Gemeinschaftliches Handeln im kommunalen Hochwassermanagement: das „Integrierte Entwässerungskonzept“ (INTEK) der Hansestadt Rostock

Dietmar Mehl, Tim G. Hoffmann, Marc Schneider, Anika Lange (Bützow), Andreas Neupert, Uwe Badrow und Thomas Wenske (Rostock)

Zusammenfassung

Die Hansestadt Rostock lässt vor dem Hintergrund mehrfacher Überschwemmungsereignisse der letzten Jahre, besonders komplexer hydrologischer Bedingungen einer Küstenstadt und letztlich als Maßnahme der Adaption an den Klimawandel ein „Integriertes Entwässerungskonzept“ (INTEK) entwickeln. Dieses basiert vor allem auf einem gemeinschaftlichen Handeln im kommunalen Hochwassermanagement und auf einem ganzheitlichen Ansatz. Der Beitrag beschreibt die Rahmenbedingungen, die Zielstellungen und stellt als Teilergebnis die flächendeckende Gefährdungsanalyse im Überblick vor.

Schlagwörter: Rostock, Hochwasserschutz, Hochwassermanagement, Entwässerung, Klimawandel, Gefährdungsanalyse

DOI: 10.3243/kwe2015.11.005

Abstract

Collaborative Action in Municipal Flood Management: The “Integrated Drainage Concept” (INTEK) of the Hanseatic City of Rostock

Against the background of repeated flooding events in recent years, particularly complex hydraulic conditions of a coastal city and ultimately as measure for adaption to climate change, the Hanseatic City of Rostock is developing an “integrated drainage concept” (INTEK). This, primarily, is based on collaborative action in municipal flood management and on a holistic approach. The article describes the basic parameters and the objective, and presents the area-wide hazard analysis at a glance as partial result.

Key words: Rostock, flood protection, flood management, drainage, climate change, hazard analysis

1 Einleitung

Hydrologische Extremereignisse sind in urbanen Räumen regelmäßig mit hohem Gefährdungspotenzial verbunden. Weil vergleichsweise viele Menschen, viele Sach- und Vermögenswerte, aber auch Kulturgüter und andere Schutzgüter sich hier auf engem Raum ballen, ist das Hochwasserrisiko vielfach besonders hoch.

Dabei ist es nicht nur die teilweise überflutungsexponierte Lage von Städten gegenüber Binnengewässern und/oder Meeren, sondern häufig auch die komplexe urbane hydrologische Situation, die zur Gefährdung führt. So können u. a. auch starkregeninduzierte Sturzfluten ein großes Problem darstellen [1]. Gerade in Küstenstädten ist die hydrologische Komplexität im Besonderen gegeben; die Notwendigkeit gemeinschaftlichen und somit gesellschaftlichen Handelns durch Entscheidungsträger, lokale Akteure und die Bürger ist hier besonders augenfällig und nimmt angesichts des Klimawandels stetig an Bedeutung zu [2]. Latent besteht darüber hinaus die Gefahr schwerer oder sehr schwerer Sturmfluten der Ostsee.

Es hat in den letzten Jahren eine ganze Reihe von extremen Niederschlagsereignissen in Mecklenburg-Vorpommern gegeben. Regelmäßig schwer betroffen von den damit zusammenhängenden Hochwasserereignissen war der Raum Rostock. Besonders ragt das sogenannte „Sommer-Hochwasser“ des Jahres 2011 heraus [3, 4, 5]. Hier zeigen die extremwertstatistischen Untersuchungen für die DWD-Station Rostock-Warnemünde, dass die ausgewerteten Niederschlagssummen zwischen dem 21. und 23. Juli 2011 für Dauerstufen im Intervall 12 h…48 h als ca. 1000-jährliche Niederschlagsereignisse einzuordnen sind

[4]. Direkt in der Hansestadt Rostock wurden zahlreiche Problemschwerpunkte mit Überflutungen deutlich, die mit der komplexen Entwässerungssituation und mit dem zunehmenden Grad der Urbanisierung zusammenhängen.

Nach der Legaldefinition des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist „Hochwasser […] 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 [6]). Eingeschlossen in diese Definition und damit auch Betrachtungsgegenstand der aktuell laufenden Bewertungen und Planungen nach der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL [7]) bzw. nach §§ 73 ff. WHG sind somit Hochwasser an Binnengewässern, Sturmfluten an den Küsten sowie Grundhochwasser. Nicht in diesem Rahmen betrachtet werden dagegen ausdrücklich Überschwemmungen infolge Überlastung und/oder Versagens der technischen Systeme für Abwassersammlung, -transport, -behandlung und letztlich -einleitung in die Gewässer (vgl. auch [8]). Abwasser umfasst entsprechend § 54 WHG neben Schmutzwasser auch das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser). Das von unbefestigten Flächen „wild" abfließende Wasser ist damit explizit nicht erfasst.

Die Niederschlagswasserableitung ist ein Aspekt der Abwasserbeseitigungsverpflichtung, die gemäß Landeswassergesetz Mecklenburg-Vorpommern Aufgabe der Gemeinden ist. In Rostock wurde diese Aufgabe dem Warnow-Wasser- und Abwasserverband (WWAV) als Körperschaft öffentlichen Rechts übertragen (§ 40 (1) LWaG [9]).

Die hydraulische Leistungsfähigkeit der technischen Entwässerungssysteme wird vor allem aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch wegen möglicher betrieblicher Störungen (vor allem potenzielle Geruchsbelästigungen infolge von Ablagerungen in zu großen Kanälen) auf kritische, aber statistisch häufigere Regenereignisse bemessen. Hier ist entsprechend § 60 WHG der Stand der Technik maßgebend. DIN EN 752 [10] bildet die Normengrundlage, [11] das entsprechende DWA-Regelwerk. In [12] wird grundsätzlich auf eine integrale Planung und insbesondere bei größeren und komplexeren Entwässerungssystemen oder erkennbaren Risiken auf eine Anwendung komplexer Bemessungsverfahren orientiert (modellgestützte, instationäre Abflusssimulationen auf der Basis von Bemessungsregen). In praxi werden aber nach wie vor trotz entsprechender Konstellationen teilweise nur die einfachen Bemessungsverfahren angewandt. Selbst aber bei Anwendung komplexerer Verfahren sind die Bemessungsansätze (natürlich) auf Wirtschaftlichkeit ausgelegt. So ist für Wohngebiete beispielsweise der Überflutungsschutz nur bis zu einem 20-jährlichen Ereignis zu gewährleisten. In den Bebauungsplänen der Hansestadt Rostock werden grundsätzlich die Schutzvorkehrungen gegenüber einem 100-jährlichen Bemessungshochwasser zugrunde gelegt.

Aus alldem erwachsen zunächst folgende Konsequenzen:

1. Abwasseranlagen alleinig können außergewöhnliche meteorologische bzw. hydrologische Ereignisse im urbanen Raum im Allgemeinen nicht bewältigen. Das trifft vor allem dann zu, wenn das Wasser auch von unbefestigten Flächen bei Sättigungsabfluss zufließt oder Vorflutbedingungen nicht gegeben sind (hochwasserführende Binnengewässer oder Sturmflutwasserstände in den Küstengewässern).
2. Es führt kein Weg an einer ganzheitlichen Betrachtung aller Teilaspekte der Entwässerung in urbanen Räumen vorbei, was auch der Bürger wohl zu Recht erwarten darf. Nur eine komplexe (integrale) hydrologisch-hydraulische Prüfung aller Systeme in ihrem funktionalen Zusammenhang lässt es zu, Gefährdungen sachgerecht zu erkennen, Risiken adäquat zu bewerten und letztlich zielführende und wirtschaftlich tragfähige Lösungen zu erarbeiten.
3. Die Verantwortung von Städten und Gemeinden bzw. der mit entsprechenden Aufgaben betrauten Gebietskörperschaften oder kommunalen Betriebe im Hinblick auf den lokalen Hochwasserschutz muss übergreifend wahrgenommen werden und darf insbesondere keine „Lücken" lassen; der DWA-Leitfaden „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge" [12] spricht hier von einer „kommunalen Gemeinschaftsaufgabe", was zudem auch eine stärkere Eigenvorsorge der potenziell Betroffenen einschließen muss.

Die sich daraus ergebende Problematik ist fachlich erkannt, aber bedarf meistenorts noch konkreter Analysen und Lösungen. Der o.g. DWA-Leitfaden [12] bildet hier eine sehr fundierte und praxisgerechte Empfehlung. Insbesondere kommt es darauf an, die jeweiligen lokalen und regionalen Gegebenheiten problemgerecht zu berücksichtigen, vgl. auch den einleitenden Grund Nr. 10 der HWRM-RL [7]. In der Hansestadt Rostock wird seit dem Jahr 2012 an einem „Integrierten Entwässerungskonzept" (INTEK) als „freiwillige" kommunale Aufgabe gearbeitet, das dem Vorstehenden konzeptionell und fachlich Rechnung tragen soll.

2 Regionale/lokale Situation und darauf basierende Zielstellungen

Bedingt durch die insgesamt geringe Geländehöhe (über dem Meeresspiegel) und die Küstencharakteristik vieler Bereiche der Hansestadt Rostock und das mitten in der Stadt liegende Ästuar der Unterwarnow sind die natürlichen Entwässerungsbedingungen bereits vielfach ungünstig und wurden durch die die Stadtentwicklung in der Vergangenheit vielfach noch verschärft (Abbildung 1). Die regionalen Verhältnisse im und entlang des Vorflutsystems lassen sich wie folgt umreißen:

- Natürliche Bedingungen
  - Viele Landflächen liegen nur gering über dem Meeresspiegelniveau
  - Teilweise großflächige Moore (ca. 8 % des Stadtgebietes) in ausgeprägten Niederungen auf Meeresspiegelniveau
  - Hohe bis sehr hohe Küstenwasserstände bei Sturmfluten
  - Vielfach geringes oder sehr geringes Gefälle sowie Ostseerückstau in Binnengewässern
  - Viele natürliche Senken

- Anthropogene Bedingungen
  - Moorentwässerung und Moorsackungen teilweise bis unter das Meeresspiegelniveau, auch daher häufig Schöpfwerksentwässerungen mit begrenzter Pumpkapazität

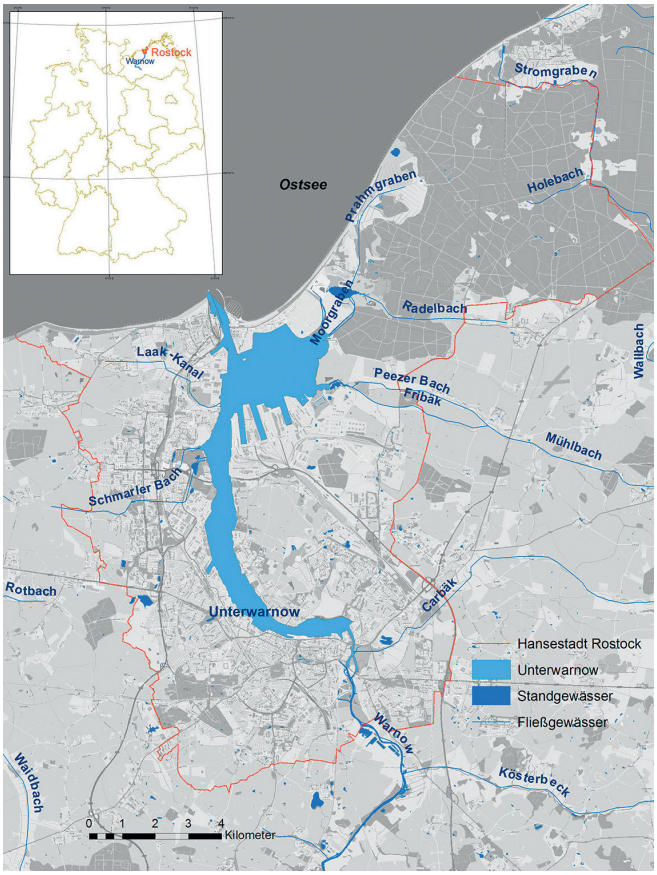

Abb. 1: Hansestadt Rostock und wichtigste Gewässersysteme

- Anthropogenes Vorflutsystem mit hohem Anteil künstlicher Vorfluter zur Flächenentwässerung
- Hohes Potenzial in den Vorflutern für abflussbehindernde Gewässerverkrautung und Sedimentation, damit Notwendigkeit regelmäßiger Gewässerunterhaltung
- Abflussbehindernde Bauwerke (Durchlässe, Rohrleitungen, teilweise auch Wehre und Brücken)

Bei den abflussbestimmenden hydrologischen Verhältnissen sind vor allem folgende Aspekte relevant:

- Abgesehen von der Warnow relativ kleine Einzugsgebiete der Fließgewässer
- Vor allem in peripheren Lagen des Stadtgebiets Dominanz landwirtschaftlicher Nutzung mit hohem Anteil an künstlicher Flächenentwässerung (Dränung)
- Verdrängung von Wäldern, Feuchtgebieten etc. vor allem zugunsten von Siedlungs- und Verkehrsflächen, weiter zunehmende Urbanisierung (Bebauung, Infrastruktur)
- Nur geringe Versickerungsmöglichkeiten auf Standorten mit hohem Grundwasserstand oder bei schweren, gering durchlässigen Böden
- Flächenentwässerung in urbanen Räumen über öffentliche Trenn- und Mischkanalisation, private Entwässerungslösungen in geringem Umfang
- Schnelle Abflusskonzentration infolge hoher bis sehr hoher baulicher Verdichtung und Versiegelungsgrade
- Bei intensiven Niederschlägen bzw. hohen Abflüssen eingeschränkte Leistungsfähigkeit der Kanalnetze (aber auch künstliche Retention auf urbanen Flächen, z. B. Straßenüberstau), verminderte Wirkung von Regenrückhaltebecken und Infiltrationslösungen bei intensiveren und/oder länger andauernden Niederschlägen
- Ausbildung oberirdischer Abflüsse und Abflussbahnen entsprechend Gefälle bzw. Relief
- Starke natürliche oder künstliche Retentionswirkung von Geländedepressionen (Senken)

Die Hansestadt Rostock begegnet dieser hydrologischen Konstellation mit einem ganzheitlichen, abgestuften Lösungsansatz zur Analyse der Entwässerungsbedingungen, der sich in zahlreiche weitere Aktivitäten der Hansestadt Rostock zur Anpassung an den Klimawandel einordnet. Zentrale Anliegen bilden

a) die Erhöhung der Resilienz („Widerstandsfähigkeit“ oder „Robustheit“) gegenüber hydroklimatischen und folglich hydrologischen Extremen im Hinblick auf die wasserwirtschaftlichen Möglichkeiten einer geordneten Stadtentwässerung und
b) die Verringerung der Vulnerabilität („Verletzlichkeit“) potenziell betroffener gesellschaftlicher Bereiche, vor allem eine Verringerung des Schadensrisikos.

Es sind folgende Raum- und Inhaltsebenen zu unterscheiden:

(1) Ebene 1: Stadtgebiets- und einzugsgebietsbezogene Analyse der Handlungsnotwendigkeiten und -optionen (INTEK)
(2) Ebene 2: Einzugsgebietsbezogene Entscheidungen fällen und Lösungsvarianten untersuchen (Machbarkeitsstudien, Prognosemodelle o. ä.)
(3) Ebene 3: Wahrscheinliche bzw. jeweils akute Probleme identifizieren und konkrete planerische Lösungen entwickeln (Umsetzungsebene)

Das „Integrierte Entwässerungskonzept“ (INTEK) der Hansestadt Rostock stellt somit die analytische und planerische Grundstufe dar (geringster Detaillierungsgrad), hat aber gerade die zentrale Aufgabe, die wesentlichen Gefährdungen und Risiken nach Art und Ursache grundlegend zu identifizieren. Damit sichert das Vorgehen ab, dass ein auch wirtschaftlich tragfähiges Maß an Analyse und Planung erreicht wird. Teilzielstellungen des INTEK sind demnach:

- Ganzheitliche Gefährdungs- und Risikoanalyse auf der Basis vergleichsweise einfacher Ansätze, vgl. [12]
- Aufbereiten und Integrieren des vorhandenen Expertenwissens (vor allem Verbände)
- Herausarbeitung von Schwerpunkträumen, Ableitung von Prioritäten, Darstellung der Erfordernisse eines regionalen Hochwasser- bzw. Überflutungsrisikomanagements
- Ableitung/Begründung von urbanen „Entwässerungsachsen“
- Optimierung der Fach, Behörden und Institutionen übergreifenden Zusammenarbeit, Vorschläge für Verantwortlichkeiten
- Darstellung/Bewertung von konzeptionellen und technischen Möglichkeiten, Entscheidungssysteme für Genehmigungen in den Vollzug bei der unteren Wasserbehörde zu integrieren
- Frühzeitiger Abgleich mit Gewässer-, Bodenschutz- und Naturschutzstrategien; Suche nach Synergie- oder frühzeitigen Kompromisslösungen

- Prüfung finanzieller Fördermöglichkeiten oder der Aufgabenverlagerung in andere Zuständigkeiten
- Entwicklung von Vorschlägen für geeignete Formen der Öffentlichkeitsarbeit/-beteiligung

3 Vorgehensweise

Alle kartographisch verortbaren Daten, Informationen und Ergebnisse werden in einem Geographischen Informationssystem (GIS) dargestellt. Primäre fachliche Grundlage bildet zunächst eine Bewertung der hydrologischen Gefährdung mit geeigneten Methoden, welche zugleich die prinzipiellen Handlungsnotwendigkeiten offenbart. Die „Bewertung der hydrologischen Gefährdung“ umfasst vor allem folgende Aspekte:

- Bestimmung der wesentlichen Entwässerungssysteme und ihrer urbanen Einzugsgebiete
- Gefährdung durch oberirdische Abflussbahnen und Senkenlagen
- Bestimmung des spezifischen Gebietsabflusses der Teileinzugsgebiete bei Extremniederschlag (kritischer Dauer und Höhe)
- Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit von Schöpfwerksanlagen
- Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes und der Vorfluter
- Gefährdung durch hoch anstehendes Grundwasser
- Gefährdung durch Überschwemmung infolge Sturmfluten der Ostsee
- Gesamtbewertung der hydrologischen Gefährdung

Derzeit in Bearbeitung sind die Risikoanalyse sowie die Herausarbeitung der Handlungsnotwendigkeiten und -optionen.

4 Bisherige Ergebnisse – Gefährdungsanalyse

4.1 Auswerte- und Darstellungsformen

Das Gros der Ergebnisse besitzt einen Raumbezug und lässt sich daher am besten in Kartenform darstellen. Deshalb werden die einzelnen Gefährdungsaspekte in separaten, thematisch geordneten Fachkarten wiedergegeben. Alle Karten für die Hansestadt Rostock wurden, wegen der abzubildenden Gebietsgröße und um einen möglichst hohen Detailgrad zu erreichen, original in DIN-A1-Größe und dabei im Maßstab 1:18 000 bzw. 1:20 000 erstellt. Kartographisch musste hierzu die Hansestadt Rostock mit jeweils drei einzelnen Karten je Thema abgebildet werden. Die Blätter überlagern sich dabei in weiten Bereichen (Abbildung 2), was hilft, den räumlichen Zusammenhang beim Wechsel von einem Blatt zum nächsten zu wahren.

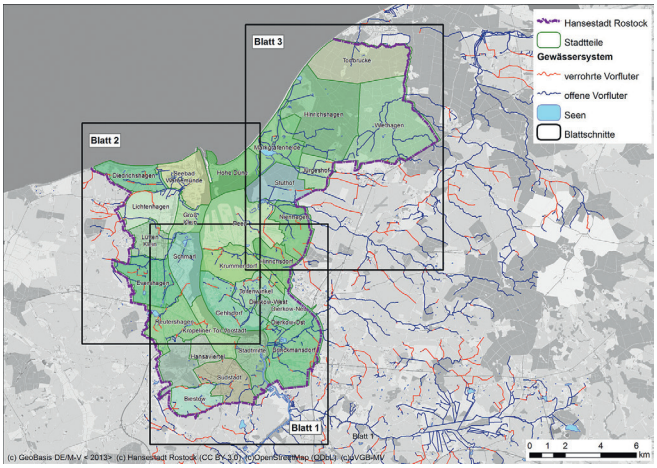

Abb. 2: Gewählter Blattschnitt der Kartendarstellungen für die Hansestadt Rostock

Im Textteil des INTEK werden alle relevanten Informationen zu den erarbeiteten und dort separat anliegenden Fachkarten in Kurzform beschrieben. Dies beinhaltet jeweils:

- Zielstellung
- Datengrundlagen
- Methodik
- Gegebenenfalls notwendige Hinweise zur Interpretation der Informationen
- Erläuterung der Kartendarstellung im Hinblick auf fachspezifische räumliche oder inhaltliche Aspekte (mit Hinweisen zu Besonderheiten und Schwerpunkten)

Für alle Karten gilt:

- Die Aussagegenauigkeit der Ergebnisse ist immer nur so hoch wie es die Eingangsdaten zulassen.
- Die Karten repräsentieren einen Datenstand zum Ist-Zustand vom Dezember 2013. Spätere Daten oder Informationen, z. B. zu umgesetzten bzw. in Planung befindlichen Vorhaben werden nicht berücksichtigt.
- Da es sich beim INTEK um ein stadtweites Konzept handelt, liegt der Schwerpunkt auf einer Darstellung der übergreifenden Entwässerungssysteme und Gefährdungsfaktoren. Spezielle kleinräumige Besonderheiten und lokale Einzelgefährdungen (z. B. einzelnes Haus in einer Senke, individuelle Probleme mit der Grundstücksentwässerung) können aufgrund des Betrachtungsmaßstabes im Regelfall nicht wiedergegeben werden.

4.2 Fachkarten (steckbriefhafte Beschreibung)

4.2.1 Wesentliche Entwässerungssysteme und deren urbane Einzugsgebiete

Datengrundlagen

- Digitales Geländemodell DGM-Küste: 5 m × 5 m Auflösung
- Digitales Kataster des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow-Küste“
- Digitales Kataster des Entwässerungs- bzw. Kanalsystems des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes bzw. der EURAWASSER Nord GmbH

Methodische Hinweise

- Maßgebliche und vor allem hydrologisch relevante Differenzierung nach Teileinzugsgebieten (TEZG), auch im Sinne urbaner, siedlungswasserwirtschaftlicher Strukturen
- Wasserscheiden des jeweiligen oberirdischen Einzugsgebietes ergeben sich im Ergebnis der orographischen Bedingungen, modifiziert durch die künstliche Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen (Dränung) sowie die siedlungswasserwirtschaftliche Situation (Regenkanalnetze und zugehörige urbane Einzugsgebiete)

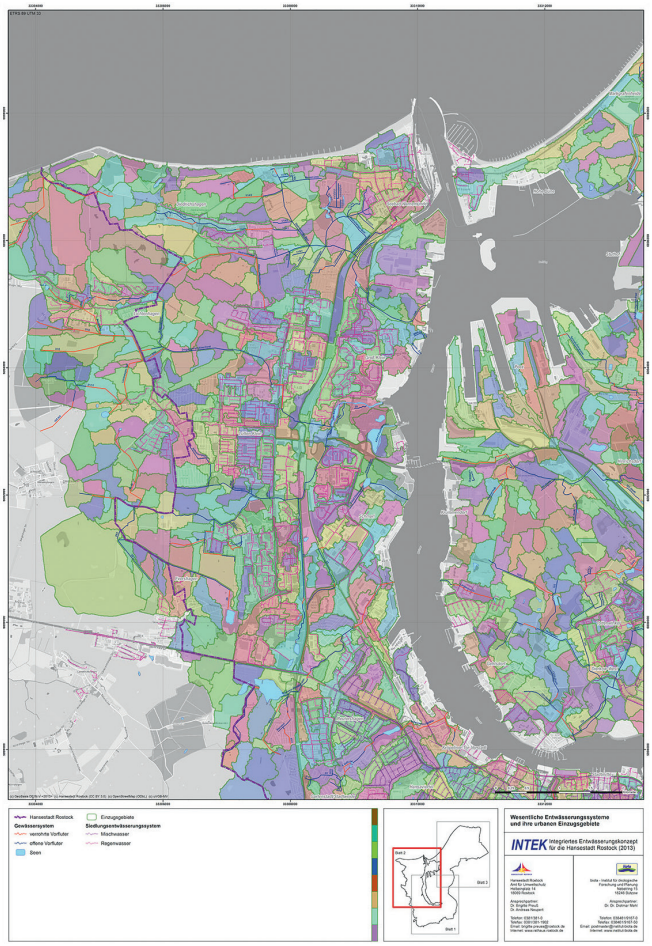

Abb. 3: Kartenbeispiel – Wesentliche Entwässerungssysteme und deren urbane Einzugsgebiete

Abb. 4: Kartenbeispiel – Gefährdung durch oberirdische Abflussbahnen und Senkenlagen

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 3)

- 2488 Teileinzugsgebiete (TEZG)
- 577 km Rohrleitungen des Regenentwässerungssystems
- 662 km Fließgewässer in den relevanten Einzugsgebieten (offen und verrohrt)
- Direkt (ohne eigene Vorfluter) in Unterwarnow oder Ostsee entwässernde Teilgebiete wurden nicht extra ausgewiesen
- Sehr kleine TEZG ergeben sich im städtischen Bereich aufgrund des differenzierten Entwässerungssystems

4.2.2 Gefährdung durch oberirdische Abflussbahnen und Senkenlagen

Datengrundlagen

- Digitales Geländemodell DGM-Küste: 5 m × 5 m Auflösung
- Digitales Kataster des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow-Küste“

Methodische Hinweise

- Ermittlung der Senken und Abflussbahnen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) aus dem digitalen Datensatz der Geländehöhen; dabei wird jede Rasterzelle hinsichtlich ihrer Höhe mit ihren Nachbarrasterzellen verglichen und entsprechend klassifiziert
- Einstufung der Gefährdung: Analyse der über die jeweilige Abflussbahn entwässerten Einzugsgebiete (A_{EZG}); je größer die angeschlossene Fläche ist, um so größer ist auch die Abflussmenge, die bei einem Regenereignis zum Abfluss kommen kann; Klassifizierung: Sehr hoch: $A_{EZG} > 1000$ ha, Hoch: 250 ha $< A_{EZG} < 1000$ ha, Mittel: 25 ha $< A_{EZG} < 250$ ha, Niedrig: 5 ha $< A_{EZG} < 25$ ha
- Einstufung der Gefährdung: Beurteilung des Zu- und Abflusses der Senken. Senken die durch Abflussbahnen durchzogen sind, also einen Zufluss erhalten und die nicht durch technische Systeme entwässert werden, sind besonders stark gefährdet. Die geringste Gefahr besteht bei Senken, die keinen Zufluss durch oberirdische Abflussbahnen erhalten und die darüber hinaus auch entwässert werden. Die Einstufung des Gefährdungspotenzials erfolgt in vier Stufen: Sehr hoch: Abfluss = nein, Zufluss = ja, Hoch: Abfluss = beschränkt, Zufluss = ja, Mittel: Abfluss = unbeschränkt, Zufluss = ja, Niedrig: Zufluss = nein

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 4)

- Senken und Abflussbahnen sind relativ gleichmäßig über das Stadtgebiet verteilt
- Insgesamt rund 760 km oberflächliche Abflussbahnen, ca. 54 % davon mit Einzugsgebietsgrößen zwischen 5 und 25 ha
- Abflussbahnen fallen hauptsächlich mit Gewässerläufen und zum Teil mit Straßenzügen zusammen
- Insgesamt rund 71 000 Senken mit einer mittleren Größe von 425 m², sehr große Senkenlagen (> 100 ha) im Bereich größerer Moore

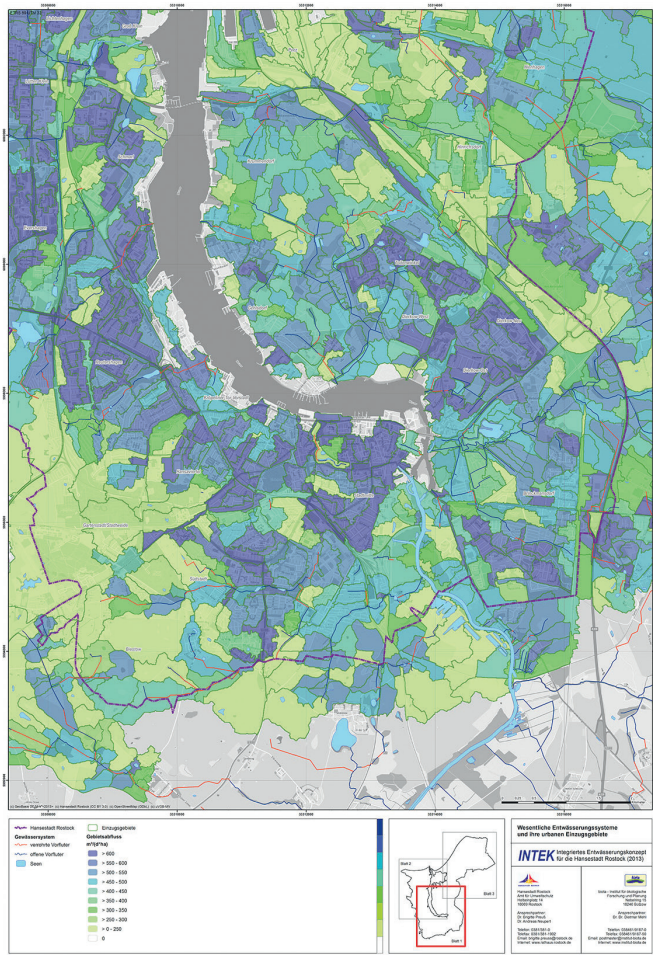

Abb. 5: Bestimmung des spezifischen Gebietsabflusses der Teileinzugsgebiete bei Extremniederschlag (kritischer Dauer und Höhe)

- Gesamtfläche (Senken) von 3800 ha, bezogen auf Größe des Stadtgebietes damit Flächenanteil von 22 %
- Hohe bis sehr hohe Gefährdung bei 14 % der Anzahl der Senken (66 % des Flächenanteils)

4.2.3 Bestimmung des spezifischen Gebietsabflusses der Teileinzugsgebiete bei Extremniederschlag (kritischer Dauer und Höhe)

Datengrundlagen
- Regionalisierte Extremniederschläge nach Dauerstufen und für Wiederkehrintervalle (T) nach KOSTRA-DWD (2000) bis T = 100 a
- Versiegelungsgrad (Versiegelungskataster der Hansestadt Rostock)
- Geologische/bodenkundliche Daten
- Daten zur Landnutzung (Corine Landcover 2006)
- Digitales Geländemodell DGM-Küste
- Teileinzugsgebiete und Entwässerungssysteme
- Aus dem DGM berechnete Senken

Methodische Hinweise
- Sensitivitätsanalyse zur Ermittlung des Einflusses der unterschiedlichen Gebietseigenschaften auf den Abfluss in Rostock mittels Niederschlag-Abfluss-Modell (HEC-HMS)
- Klassifizierung der Einzugsgebiete mittels Clusteranalyse entsprechend ihrer abflussbestimmenden Gebietseigenschaften mit den Gewichtungsfaktoren der Sensitivitätsanalyse in 11 Gruppen
- Festlegung eines repräsentativen Beispielgebietes mit mittleren Eigenschaften bezüglich der Abflussbildung bei Starkregen je Gruppe
- Berechnung der Abflussspende für diese repräsentativen Gebiete und verschiedene Niederschlagsereignisse mit einigen vereinfachenden Annahmen
- Auswahl/Festlegung des für eine Gesamtbetrachtung von Rostock überwiegend kritischen Ereignisses mit Dauer D = 24 h und Wiederkehrintervall T = 100 a
- Berechnung der Abflussvolumen je Teileinzugsgebiet unter Berücksichtigung der im Gebiet verbleibenden Anteile in abflusslosen Senken und Mulden
- Berechnung der Abflussspenden für das kritische Regenereignis und Übertragung auf alle Teileinzugsgebiete derselben Gruppe

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 5)
- innerstädtische und stark bebaute TEZG weisen im Regelfall die höchsten Abflussspenden auf
- auch in Niederungsgebieten wird aufgrund hoher Grundwasserstände und damit geringerer Infiltrationsmöglichkeiten eine relativ hohe Abflussspende erreicht
- die Rückhalteleistung von Senken bzw. Mulden kann im Einzelfall zu sehr geringen (oder auch keinen) Abflüssen in TEZG führen

4.2.4 Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes und der Vorfluter

Datengrundlagen
- Digitales Kataster des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow-Küste“
- Technische Unterlagen zu den Vorflutern und Bauwerken/Bauwerkskataster
- Digitales Kataster des Regenentwässerungssystems des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes bzw. der EURAWASSER Nord GmbH
- Vorliegende (neuere) hydraulische Berechnungen von Vorflutern und Bauwerken
- Vorliegende (neuere) Vermessungen von Vorflutern und Bauwerken
- Digitales Geländemodell DGM-Küste
- Technische Unterlagen zu den Schöpfwerken
- Teileinzugsgebiete und Entwässerungssysteme, Senkenlagen
- Berechnete Gebietsabflüsse für das kritische Regenereignis (s. o.)

Methodische Hinweise
- Vereinfachte Betrachtung der hydraulisch maßgeblichen (begrenzenden) Leistung des Gebietsauslasses für jedes der ca. 2500 Einzugsgebiete; folgende Konventionen:
- Offene Vorfluter werden als nicht abflussbegrenzend angesehen; der Fokus wird auf „abflussbegrenzende“ Bauwerke gelegt; Bauwerke in diesem Sinne sind Durchlässe und Rohrleitungen sowie gegebenenfalls Brückenbauwerke, die geringere Geometrien als die offenen Vorfluter ausweisen (dies wurde einzeln abgeschätzt, alle Brückenbauwerke wurden hiernach als nicht abflussbegrenzend angesetzt),

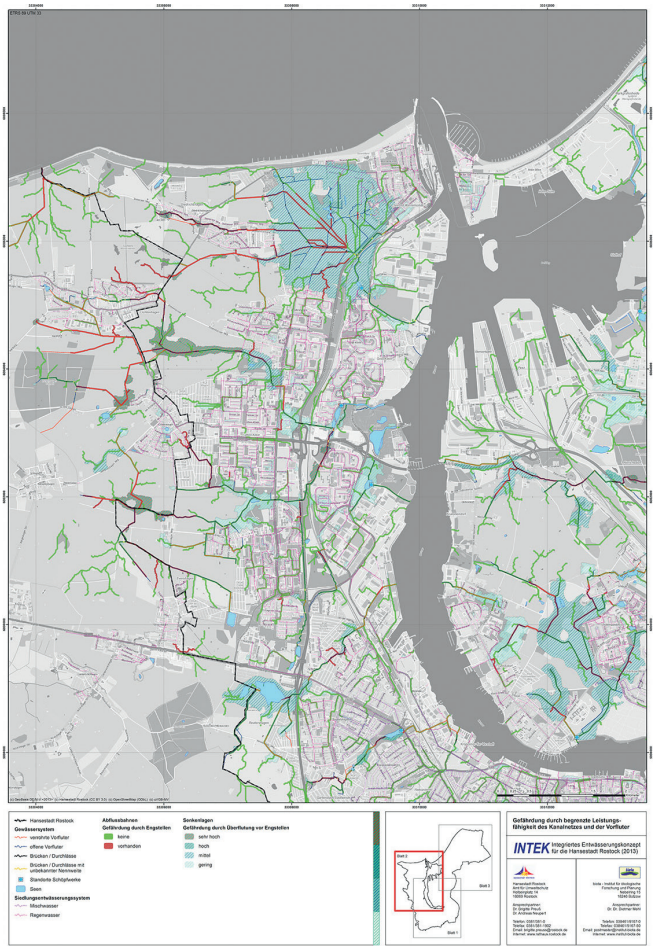

Abb. 6: Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes und der Vorfluter

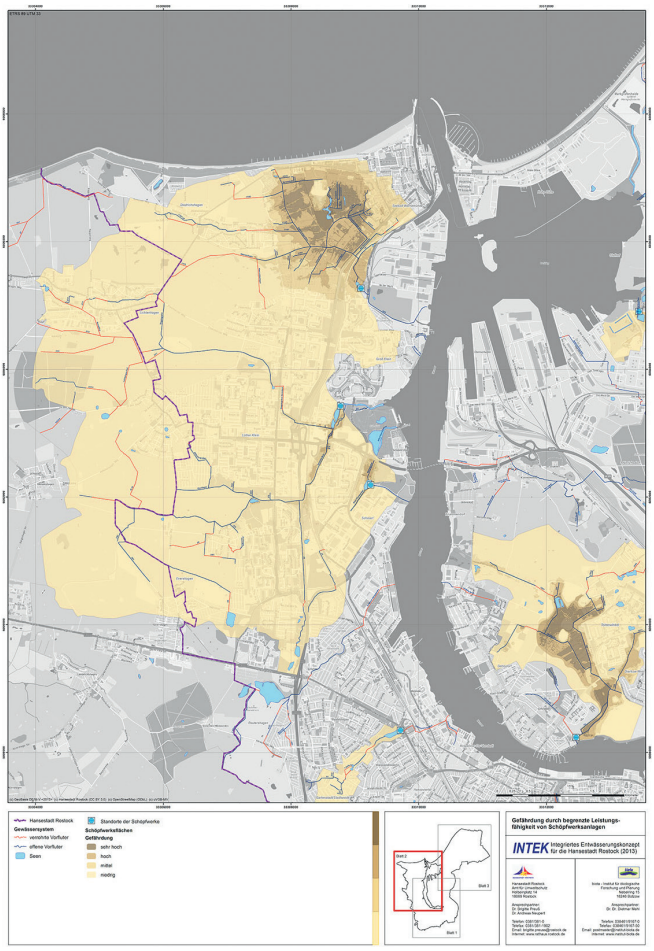

Abb. 7: Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit von Schöpfwerksanlagen

der Unterhaltungszustand der Bauwerke wird nicht berücksichtigt

- Hydraulische Leistungsfähigkeit der Rohrleitungen und Durchlässe wurde über die Fließformel von Prandtl & Colebrook [13] berechnet, vereinfachend wurde ein konstantes hydraulisches Gefälle von 1/DN (DN = Leitungsdurchmesser in mm) angesetzt
- Kann die Leitung das zuströmende Wasser aus dem Eigeneinzugsgebiet und dem oberhalb liegenden Entwässerungssystem nicht vollständig aufnehmen, so führt der verbleibende Volumenanteil zum Füllen einer Senke und/oder zu einem oberflächlichen Abfluss
- In Bereichen, in denen sehr komplexe hydrodynamische Verhältnisse zu erwarten sind (z. B. aufgrund verzweigter oder paralleler Entwässerungssysteme), wurden die Ergebnisse der vereinfachten Betrachtung durch die Fachleute der Verbände verifiziert
- Ergebnis: eine Senke wird gefüllt oder läuft gegebenenfalls über und aktiviert eine oberirdische Abflussbahn – dann ist eine „hydraulische Engstelle“ vorhanden
- Gefährdungsklassen von Senkenlage durch Überflutungen aufgrund hydraulischer Engstellen im Entwässerungssystem: Sehr hoch: Füllstand = 100 %, Hoch: Füllstand = 51 – 99 %, Mittel: Füllstand = 1 – 50 %, Niedrig: Füllstand = 0 %
- Bewertung der Senken und Entwässerungssysteme für ein sehr volumenintensives Extremregenereignis; T = 100 a, D = 24 h

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 6)

- Geringe Gefährdung: 66 % (35 % Flächenanteil) der Senken mit Verbindung zum Entwässerungssystem; insb. ausgedehnte Senkenlagen in Moorbereichen/Niederungen
- Sehr hohe Gefährdung (vollständige Füllung, gegebenenfalls mit Überlaufen): 21 % (4 % Flächenanteils) der Senken mit Verbindung zu Entwässerungssystemen
- Gefährdung durch wild abfließendes Wasser infolge einer Engstelle im Entwässerungssystem bei 10 % der oberirdischen Abflussbahnen

4.2.5 Gefährdung durch begrenzte Leistungsfähigkeit von Schöpfwerksanlagen

Datengrundlagen

- Technische Unterlagen zu den Schöpfwerken
- Ortsbesichtigung/Bestandsaufnahme
- Angaben der Pumpenhersteller
- Digitales Geländemodell DGM-Küste

Methodische Hinweise

- Recherche aller relevanten Schöpfwerksdaten: Schöpfwerkseinzugsgebiete, Auswertung genauerer Bestandsaufnahmen, Bewertung der technischen Angaben zu den Schöpfwerken, Volumenermittlung Mahlbusen/Überschwemmungsgebiete, Berücksichtigung der ermittelten Pumpenleistung und Rückhaltevolumen zur Beurteilung

der Gefährdung durch eine begrenzte Leistungsfähigkeit der Entwässerungssysteme
- Ermittlung der besonders gefährdeten Bereiche innerhalb der Schöpfwerksflächen durch Analyse des DGM Küste und 4-stufige Klassifizierung: Sehr hoch: Geländeoberkante (GOK) < 0 m NHN, Hoch: 0 m NHN < GOK < 1 m NHN, Mittel: 1 m NHN < GOK < 2 m NHN, Niedrig: GOK > 2 m NHN

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 7)
- Im Bereich der Hansestadt Rostock werden insgesamt 9320 ha durch die großen Schöpfwerksanlagen entwässert. In die Gefährdungsklassen werden die Flächen wie folgt eingestuft: Sehr hoch: 120 ha = 1,3 %, Hoch: 293 ha = 3,1 %, Mittel: 649 ha = 7,0 %, Niedrig: 8258 ha = 88,6 %

4.2.6 Gefährdung durch hoch anstehendes Grundwasser

Datengrundlagen
- Grundwasser-Isohypsenkarten
- Digitales Geländemodell DGM-Küste
- Karte der geologischen Oberflächenbildungen (Maßstab 1:100 000): Petrographie/Substratverhältnisse, Genese
- Forstliche Naturraumkarte (Maßstab 1:25 000): Substratverhältnisse, Hydromorphiemerkmale
- Recherchierte Dränprojekte aus dem Archiv des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow-Küste“
- Gewässerläufe auf Grundlage der historischen Flurkarte Rostock von 1902

Methodische Hinweise
- Berechnung des mittleren Grundwasserflurabstandes (GWFA) aus den Daten zu den Grundwasserständen (Grundwasserisohypsen = GW-Gleichen = Linien gleicher absoluter Höhe der GW-Druckfläche, bei ungespanntem GW = Lage der Grundwasseroberfläche) und dem digitalen Geländemodell (DGM Küste)
- Bewertung der Gefährdung durch Klassifizierung der ermittelten GWFA in drei Gruppen: Hoch: GWFA = 0 – 0,5 m, Mittel: GWFA = 0,5 – 1 m, Niedrig: GWFA = 1 – 2 m oder Auftreten grundwasserbestimmter Böden
- Einen weiteren, wenn auch „unsicheren“ Hinweis auf relativ hoch anstehendes Grundwasser liefert die Verbreitung von auen- und niederungstypischen Sedimenten und Böden; eine Überlagerung aller auen- und niederungstypischen Sedimenten und Böden der unterschiedlichen Karten ergibt dabei für den Raum Rostock gegenüber der reinen Betrachtung der Grundwasserisohypsen noch zusätzliche Areale mit potenziell hohen Grundwasserständen
- Als weitere Gefährdungsaspekte werden unabhängig von der bisherigen Einstufung aktuelle oder ehemalige Dränflächen sowie historische Gewässerläufe zusätzlich überlagernd in der Karte abgebildet

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 8)
- Ca. 7000 ha (= 42 % des Stadtgebietes) Gefährdung (niedrig bis hoch) hinsichtlich hoch anstehendem Grundwasser
- Davon 900 ha (13 %) hohe Gefährdung; vornehmlich Tiefenlagen in Moorbereichen, Schöpfwerksflächen sowie Areale unmittelbar an Ostsee bzw. Warnow
- Viele heute nicht mehr vorhandene, bedeutende historische Gewässerläufe

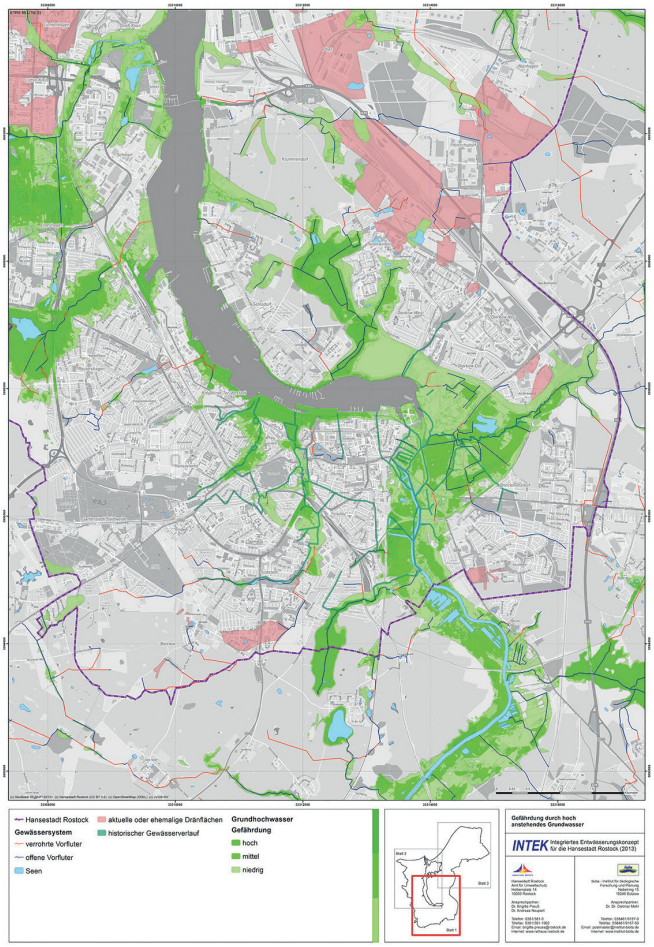

Abb. 8: Gefährdung durch hoch anstehendes Grundwasser

- Nachrichtlich recherchierte Dränflächen: heute vor allem durch Wohn- und Industriegebiete überbaute, größere Dränsysteme

4.2.7 Gefährdung durch Überschwemmung infolge Sturmfluten der Ostsee

Datengrundlagen
- Ausuferungsflächen Küste Extremhochwasser und Überflutungshöhen entsprechend [5, 6] – Fachdaten der Landesumweltverwaltung Mecklenburg-Vorpommern

Methodische Hinweise
- Vorliegende Fachdaten stellen die Ergebnisse der Modellierung für den hydrologisch ungünstigen Fall des Bemessungshochwassers (BHW = Sturmflutereignis mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit T von 200 Jahren (HW200) + prognostizierter Wasserspiegelanstieg + Klimazuschlag) dar und wurden unverändert übernommen; das entspricht an der Außenküste in Warnemünde einem Wasserstand von 2,8 m NHN. Für die Unterwarnow im Bereich des Stadthafens liegt das Bemessungshochwasser bei 3,0 m NHN
- Einstufung des Gefährdungspotenzials erfolgt entsprechend der Klasseneinteilung des vorliegenden Datensatzes zu den Wasserständen bei extremer (außergewöhnlicher) Sturmflut. Sie stellen den sich bei Versagen der Schutzeinrichtungen maximal einstellenden Wasserstand oberhalb des Ge-

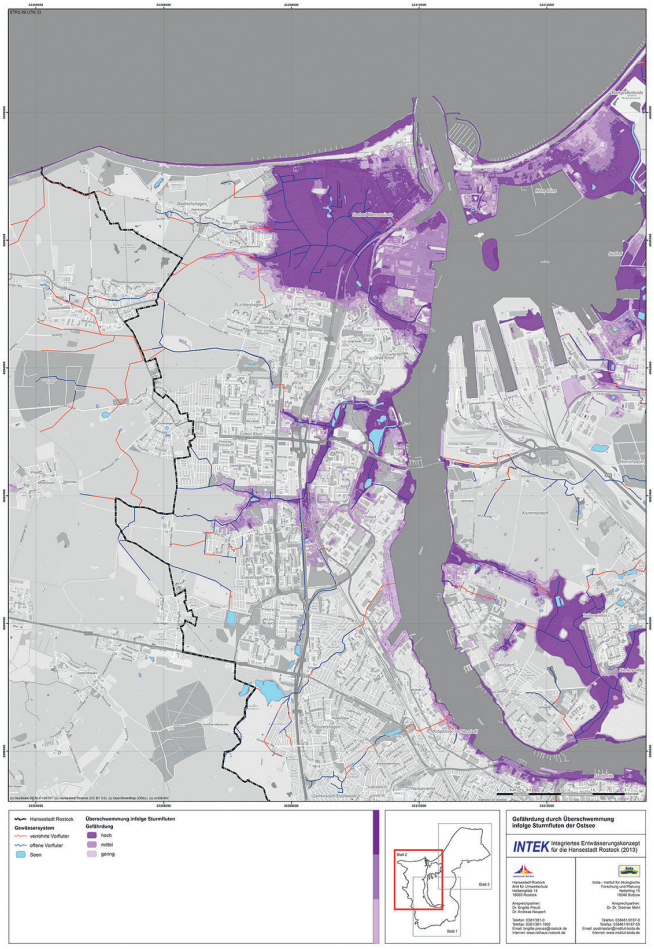

Abb. 9: Gefährdung durch Überschwemmung infolge Sturmfluten der Ostsee

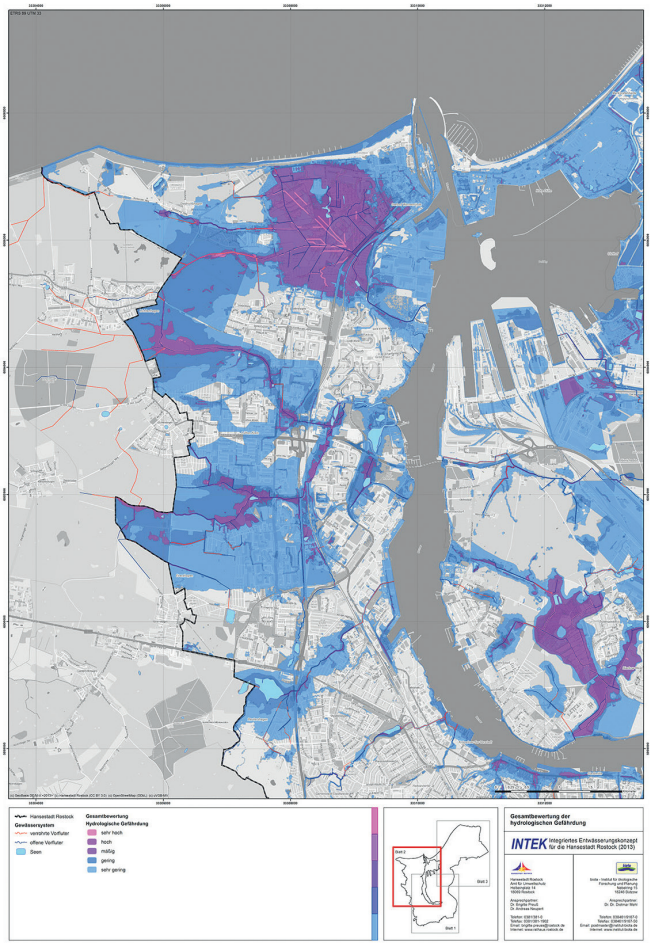

Abb. 10: Gesamtbewertung der hydrologischen Gefährdung

ländes dar: Hoch: Wassertiefe bei Überflutung > 1 m, Mittel: Wassertiefe bei Überflutung < 0,5 m – 1 m, Niedrig: Wassertiefe bei Überflutung 0 m – 0,5 m

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 9)

- Eine Gefährdung hinsichtlich einer Überschwemmung aufgrund einer Sturmflut ergibt sich lage- und höhenbedingt vornehmlich für küstennahe Flächen und an die Warnow angrenzende Niederungsbereiche

4.2.8 Gesamtbewertung der hydrologischen Gefährdung

Datengrundlagen

- Alle Fachebenen der Gefährdung (GIS-Daten)

Methodische Hinweise

- Alle untersuchten Aspekte einer Gefährdung (Senken und Abflussbahnen, Grundhochwasser, Sturmflut, Schöpfwerksflächen, etc.) werden zu einer hydrologischen Gesamtgefährdung für die Hansestadt Rostock zusammengefasst
- Die einzelnen Fachdaten wurden im GIS „übereinandergelegt“ und räumlich-inhaltlich „verschnitten“
- Auswertung und Klassifizierung entsprechend ihrer Merkmals-/Eigenschaftskombinationen
- Gewichtung der Einzelgefährdungen und Überführung in Punktesystem; höchste Teil-Gefährdung = „1“; keine Teil-Gefährdung = „0“
- Zwischenstufen ermöglichen differenzierte Gewichtung nach Expertenurteil
- Gesamt-Gefährdung ergibt sich rechnerisch aus der Punktsumme der Einzelgefährdungen

Ergebnisse (Beispiel in Abbildung 10)

- Für die Gesamtgefährdung sind insbesondere die Geländehöhe sowie die hydrologische Einbindung maßgeblich; deshalb lassen sich folgende Tendenzen erkennen: die Gefährdung nimmt ab mit zunehmender Geländehöhe; die Gefährdung nimmt ab mit der Entfernung zu Gewässern bzw. Abflussbahnen und Senkenlagen sowie mit der Einzugsgebietsgröße
- Eine sehr hohe bzw. hohe Gesamtgefährdung liegt nur für einen sehr geringen Flächenanteil (ca. 0,2 % bzw. 1 %) des Stadtgebietes vor; relevante Flächen umfassen vor allem einzelne Abflussbahnen, welche die tiefer gelegene Moor- und Niederungsbereiche durchziehen
- Große zusammenhängende Gefährdungsbereiche mit einer sehr geringen bis mäßigen Gefährdungseinstufung befinden sich vornehmlich im Norden der Hansestadt
- Für insgesamt 56 % der Stadtgebietsfläche wurde keine hydrologische Gefährdung ermittelt

5 Schlussfolgerungen

Als erstes Ergebnis des Integrierten Entwässerungskonzeptes (INTEK) für die Hansestadt Rostock liegt eine hydrologische

Gefährdungsanalyse, differenziert nach verschiedenen fachlichen Ebenen, vor. Dieses wird aktuell um eine Risikoanalyse nach den Schutzgütern des Hochwasserrisikomanagements in Anlehnung an [6] und [7] unterlegt. Zugleich laufen detailliertere Untersuchungen in bekannten Schwerpunktbereichen des lokalen Hochwasserrisikos.

Das INTEK zeigt praktisch, dass bereits auf der Ebene vergleichsweise einfacher Gefährdungs- und Risikoanalyse und damit effizient und kostengünstig die wichtigsten Problembereiche der komplexen urbanen Entwässerung identifiziert werden können. Somit kann das INTEK auch als beispielhaft im Sinne des DWA-Praxisleitfadens zur Überflutungsvorsorge [12] gelten. Entscheidend ist zudem, dass die Zusammenarbeit aller Verantwortlichen (Behörden, Verbände, Unternehmen) in der Hansestadt Rostock auf eine neue, wesentlich besser koordinierte Stufe gehoben werden konnte.

Dank

Die Autoren möchten sich für die sehr angenehme und ausgesprochen konstruktive Zusammenarbeit bei den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe des INTEK bedanken, insbesondere bei Herrn Senator Matthäus, Senator für Bau und Umwelt der Hansestadt Rostock, Frau Dr. Preuß, Leiterin des Amtes für Umweltschutz der Hansestadt Rostock, Frau Just, Geschäftsführerin des Wasser- und Bodenverbandes „Untere Warnow-Küste“, Frau Gödke, Geschäftsführerin des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes sowie Herrn Ristow, Geschäftsführer der EURAWASSER Nord GmbH.

Literatur

[1] U. Grünewald: *Erkenntnisse und Konsequenzen aus dem Sturzflutereignis in Dortmund im Juli 2008,* KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 2 (8), 2009, S. 422–428

[2] G. Martinez, P. Fröhle, H.-J. Meier (Hrsg.): *Social Dimension of Climate Change Adaptation in Coastal Regions. Findings from Transdisciplinary Research* [KLIMZUG-Reihe: Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten 5], oekom Verlag, 2014, 251 S.

[3] A. Schumann, D. Mehl, K. Miegel, A. Bachor, A., J. Eberts: *Das Sommerhochwasser 2011 in Mecklenburg-Vorpommern. Dokumentation und Auswertung, Materialien zur Umwelt* 2013 (2), Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), 2013, 57 S.

[4] K. Miegel, D. Mehl, G. Malitz, H. Ertel: *Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 1: Hydrometeorologische Bewertung des Geschehens*, Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1), 2014, S. 18–28

[5] D. Mehl, K. Miegel, K. & A. Schumann: *Ungewöhnliche Niederschlagsereignisse im Sommer 2011 in Mecklenburg-Vorpommern und ihre hydrologischen Folgen – Teil 2: Hydrologische Folgen,* Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 58 (1), 2014, S. 29-42

[6] *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

[7] *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

[8] D. Mehl, T. G. Hoffmann, A. Bollmohr, J. Schentschischin (Bearbeitung); A. Goetze, F. Meyerfeldt, A. Schumann, K. Sommermeier, J. Türmer (Redaktion): *Leitfaden Hochwasserrisikomanagementplanung in Mecklenburg-Vorpommern*, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), 2014, 84 S.

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

[10] *DIN EN 752:2008-04: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsche Fassung EN 752:2008*, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

[11] DWA-Arbeitsblatt 118: *Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen*, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA-Regelwerk, 2006, 32 S.

[12] *Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge*, DWA-Themen 1/2013, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 2013, 61 S.

[13] G. Preißler, G. Bollrich: *Technische Hydromechanik*, Berlin, Verlag für Bauwesen, 1985, 549 S.

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann
Dipl.-Ing. Marc Schneider
Dipl.-Ing. Anika Lange
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Nebelring 15
18246 Bützow

E-Mail: postmaster@institut-biota.de

Dr.-Ing. Andreas Neupert
Dipl.-Ing. Uwe Badrow
Dipl.-Ing. Thomas Wenske
Hansestadt Rostock
Amt für Umweltschutz
Holbeinplatz 14
18069 Rostock

E-Mail: umweltamt@rostock.de

www.dwa.de
Fort- und Weiterbildungskurse, Seminare und Tagungen
DWA Klare Konzepte. Saubere Umwelt.
Das DWA-Veranstaltungsprogramm aktuell unter **www.dwa.de/veranstaltungen**