgliedernde Wirkung von Gewässerachsen

Entsprechend sachgerechte Kriterien zur Ableitung von Entwässerungsachsen sind zu definieren

2.2 Übersicht und Blattsnitte der Fachkarten

Kartographische Darstellungen sollten aus Zweckmäßigkeitsgründen Maßstab und Blattschnitt des Integrierten Entwässerungskonzepts (INTEK) der Hansestadt Rostock (BIOTA 2012b, 2013b) folgen.

Alle Karten für die Hansestadt Rostock werden wegen der abzubildenden Gebietsgröße und um einen möglichst hohen Detailgrad zu erreichen, deshalb original in DIN-A1-Größe und dabei im Maßstab 1:18.000 bzw. 1:20.000 erstellt.

Kartographisch muss hierzu die Hansestadt Rostock mit jeweils drei einzelnen Karten je Thema abgebildet werden. Die Blätter überlagern sich dabei in weiten Bereichen (Abb. 2-1), was hilft, den räumlichen Zusammenhang beim Wechsel von einem Blatt zum nächsten zu wahren.

Die Tabelle 2-1 enthält eine Übersicht der Stadtteile mit der Kennzeichnung des relevanten Blattes: Blatt 1 umfasst den südlichen Teil der Hansestadt, Blatt 2 die Bereiche westlich und Blatt 3 die Stadtteile östlich der Warnow.

Als topographische Kartengrundlage wird die „Offene Regionalkarte Mecklenburg-Vorpommern“ (ORKa MV) in Graustufen verwendet (<http://www.orka-mv.de/nutzungsbedingungen.html>).

Tabelle 2-1: Stadtteile Rostocks und zugehörige Kartenblätter

Stadtteil	Blatt 1 (Maßstab 1:18.000)	Blatt 2 (Maßstab 1:18.000)	Blatt 3 (Maßstab 1:20.000)	Stadtteil	Blatt 1 (Maßstab 1:18.000)	Blatt 2 (Maßstab 1:18.000)	Blatt 3 (Maßstab 1:20.000)
Seebad Warnemünde		X		Südstadt	X		
Diedrichshagen		X		Biestow	X		
Markgrafenheide			X	Stadtmitte	X		
Hohe Düne		X		Brinckmannsdorf	X		
Hinrichshagen			X	Dierkow-Neu	X		
Wiethagen			X	Dierkow-Ost	X		
Torfbrücke			X	Dierkow-West	X		
Lichtenhagen		X		Toitenwinkel	X		
Groß Klein		X		Gehlsdorf	X	X	
Lütten Klein		X		Hinrichsdorf	X		
Evershagen		X		Krummendorf	X	X	
Schmarl		X		Nienhagen			X
Reutershagen	X			Peez		X	X
Hansaviertel	X			Stuthof			X
Gartenstadt/Stadtweide	X			Jürgeshof			X
Kröpeliner-Tor-Vorstadt	X						

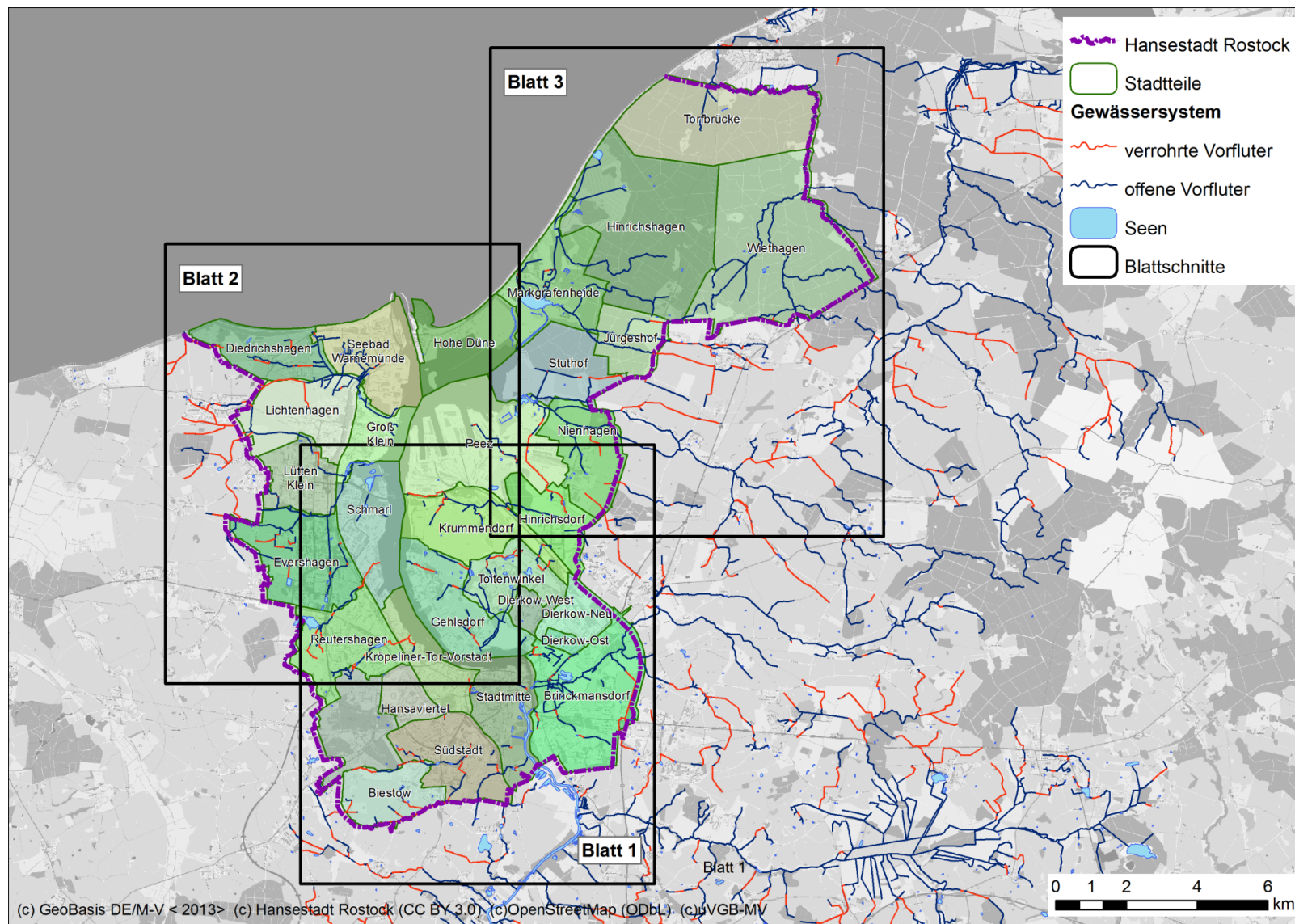


Abbildung 2-1: Übersicht zum gewählten Blattschnitt für die Hansestadt Rostock

2.3 Räumliche Identifikation der Entwässerungsachsen

Die räumliche Identifikation der Entwässerungsachsen wurde in Anlehnung an das Konzept zur Analyse von Ökosystemleistungen urbaner Gewässer und Feuchtgebietes des zeitparallelen Forschungsprojektes „KOGGE“ – Kommunale Gewässer gemeinschaftlich entwickeln im urbanen Raum (<https://www.kogge.auf.uni-rostock.de>) durchgeführt und basiert auf Grund der Beteiligung des Auftragnehmers auch teilweise auf Daten des Vorhabens.

Primär erfolgte die Achsenausbildung entlang der aus dem digitalen Geländemodell berechneten Abflussbahnen. Die anschließende Bearbeitung im Hinblick auf die Priorisierung/Bewertung basierte auf einschlägigen Analyse- und Verschneidungsroutinen geographischer Informationssysteme (GIS). Linienhafte Daten/Informationen wurden mittels Pufferbildung berücksichtigt, um Lageinkongruenzen auszugleichen. Alle Informationen wurden im GIS mit einer Polygonanalyse verschnitten (insgesamt ca. 200.000 Elementarflächen für das Rostocker Stadtgebiet), vgl. Tabelle 2-2.

Das Ergebnis der Analyse ist eine Art potenzieller Entwässerungseignung (im Sinne der Achsenfunktion) und ermöglichte als farb- abgestufte Kartendarstellung eine zielführende Weiterbearbeitung (Abb. 2-2):

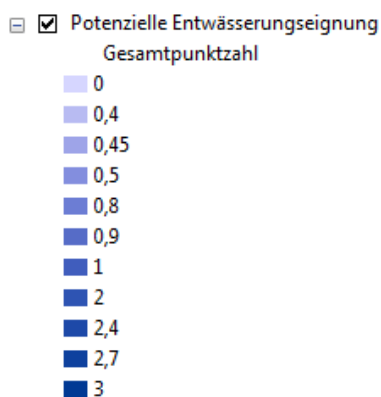


Tabelle 2-2: Kriterien zur räumlichen Identifikation der Entwässerungsachsen (GIS-Analyse)

	Punkte	
a	Landnutzung	
	3	Wasserflächen, Moore, Ruderalflächen
	2	Landwirtschaftliche Flächen, Wälder, Städtische Grünflächen
	1	anthropogen genutzte Moorgebiete
	0	bebaute Flächen
b	Seen (Überlagerung da Landnutzung nicht vollständig)	
	1	See
	0	kein See
c	Feuchtgebiet (Überlagerung da Landnutzung nicht vollständig)	
	1	Feuchtgebiet
	0	kein Feuchtgebiet
d	Fließgewässer	
	1	Puffer 5 m
	0,9	Puffer 5 - 10 m
	0,8	Puffer 10 - 20 m
e	Historische Fließgewässer	
	1	Puffer 5 m
	0,9	Puffer 5 - 10 m
	0,8	Puffer 10 - 20 m
f	Siedlungsentwässerung DN 400 und größer	
	1	Puffer 5 m
	0,9	Puffer 5 - 10 m
	0,8	Puffer 10 - 20 m
g	Siedlungsentwässerung kleiner DN 400	
	0,5	Puffer 5 m
	0,45	Puffer 5 - 10 m
	0,4	Puffer 10 - 20 m

Anschließend erfolgte eine Analyse mit einem einfachen, gewichteten Berechnungsansatz (Maximalwert):

$$\text{Gesamtpunktzahl} = \max. (a, 3*b, 3*c, 3*d, 3*e, f, g)$$

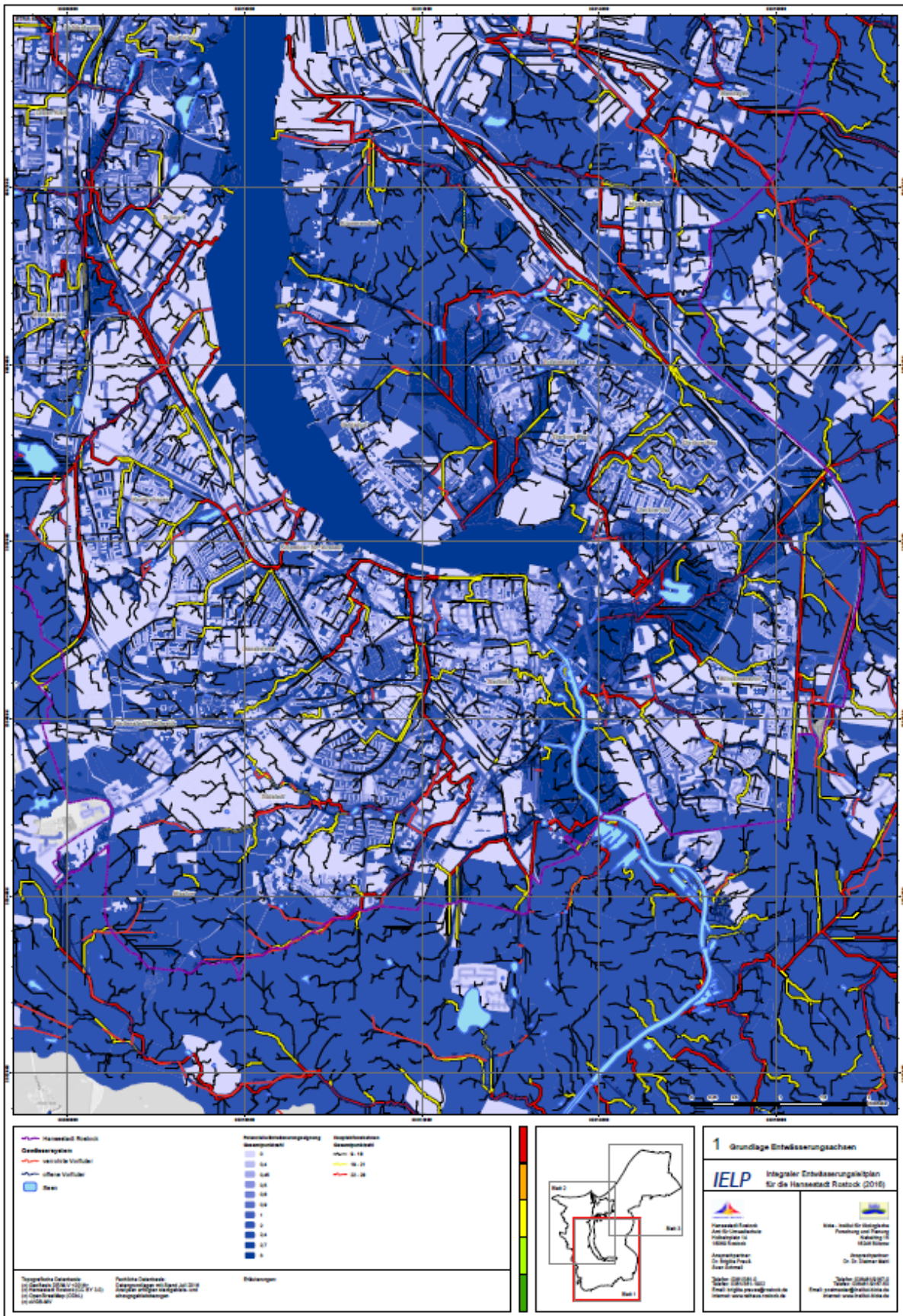


Abbildung 2-2: Potenzielle Eignung für die Ausbildung als Entwässerungsachse nach GIS-Analyse, Blatt 1

2.4 Hierarchisierung

Durch eine Hierarchisierung der Entwässerungsachsen soll erreicht werden, dass die Bedeutung der einzelnen Achsen besser gefasst werden kann. Folgende Aspekte sind dabei relevant:

Hauptentwässerungsachsen

- Hohe urban-hydrologische und siedlungswasserwirtschaftliche Bedeutung („Entwässerungsfunktion“)
- Hohe Synergie zu anderen Funktionen
- Lage primär an oberirdischen Abflussbahnen (offenen Gewässern) orientiert: das ist das Primat des „kommunalen“ Hochwasserschutzes
- Grundsätzlich kurze Verbindung zur Hauptvorflut (Warnow, Unterwarnow/Breitling, Ostsee)
- Subjektive Bahnkorrektur
- Pufferbildung, Funktionserfüllung steht im Vordergrund

Nebenentwässerungsachsen

- Alle Sonstigen

Für die Hierarchisierung wurden folglich die Kriterien und Punkte nach Tabelle 2-3 angewandt. Anschließend erfolgte für die ca. 22.000 Abflussbahnen/Entwässerungsachsen mit einem Einzugsgebiet > 1 ha gleichfalls eine Analyse mit einem einfachen, gewichteten Berechnungsansatz (Summe):

$$\text{Gesamtpunktzahl} = 3 * A + B + C + D$$

Als Klasseneinteilung wurde als Abstufung gewählt:

- Ordnung/„Hauptentwässerungsachsen“: 22-28 Punkte (2.370 Abflussbahnen)
- Ordnung/„Nebenentwässerungsachsen“: 19-21 Punkte (1.942 Abflussbahnen)

- Ordnung: < 19 Punkte

Tabelle 2-3: Kriterien zur Hierarchisierung der Entwässerungsachsen (GIS-Analyse)

	Punkte	
A	Einzugsgebietsgröße	
	1	(< 1 ha)
	2	(1 - < 5 ha)
	3	(5 - < 10 ha)
	4	(10 - < 50 ha)
	5	(50 - < 100 ha)
	6	(>= 100 ha)
B	Gefälle	
	1	(< 5 %)
	2	(5 - < 10%)
	3	(10 - < 15 %)
	4	(>= 15 %)
C	Retention	
	Pkt	
	1	(>= 500 m ³ /ha)
	2	(100 - <500 m ³ /ha)
	3	(50 - < 100 m ³ /ha)
	4	(<50 m ³ /ha)
D	CN-Werte (Versickerungsvermögen der Böden, bodenartabhängiger Abflussbildungsparameter)	
	1	(<55)
	2	(55 - <70)
	3	(70 - <85)
	4	(85 - 100)

Die erforderliche manuelle Nachbearbeitung erfolgte in den Schritten:

- Begradigung mäandrierender Verläufe
- Berücksichtigung von Durchlässen und Brücken
- Berücksichtigung von Arealeigenschaften im Hinblick auf die Eignung für die Wasserabführung
- Berücksichtigung vorhandener Gewässer

- Bündelung parallel verlaufender Abflussbahnen

Für die Hansestadt Rostock ergibt sich damit folgendes Ergebnis (s. Beispiel in Abb. 2-3):

- 48 Hauptentwässerungsachsen mit einer Gesamtlänge von ca. 105 km
- 150 Nebenentwässerungsachsen mit einer Gesamtlänge von ca. 125 km.

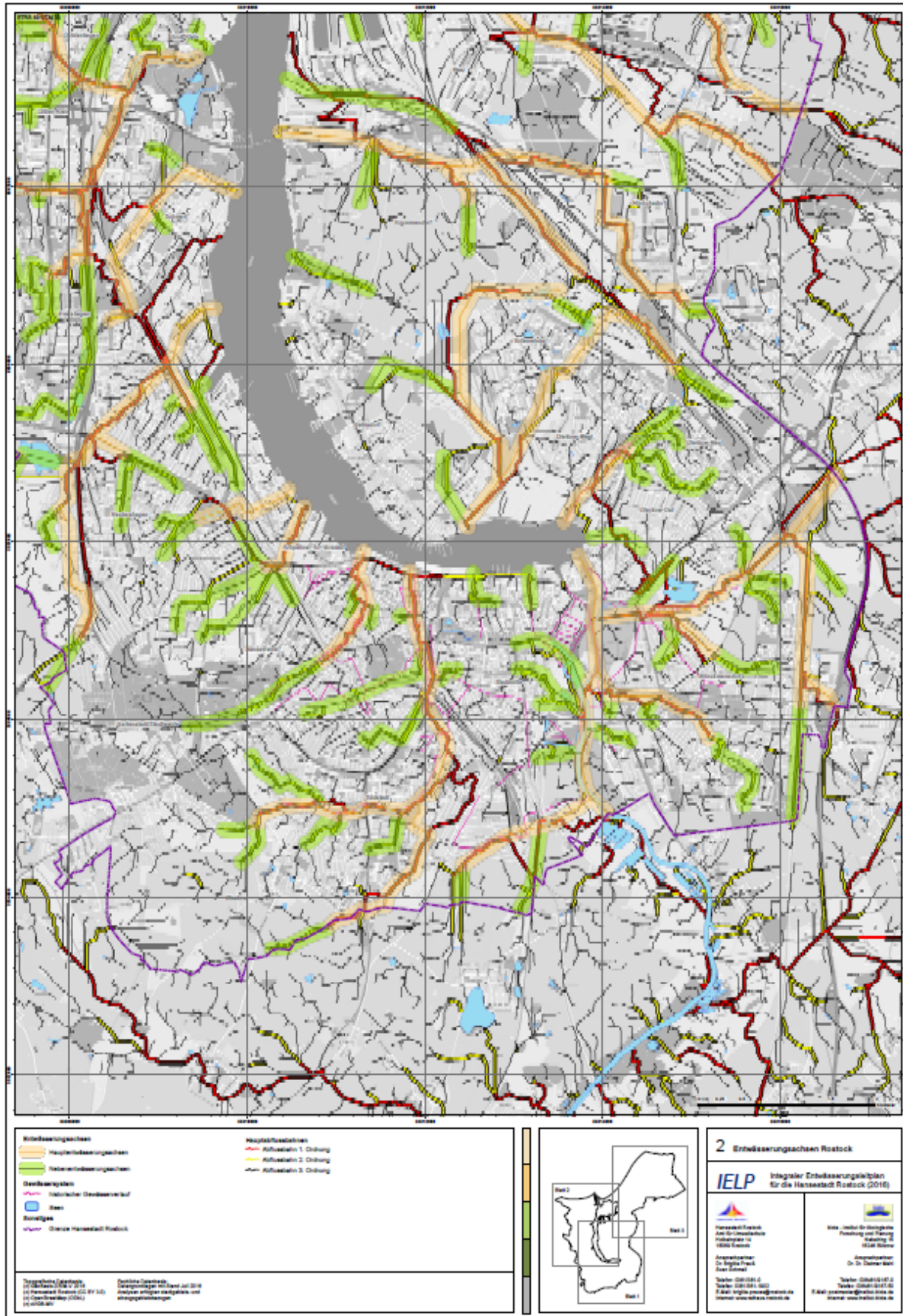


Abbildung 2-3: Lage und Hierarchie der Entwässerungsachsen nach GIS-Analyse und manueller Nachbearbeitung, Blatt 1

3 Hydrologische und hydraulische Leistungsanforderungen für die Hauptentwässerungsachsen

3.1 Rechtliche und normative Grundlagen

Starkregenereignisse und Sturzfluten, wie auch die für den Rostocker Raum bedeutsamen des Sommers 2011, werden durch die Rechtsprechung angesichts der Außergewöhnlichkeit regelmäßig als „Fälle höherer Gewalt“ eingestuft, vgl. GRÜNEWALD (2009). Resultierende Überflutungen fallen teilweise nicht unter die Legaldefinition des Wasserhaushaltsgesetzes: „Hochwasser ist eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen.“ (§ 72 WHG).

Die Abflüsse im Siedlungsentwässerungssystem einschließlich Vorfluter und entsprechende rechtliche und normative Grundlagen für die Hansestadt sind in Abbildung 3-1 schematisch dargestellt.

Zunächst ist die Niederschlagswasserableitung ein Aspekt der Abwasserbeseitigungsverpflichtung. Die Abwasserbeseitigungspflicht ist gemäß § 40 Landeswassergesetz Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) Aufgabe

der Gemeinden bzw. nach erfolgter Übertragung der einer Körperschaft öffentlichen Rechts: „Die Abwasserbeseitigung obliegt den Gemeinden im Rahmen der Selbstverwaltung, soweit sie nicht nach Absatz 4 anderen Körperschaften des öffentlichen Rechts übertragen wurden...“ (§ 40 (1) LWaG).

Der Gesetzgeber sieht nur jenen Teil des Niederschlagswassers als Abwasser an, der von bebauten oder befestigten Flächen stammt. Das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) bestimmt: „Abwasser ist

1. das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie
2. das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)...“ (§ 54 (1) WHG).

Diese rechtlichen Grundlagen sind auch für den für die Abwasserbeseitigung zuständigen Warnow Wasser- und Abwasserverband (WWAV) maßgeblich und folglich in seiner Abwassergebührensatzung umgesetzt (WWAV 2015).

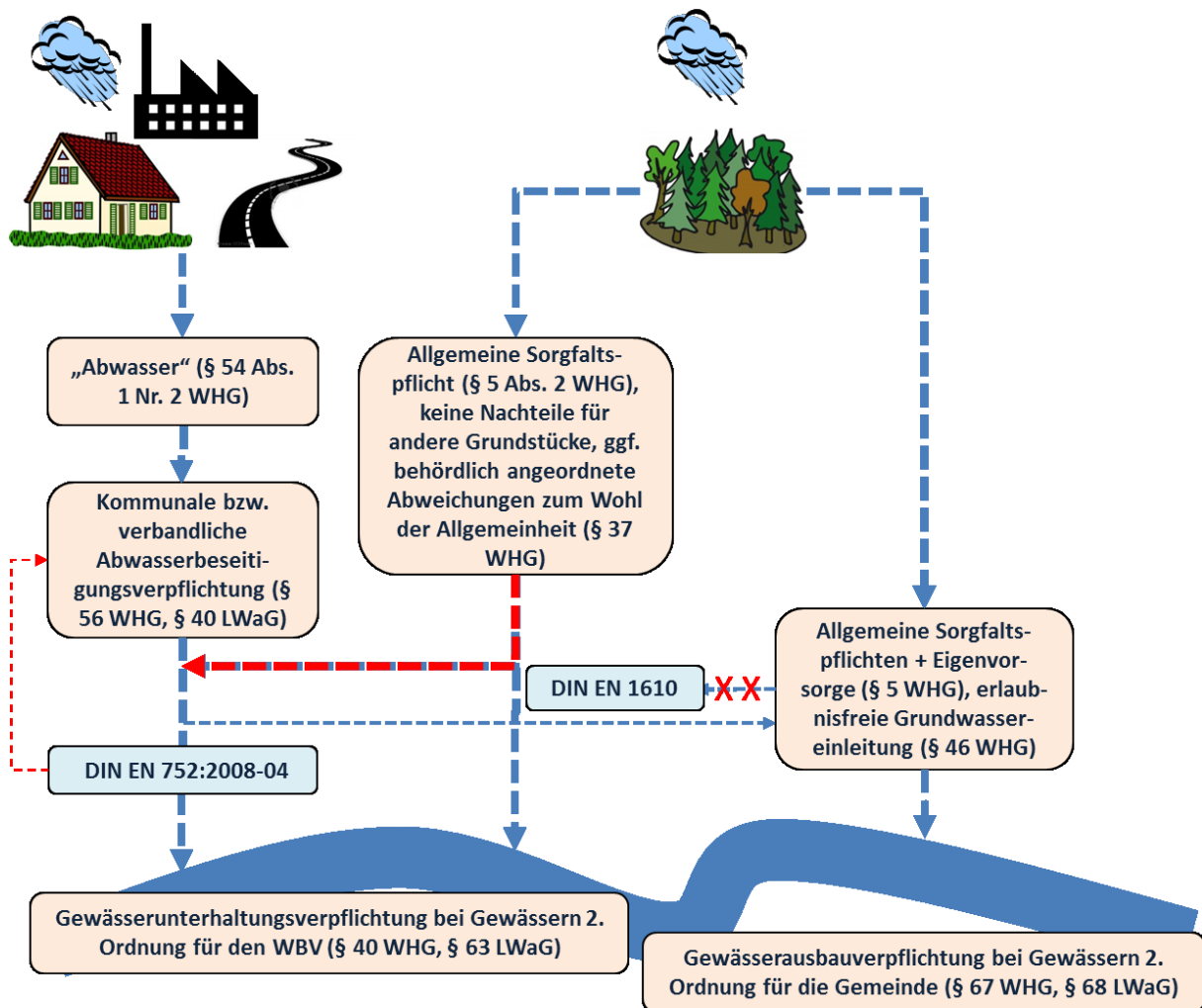


Abbildung 3-1: Abflüsse im Siedlungsentwässerungssystem einschließlich Vorfluter (dargestellt nur für Gewässer 2. Ordnung nach LWaG) und entsprechende rechtliche und normative Grundlagen für die Hansestadt Rostock; Hervorhebung relevanter Abflusswege beim öffentlichen Entwässerungssystem (aus BIOTA 2015)

Das Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen wird in einem öffentlichen Entwässerungssystem gefasst und abgeführt (Regenwasser- und/oder Mischwassersystem). Normengrundlage ist hier die DIN EN 752:2008-04 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden), insbesondere mit folgenden Regelungen (unter Hervorhebung spezifischer Hinweise):

- „Das hydraulische Leistungsvermögen muss ausreichend sein, um Überflutungen auf national oder lokal festgelegte Häufigkeiten unter

Berücksichtigung der Rückstauenebene zu begrenzen.“ (Gewährleistung eines Überflutungsschutzes in Abhängigkeit der Nutzungen)

- „Überflutungen müssen auf national oder lokal festgelegte Häufigkeiten begrenzt werden, unter Berücksichtigung:
 - der Auswirkungen auf Gesundheit und Sicherheit durch Überflutung;
 - der Schadenskosten der Überflutung;

- des Rahmens, in dem Oberflächenüberflutungen bewältigt werden können, ohne Schäden zu verursachen;
 - ob Überlastungen zu Überflutungen von Kellergeschossen führen können.“
 - „Der Regenabfluss ist unter Berücksichtigung einer Reihe von Faktoren, einschließlich Folgender, zu berechnen:
 - Bemessungsregen;
 - Fläche, die in die an das System angeschlossenen Zuläufe entwässert werden kann:
 - Größe der undurchlässigen Fläche;
 - Größe der durchlässigen Fläche;
 - mögliche Verluste des Regenabflusses infolge von Versickerung in den Untergrund;
 - mögliche Zunahme der angeschlossenen Fläche.
- Der mögliche Einfluss des Klimawandels sollte ebenfalls berücksichtigt werden.“
- „Das hydraulische Leistungsvermögen muss vorhersehbare Zunahmen der Abflussmenge für die Nutzungsdauer des Systems zulassen.“ (Berücksichtigung von künftigen Veränderungen)
- „Die Auswirkungen von Abflüssen, die in Abstrom gelegene Kanäle oder Vorfluter eingeleitet werden, müssen berücksichtigt werden.“ (Systemdenken)
- „Um die Leistung des Systems zu beurteilen und Weiterentwicklung von Planungsgrundlagen zu fördern, müssen von jeder Funktionalanforderung messbare Leistungsanforderungen abgeleitet werden.“
- „Die Aufgabe des Entwässerungssystems sollte im Zusammenhang mit dem gesamten Flusseinzugsgebiet und den anderen Bestandteilen des kommunalen Entwässerungssystems bestimmt werden. Zur Bestimmung dieser Aufgabe sollte die integrale Wasserpolitik berücksichtigt werden, die festgelegt wird durch nationale oder lokale Vorschriften oder durch die zuständige Stelle sowie durch die sämtliche Anforderungen an den integralen Flussgebietsmanagementplan. Die im integralen Entwässerungsmanagement festgelegten Vorgehensweisen sollten auch berücksichtigt werden.“
- Eine zentrale Intention der DIN EN 752:2008-04 bildet demnach die Ableitung von Leistungsfaktoren im Rahmen einer integralen, vor allem kommunalen Wasserpolitik (Abb. 3-2).

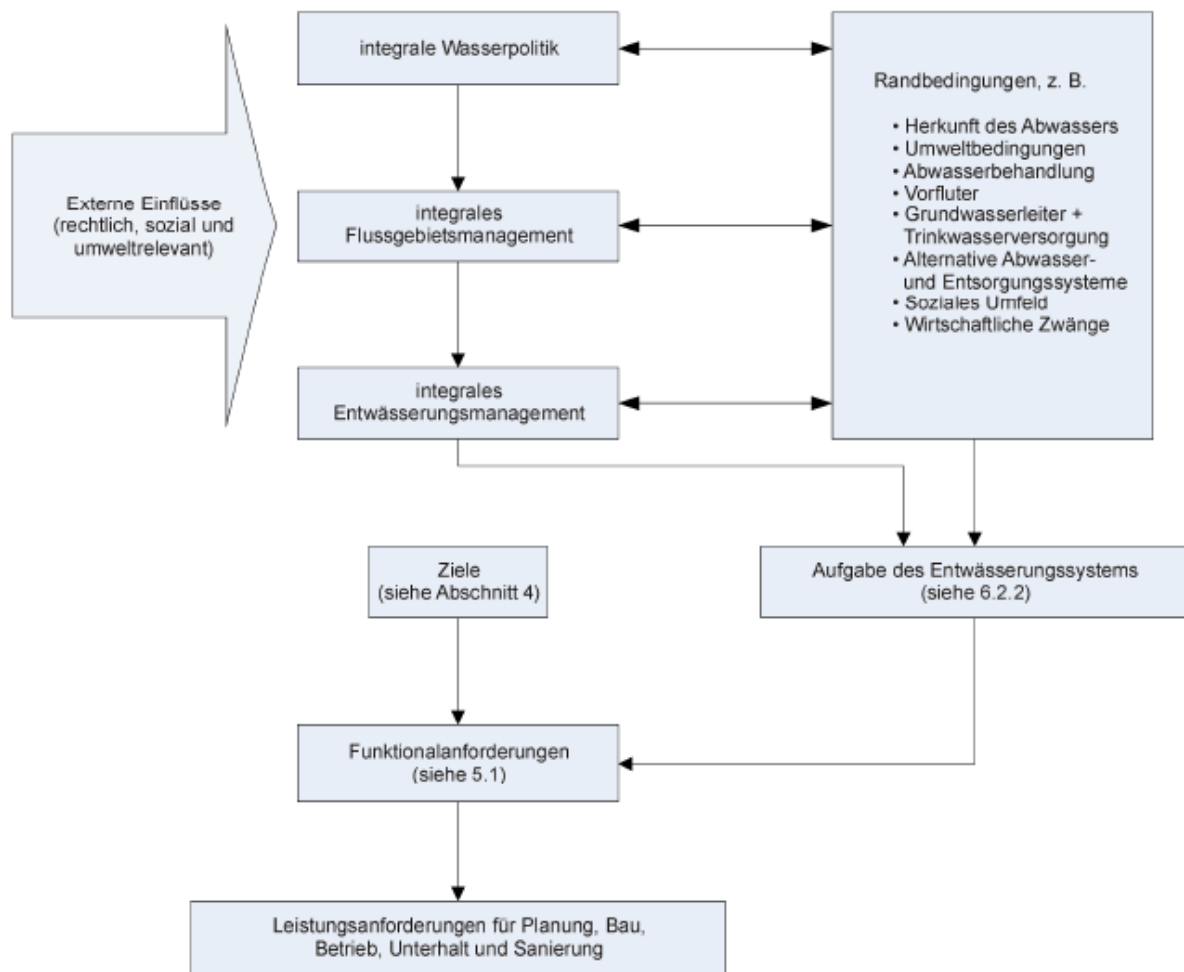


Abbildung 3-2: Fließschema für die Ableitung von Leistungsanforderungen, aus: DIN EN 752:2008-04, S. 23

Für die Bemessung von Entwässerungsnetzen ohne Nachweisführung (Neuplanung) gibt DIN EN 752:2008 Häufigkeiten von Bemessungsregen an, die für die Anwendung von einfachen Verfahren gelten. Hier dürfen die ermittelten Maximalabflüsse das jeweilige Abflussvermögen bei Vollfüllung nicht überschreiten.

Bei größeren Entwässerungssystemen und generell bei der Anwendung von Abflusssimulationsmodellen, vor allem dort, wo bedeutende Schäden oder Gefährdungen auftreten können, empfiehlt DIN EN 752:2008, das Maß des Überflutungsschutzes über die Vorgabe zulässiger Überflutungshäufigkeiten festzulegen.

Im DWA A 118 wird die „Überflutung“ mit Schädigungen bzw. einer Funktionsstörung (z.B. bei Unterführungen) in Verbindung gebracht. Insofern ist der alleinige Austritt von Wasser noch keine Überflutung; ein Schaden muss inkludiert sein.

Die als Anforderungskriterien empfohlenen Überflutungshäufigkeiten nach DIN EN 752:2008 und die Überstauhäufigkeiten für „Neuplanung/Sanierung“ und „bestehende Systeme“ nach DWA-A 118 zeigt Tabelle 3-1 im Überblick.

Das öffentliche Entwässerungssystem soll bzw. darf normalerweise kein Fremdwasser aus Grundwasser- und Bodenwasserzutritten aufnehmen; es hat „dicht“ zu sein (DIN EN 1610 und DWA-A 139), von daher ist

dieser Weg auch in der Abbildung 3-1 „ausgekreuzt“.

Gerade vor dem Hintergrund der Leistungsanforderungen sind aber die Abflüsse von unbebauten und unbefestigten Flächen relevant; ggf. können solche Abflüsse von weiter entfernt liegenden Flächen stammen, also gar nicht im engeren Fokus des Siedlungsentwässerungssystems liegen, weil

bei Starkniederschlägen/Sturzfluten eher „natürliche“, dem Gefälle folgende Einzugsgebietsstrukturen „aktiviert“ werden. Dann können diese Abflüsse letztlich in bedeutsamen Dimensionen auch in das öffentliche (technische) Entwässerungssystem gelangen.

Tabelle 3-1: Als Anforderungskriterien empfohlene Überflutungshäufigkeiten nach DIN EN 752:2008 und Überstauhäufigkeiten für „Neuplanung/Sanierung“ und „bestehende Systeme“ nach DWA-A 118, verändert nach DWA-M 119

Örtlichkeit/Flächennutzung	Überflutungshäufigkeiten ¹⁾		Überstauhäufigkeiten
	Entwurf/Neuplanung	Entwurf/Neuplanung	Bestehende Systeme ²⁾
	1-mal in „n“ Jahren		
Ländliche Gebiete	1 in 10	1 in 2	-
Wohngebiete	1 in 20	1 in 3	1 in 2
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 30	seltener als 1 in 5	1 in 3
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50	seltener als 1 in 10 ³⁾	1 in 5

1) *Empfohlene Werte nach DIN EN752:2008*

2) *Werte als „Minderleistungsfähigkeit“ bestehender Systeme nach ATV-DVWK-M 165*

3) *Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände in der Regel unmittelbar eine Überflutung miteinhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen.*

Rechtlich handelt es sich bei den Abflüssen von unbebauten und unbefestigten Flächen um „wild abfließendes Wasser“ (§ 37 WHG). Es greifen zwar die allgemeinen Sorgfaltspflichten des jeweiligen Flächeneigentümers oder Nutzungsberechtigten nach § 5 und § 37 WHG: „Der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers auf ein tiefer liegendes Grundstück darf nicht zum Nachteil

eines höher liegenden Grundstücks behindert werden. Der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers darf nicht zum Nachteil eines tiefer liegenden Grundstücks verstärkt oder auf andere Weise verändert werden.“ (§ 37 (1) WHG). Bei Starkniederschlägen/Sturzfluten ist das aber regelmäßig nicht mehr durch den Einzelnen beherrschbar und auch rechtlich nicht oder kaum

sanktionierbar. Dieser Abflussanteil kann zum Überflutungs- und Schadensproblem werden, weshalb § 37 (3) WHG vorsieht, dass aus Gründen des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere der Wasserwirtschaft, der Landeskultur und des öffentlichen Verkehrs die zuständige Behörde Abweichungen von den Absätzen 1 und 2 zulassen kann. In diesem Zusammenhang könnten neben alternativen Maßnahmen wie z.B. geführtem oberirdischem Abfluss (Straßen als Abflussbahnen) oder oberirdischer Retention (Schaffung von Zwischenspeicherungsmöglichkeiten) auch kommunale Vorgaben im Sinne der Leistungsanforderungen an das öffentliche Entwässerungsnetz erfolgen; DIN EN 752:2008-04 hat das bereits im Fokus. Kostenseitig wäre dann eine kommunale Beteiligung an den zusätzlichen, über die gesetzliche Abwasserentsorgungsverpflichtung hinaus gehenden Kosten des verbandlichen Abwasserentwerfers erforderlich und sinnvoll.

Als weitere Normen oder fachverbandliche Empfehlungen zur kommunalen Entwässerung sollten u.a. ferner Berücksichtigung finden:

- DIN 1986-100:2008 (als Zusammenfassung der Normenwerke DIN EN 12056 (innerhalb von Gebäuden) und DIN EN 752:2008 (außerhalb von Gebäuden))
- DIN 19661:1998 „Kreuzungsbauwerke“ von Fließgewässern
- DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen und DWA-A 139: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
- Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew
- DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“

- ATV-DVWK-M 177 „Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele“
- DWA-M 103 „Hochwasserschutz von Abwasseranlagen“
- DWA-A 531 „Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer“
- ATV-DVWK-M 165: Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung

Allen diesen Vorgaben ist aber der grundsätzliche Bemessungsansatz gemein: Bemessung unter nach Kosten-Nutzen- bzw. Kosten-Risiko-Maßstäben vergleichsweise großen Überflutungshäufigkeiten, s. o.

Besonders interessant sind vor diesem Hintergrund die fachverbandlichen Ausführungen des DWA-M 119 zur erweiterten Beurteilung der kommunalen Entwässerungssysteme:

„Lokal auftretende Starkregen haben in den zurückliegenden Jahren mehrfach schwere Überflutungen mit erheblichen Sachschäden verursacht. Die besondere Relevanz derartiger Schadensereignisse wird auch durch aktuelle Schadensberichte der Versicherungswirtschaft unterstrichen (u. a. GDV 2013). Sie wird durch die mögliche Zunahme zukünftiger Starkregen als Folge des Klimawandels noch verstärkt. Dabei belegt die Analyse aufgetretener, besonders schadensträchtiger Überflutungsereignisse, dass die Häufigkeit der ursächlichen Starkregen überwiegend weit oberhalb bislang üblicher Bemessungs- und Überflutungshäufigkeiten lag.

Diese Sachverhalte bedingen eine Neuorientierung der Bemessungsansätze und Nachweiskriterien. Dabei muss sowohl die Ungewissheit zur Entwicklung zukünftiger

Starkregen infolge des Klimawandels als auch die Beurteilung der Überflutungsrisiken bei extremen Regenereignissen größere Beachtung erfahren (SCHMITT 2011).

Beide Aspekte werden auch in DIN EN 752 in den Planungsgrundsätzen für Kanalisationen explizit genannt. Methodische Ansätze zur Bewertung von Überflutungsrisiken mit Identifizierung besonders gefährdeter Bereiche und Ableitung risikobezogener Maßnahmen enthält die 2007 in Kraft getretene Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL 2007). Die Umsetzung der HWRM-RL beschränkt sich in Deutschland nach bisheriger Praxis auf die Betrachtung von Hochwasser durch oberirdische Gewässer und durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser.

Die Bewertung von Überflutungsrisiken aus Starkregen bedarf für die kommunale Überflutungsvorsorge, auch aufgrund der deutlich kleinräumlicheren Betrachtungsebene, spezifischer Methoden zur Analyse der Überflutungsgefährdungen und des Schadenspotenzials. Hierzu enthält das vorliegende Merkblatt DWA-M 119 Regelungen in Ergänzung zum Arbeitsblatt DWA-A 118. Es werden Empfehlungen und „Arbeitsanleitungen“ zur Durchführung einer systematischen, im Detaillierungsgrad abgestuften Gefährdungsanalyse und zur Analyse des Schadenspotenzials aus örtlichen Überflutungen formuliert. Sie bilden die Grundlage einer ortsbezogenen Risikobewertung als zentralem Bestandteil der kommunalen Überflutungsvorsorge in Bezug auf die kommunalen Entwässerungssysteme und urbane Sturzfluten.

Dazu greift Merkblatt DWA-M 119, methodisch angelehnt an die HWRM-RL, die Vorgaben der DIN EN 752 zur Abschätzung von Überflutungsrisiken auf, beschreibt methodische Ansätze zur Gefährdungs- und Schadenspotenzialanalyse in Bezug auf lokale Starkregen und zeigt Ansätze zur Risiko-

kommunikation und Maßnahmen zur Verbesserung des Überflutungsschutzes auf.

Die vorliegenden Regelungen sollen mithelfen, die Überflutungsproblematik in Bezug auf das Arbeitsblatt DWA A 118 in der Praxis methodisch fundiert zu bearbeiten und den Herausforderungen der kommunalen Überflutungsvorsorge zielorientiert zu begegnen. Sie sollen eine umfassende Bewertungsgrundlage schaffen, um bei Bedarf wirkungsvolle und wirtschaftlich vertretbare Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Zudem sollen sie einen Beitrag leisten, bei anderen Planungsdisziplinen, bei den Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit die Risikowahrnehmung von Überflutungen infolge Starkregen und die Notwendigkeit eigenverantwortlicher Gefahrenabwehr stärker zu verankern.“

3.2 Aspekte des Klimawandels

Der Klimawandel schreitet offenkundig voran. Die Folgen des Klimawandels werden für die Vergangenheit und auch für die Zukunft im Spiegel der Klimafolgenforschung in hohem Maße in einer Zunahme der meteorologischen und hydrologischen Variabilität gesehen, darunter ausdrücklich auch eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Zunahme von Starkniederschlagsereignissen nach Zahl und Stärke (IPCC 2014).

Im Forschungsvorhaben „RADOST“ (Regional Adaption Strategies for the German Baltic Sea Coast) wurden verschiedene, auf Klimamodellierungsdaten basierende Zeitvergleiche für den Küstenraum durchgeführt. Verglichen wurde die beobachtete Periode 1971 bis 2000 mit der projizierten Periode 2071 bis 2100 und dies in Abhängigkeit von verschiedenen globalen wirtschaftlichen und emissionsbezogenen bzw. klimatischen Entwicklungsszenarien. Dabei wurden vor allem Tendenzen im Hinblick auf den Meeresspiegelanstieg sowie Wind-

und Wellenverhältnisse der Ostsee abgeleitet (SCHLAMKOW et al. 2012).

Für Mecklenburg-Vorpommern prognostiziert der „Norddeutsche Klimaatlas“ (Abb. 3-3) unter Annahme bestimmter Treibhausgasemissionsszenarien und unter Verwendung gängiger Klimarechenmodelle vor allem eine deutliche Zunahme der Winterniederschläge (im Mittel + 20 %) bis zum Ende des 21. Jahrhunderts.

In einer Machbarkeitsstudie „Starkregenrisiko 2050“ des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) und des Climate Service Centers (CSC) wird für den Zeitraum um 2050 aus einem Ensembleergebnis regionaler Klimaänderungssimulationen eine Zunahme der Anzahl der Tage mit Niederschlag >25 mm/Tag prognostiziert. In großen Teilen Deutschlands beträgt diese Zunahme mehr danach als 30 % (CLIMATE SERVICE CENTER o. J.).

LEHMANN et al. (2015) weisen mit statistischen Verfahren nach, dass in den letzten

drei Jahrzehnten die Zahl der Niederschlagsrekord-Ereignisse deutlich im globalen Mittel zugenommen hat. Weltweit ist dieser Anstieg um 12 % höher, als bei der Zeitreihe 1980 bis 2010 „normalerweise“ zu erwarten stände. Die Anzahl der Rekorde im Jahr 2010 liegt danach mit einer 26 %-igen Wahrscheinlichkeit ursächlich im langfristigen Klimawandel begründet.

Der Anstieg der Rekordniederschläge wird bei LEHMANN et al. (2015) durch ein statistisches Modell erklärt, das die Erwärmung von Luft und die damit verbundene erhöhte Wasseraufnahmekapazität der Atmosphäre beschreibt und auf diese Ursachen hinweist.

Auch der Ergebnisvergleich KOSTRA-DWD-2010 versus KOSTRA-DWD-2000 zeigt, dass in großen Teilen des unmittelbaren Küstenraumes in Mecklenburg-Vorpommern von Zunahmen der Starkniederschlagshöhen im Bereich von 5 bis 15, teilweise > 15% auszugehen ist (MALITZ & ERTEL 2015)

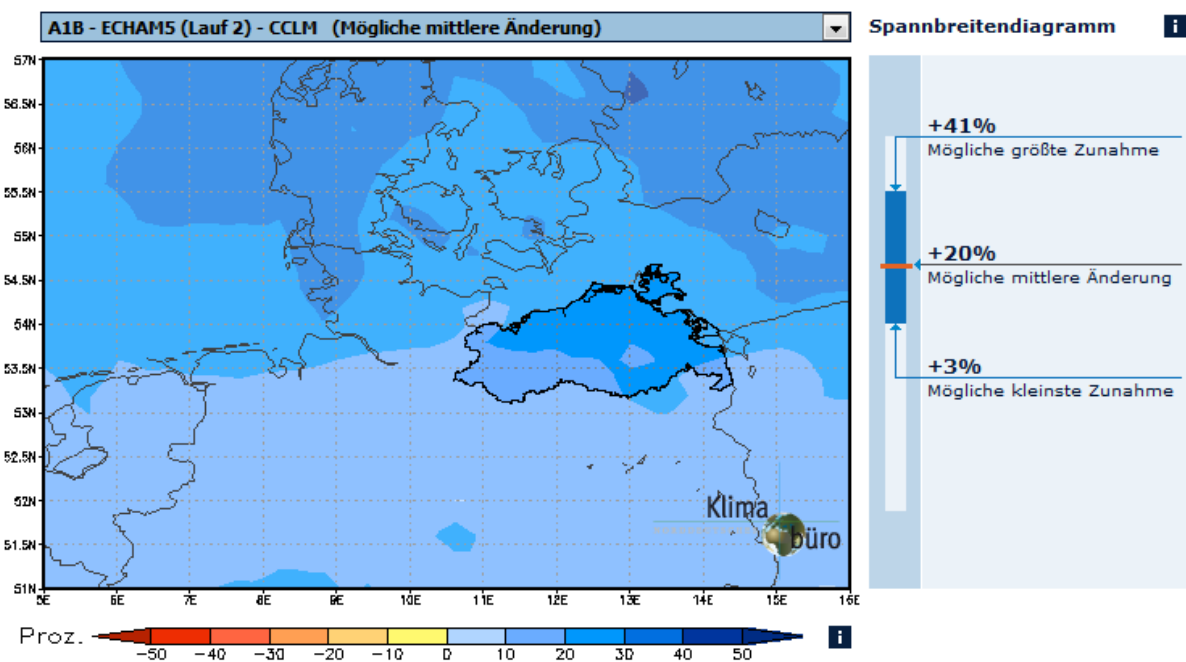


Abbildung 3-3: Mögliche mittlere Änderung des Niederschlags in Mecklenburg-Vorpommern im Winter bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (Referenzperiode 1961-1990), Grafikquelle: <http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/winter/niederschlag/mecklenburg-vorpommern/mittlereanderung.html>

3.3 Gefahr und Risiko

Das Auftreten von Hochwasser, ausdrücklich auch von Starkregen und urbanen Sturzfluten, bildet eine Naturgefahr. „Hochwasser werden bei extremen Ausmaßen als Naturkatastrophen bezeichnet. Von einer Bedrohung und damit einem Risiko spricht man erst dann, wenn für Menschen, Umwelt, Kulturgüter, Wirtschaft oder Sachwerte eine Gefahr, Beeinträchtigung oder Schädigung ausgehen kann“ (MEHL et al. 2014a, S. 6).

Das „Hochwasserrisiko“ nach Artikel 2 HWRM-RL ist deshalb die „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwas-

serbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf

- (1) die menschliche Gesundheit,
- (2) die Umwelt,
- (3) das Kulturerbe und
- (4) die wirtschaftlichen Tätigkeiten“ und erhebliche Sachwerte (vgl. § 73 Absatz 1 WHG).

Das Hochwasserrisiko ist mithin die Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit (der Jährlichkeit bzw. des Wiederkehrintervalls) eines Hochwassers und den möglichen Schäden (vgl. § 73 Absatz 1 Satz 2 WHG).

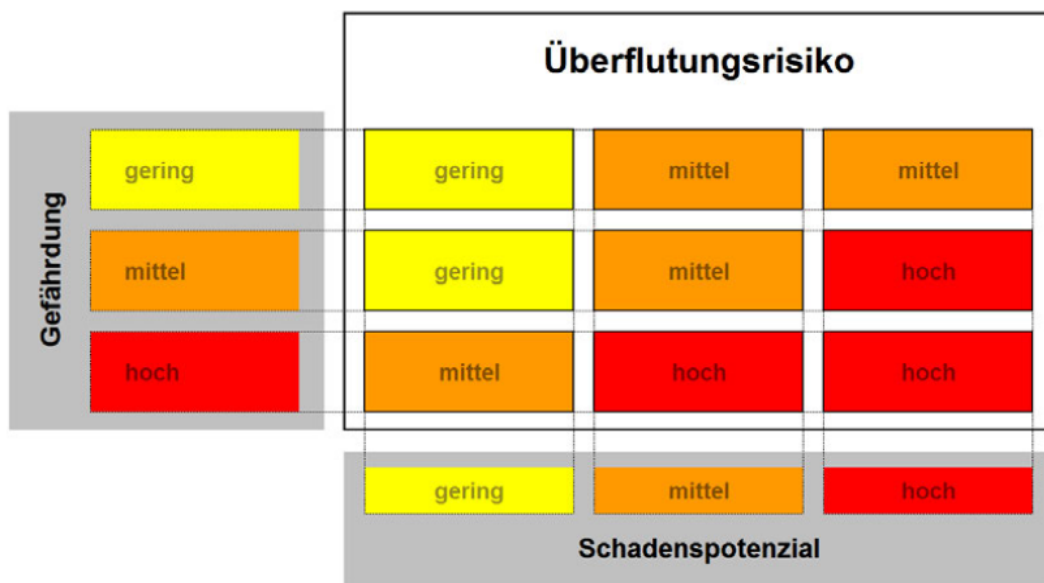


Abbildung 3-4: Beispiel eines Bewertungsschemas zur Klassifizierung des Risikos aus einer Überflutung infolge von Starkregen (aus DWA 2013)

Diese Definition wurde adäquat bereits in der INTEK-Phase 3 für Rostock angewandt (BIOTA 2014a). Das Zusammenwirken von Gefährdung und Risiko veranschaulicht Abbildung 3-4.

Die sachgerechte Wahl entsprechender Risikoansätze für eine zielführende hydraulische Bemessung von Gewässern und Anla-

gen auf dem Gebiet der Stadt Rostock muss vor folgendem Hintergrund erfolgen:

- Rechtliche Vorgaben
- Normen, technische Regeln und Standards
- Berücksichtigung des Klimawandels in Bezug auf die hydrologischen Größen

- Niederschlag und Abfluss (bei Bemessungsansätzen für Gewässer, Anlagen und Bauwerke über Sicherheitszuschläge bei entsprechend langen Nutzungsdauern)
- Bei größeren, ländlich geprägten und der Stadt zufließenden Fließwässern Ansatz oder Berücksichtigung der landesweit für Mecklenburg-Vorpommern vorliegenden und regelmäßig aktualisierten Hochwasserkennwerte (Hochwasserscheiteldurchflüsse bei verschiedenen Wiederkehrintervallen) (BIOTA 2016)
 - Kaum vorhandene gewässerkundliche (hydrologische) Daten an kleineren Gewässern, daher hier Anwendung urbanhydrologischer Berechnungs- bzw. Modellierungsansätze auf der Basis von Bemessungsniederschlägen (s. u.a. DVWK 1990)
 - Ansatz maßgeblicher hydrologischer Systeme (Einzugsgebiete) und system-/prozessadäquater Abflusskonzentrationsdauern bzw. auslösender kritischer Regendauern bei kritischem Intensitätsverlauf (vgl. DVWK 1989)
 - Bei Einzugsgebieten bzw. Systemen mit maßgeblichen hydrologischen Speichern Prüfung, ob auch kritische Abflussvolumen und/oder zeitliche Andauern des Überschreitens kritischer Wasserstände schadensauslösend und damit risikobehaftet sind
 - Bei Berechnung/Modellierung und Risikobewertung ein Abstellen auf die weitere städtebauliche Entwicklung und Verdichtung (Infrastruktur, Gebäude modernisierung, neue Wohngebiete, neue Industrie- und Gewerbegebiete, Gebäudeneubauten), ggf. sogar Berücksichtigung der Wertentwicklung im Gebäude- und Anlagenbestand bei gleichem oder zum Teil höherem Nutzwert, insbesondere Beachtung aktueller Prognosen zur Bevölkerungs- und Industrie-/Gewerbeentwicklung, z.B. Bevölkerungsentwicklung (Prognose: 2015...2030) für die Hansestadt Rostock: +8% (Regierungsportal M-V, http://www.demografie-mv.de/cms2/Demografie_prod/Demografie/de/Daten_Fakten_Trends/Altersstruktur/index.jsp)
 - Sofern es sich bei Entwässerungsachsen um Fließgewässer handelt, sollte auch der Aspekt der hydraulischen Belastung mit betrachtet werden (z.B. vorfluttypabhängige zulässige Regenabflussspenden von undurchlässigen Flächen und/oder Maximalabflüsse hinter Einzeleinleitungen entsprechend DWA-M 153).
 - Die Warnow oberhalb des Mühlendammwehrs bildet ein nach § 76 WHG festgesetztes Überschwemmungsgebiet. Hier gilt die entsprechende Landesverordnung (ÜSG WarnowVO). Nach HWRM-RL und WHG sind ohnehin mindestens die Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist, rechtlich zu sichern. Bei baulichen und anderen nutzungsbezogenen Fragestellungen gelten deshalb § 78 WHG (Besondere Schutzvorschriften für festgesetzte Überschwemmungsgebiete) sowie die Regelungen der ÜSG WarnowVO.
 - Zusätzlich sind für große Teile Rostocks Gefährdungen und Risiko aus Sturmfluten der Ostsee von Belang, so dass auch in dieser Hinsicht mögliche Anforderungen für technische Entwässerungssysteme oder Gewässer resultieren können (vgl. StALU MM 2013 sowie Dokumente der Hochwasserrisikomanagementplanung unter <http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/> um-

welt/ wasser/hochwasserrisiko managementrichtlinie/hwr_hochwasser risikomanagementplaene.htm).

In den gesetzlichen Grundlagen sowie in den Normen bzw. technischen Regeln und Standards ist regelmäßig der gerade bei einer Risikobetrachtung unerlässliche Nutzen-Kosten-Aspekt grundsätzlich bereits berücksichtigt.

Insgesamt kann bezüglich des Risikoansatzes DWA-M 119 gefolgt werden, wo ein sachgerechter Vorschlag zur Zuordnung eines Starkregenindex zu Wiederkehrintervall/-zeit T_n erfolgt (Tab. 3-2). In Anlehnung an SCHMITT (2014) werden in DWA-M 119 folgende Regelungen vorgeschlagen:

- 1) Entwässerungsanlagen werden (üblicherweise) mit Bemessungsregen der Stärke 1 oder 2 für einen überlastungsfreien Betrieb bemessen bzw. im Bestand für einen überstaufreien Betrieb (Nachweis) nachgewiesen.
- 2) Ein Schutz vor Überflutungen wird abhängig von ortsbezogenen Überflutungsgefährdungen und –risiken für die Starkregenindizes 3 bis 5 angestrebt.
- 3) Für die Starkregenindizes 6 und 7 ist ein vollständiger Schutz vor Überflutungen weder technisch leistbar, noch wirtschaftlich vertretbar. Von daher stehen Maßnahmen der vorsorgenden Schadensbegrenzung im Vordergrund.

Tabelle 3-2: Vorschlag zur Zuordnung Starkregenindex und Wiederkehrintervall/-zeit T_n nach SCHMITT (2014), aus DWA-M 119

Wiederkehrzeit T_n (a)	1	2	3	5	10	20	30	50	100
Starkregenindex	1	1	2	2	3	4	5	6	7

Die Zuordnung in den Punkten 2 und 3 sollte dabei an besondere örtliche Gegebenheiten und Überflutungsrisiken ggf. angepasst werden.

Abbildung 3-5 veranschaulicht plakativ, dass insofern Extremereignisse bei Starkregenerereignisse und Sturzfluten im Bereich von $T > 50$ a grundsätzlich nicht mehr in die Zuständigkeit der „Stadtentwässerung“ im Sinne der Abwasserbeseitigungsverpflichtung nach WHG bzw. LWaG fällt. Vielmehr müssen solch seltene Ereignisse als kommunale Gemeinschaftsaufgabe und/oder Aufgabe der privaten Eigenvorsorge betrachtet werden.

Um die Auswirkungen des Klimawandels auch bei der Bemessung zu berücksichtigen

(„Sicherheitszuschlag“), wird bei einem Weg über Bemessungsregen empfohlen, den Vorschlag in KOSTRA-DWD (2000, 2010) für Toleranzbeträge aufzugreifen und als Zuschlag wie folgt anzuwenden.

- $0,5 a \leq T \leq 5 a$; Zuschlag **+ 10 %**
- $5 a \leq T \leq 50 a$; Zuschlag **+ 15 %**
- $50 a \leq T \leq 100 a$; Zuschlag **+ 20 %**

Unbedingt für Rostock anzuraten ist ferner die konsequente Anwendung des neuen KOSTRA-DWD (2010) und seiner extremwertstatistischen Angaben, die für Rostock signifikant höhere Starkniederschlagshöhen im Bereich von 5 bis 15 % gegenüber KOSTRA-DWD-2000 ergeben (MALITZ & ERTEL 2015, s. bereits oben).

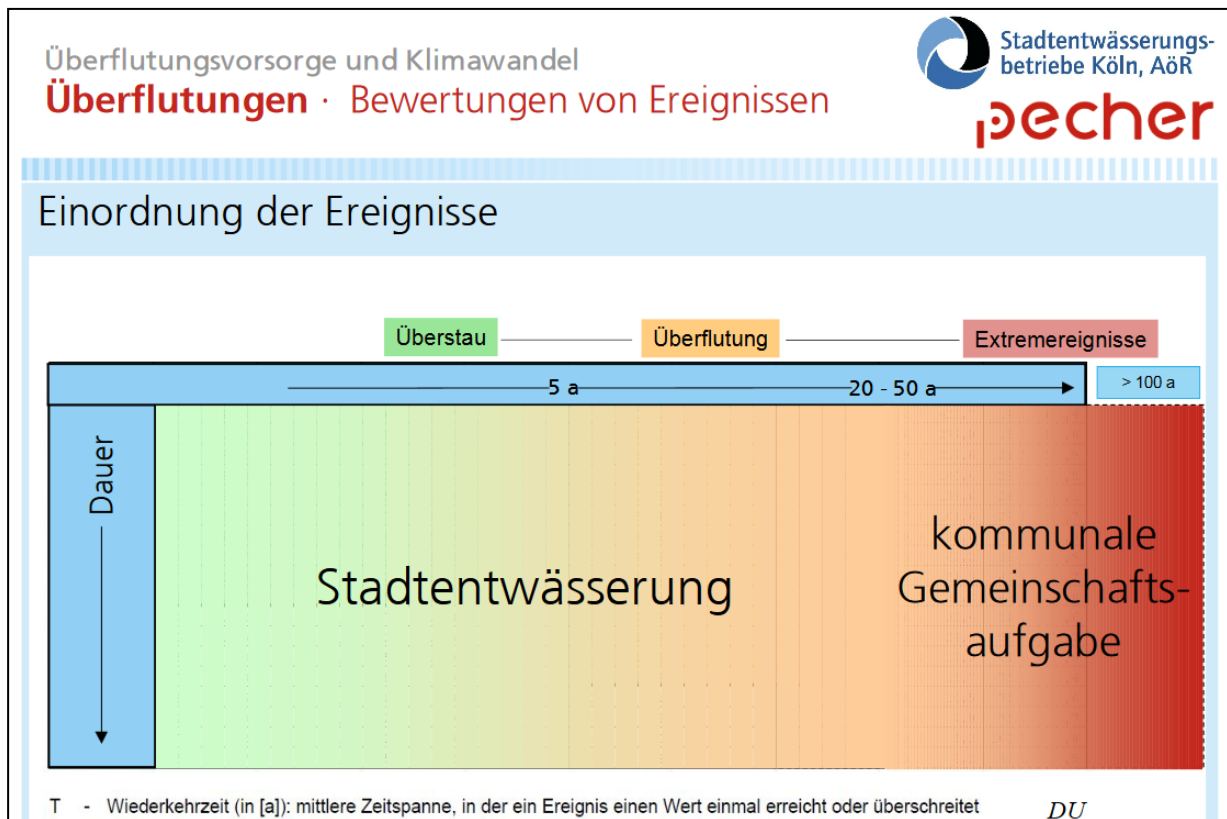


Abbildung 3-5: Einordnung von Regenereignissen nach Wiederkehrintervall und Verantwortungsbereich, Grafikquelle: http://www.lanuv.nrw.de/klima/pdf/Klimawandel_ueberflutungsanalysen_Niederschlag-Abfluss-Modelle_Hoppe_Welle_Schwerdorf_%20Chen.pdf

3.4 Schutzniveau: schutzgutabhängige Bemessungsansätze (Vorschlag)

Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit sind Grundsätze des öffentlichen Haushaltswesens (§ 7 Landeshaushaltsordnung (LHO) Mecklenburg-Vorpommern). „Für alle finanzwirksamen Maßnahmen sind angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen.“ (§ 7 (2) LHO).

Eine ökonomisch tragfähige („vernünftige“) Bemessung wasserwirtschaftlicher, baulicher und sonstiger Anlagen muss sich folglich an Kosten-Nutzen- bzw. Risiko-Schaden-Aspekten orientieren. Nutzen-Kosten-Abwägungen und -Untersuchungen sind von daher fachlicher Standard in der wasserwirtschaftlichen Planung.

Das Hochwasser- oder Überschwemmungsrisiko ist „die Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses mit den möglichen nachteiligen Hochwasserfolgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und erhebliche Sachwerte“ (§ 73 (1) WHG).

Die Risikobewertung erfolgt mithin nutzen- bzw. schutzgutabhängig und über die Wahrscheinlichkeit, dass ein Niederschlags- bzw. Abflussereignis bestimmter Höhe erreicht oder überschritten wird, ausgedrückt als statistisches Wiederkehrintervall T in Jahren.

Eine grundsätzliche rechtliche Regelung zu nutzen- bzw. schutzgutabhängigen Wiederkehrintervallen besteht nur m.o.w. konkret im Hinblick auf die HWRM-RL bzw. die entsprechenden Regelungen des WHG. Die

einzelnen Bundesländer praktizieren jedoch im Detail differenzierte Herangehensweisen zum Umgang mit dem Risiko (s. MEHL et al. 2014a für Mecklenburg-Vorpommern), auch wenn fachliche Standards durch die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser erarbeitet wurden (z.B. LAWA 2009, 2013).

Für zahlreiche wasserwirtschaftliche Themenfelder kann dagegen der Rückgriff auf DIN-Normen erfolgen (Tab. 3-3), die auch in fachverbandlichen Empfehlungen umgesetzt sind. Aber selbst diese Normen differieren in der Risikoabstufung bzw. in den Klassen nach Zahl und Grenzen, so dass ein einheitlicher Bezugsmaßstab fehlt.

Für die Hansestadt Rostock erfolgt vor diesem Hintergrund in Tabelle 3-4 ein konkreter Vorschlag zur Wahl von nutzen- bzw. schutzgutabhängigen Wiederkehrintervallen für die Bemessung in den Entwässerungsachsen (möglichst risikoarmes Zusammenwirken von Kanalnetzentwässerung und oberirdischer Entwässerung im Sinne vorsorgender Schadensbegrenzung), der

- die rechtlichen und normativen Grundlagen entsprechend berücksichtigt und
- auf die für die Hansestadt Rostock vorliegende, flächendeckende und detaillierte Realnutzungskarte (STGR 2015) und den zugrunde gelegten Nutzungsklassenschlüssel abgestellt ist.

Der Vorschlag wurde ergänzend flächendeckend kartographisch umgesetzt (s. Beispielkarte in Abbildung 3-6). In einigen Fällen wird kein konkreter Vorschlag unter-

breitet; hier findet sich der Hinweis „individuell“, was eine Einzelfallprüfung voraussetzt. Hier sind entsprechende Hinweise angezeigt:

- das maßgebliche Wiederkehrintervall für Straßen, Alleen, Wege ist bezüglich des Risikos stark wasserstandsabhängig; ggf. sollen Straßen im Hochwasserfall sogar als „Notwasserwege“ fungieren, vgl. Kapitel 4.5)
- für Baustellen ist das maßgebliche Wiederkehrintervall von der Art des Bauwerkes sowie vom Baufortschritt abhängig
- bei Wald muss das Wiederkehrintervall individuell, d.h. baumarten- und standortabhängig festgelegt werden; im Allgemeinen ist die Überflutungsdauer für die Vitalität von Bäumen von größerer Bedeutung; allerdings kann auch eine dynamische hydrologische Standortprägung gegeben sein; das Einbeziehen forstlicher Expertise ist generell anzuraten

Zusätzlich wurden in den Karten diejenigen Objekte gekennzeichnet, die unter die IED-Richtlinie (Industrieemissionen mit der Gefahr der Umweltverschmutzung) fallen und im Zuge der Hochwasserrisikomanagementplanung nach HWRM-RL bzw. WHG bereits priorisiert wurden; hier ist ein besonderes Schutzbedürfnis und damit Risiko zu unterstellen (Einzelfallprüfung!).

Tabelle 3-3: Bemessungsansätze für verschiedene wasserbauliche Anlagen und Schutzgüter

Normenbezug	Schadenspotential und Nutzungsart der gefährdeten Fläche	Empfohlenes Wiederkehrintervall (Jährlichkeit) T in a
Stauanlagen (DIN 19700-12) Anwendungsbereich: Hochwasserrückhaltebecken (gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum)	Klasse I: hochwertig bebaute Gebiete	T = 100 a
	Klasse II: übrige bebaute Gebiete, überörtliche Verkehrsanlagen	T = 50 a bis 100 a
	Klasse III: Einzelbauten, nicht dauernd bewohnte Siedlungen	T = 25 a bis 50 a
	Klasse IV: landwirtschaftliche Intensivkulturen	T = 10 a bis 25 a
	Klasse V: Ackerflächen	T = 5 a bis 10 a
Wasserbauwerke (DIN 19661-1:1998-07) Anwendungsbereich: Kreuzungsbauwerke; Durchleitungs- und Mündungsbauwerke in Gewässern, insbesondere im landwirtschaftlichen Wasserbau	hoch: dichte, empfindliche Bebauung, sehr wichtige (unterirdische) Verkehrsanlagen, hochwertige Gewerbe- und/oder Industrieanlagen, Versorgungsanlagen	T = 25 a bis 100 a
	mittel: bebaute Gebiete, oberirdische Verkehrsanlagen von Bedeutung	T = 10 a bis 50 a
	mittel/gering: Streubebauung, gärtnerische und landwirtschaftliche Intensivkulturen	T = 5 a bis 25 a
Normenbezug	Schadenspotential und Nutzungsart der gefährdeten Fläche	Empfohlenes Wiederkehrintervall (Jährlichkeit) T in a
Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern (DIN 19712:2013-01) Anwendungsbereich: Neubau, Instandhaltung und Verteidigung von Deichen, Hochwasserschutzwänden und planmäßige mobile Hochwasserschutzsysteme	sehr hoch: Sonderobjekte mit außergewöhnlichen Konsequenzen im Hochwasserfall	Im Einzelfall zu bestimmen
	hoch: geschlossene Siedlungen, Industrieanlagen	T = 100 a
	mittel: Einzelgebäude. Nicht dauerhaft bewohnte Siedlungen, regionale Infrastrukturanlagen	T = 25 a
	gering: Landwirtschaftlich genutzte Flächen (in der Regel wird einer der Situation angepasste Landwirtschaft betrieben)	T ≤ 5 a
	gering: Naturlandschaft	T = 0 a
Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (DIN EN 752:2008-04) Anwendungsbereich: Entwässerungssysteme, zur Ableitung von Abwasser (bzw. Regenwasser) welche hauptsächlich als Freispiegelsysteme betrieben werden	hoch: Unterirdische Bahnanlagen, Unterführungen	T = 50 a
	hoch: Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	T = 30 a
	mittel: Wohngebiete	T = 20 a
	gering: Ländliche Gebiete	T = 10 a

...Fortsetzung Tabelle 3-3: Bemessungsansätze für verschiedene wasserbauliche Anlagen und Schutzgüter

Normenbezug	Schadenspotential und Nutzungsart der gefährdeten Fläche	Empfohlenes Wiederkehrintervall (Jährlichkeit) T in a
Schöpfwerke/Pumpwerke (DIN 1184 Teil 1:1992-3) Anwendungsbereich: Bau und Betrieb von Schöpfwerken, die den Abfluss aus stehenden oder fließenden Gewässern sicherstellen	hoch: dichte, empfindliche Bebauung, sehr wichtige (unterirdische) Verkehrsanlagen, hochwertige Gewerbe- und/oder Industrieanlagen, Versorgungsanlagen	T = 25 a bis 100 a
	mittel: bebaute Gebiete, oberirdische Verkehrsanlagen von Bedeutung	T = 10 a bis 50 a
	mittel/gering: Streubebauung, gärtnerische und landwirtschaftliche Intensivkulturen	T = 5 a bis 25 a
	gering: Wald, Grünland, Ackerflächen	T = 2 a bis 10 a

Tabelle 3-4: Zuordnung der Klassen der Realnutzung der Hansestadt Rostock (STGR 2015) zu Risikoklassen (Schutzniveau/ Wiederkehrintervall)

Realnutz_ID	Realnutzung Name	Schutzniveau/ Wiederkehrintervall T in a
111	Fließgewässer > 3m	0
112	Gräben < 3 m	0
121	steh. Gewässer < 1ha	0
122	Gewässer >1ha	0
123	Küstengewässer	0
200	Wald	individuell
311	Einzelhausbebauung	25
312	Reihenhausbebauung	100
313	Großblockbebauung	100
314	geschlossene Bebauung	100
320	Mischnutzung	100
330	Industrie und Gewerbe	100
341	Deponie	100
342	Kläranlage	100
343	Spülfeld	25
344	Regenrückhaltebecken	25
351	Bahn- und Gleisanlage	100
352	Autobahn	100
353	Straße	individuell
354	Allee	individuell
355	Weg	individuell
356	Parkplatz befestigt	25

357	Parkplatz unbefest.	25
358	Stadtplatz	25
361	Milit. Liegenschaften	100
362	Militärische Ruderalfläche	0
363	Militärische Grünfläche	2
370	Baustellen	individuell
410	Acker	10
420	Obstbauplantage	25
430	Baumschule	25
440	Landwirtschaftliches Grünland	2
510	Parkanlage	5
520	Grünanlage	5
530	Kleingartenanlage	25
541	Tennisplatz	10
542	Fußballplatz	10
543	Campingplatz	25
544	Sonst. Sportanlagen	10
545	Sport- und Erholung	10
550	Friedhof	100
611	Strand	0
612	Düne	0
621	Moorfläche	0
622	Waldmoor	0
631	Ruderalfläche	0
632	Gehölzfläche	0

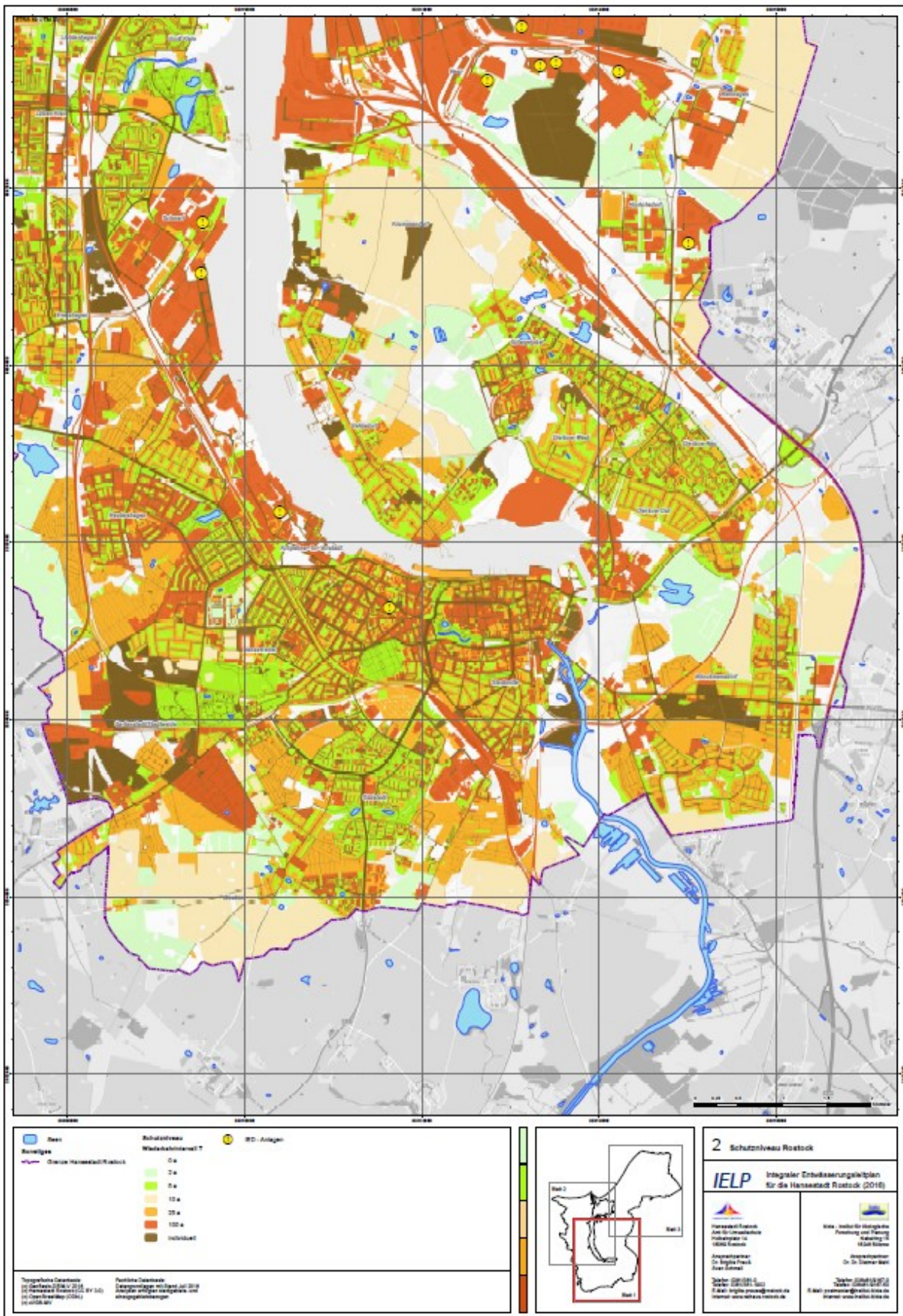


Abbildung 3-6: Risikoklassen (empfohlenes Wiederkehrintervall T in a) der Klassen der Realnutzung der Hansestadt Rostock (STGR 2015), Blatt 1

4 (Beispielhafte) Modellierung und Planung zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Entwässerungssysteme für den Bereich Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow

4.1 Aufgaben-/Zielstellung

In Rostock schreitet die bauliche Verdichtung voran. Neue Baugebiete sowie Lückenbebauung sind in Umsetzung oder in Planung. Die Vorhaben führen zu einem Mehr an Regenwasseranfall, belasten die Kanalnetzsysteme zusätzlich und können die Gefahr von Überschwemmungen erhöhen.

Die Auswirkungen entsprechender Vorhaben sollen in der aktuell besonders betroffenen Hauptentwässerungsachse (HEA) Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow auf urban-hydrologischer Ebene geprüft werden und ggf. geeignete Maßnahmen vorgeschlagen werden. Die Maßnahmeneignung ist gleichsam zu prüfen.

Für die Vorgehensweise wird als wesentlicher Ansatz gewählt:

- eine Niederschlags-Abfluss-Modellierung mit Bemessungsregen (hydro-

logisches Niederschlags-Abfluss-Modell HEC-HMS, Version 3.5)

- eine gekoppelte instationäre 1-D-/2-D-hydraulische Modellierung mit den Teilen
 - hydraulische Modellierung mit einem 1-D-Ansatz und einem vereinfachten Kanalnetzmodell (Hydraulik-Software HEC-RAS, Version 5.0.1 für stationär und instationär ungleichförmigen Abfluss (1D/2D))
 - 1-D-Modellierung mit einem detaillierten Kanalnetzmodell, durchgeführt von der EURWASSER Nord GmbH (EURAWASSER 2016) (Hydraulik-Software MIKE Urban)
 - 2-D-Modellierung der oberflächlichen Abflüsse (Hydraulik-Software HEC-RAS, Version 5.0.1 für stationär und instationär ungleichförmigen Abfluss (1D/2D))

Dabei basiert das Vorgehen auch auf einer Kooperation bzw. Aufgabenteilung mit der EURWASSER Nord GmbH (s. vorstehend), um eine effiziente Vorgehensweise zu erreichen (Abb. 4-1).

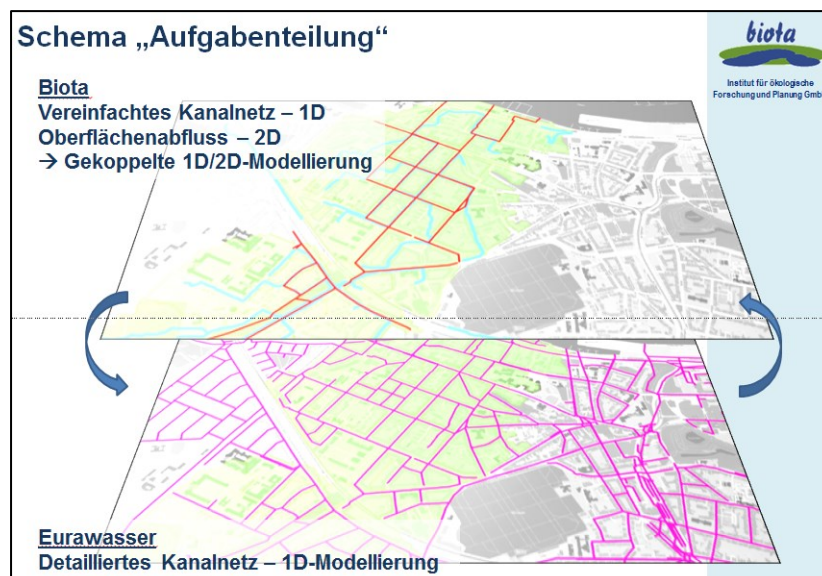


Abbildung 4-1: Kooperation mit der EURAWASSER Nord GmbH und Teilaufgaben

4.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet bildet das Einzugsgebiet der HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow mit dem nach maßgeblichen Entwässerungsstrukturen bzw. Knotenpunkten abgegrenzten oberirdischen Einzugsgebiet (Abb. 4-2).

Im Bereich der Kanalnetzstrukturen bestehen sowohl alte Mischwasserleitungen, als auch Regenwasserleitungen. Das Kanalnetz hat andere Einzugsgebietsstrukturen und teilweise Querverbindungen, so dass dies als Randbedingung der Modellierung zu berücksichtigen ist (s. im Weiteren).

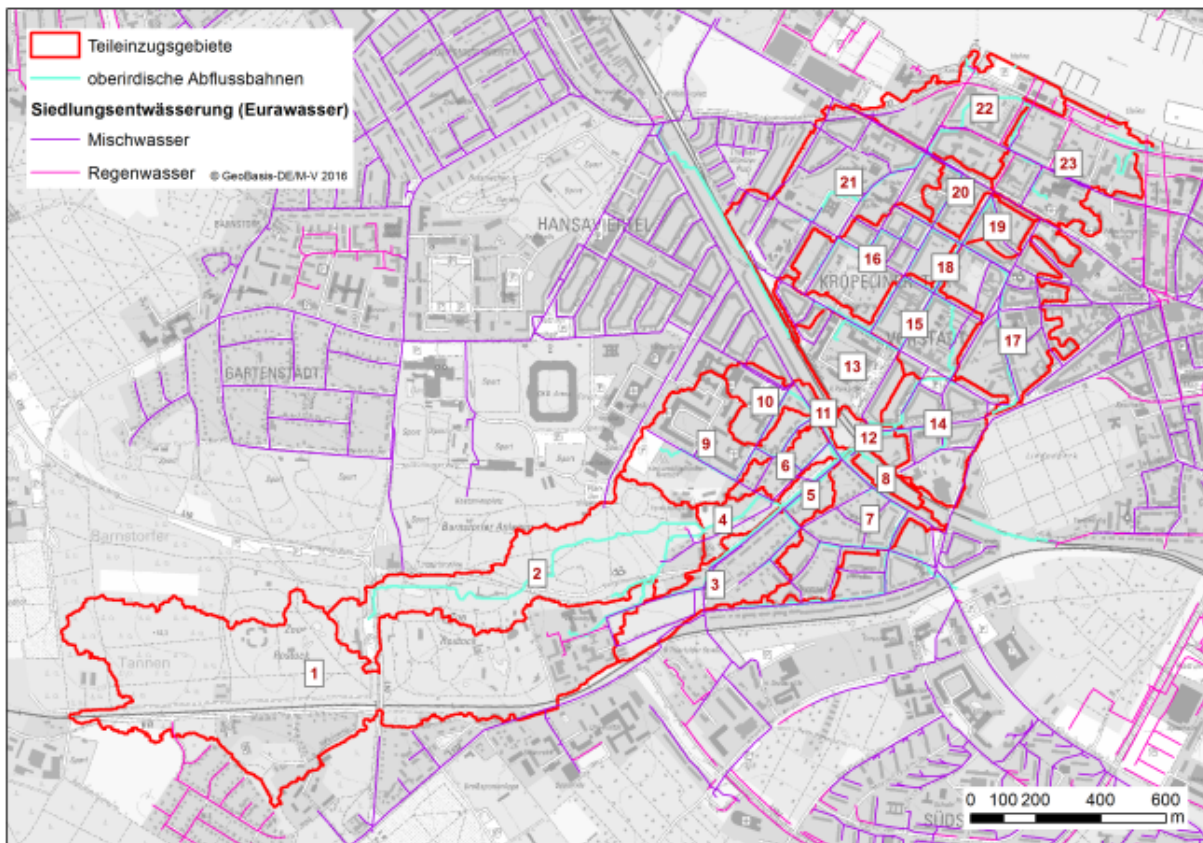


Abbildung 4-2: Oberirdische hydrologische Teileinzugsgebiete der betrachteten Entwässerungsachse Barnstorfer Anlagen bis Unterwarnow

4.3 Methodik, Modellkonfiguration

4.3.1 Ansatz hydrologisches Modell (N-A-Modell)

Für die Gewinnung von Abflussganglinien für die instationären hydraulischen Modellierungen wurde ein Niederschlag-Abfluss-Modell (N-A-Modell) mit der Software HEC-HMS, Version 3.5 (HEC 2010) erstellt und auf Teileinzugsgebietsebene bzw. auf Knotenpunkte des Kanalnetzes bezogen angewandt.

Das hydrologische Modell übernimmt die Nachbildung der Hauptphasen des Niederschlag-Abfluss-Prozesses (DYCK & PESCHKE 1983, vgl. Abb. 4-3):

- die Abflussbildung
- die Abflusskonzentration
- und je nach Modellausbau ggf. auch den Durchflussverlauf im Gewässersystem (wird in dieser Arbeit mit der

hydraulischen Software HEC-RAS abgebildet, s.u.)

4.3.2 Datengrundlagen für das N-A-Modell

Die notwendigen Daten für die N-A-Modellierung werden durch die Parameter des Modells HEC-HMS bestimmt und wie folgt abgebildet:

- Digitales Geländemodell DGM2 zur Bestimmung der Gebietsparameter wie Gefälle, Fließweg etc.
- CN-Werte des SCS-Verfahrens (implementiert in HEC-HMS mit bodenfeuchteklasse II – mittlere Vorfeuchte) an-

hand der Landnutzung gemäß Versiegelungskataster Rostock und Bodeninformationen (Substrattypen) der Geologischen Oberflächenkarte (OK100)

- Versiegelungsgrad nach Realnutzungskartierung (STGR 2015)
- Kanalnetzdaten (EURAWASSER 2016)
- Starkniederschlagshöhen als Bemessungsregen nach KOSTRA-DWD (2000) + empfohlene Zuschläge, s. Kapitel 3.2, Ansatz des kritischen Intensitätsverlaufes nach DVWK (1989)
- Anfangsverluste (Interzeption, Benetzungsverdunstung), angesetzt mit 2 mm

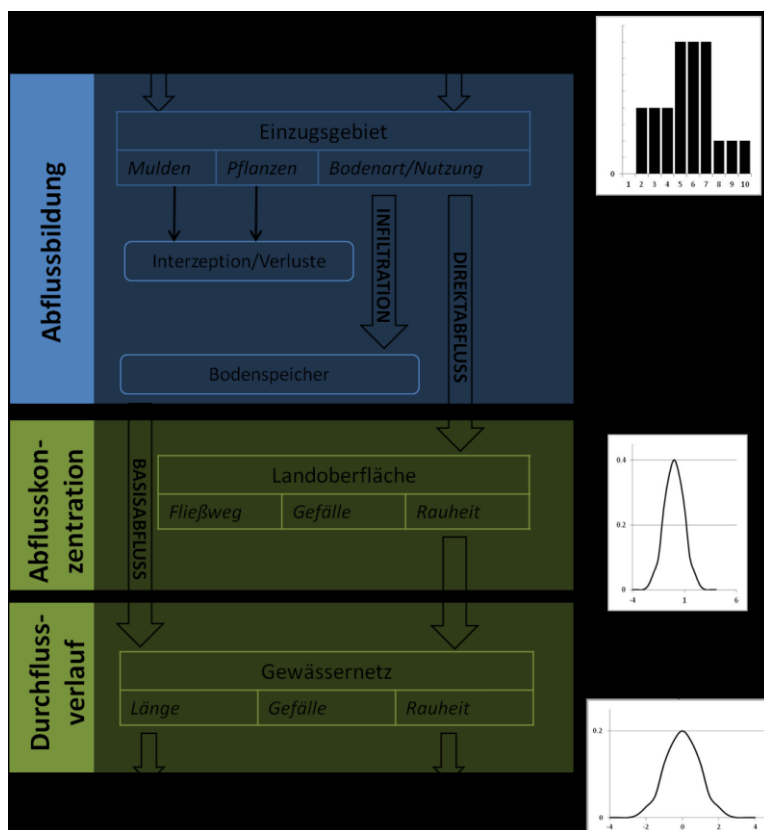


Abbildung 4-3: Vereinfachtes Prozessgeschehen bei der Niederschlag-Abfluss-Modellierung

4.3.3 Ermittlung der kritischen Regendauer

Vereinfachend ausgehend von einem Bemessungsregen konstanter Intensität führt im Regelfall erst die Erreichung der kriti-

schen Regendauer zum höchsten Durchflussscheitel (DVWK 1989). Es gilt demnach festzustellen, wann der „entfernteste“ Einzugsgebietsanteil seinen Beitrag zur Durchflusserhöhung beisteuert bzw. wie

lange es dauert, bis gebildeter Abfluss aus den entferntesten Bereichen am zu betrachtenden Abflussquerschnitt erscheint.

Dies wurde mit iterativen Berechnungen für das Gesamteinzugsgebiet bei einem Niederschlagsereignis mit einem Wiederkehrintervall $T = 100$ und Dauerstufen zwischen 45 und 120 min gelöst. Danach ergibt sich das Scheitelmaximum bei einer Dauer bzw. Dauerstufe (D) von 1 h bzw. 60 min. Diese Regendauer wurde damit als kritische Regendauer einheitlich angesetzt.

4.3.4 Datengrundlagen für das hydraulische Modell

Die notwendigen Daten für die hydraulische Modellierung werden durch die Parameter des Modells HEC-RAS bestimmt und wie folgt abgebildet:

- Leitungsnetz der Regen- und Mischwasserkanäle mit Lage- und Höheninformationen, Dimensionen, Bauwerken/Armaturen
- Flächennutzungen im Einzugsgebiet (Realnutzungskartierung, STGR 2015)
- Digitales Geländemodell
- Zuflussganglinien für Einzugsgebietsanteile von außerhalb des Einzugsgebiets (Bereitstellung durch EURAWASSER 2016)

4.3.5 Methodik (gekoppeltes 1D/2D-Modell)

Der methodische Grundansatz liegt in einer 1D/2D-gekoppelten Abflusssimulation im

Sinne von DMA-M 119, d.h. eine Überprüfung auf Auslastung der Kanalhaltungen und Berechnung der Schachtwasserstände bzw. Austrittsmengen (1D) sowie eine flächendeckende Modellierung der Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten an der Oberfläche (nicht durch das Kanalnetz abführbares Wasser). Das Prinzip der Modellkopplung verdeutlicht Abbildung 4-4. Abbildung 4-5 zeigt das für die 1D-Modellierung vereinfachte („reduzierte“) Kanalnetz mit folgenden Zusatzinformationen:

- Blaue Einleitpunkte = Einzugsgebietsabflüsse aus N-A-Modellierung
- Grüne Einleitpunkte = Leitungssystem von „außerhalb“ des Einzugsgebietes (Vorfüllung) → Ganglinien von der Eurawasser Nord GmbH zur Verfügung gestellt (EURAWASSER 2016)

Der aus der Vereinfachung „herausfallende“ Teil des Kanalnetzes wurde teileinzugsgebietsweise als Speicherraum in das hydraulische Modell integriert, um die Wirkung auf die Abflussvolumina rechnerisch zu kompensieren.

4.4 Modellierungsergebnisse

4.4.1 Modellszenarien einschließlich Maßnahmenplanung

Für die Bewertung des Ist-Zustandes und der erwartbaren Veränderungen wurde letztlich das in Tabelle 4-1 dargestellte Set an Szenarien betrachtet.

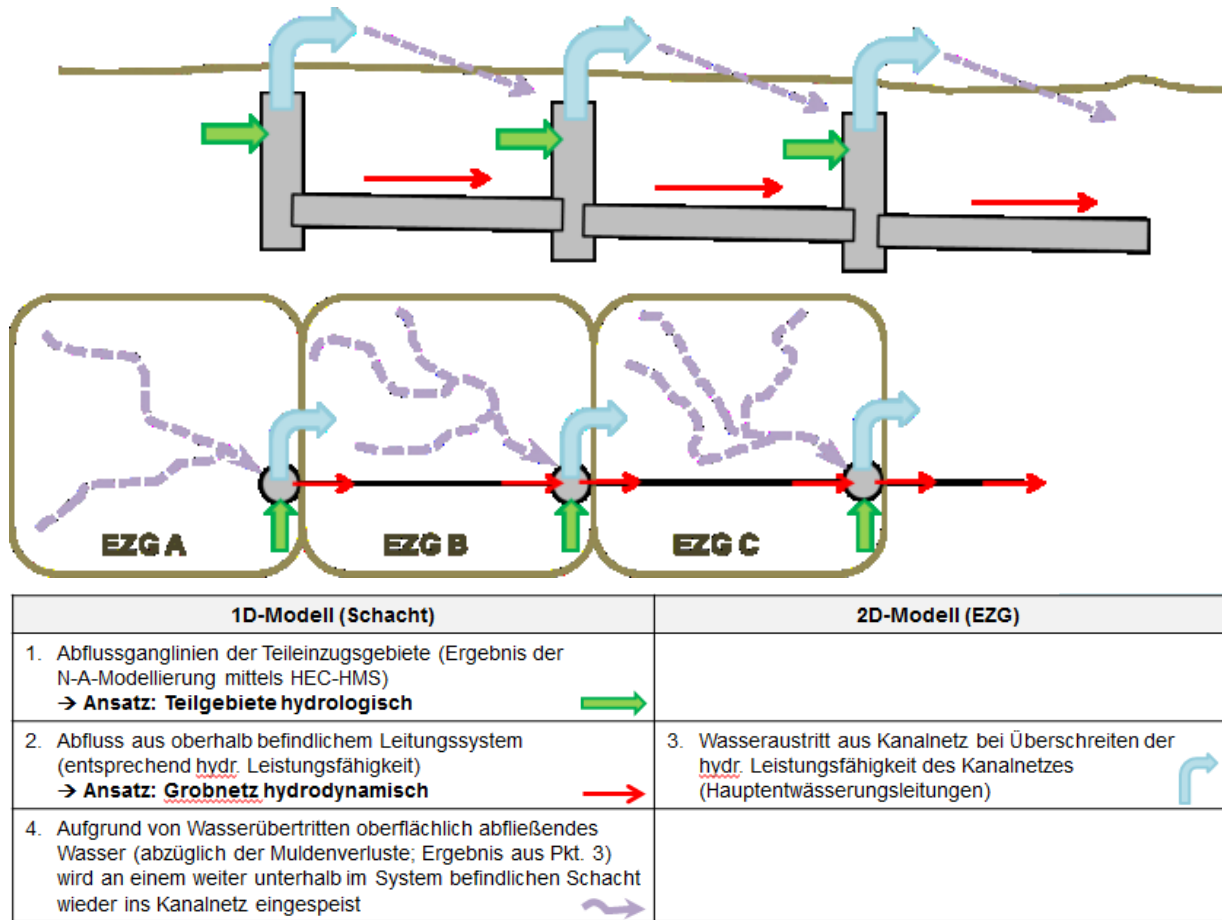


Abbildung 4-4: Schematische Darstellung zur Modellkonfiguration bzw. -kopplung 1D-Modell (Kanal, Schacht)/2D-Modell (Oberfläche, nach Einzugsgebietsstrukturen – EZG)

Tabelle 4-1: Gewählte Szenarien der hydrologischen und hydraulischen Modellierung

	Wiederkehrintervall T in a des Bemessungsniederschlags	Niederschlagswert nach KOSTRA-DWD (2000)	Klima- bzw. KOSTRA-Zuschlag	Niederschlagswert inkl. Klimazuschlag	Ist-Zustand der Flächennutzungen bzw. der Versiegelung im Einzugsgebiet	Plan-Zustand: Berücksichtigung von künftigen Veränderungen im Einzugsgebiet (B-/F-Pläne)	Anpassungsmaßnahmen im Kanalnetz für den Plan-Zustand
1	20 a	31,1 mm	+ 15%	35,8 mm	x		
2	20 a	31,1 mm	+ 15%	35,8 mm		x	x
3	100 a	40,0 mm	+ 20%	48,0 mm	x		
4	100 a	40,0 mm	+ 20%	48,0 mm		x	x

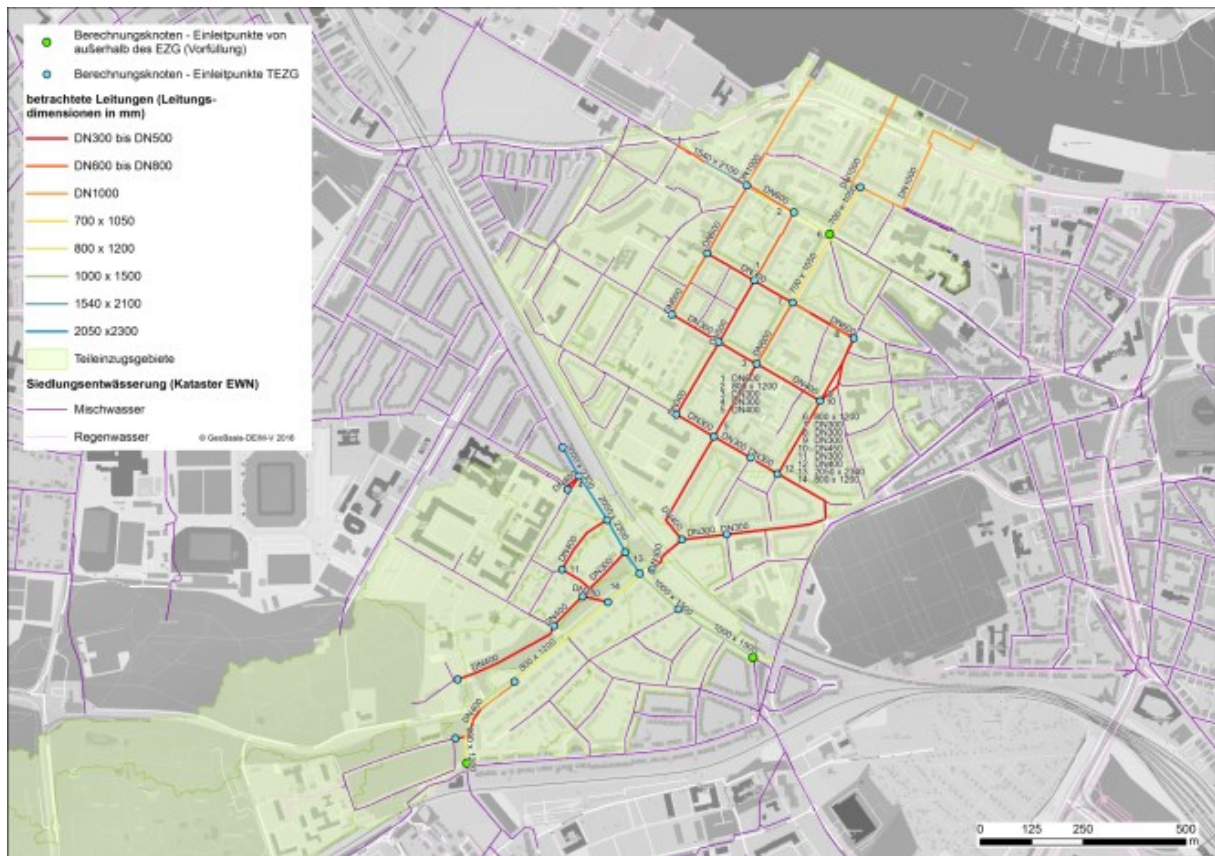


Abbildung 4-5: Im hydraulischen 1-D-Modell abgebildetes, reduziertes/vereinfachtes Leitungsnetz mit Darstellung der Einleitpunkte (Übergabepunkte der Abflussganglinien aus dem N-A-Modell bzw. der Modelldaten von EURAWASSER (2016))

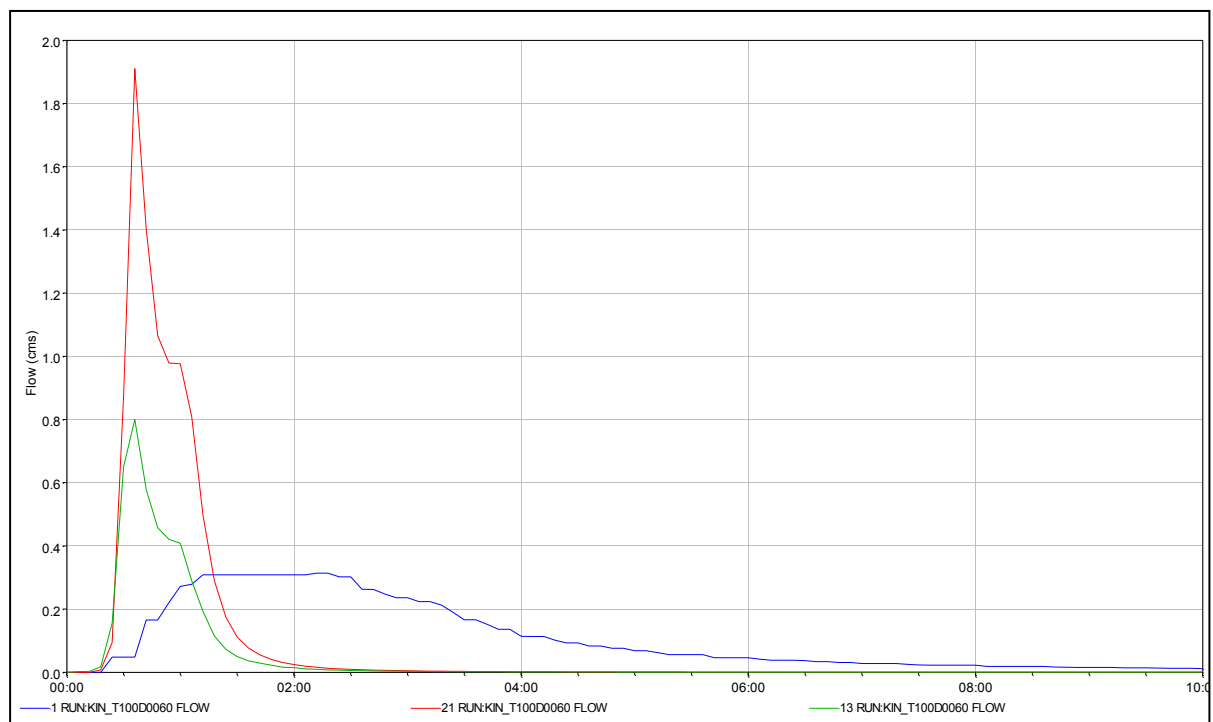


Abbildung 4-6: Berechnungsergebnisse der N-A-Modellierung: Abflussganglinien der TEZG 1 (blaue Linie), 13 (grüne Linie) und 21 (rote Linie), Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

4.4.2 Ist-Zustand

Als Ergebnis der N-A-Modellierung wurden für alle Szenarien und Teileinzugsgebiete (TEZG) Abflussganglinien erhalten. Ein Berechnungsbeispiel zeigt die Abbildung 4-6. Die Daten dienen als Eingangswerte für die hydraulischen Modellierungen und werden deshalb in Bezug auf die Ergebnisse nachfolgend ausschließlich in diesem Kontext dargestellt und ausgewertet.

Modellergebnisse zum Ist-Zustand (Abb. 4-7 bis 4-9):

a) Regenereignis T = 20 a und D = 60 min

- Oberhalb der Dethardingstraße keine Wasseraustritte
- Wasseraustritt aus Leitungssystem unterhalb der Dethardingstraße insgesamt ca. 1.300 m³ (Brücke/Straßenabsenkung in der Parkstraße unter der S-Bahn-Linie sowie Straßen und Innenhöfe in der Kröpeliner-Tor-Vorstadt (KTV))
- Modellergebnisse nach EURAWASSER (2016) für Regenereignis T = 20 a und D = 60 min:
 - Wasseraustritt aus Leitungssystem oberhalb der Dethardingstraße insgesamt ca. 35 m³ (quasi gleiches Ergebnis wie vorstehend)
 - Wasseraustritt aus Leitungssystem unterhalb der Dethardingstraße insgesamt ca. 1.300 m³ (gleiches Ergebnis wie vorstehend!)

b) Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

- Wasseraustritt aus Leitungssystem oberhalb der Dethardingstraße insgesamt ca. 800 m³
- Wasseraustritt aus Leitungssystem unterhalb der Dethardingstraße insgesamt ca. 6.800 m³

4.4.3 Vor-Ort-Begehungen: Verifizierung der Modellaussagen (Ist-Zustand)

Mittels Vor-Ort-Begehungen wurde eine Verifizierung der Modellergebnisse zum Ist-Zustand vorgenommen. Dabei erfolgte eine Einschätzung der potentiellen objektbezogenen Gefährdung hinsichtlich des Eindringens von Oberflächenwasser mit folgender Abstufung:

- **gering** → Zugänge zu Erd- und Kellergeschoss, Garagen liegen deutlich über Straßenniveau bzw. Abflussbahn (> 50 cm)
- **mittel** → Zugänge zu Erd- und Kellergeschoss, Garagen liegen nur geringfügig über Straßenniveau bzw. Abflussbahn (> 20 cm)
- **hoch** → Zugänge zu Erd- und Kellergeschoss, Garagen liegen nahezu auf Straßenniveau bzw. Abflussbahn (< 20 cm)
- **sehr hoch** → Zugänge zu Erd- und Kellergeschoss, Garagen liegen nahezu auf Straßenniveau bzw. Abflussbahn (< 20 cm); hohe Gefährdung für Leib und Leben

Die Ergebnisse der Vor-Ort-Begehungen sind zum einen fotogestützt in Abbildung 4-10 dargestellt, zum anderen systematisiert in Abbildung 4-11.

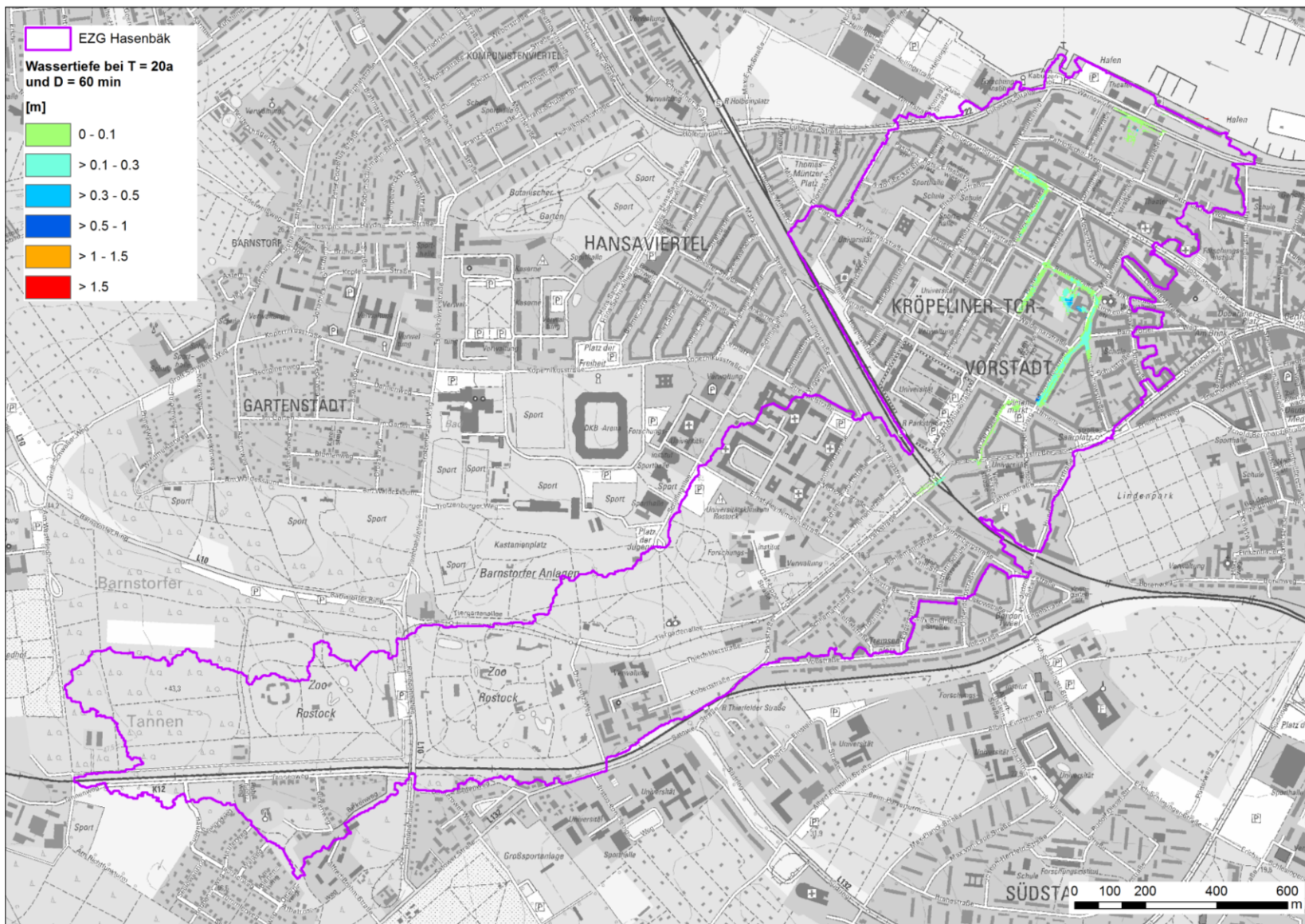


Abbildung 4-7: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 20 a und D = 60 min

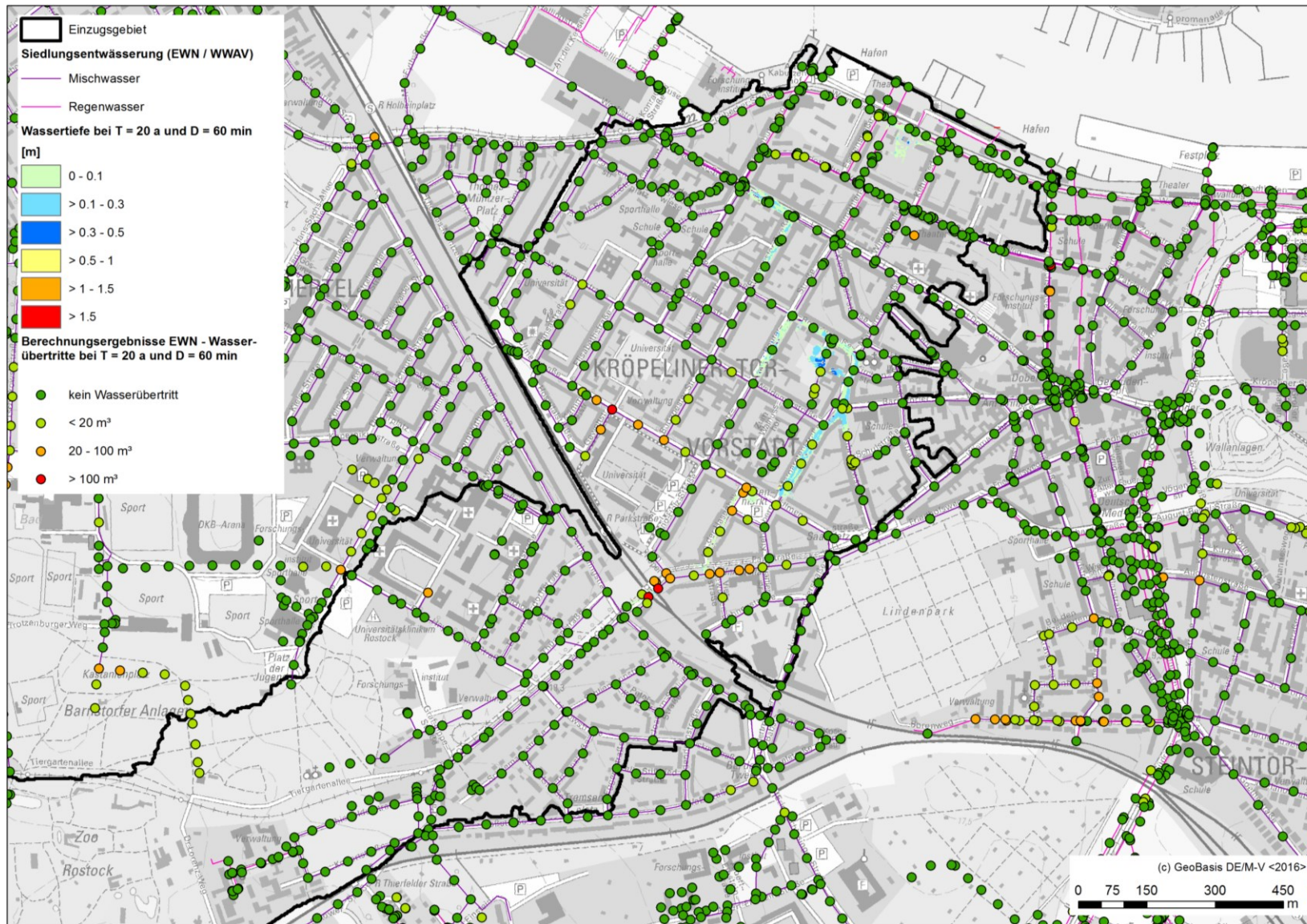


Abbildung 4-8: Wasseraustritt aus dem Leitungssystem/aus den Schächten nach EURAWASSER (2016), Regenereignis T = 20 a und D = 60 min

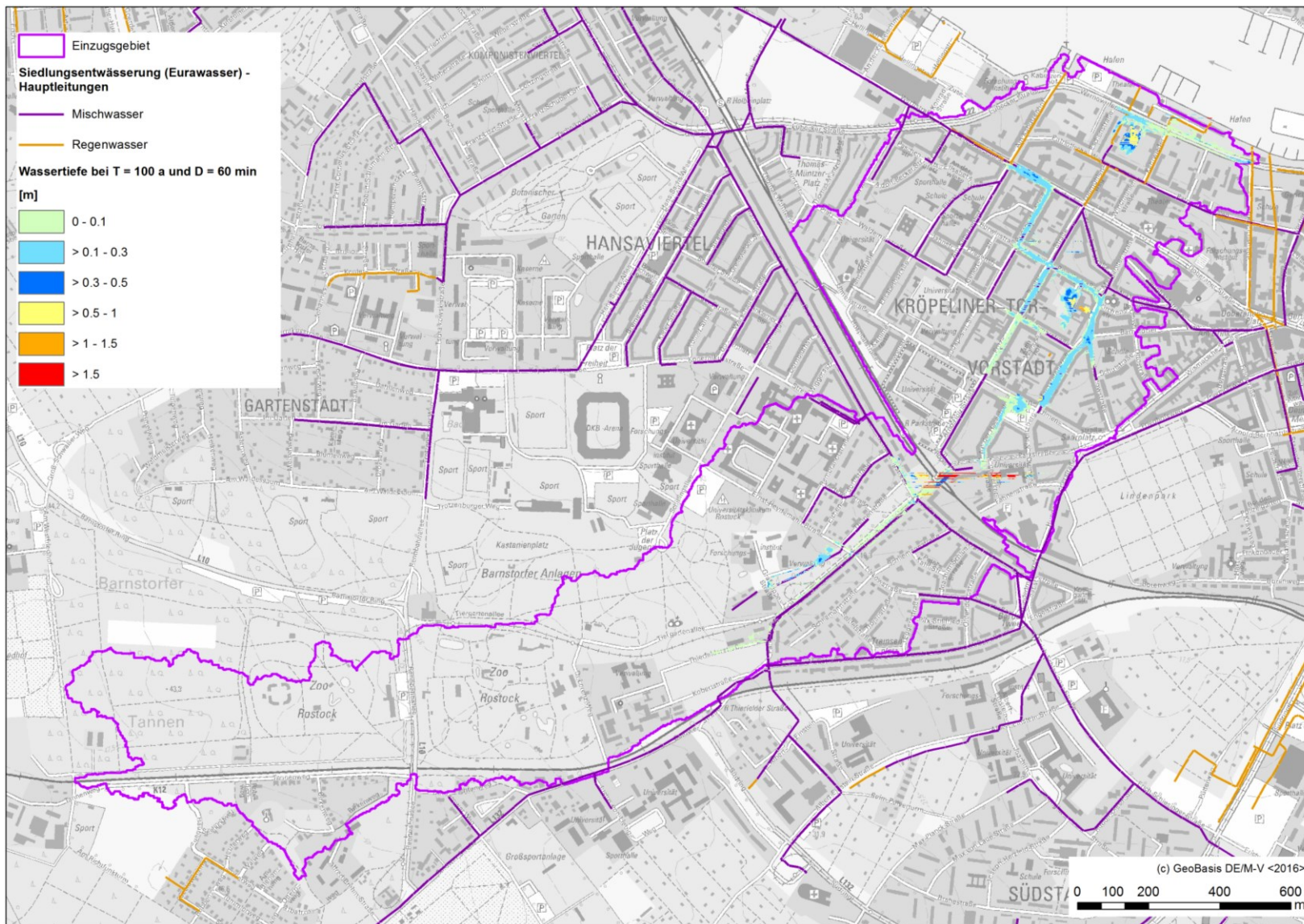


Abbildung 4-9: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

Vor-Ort-Begehung der Gefährdungsbereiche



Abbildung 4-10: Fotos gefährdeter Bereiche aus der Vor-Ort-Begehung mit Hintergrundscenario T = 100 a (D = 60 min)

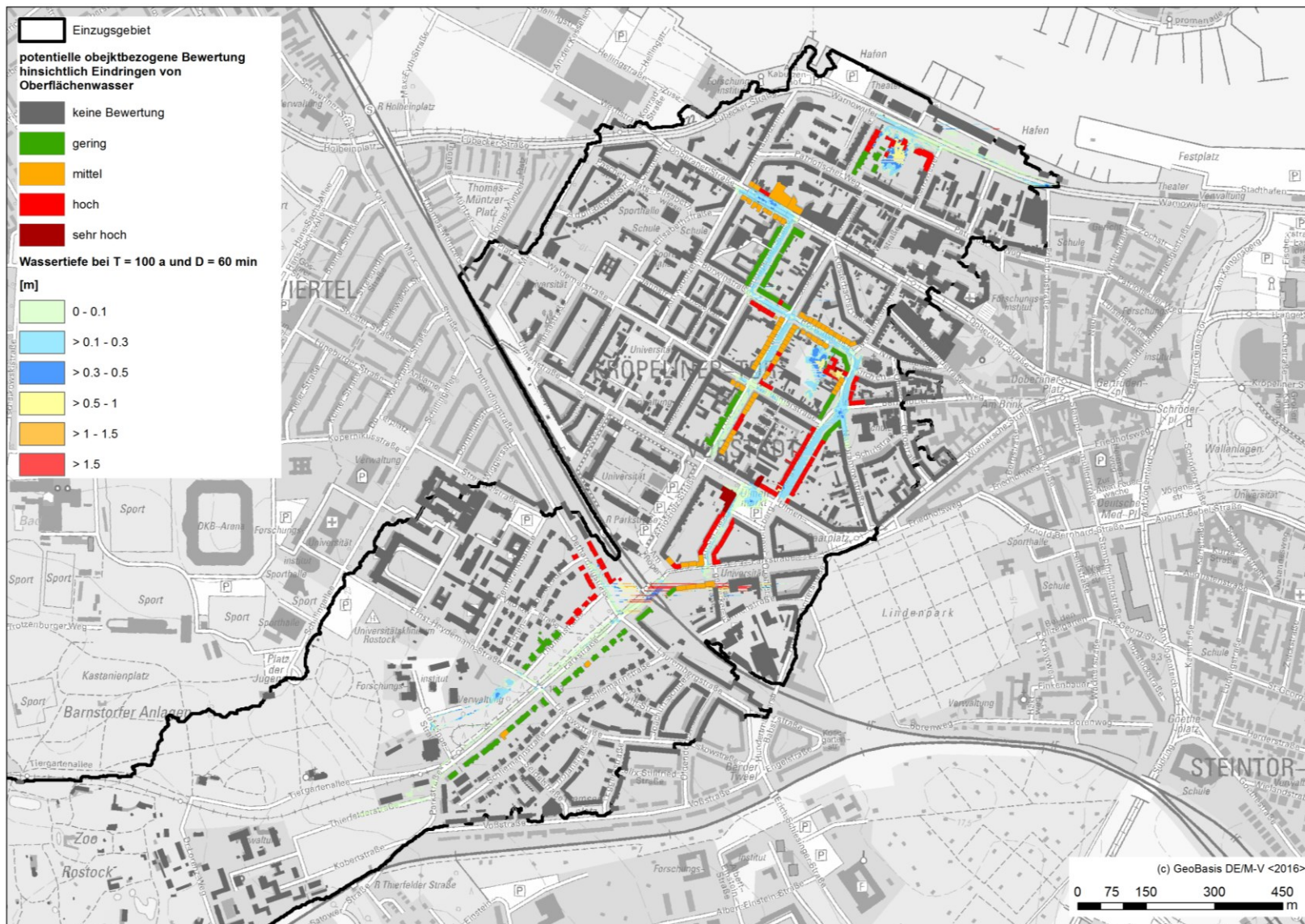


Abbildung 4-10: Systematische und objekt/nutzungsabhängige Bewertung gefährdeter Bereiche aus der Vor-Ort-Begehung

4.4.4 Plan-Zustand: Berücksichtigung von künftigen Veränderungen im Einzugsgebiet (B-/F-Pläne)

Die künftigen Veränderungen im Einzugsgebiet können durch die Auswertung der B-Pläne bzw. des F-Plans berücksichtigt werden (Abb. 4-12). Im hydrologischen Modell wurden hierzu entsprechend der Flächenangaben und Versiegelungsdaten die Auswirkungen auf die CN-Werte (SCS-Verfahren, vgl. USDA 1986) abgebildet; für den F-Plan wurden entsprechende Annahmen einer entsprechenden Versiegelung getroffen (räumliche Übertragung von Nachbarflächen bzw. repräsentativen B-Plänen).

Zunehmende Versiegelung sowie sonstige Änderungen auf das Infiltrationsvermögen der Böden wirken sich durch höhere Abflussspitzen von den Flächen sowie insgesamt eine Zunahme des Regenwasseranfalls (Volumen/Fülle) aus (Abb. 4-11).

Modellergebnisse zum Plan-Zustand (Berücksichtigung von künftigen Veränderungen im Einzugsgebiet, vgl. Tab. 4-2, Abb. 4-13):

- Zusätzliche Belastung des Leitungssystems oberhalb der Dethardingstraße (inkl. Hauptleitung Dethardingstraße und Kläranlage Bramow) ca. 600 m³ (T = 20 a, D = 60 min) bzw. ca. 900 m³ (T = 100 a, D = 60 min)
- Zusätzliche Belastung des Leitungssystems unterhalb der Dethardingstraße (KTV) ca. 100 m³ (T = 20 a, D = 60 min) bzw. ca. 150 m³ (T = 100 a, D = 60 min)
- die aus dem Leitungssystem austretende Wassermenge erhöht sich oberhalb der Dethardingstraße um ca. 330 m³ (T = 100 a, D = 60 min)
- die aus dem Leitungssystem austretende Wassermenge erhöht sich unterhalb der Dethardingstraße um ca. 280 m³ (T = 100 a, D = 60 min)

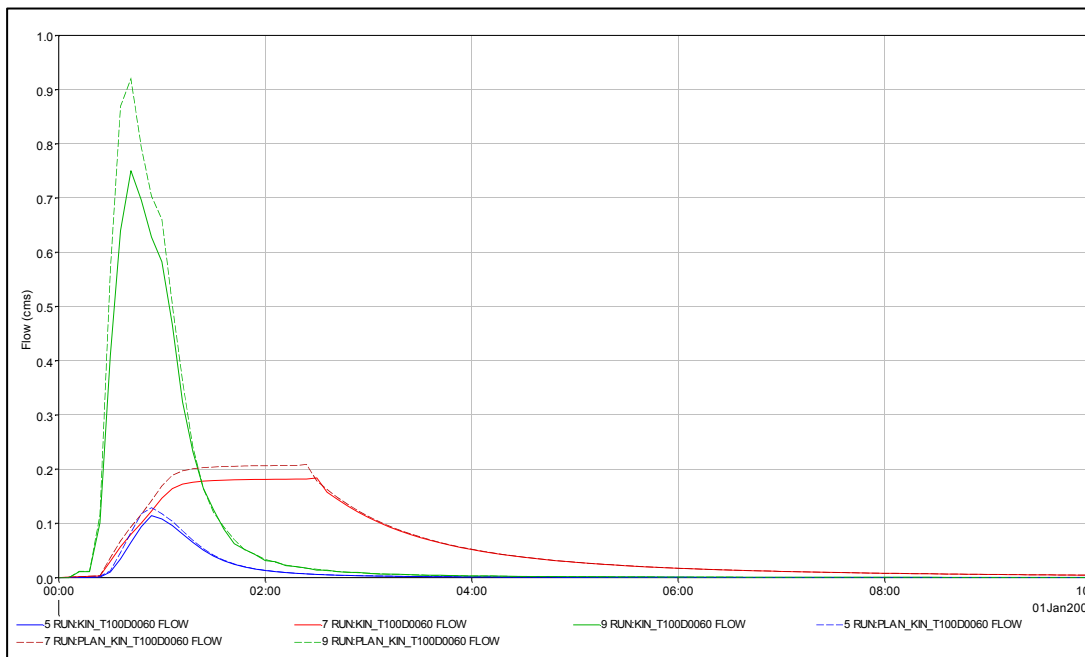


Abbildung 4-11: Beispielhafte Berechnungsergebnisse der N-A-Modellierung – Abflussganglinien der TEZG 5 (blaue Linie), 7 (rote Linie) und 9 (grüne Linie) für den Ist- (durchgezogene Linien) und Planzustand (gestrichelte Linien; mit zusätzlicher Versiegelung durch Plangebiete), Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

Tabelle 4-2: Änderung der Abflussvolumina bei Umsetzung der F- und B-Plangebiete

TEZG	Abflussspitze [m³/s]		Abflussvolumen [m³]	
	T = 20 a	T = 100 a	T = 20 a	T = 100 a
Oberhalb Dethardingstraße				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0.10	0.14	157	243
4	0.01	0.03	33	47
5	0.01	0.02	26	38
6	0.04	0.05	33	48
7	0.02	0.03	122	169
8	0	0	234	0
9	0.08	0.17	0	329
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
			Σ 605	Σ 874
unterhalb Dethardingstraße (KTV)				
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0.07	0.14	108	143
			Σ 108	Σ 143

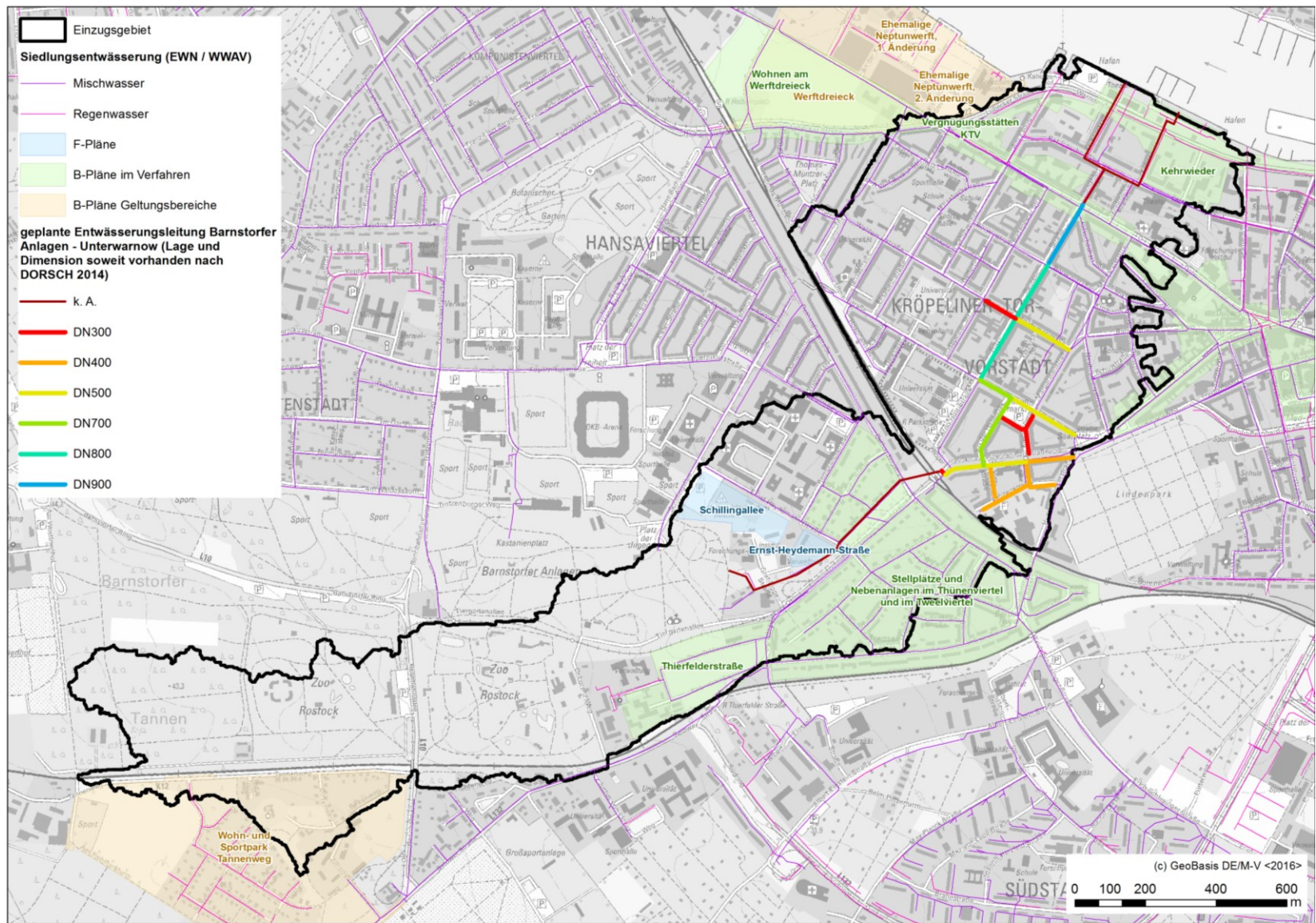


Abbildung 4-12: Bauliche Veränderungen infolge F-Plan und B-Plänen im Einzugsgebiet der HEA Barnstorfer Anlagen bis Unterwarnow sowie Hauptkanalnetz

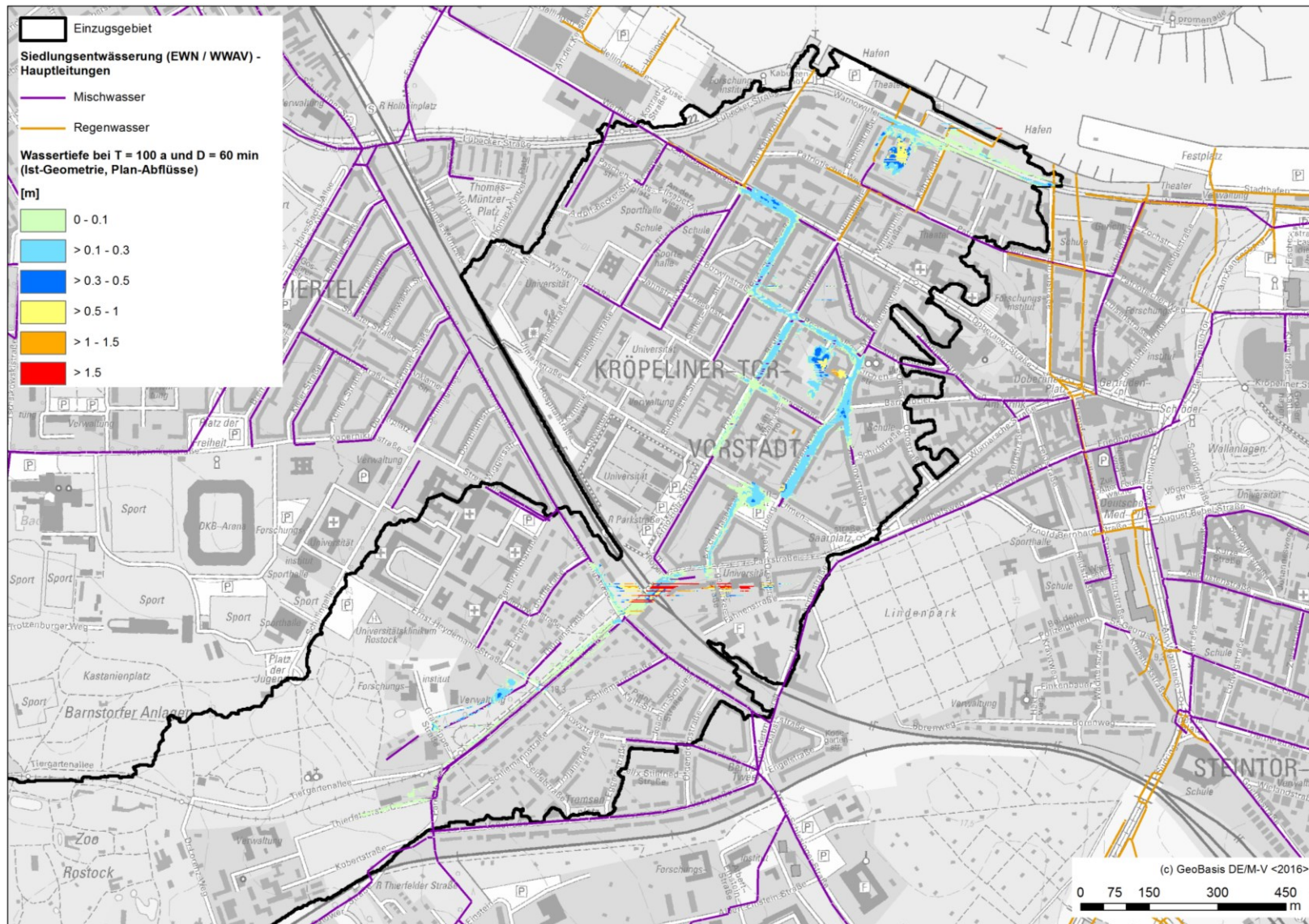


Abbildung 4-13: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 100 a und D = 60 min (Plan-Zustand)

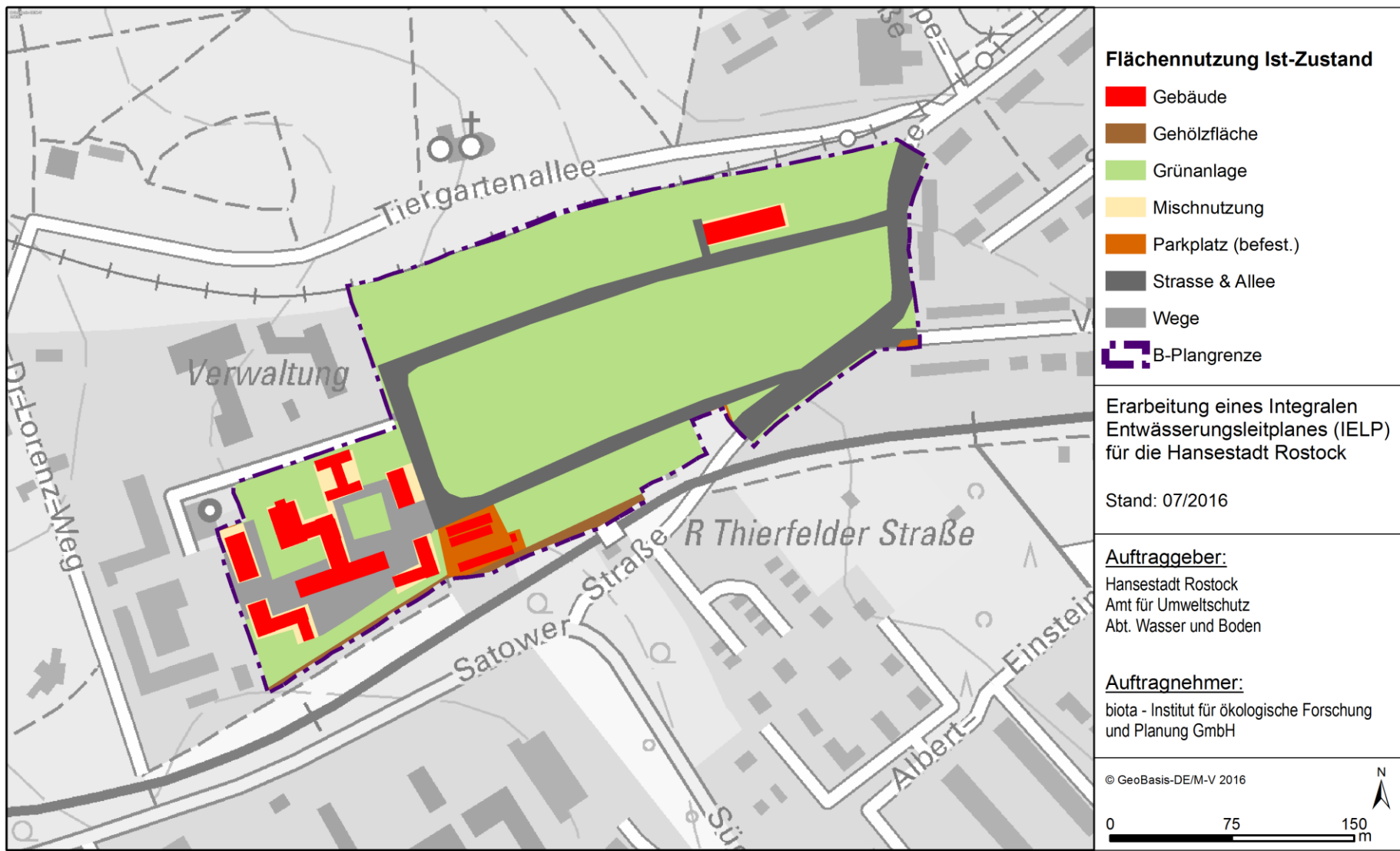


Abbildung 4-14: Aktuelle Flächennutzung im Bereich des B-Plangebietes „Thierfelder Straße“

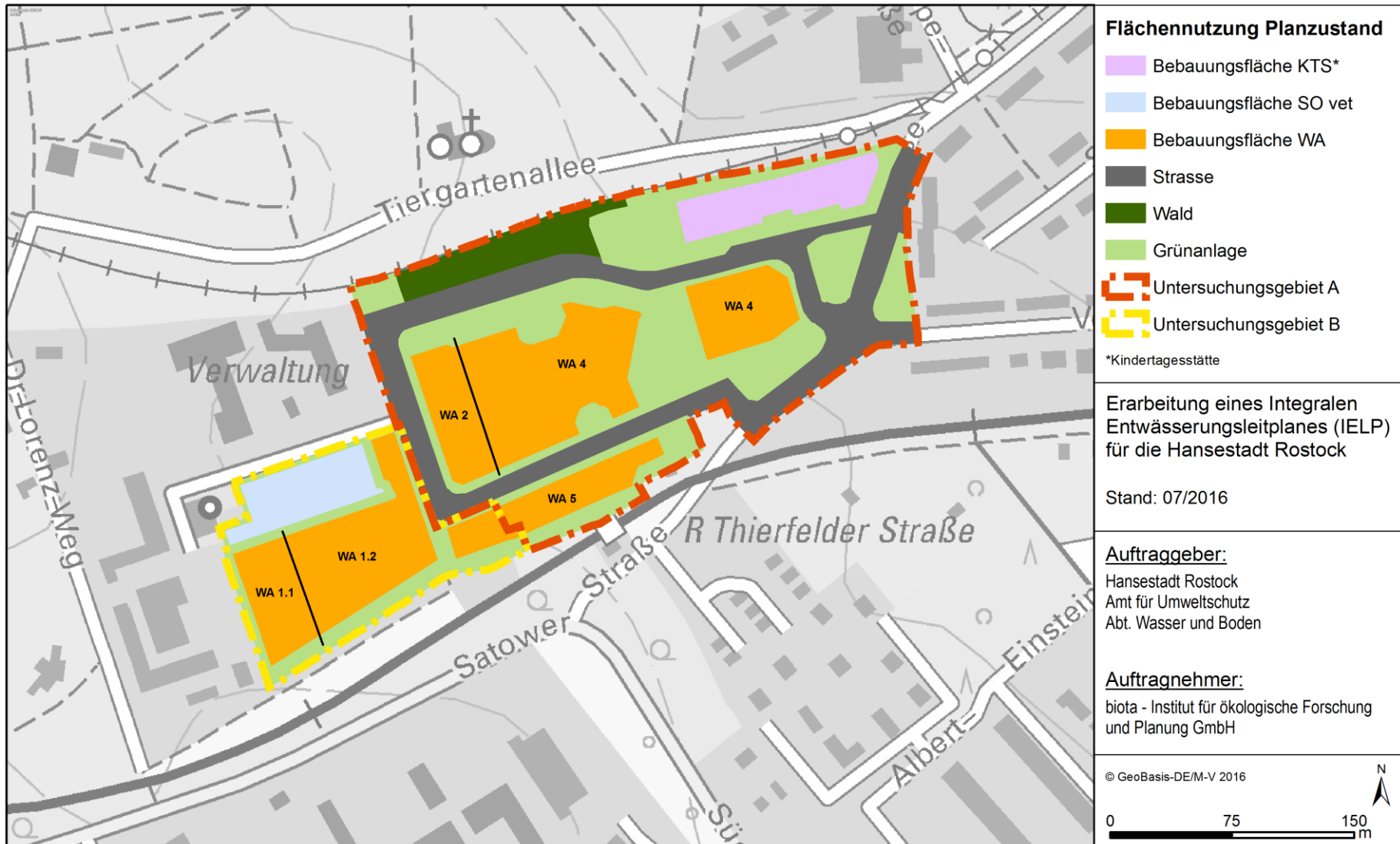


Abbildung 4-15: Geplante Flächennutzung im B-Plangebiet „Thierfelder Straße“ entsprechend WASTRA-PLAN (2016)

Eine alternative Bewertungsmethode für einzelne B-Plangebiete kann auch unter Anwendung des SCS-Verfahrens (USDA 1986) vorgenommen werden. Dazu werden mit Hilfe der Änderungen von Versiegelung und CN-Wert die Auswirkungen auf den Effektivniederschlag bzw. den resultieren-

den Abfluss untersucht. Tabelle 4-3 zeigt das Beispiels des B-Plan „Thierfelder Straße“ (Ist-Zustand ./ Plan-Zustand: Auswirkungen der Flächenänderungen (Versiegelung, CN-Wert) auf die Abflussmenge bei einem Regenereignis T = 100 a, D = 60 min): 233 m³ mehr gebildeter Abfluss.

Tabelle 4-3: Berechnungsbeispiel B-Plan „Thierfelder Straße“ (Ist-Zustand ./ Plan-Zustand: Auswirkungen der Flächenänderungen (Versiegelung, CN-Wert) auf die Abflussmenge bei einem Regenereignis T = 100 a, D = 60 min)

Niederschlagshöhe = 48 mm		Regendauer = 60 min		Anfangsverlust = 2 mm			
Ist-Zustand							
Nutzungsart	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]	Versiegelungsgrad [%]	CN-Wert	Effektiver Niederschlag ND [mm]	Abfluss [m³]	Gebietsrückhalt S
Grünanlage	4.67	68.7	4.6	63	10.8	506.4	149.2
Strasse	0.95	13.9	94.5	98	41.3	391.2	5.2
Gebäude	0.46	6.7	100	100	46.0	209.6	0.0
Weg	0.38	5.6	85.8	94	34.0	129.5	16.2
Mischnutzung	0.13	2.0	74.9	90	28.5	38.3	28.2
Parkplatz befest.	0.10	1.4	95.4	98	41.3	40.0	5.2
Gehölzfläche	0.08	1.2	1.1	60	9.8	8.1	169.3
Allee	0.02	0.3	94.6	98	41.3	8.6	5.2
Bahn- und Gleisanlage	0.01	0.2		61	10.2	1.4	162.4
Reihenhausbebauung	0.00	0.0	76.7	91	29.8	0.0	25.1
Σ=	6.8	100				1333	
Planzustand							
Nutzungsart	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]	Versiegelungsgrad [%]	CN-Wert	Effektiver Niederschlag ND [mm]	Abfluss [m³]	Gebietsrückhalt S
WA 1-5	3.54	52.0	52	81	20.2	715.9	58.5
Verkehrsfläche	1.38	20.3	94.5	98	41.0	567.3	5.6
Kindertagesstätte	0.77	11.4	30	73	15.0	115.8	95.4
Sondergebäude	0.40	5.9	60	84	22.8	91.6	46.9
Wald	0.30	4.4	0	60	9.8	29.3	169.3
Versorgungsfläche	0.05	0.7	30	73	15.0	6.9	95.4
Rest als Grünanlage	0.36	5.4	4.6	63	10.8	39.2	150.5
Σ=	6.8	100				1566	

Differenz = 233 m³

$$S = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1000 - 10 \cdot CN}{25400 - 254 \cdot CN} & \text{(foot - pound system)} \\ \frac{CN}{CN} & \text{(SI)} \end{array} \right\} \quad P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

4.4.5 Anpassungsmaßnahmen im Kanalnetz für den Plan-Zustand

Die Auswirkungen des Plan-Zustands (bauliche Veränderungen im Einzugsgebiet) müssen demnach durch siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen kompensiert werden. Hierzu werden zunächst die konzeptionellen Planung zur Entwässerungsachse Parkstraße bis Patriotischer Weg von BDC

DORSCH Consult (EURAWASSER 2016) in das Modell integriert, die eine Verbindung der Regenwassernetze entlang der Parkstraße bzw. unter der S-Bahnbrücke vorsieht (Reaktivierung der eigentlichen Entwässerungsachse); allerdings ist der Bauraum in der Straße offenbar so beengt, dass hier wohl nur ein Leitungsquerschnitt DN 300 infrage kommt (Abb. 4-16).

Die vorliegende Planung wurde im hydraulischen Modell so umgesetzt, dass die Lösungen und Leitungsdimensionen übernommen wurden.



Abbildung 4-16: Auszug aus der Planung zur Entwässerungsachse Parkstraße bis Patriotischer Weg von BDC DORSCH Consult (EURAWASSER 2016)

Darüber hinaus wurde zusätzlicher Speicherraum im Bereich der Parkstraße als konzeptionelle Maßnahme angesetzt. Hier bietet sich die Grünfläche zwischen Parkstraße und Thünenstraße bzw. neben der Parkstraße oberhalb der Ernst-Heydemann-Straße an (Abb. 4-17 und 4-18).



Abbildung 4-17: Grünfläche zwischen Parkstraße und Thünenstraße



Abbildung 4-18: Grünfläche linksseitig Parkstraße oberhalb Ernst-Heydemann-Straße

Für den (konzeptionellen) Speicherraum wurden folgende Ansätze gewählt

→ Variante 1: Speicherraum = 600 m³

→ Variante 2: Speicherraum = 2.000 m³

Eine konkrete Ausbildung des Speicherraumes wurde nicht vorgenommen (konzeptio-

neller Ansatz). Deshalb könnte eine Lösung sowohl in geschlossener Bauweise (unterirdisch als Kanalstauraum), als auch als offenes Gewässer/Feuchtgebiet erfolgen, so dass eine Integration in die Grünflächengestaltung denkbar wäre.

Selbstverständlich können aber auch adäquate Lösungen gewählt werden, ggf. auch räumlich verteilt und damit in mehrere Rückhaltelösungen aufgeteilt.

Weitere Notwendigkeiten ergeben sich, wie im Folgenden gezeigt wird, auch unterhalb der Dethardingstraße (im Bereich KTV, insbesondere am Ulmenmarkt); dies wurde aber nicht explizit untersucht, weil zunächst die Lösungen oberhalb stehen sollten bzw. eine Gesamtbetrachtung erforderlich wird.

Modellergebnisse zum Plan-Zustand – F-Plan/B-Pläne im Einzugsgebiet umgesetzt sowie Kanalangepassungsmaßnahmen (Abb. 4-19 bis 4-22); stets im Vergleich zum Planzustand (Kap. 4.4):

a) Regenereignis T = 20 a und D = 60 min, Variante 1 (600 m³ Speicher)

- Entlastung der Kläranlage Bramow um ca. 3.400 m³
- Verringerung der Wasseraustritte unterhalb der Dethardingstraße um ca. 160 m³

b) Regenereignis T = 100 a und D = 60 min, Variante 1 (600 m³ Speicher)

- Entlastung der Kläranlage Bramow um ca. 5.300 m³
- Verringerung der Wasseraustritte oberhalb der Dethardingstraße um ca. 180 m³
- Erhöhung der Wasseraustritte unterhalb der Dethardingstraße um ca. 1.700 m³

c) Regenereignis T = 20 a und D = 60 min, Variante 2 (2.000 m³ Speicher)

- Entlastung der Kläranlage Bramow um ca. 4.500 m³
- Verringerung der Wasseraustritte unterhalb der Dethardingstraße um ca. 240 m³

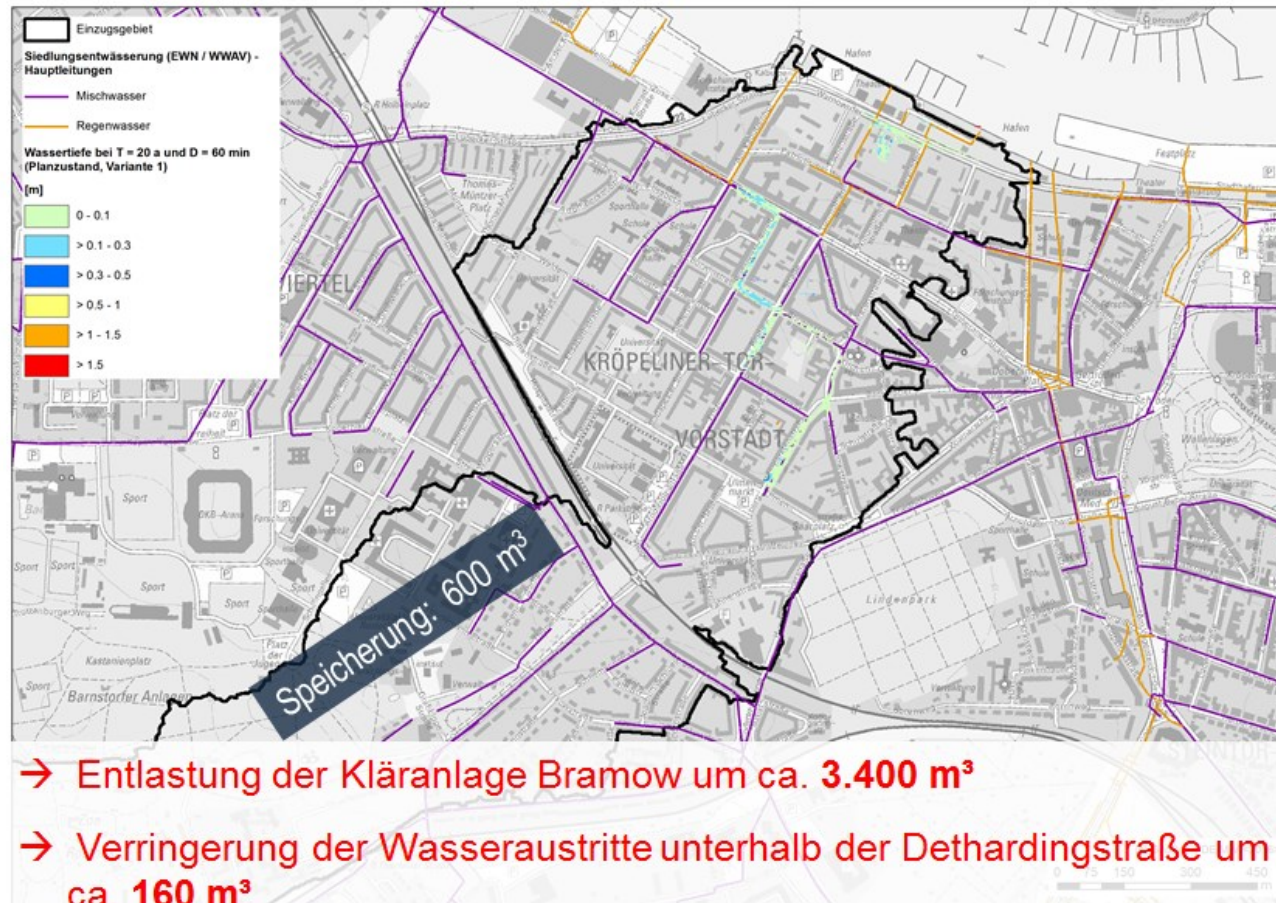
d) Regenereignis T = 100 a und D = 60 min, Variante 2 (2.000 m³ Speicher)

- Entlastung der Kläranlage Bramow um ca. 6.000 m³
- Verringerung der Wasseraustritte oberhalb der Dethardingstraße um ca. 180 m³
- Erhöhung der Wasseraustritte unterhalb der Dethardingstraße um ca. 1.600 m³

Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang der Entlastungseffekt für die zentrale Rostocker Kläranlage in Bramow, die bei diesen Szenarien bis zu 6.000 m³ beträgt. Besonders relevant im Hinblick auf mögliche Mischwasserentlastungen in die Unterwarnow ist die Abflussspitze, bei der z.B. beim Ereignis T = 100 a, D = 60 min alleine in der Spitze eine Entlastung in der Größenordnung von ca. 3.500 m³ erreicht werden könnte (Abb. 4-23), über das Gesamt ereignis sogar ca. 5.300 m³.

Ergebnisse der hydraulischen Modellierung

- T = 20 a, D = 60 min
- **Erhöhte Abflüsse:** Berücksichtigung der Plangebiete (aus N-A-Modell)



Kanalnetz:
Plan-
Zustand
Variante 1

EZG: Plan-
Zustand

Abbildung 4-19: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 20 a und D = 60 min

Ergebnisse der hydraulischen Modellierung

- T = 100 a, D = 60 min
- **Erhöhte Abflüsse:** Berücksichtigung der Plangebiete (aus N-A-Modell)



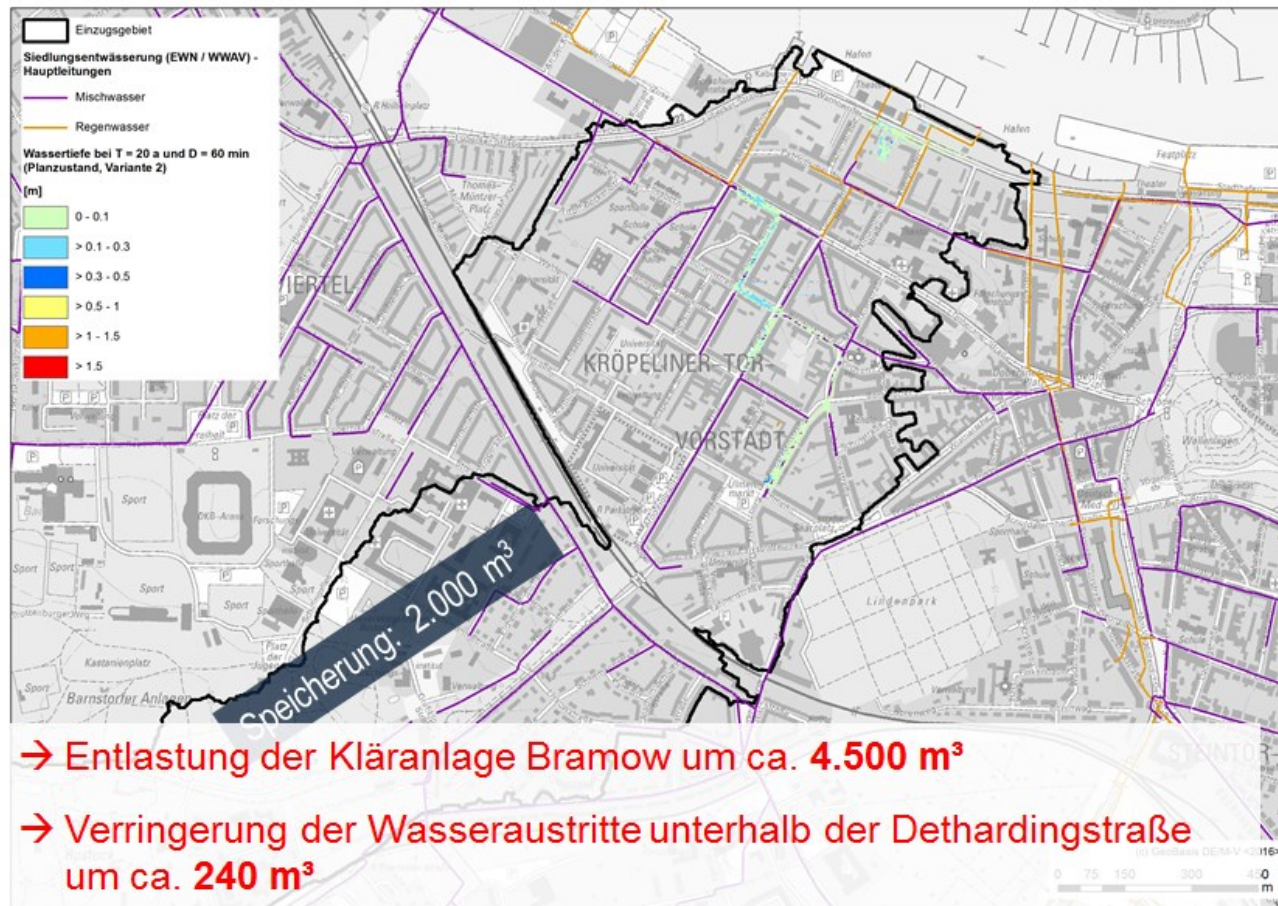
Kanalnetz:
Plan-
Zustand
Variante 1

EZG: Plan-
Zustand

Abbildung 4-20: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

Ergebnisse der hydraulischen Modellierung

- T = 20 a, D = 60 min
- **Erhöhte Abflüsse:** Berücksichtigung der Plangebiete (aus N-A-Modell)



Kanalnetz:
Plan-
Zustand
Variante 2

EZG: Plan-
Zustand

Abbildung 4-21: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis T = 20 a und D = 60 min

Ergebnisse der hydraulischen Modellierung

- $T = 100$ a, $D = 60$ min
- **Erhöhte Abflüsse:** Berücksichtigung der Plangebiete (aus N-A-Modell)



Kanalnetz:
Plan-
Zustand
Variante 2

EZG: Plan-
Zustand

Abbildung 4-22: Aus dem Leitungssystem austretende (1D) und oberirdisch abfließende (2D) Wassermengen, Regenereignis $T = 100$ a und $D = 60$ min

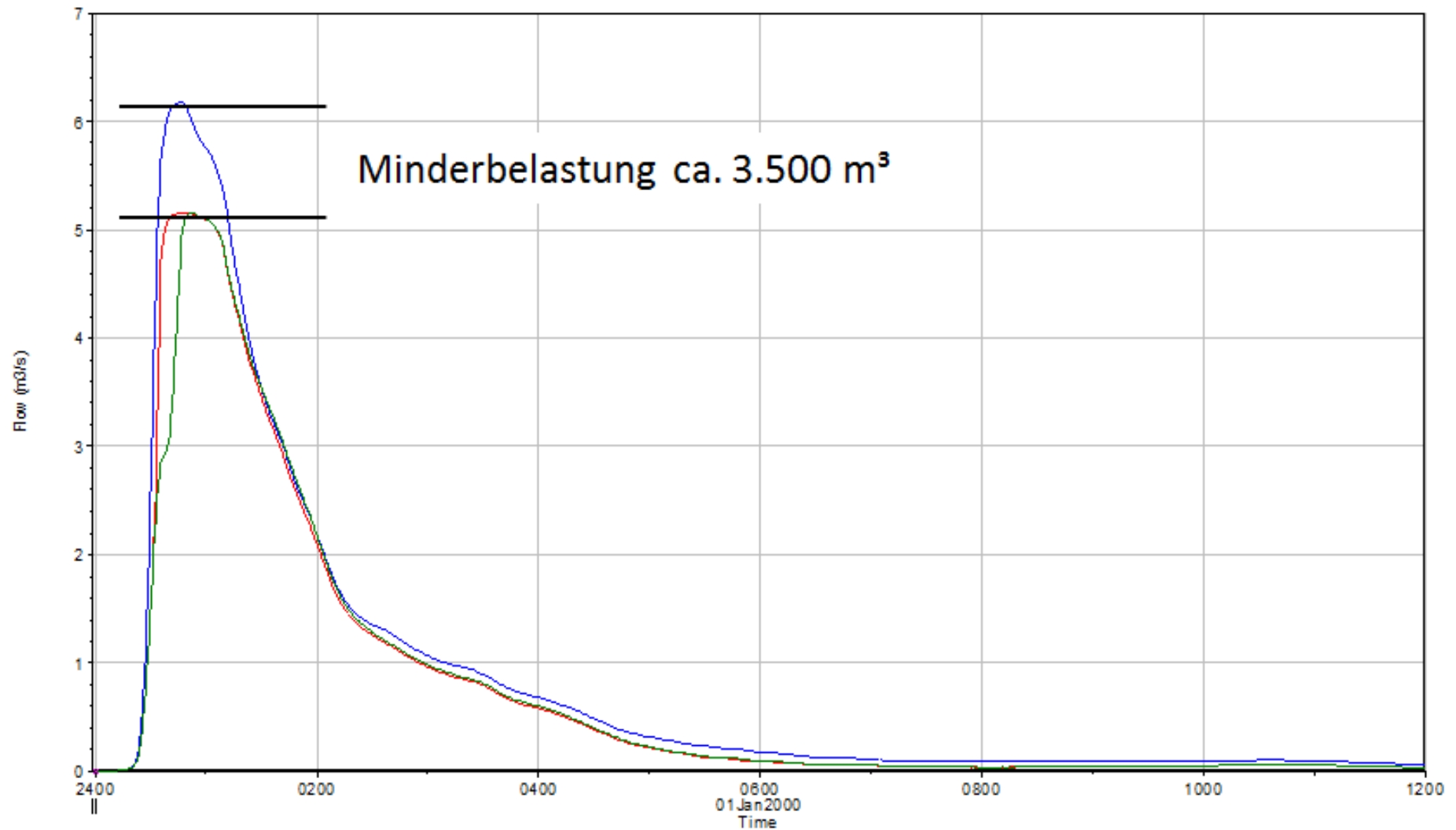


Abbildung 4-23: Vergleich der Belastung der Leitung Richtung Kläranlage Bramow im Istzustand (blau), Planzustand Variante 1 (rot) und Planzustand Variante 2 (grün), Regenereignis T = 100 a und D = 60 min

4.5 Schlussfolgerungen

4.5.1 Interpretation/Kernaussagen

Die gewählte Vorgehensweise zur Analyse der Gefährdung entspricht nach dem Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge „Starkregen und urbane Sturzfluten“ (DWA 2013) einer „hydraulischen Gefährdungsanalyse“ und geht über die einfacheren Verfahren hinaus. Insbesondere schließt sie auch an die Vorgehensweise im INTEK (BIOTA 2012b, 2013b, 2014a) an.

Die aktuellen und geplanten baulichen Aktivitäten (nach aktuellem Stand der B-Pläne und des F-Plans), die zu einer weiteren Verdichtung und zu einem mehr an Regenwasseranfall führen werden, können danach unter der Voraussetzung entsprechender Begleitmaßnahmen siedlungswasserwirtschaftlich und hochwasserseitig grundsätzlich beherrscht werden. Zentrale Strategie sollte auch sein, die Hauptentwässerungsachse Richtung Unterwarnow zumindest weitest möglich wieder zu etablieren (Abb. 4-24), um die Kläranlage Bramow zu entlasten und dabei die Menge und die Häufigkeit von Mischwasserentlastungen in die Unterwarnow zu reduzieren, vgl. WRRL-Bewirtschaftungsplanung für die Unterwarnow (z.B. BIOTA 2014b).

Zusatzbelastungen aus Plangebietern müssen aber zur Vermeidung von Gefährdungen und damit verbundenen Risiken kompensiert werden: auf den Bauflächen und/oder im Siedlungsentwässerungssystem, je nach Möglichkeit und ggf. auch als Maßnahmenkombination.

Rückhalte- bzw. Speicherlösungen sollten in der HEA Barnstorfer Anlagen – Unterwarnow oberhalb der Dethardingstraße im Bereich von mindestens 2.000 m³ oder größer angestrebt werden

Aktuelle und künftig höhere Gefährdungen bzw. Risiken in der KTV sollten durch zusätzliche Speicherlösungen unterhalb der Dethardingstraße kompensiert werden und/oder durch bauliche Veränderungen der Straßen, Gehwege etc. („oberirdische Ableitungsbahnen“: „Notwasserwege“, „konstruktive Gestaltung von Verkehrsinfrastrukturen“ etc. im Sinne von DWA-M 119, vgl. Abb. 4-25)).

Mit dem bestehenden Modellsystem könnten konkrete Umsetzungsvarianten im Einzugsgebiet urban-hydrologisch bzw. siedlungswasserwirtschaftlich effizient geprüft und bewertet werden.

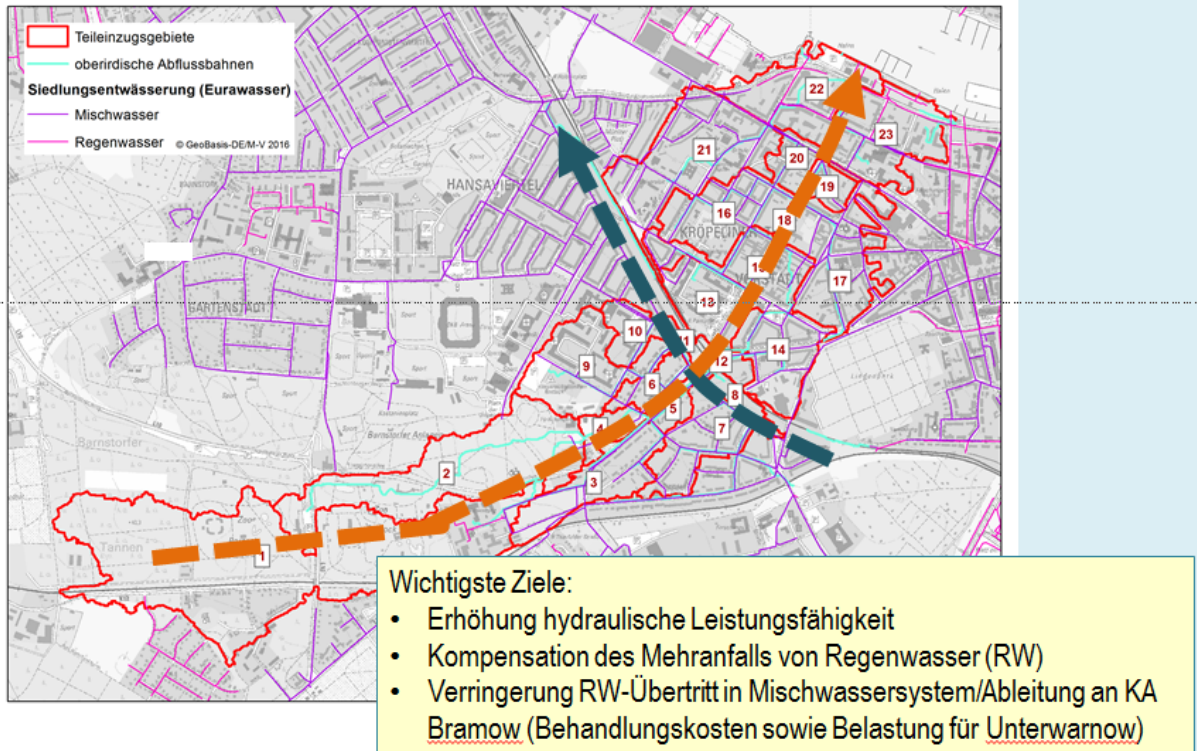


Abbildung 4-24 Schematische Darstellung der Achsenfunktion (orange) und der aktuellen Mischwasserfließrichtung im Bereich Dethardingstraße (blau) sowie übergeordnete Zielstellungen einer Optimierung der städtischen Entwässerung



Abbildung 4-25: Maßnahmenkategorien zur Überflutungsvorsorge in Bezug auf den Zeithorizont zur Umsetzung und die räumliche Wirksamkeit (aus: DWA-M 119)

4.5.2 Vorschlag für Kostenverteilung/-quotierung

Die Verteilung der Kosten bei der Umsetzung siedlungswasserwirtschaftlicher Maßnahmen muss sich zunächst nach den rechtlichen Grundlagen richten (vgl. Kapitel 3.1). Des Weiteren regeln die Normen (v. a. DIN EN 752:2008) und technischen Regeln (v. a. DWA-M 119) die Aufteilungsmaßstäbe nach Wiederkehrintervallen wie folgt:

- Ist-Zustand: Alle siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen zum Überflutungsschutz bis T = 30 a (bei Unterführungen T = 50 a) durch Warnow-Wasser- und Abwasserverband/Hansestadt Rostock - Amt für Infrastrukturanlagen; Quotierung entsprechend Versiegelungskataster (s. im Folgenden)
- Ist-Zustand: T > 30/50 a: alle Maßnahmen über der Erdoberfläche durch Kommune
- Plan-Zustand: Alle siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen zum Überflutungsschutz bis T = 30 a (bei Unterführungen T = 50 a) durch Warnow-Wasser- und Abwasserverband/ Hansestadt Rostock - Amt für Infrastrukturanlagen; Quotierung entsprechend Versiegelungskataster, aber (ggf.) Rückgriff nach Verursacherprinzip auf die Investoren
- Plan-Zustand: T > 30/50 a: alle Maßnahmen (im Regelfall über der Erdoberfläche) durch Kommune, aber (ggf.) Rückgriff nach Verursacherprinzip auf die Investoren

Die Aufteilung nach der Versiegelung integriert die Flächenanteile nach Zuständigkeit einschließlich der Gewichtung über den Versiegelungsgrad entsprechend der Aktualisierung der Flächennutzungskartierung der Hansestadt Rostock (STGR 2015).

Danach ergibt sich der Verteilungsmaßstab nach Tabelle 4-4 bzw. Abbildungen 4-26 und

4-27. In der Kategorie „Sonstige Flächen“ sind ausweislich des Versiegelungskatasters teilversiegelte Flächen enthalten, für die hier aber unterstellt wird, dass sie wegen Kleinflächigkeit, Lage und Bedeutung nicht zentral entwässert werden (z.B. weitgehend unversiegelte Wege). Deshalb werden sie in der Gegenüberstellung nicht herangezogen.

Tabelle 4-4: Flächenbilanzierung für das Einzugsgebiet der HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow (vgl. Abbildung 4-27)

Flächenkategorie	Gesamtfläche [m ²]	Versiegelungsgrad
Warnow-Wasser- und Abwasserverband	703.252	89 %
Hansestadt, Amt für Verkehrsanlagen	506.556	95 %
Sonstige Flächen	1.270.432	11 %
Summe	2.480.240	

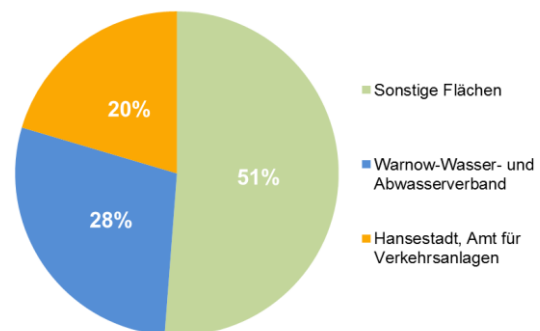


Abbildung 4-26: Gesamtflächenbilanzierung für das Einzugsgebiet der HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow (vgl. Abbildung 4-27)

Wenn man die satzungsgemäß (WWAV 2015) nicht relevanten unversiegelten Flächen einschließlich der sonstigen Flächen herausnimmt, ergibt sich für das Einzugsgebiet der HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow zwischen Warnow-Wasser- und Abwasserverband sowie Hansestadt Rostock - Amt für Infrastrukturanlagen zunächst folgender Aufteilungsmaßstab:

a) Gesamtfläche (Bezugswert):

$$2.480.240 \text{ m}^2$$

b) Anteil Warnow-Wasser- und Abwasser-
serverband:

$$703.252 \text{ m}^2 * 0,89 / 2.480.240 \text{ m}^2 \\ = 0,251 (25,1 \%)$$

c) Anteil Hansestadt Rostock - Amt für
Infrastrukturanlagen

$$506.556 \text{ m}^2 * 0,95 / 2.480.240 \text{ m}^2 \\ = 0,194 (19,4 \%)$$

- Für die siedlungswasserwirtschaftlichen **Maßnahmen** zum Überflutungsschutz **bis T = 30 a (bei Unterführungen T = 50 a)** durch Warnow-Wasser- und Abwasser-
serverband/Hansestadt Rostock - Amt für Infrastrukturanlagen folgender Quotierungsvorschlag:
 - ✓ Anteil Warnow-Wasser- und Abwasser-
serverband: **25,1 % / (19,4 % + 25,1 %) = 56,4 %**
 - ✓ Anteil Hansestadt Rostock - Amt für Infrastrukturanlagen: **19,4 % / (19,4 % + 25,1 %) = 43,6 %**
- Für die siedlungswasserwirtschaftlichen **Maßnahmen zum Überflutungsschutz bei T > 30/50 a: alle Maßnahmen/Mehrkosten 100 % durch Kommune**, somit:
 - ✓ Anteil Hansestadt Rostock - Amt für Umweltschutz: **100 %**

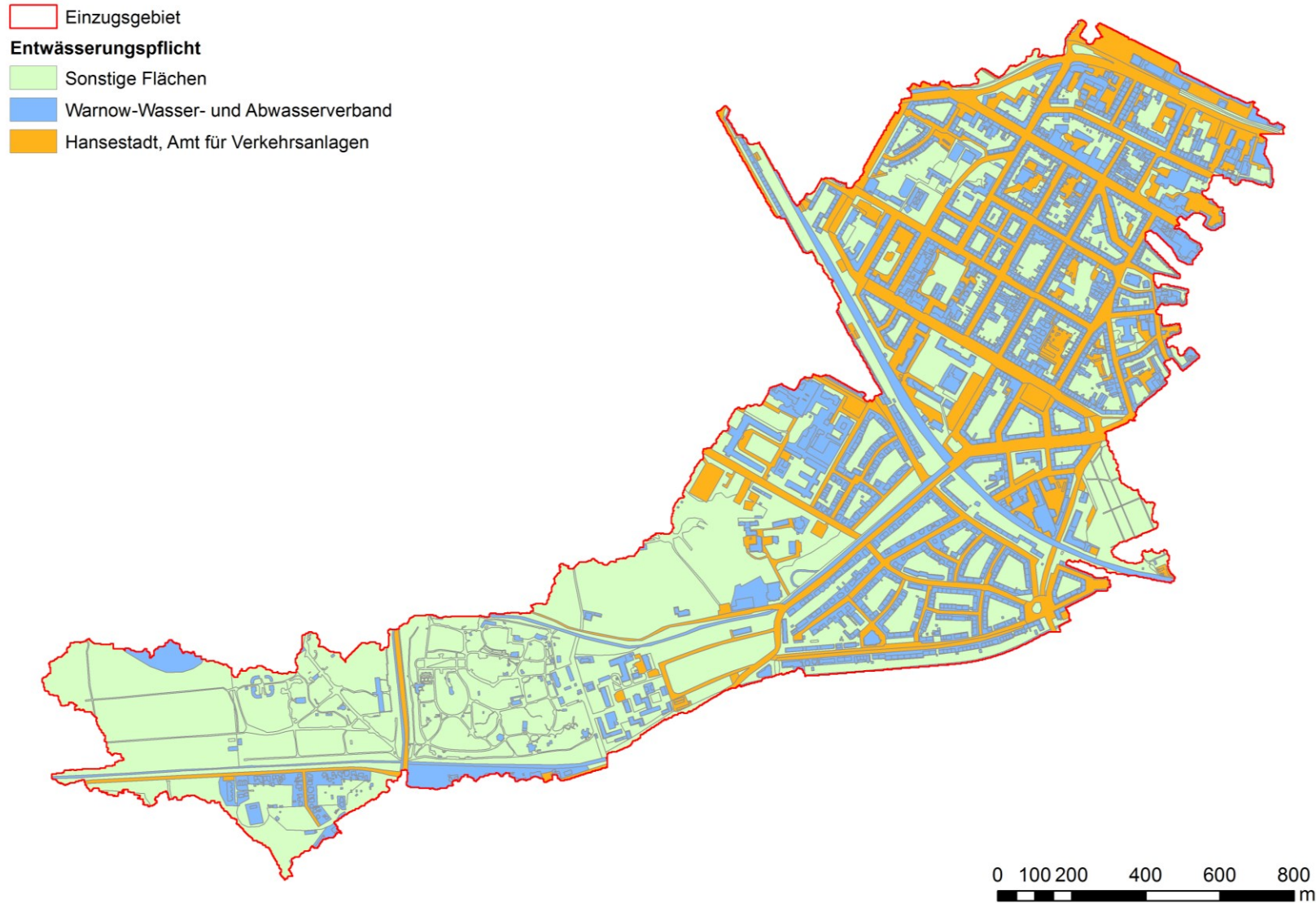


Abbildung 4-27: Flächenanalyse zur Entwässerungspflicht im Einzugsgebiet „HEA Barnstorfer Anlagen – Parkstraße – Unterwarnow“

5 Quellen, weiterführende Grundlagen

5.1 Gutachten, Konzepte, Pläne

- BIOTA (2011): Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos im Rahmen der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie für das Land Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 144 S.
- BIOTA (2012a): Gutachterliche Bewertung der hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse am Schmarler Bach als Grundlage für Hochwasserschutzmaßnahmen. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 155 S.
- BIOTA (2012b): Integriertes Entwässerungskonzept. Fachkonzept zur Anpassung der Entwässerungssysteme an den Klimawandel und die Urbanisierung. Phase 1: Grundlagenermittlung. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 41 S.
- BIOTA (2013a): Ergänzung des Berichtes zur vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos der Binnengewässer nach EU-HWRM-RL in Mecklenburg-Vorpommern). – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- BIOTA (2013b): Integriertes Entwässerungskonzept. Fachkonzept zur Anpassung der Entwässerungssysteme an den Klimawandel und die Urbanisierung. Phase 2: Bewertung der hydrologischen Gefährdung. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 90 S.
- BIOTA (2014a): Integriertes Entwässerungskonzept. Fachkonzept zur Anpassung der Entwässerungssysteme an den Klimawandel und die Urbanisierung. Phase 3: Einzugsgebietsbezogene Analysen der Hochwasserrisiken. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 48 S.
- BIOTA (2014b): Aktualisierung der Bewirtschaftungsvorplanung nach Europäischer Wasserrahmenrichtlinie für das innere Küstengewässer Unterwarnow. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg, 18 S.
- BIOTA (2015): Gutachten: Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der kommunalen Entwässerung in der Hansestadt Rostock. Strategien für zukunftsfähige Lösungen. – ö.b.v.SV für Gewässerschutz Dr. Dr. Dietmar Mehl, c/o biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag der Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz, 21 S.
- BIOTA (2016): HQ(T) M-V (2016). Überarbeitung und Aktualisierung der Regionalisierung der Hochwasserkennwerte für Mecklenburg-Vorpommern. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 104 S.

WASTRA-PLAN (2016): B-Plan 08.WA.170 „Thierfelder Straße“, Erschließungskonzeption Regenwasser, Schmutzwasser und Trinkwasser mit Löschwasser im Auftrag der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG.

5.2 Rechtsgrundlagen, Förderrichtlinien

HWRM-RL (Europäische Hochwasserrichtlinie): Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, Amtsblatt der EG Nr. L 288 vom 06.11.2007

Landeshaushaltsordnung (LHO) Mecklenburg-Vorpommern in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. April 2000 (GVOBl. M-V S. 159), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. April 2016 (GVOBl. M-V S. 207).

LWaG: Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) vom 30. November 1992, GVBl. M-V S. 669, zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 759, 765).

RL 2010/75/EU: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24.11.2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IED-Richtlinie), (ABl. EG Nr. L 334 S. 17).

ÜSG WarnowVO : Verordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebietes "Warnowniederung zwischen Klein Raden und der Hansestadt Rostock" (ÜSG WarnowVO) vom 3. Dezember 2007 (GVOBl. M-V Nr. 18, S. 400).

Verordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebietes "Warnowniederung zwischen Klein Raden und der Hansestadt Rostock" (ÜSG WarnowVO) vom 3. Dezember 2007 (GVOBl. M-V Nr. 18, S. 400).

WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. November 2014 (BGBl. I S. 1724) geändert worden ist.

WRRL (Europäische Wasserrahmenrichtlinie): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.

WWAV (2015): Satzung über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung der öffentlichen Einrichtungen für die zentrale und dezentrale Abwasserbeseitigung des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes (Abwassergebührensatzung), Lesefassung mit Stand vom 01.01.2015, http://www.wwav.de/export/sites/wwav/downloads/fachsatzungen/AbwGebSatzung_Lesefassung.pdf, letzter Seitenaufruf am 18.05.2015

5.3 Fachliteratur und Normen

ATV-DVWK-M 165: Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung. – Merkblatt, ATV-DVWK-Regelwerk, ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 01/2004.

- ATV-DVWK-M 177: Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 06/2001.
- CLIMATE SERVICE CENTER (o. J.): Machbarkeitsstudie „Starkregenrisiko 2050“. Abschlussbericht. Kooperationsprojekt des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) und des Climate Service Centers (CSC), 65 S., http://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/workshopdokumente/extremwetter_ereignisse/csc_machbarkeitsstudie_abschlussbericht.pdf, Download am 19.07.2016.
- DIN 1184-1:1992-03: Schöpfwerke/Pumpwerke; Planung, Bau und Betrieb. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 19661-1:1998-07: Wasserbauwerke - Teil 1: Kreuzungsbauwerke; Durchleitungs- und Mündungsbauwerke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 19700-12:2004-07: Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 19712:2013-01: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 1986-100:2008: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN 4049 Teil 1: Hydrologie – Grundbegriffe. – Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen und DWA-A 139: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen. - Gemeinschaftsveröffentlichung, Januar 2010, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DIN EN 752:2008-04: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsche Fassung EN 752:2008. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DVWK (1989): Regeln zur Wasserwirtschaft 113: Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Teil II: Synthese. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), Hamburg, Berlin (Verlag Paul Parey).
- DVWK (1990): Regeln zur Wasserwirtschaft 112: Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Teil I: Analyse. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), 2. durchges. Aufl., Hamburg, Berlin (Verlag Paul Parey).
- DWA (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. – DWA-Themen 1/2013, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. - Arbeitsblatt DWA-A 118. - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 03/2006.

- DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer. – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 09/2012.
- DWA-M 103: Hochwasserschutz für Abwasseranlagen. DWA-Merkblatt, Oktober 2013, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DWA-M 119 (Entwurf): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge – Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken. – DWA-Merkblatt, Entwurf, Stand Juli 2015, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983): Grundlagen der Hydrologie. – Berlin (Verlag für Bauwesen), 388 S.
- HEC (2010): Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Hydraulic Reference Manual. – Department of the Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center.
- http://www.lanuv.nrw.de/klima/pdf/Klimawandel_ueberflutungsanalysen_Niederschlag-Abfluss-Modelle_Hoppe_Welle_Schwerdorf_%20Chen.pdf, Download am 20.08.2015.
- IPCC (2014): Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Hrsg.)]. – IPCC, Genf, Schweiz, 151 S.
- KOSTRA-DWD (2000): Software KOSTRA-DWD 2000, Version 2.2.1; Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen. – Vertrieb: Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.
- LAWA (2009): Vorgehensweise bei der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos nach HWRM-RL. – Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, beschlossen auf der 137. LAWA-VV am 17./18. März 2009 in Saarbrücken.
- LAWA (2013): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen. – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, beschlossen auf der 146. LAWA-VV am 26./27. September 2013 in Tangermünde.
- LEHMANN, J., COUMOU, D. & FRIELER, K. (2015): Increased record-breaking precipitation events under global warming. – Climatic Change 132 (4): 501-515.
- MALITZ, G. & ERTEL, H. (2015): KOSTRA-DWD-2010. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (Bezugszeitraum 1951 bis 2010). Abschlussbericht. – Deutscher Wetterdienst (DWD), Abteilung Hydrometeorologie, 40 S.
- MEHL, D., HOFFMANN, T. G., BOLLMOHR, A. & SCHENTSCHISCHIN, J. (Bearbeitung); GOETZE, A., MEYER-FELDT, F., SCHUMANN, A., SOMMERMEIER, K. & TÜRNER, J. (Redaktion) (2014a): Leitfaden Hochwasserrisikomanagementplanung in Mecklenburg-Vorpommern. – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern [Hrsg.], 84 S.
- MEHL, D., HOFFMANN, T. G., SCHNEIDER, M., LANGE, A., NEUPERT, A., BADROW, U. & WENSKE, T. (2015): Gemeinschaftliches Handeln im kommunalen Hochwassermanagement: das

- „Integrierte Entwässerungskonzept“ (INTEK) der Hansestadt Rostock. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 8 (11): 700-709.
- MEHL, D., MIEGEL, K. & SCHUMANN, A. (2014b): Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 2: Hydrologische Folgen. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1): 29-42.
- MIEGEL, K., MEHL, D., MALITZ, G. & ERTEL, H. (2014): Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 1: Hydrometeorologische Bewertung des Geschehens. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1): 18-28.
- Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew. – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2005.
- SCHLAMKOW, C., DREIER, N. & FRÖHLE, P. (2012): RADOST-Tour 2012: Wasserstandsszenarien/Veränderungen der Seegangsverhältnisse bis 2100 (RADOST = Regional Adaption Strategies for the German Baltic Sea Coast) – Powerpoint-Vortrag vom 11.09.2012.
- SCHMITT, T. G. (2012): Weiterentwicklung des DWA-Regelwerks für Regenwetterabflüsse. – KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall 3/2012: 192-200.
- SCS (1972): US Department of Agriculture Soil Conservation Service, 1972. National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology. US Government Printing Office, Washington, DC, 544.
- TU Dresden (2015): http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_forst_geo_und_hydrowissenschaften/fachrichtung_wasserwesen/isiw/sww/lehre/dateien/grndl_sww_geodaeten/VLgeo3Siedlungsentwaesserung.pdf, Download am 12.06.2015.
- UHL, M. (2015): Die neuen Regelwerke DWA-A 102 und BWK A 3 für niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse, in: IWARU Institut für Wasser.Ressourcen.Umwelt [Hrsg.]: Wasser in der Stadt, Lebensräume - Risiken – Entwicklungen. – Tagungsband Wassertage Münster 2015 „Wasser in der Stadt“, 24./25.2.2015 Fachhochschule Münster 2015, S. 121-143.
- USDA (1986): Urban Hydrology for Small Watersheds. – United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Conservation Engineering Division, Technical Release 55, 164 S.
- WEYAND, M. (2012): Zusammenspiel zwischen hydromorphologischem Gewässerzustand und Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung. Drittes DWA-Wasserrahmenrichtlinienforum. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 5 (12): 649-652.

5.4 Datengrundlagen

- EURAWASSER (2016): Digitales Kataster zum Siedlungsentwässerungssystem der EURAWASSER Nord GmbH; Modellierungsdaten, Projektunterlagen und weitere Daten und Informationen.

http://www.demografie-mv.de/cms2/Demografie_prod/Demografie/de/Daten_Fakten_Trends/Altersstruktur/index.jsp, Download am 20.08.2015.

http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser/hochwasserrisikomanagementrichtlinie/hwr_hochwasserrisikomanagementplaene.htm, Download am 21.09.2016.

KOSTRA-DWD (2000): Software KOSTRA-DWD 2000, Version 2.2.1; Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen. – Vertrieb: Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.

KOSTRA-DWD (2010): Software KOSTRA-DWD 2010, Version 3-1; Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen. – Vertrieb: Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH.

Offene Regionalkarte Mecklenburg-Vorpommern (<http://www.orka-mv.de/nutzungsbedingungen.html>).

STALU MM (2013): Ausuferungsflächen Küste Extremhochwasser und Überflutungshöhen entsprechend HWRM-RL-Umsetzung. – Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg.

STGR (2015): Aktualisierung der Flächennutzungskartierung der Hansestadt Rostock. – Steinbeis Tranferzentrum Geoinformatik Rostock.

6 Anlagen (DVD): Fachkarten und GIS-Daten

a) Entwässerungsachsen

- Potenzielle Eignung für die Ausbildung als Entwässerungsachse nach GIS-Analyse, Blätter 1 bis 3
- Lage und Hierarchie der Entwässerungsachsen nach GIS-Analyse und manueller Nachbearbeitung, Blätter 1 bis 3

b) Schutzniveau: schutzgutabhängige Bemessungsansätze (Vorschlag)

- Risikoklassen (Empfohlenes Wiederkehrintervall T in a) der Klassen der Realnutzung der Hansestadt Rostock (STGR 2015), Blätter 1 bis 3