

Sicherstellung der Entwässerung küstennaher, urbaner Räume unter Berücksichtigung des Klimawandels – Stuck

Heiko Westphal, Dieter Ackermann, Fred Hesser und Gabriele Gönnert

Zusammenfassung

Das zeitgleiche Auftreten von Starkniederschlägen und hohen Tidewasserständen verhindert zeitweise die freie Entwässerung tiefliegender Gebiete, es entsteht ein Rückstau in den Binnengewässern. Klimawandel und Meeresspiegelanstieg bergen das Risiko einer häufigeren oder länger andauernden Gefahrenlage. Vor diesem Hintergrund erarbeitet das BMBF-Verbundprojekt Stuck mit einem multidisziplinären Projektteam ein sektorübergreifendes Konzept der Bewirtschaftung küstennaher, urbaner Fließgewässer. Zunächst wird die Kurzzeitvorhersage des Niederschlags in zeitlicher und räumlicher Auflösung verbessert. Anhand dieser Prognose werden Abflüsse, Wasserstände und Überschwemmungsflächen berechnet und alternative Managementstrategien hinsichtlich ihrer Schutzwirkung getestet sowie ökologisch und ökonomisch bewertet. Die optimierten Bewirtschaftungs- und Steuerungsstrategien werden in die wasserwirtschaftliche Praxis einfließen und auf andere küstennahe Standorte übertragen.

1. Einleitung

Gewässer in urbanen Räumen sind vorwiegend durch die Zunahme der Versiegelung in ihren Einzugsgebieten und den Verlust an Auenbereichen entlang ihrer Läufe gekennzeichnet. Dies führt zu einer Abflusssituation mit schnell auflaufenden Hochwasserwellen, die kurze und hohe Scheitel aufweisen. Die küstennahe Binnenentwässerung ist in der Regel direkt oder indirekt tideabhängig. In Hamburg schränkt die Elbe mit einem mittleren Tidenhub von 3,68 m am Pegel St. Pauli (HAMBURG PORT AUTHORITY 2014), die freie Entwässerung der angrenzenden, tief liegenden Gebiete ein. Dies erfolgt bei vielen Gewässern schon bei mittlerem Tidehochwasser der Elbe, also etwa alle zwölf Stunden über eine kurze Zeitspanne. Das zeitgleiche Auftreten von Starkniederschlägen mit hohen Tidewasserständen oder sogar Sturmfluten verhindert die freie Entwässerung in die Elbe über längere Zeit (Sperrtiden), so entsteht ein verstärkter Rückstau in den Binnengewässern. Dieser Prozess zeigte sich beispielsweise 2013 während des Sturms „Xaver“ und der damit verbundenen Sturmflut (GÖNNERT et al. 2014). Bedeutsame Binnenhochwasserereignisse für den urbanen Bereich Hamburgs fanden z. B. im Februar und Juli 2002, Dezember 2007, Februar 2011, Mai 2013 und Dezember 2014 statt (ACKERMANN et al. 2011, ACKERMANN 2016). Der Klimawandel birgt, neben dem prognostizierten Meeresspiegelanstieg von 52 bis 98 cm bis zum Jahr 2100 (CHURCH 2013), zudem das Risiko, dass die auslösenden Wetterlagen zukünftig häufiger auftreten und die Gefahrenlage länger andauern kann.

Die Nutzung technischer Maßnahmen im Hochwassermanagement zielt oft ausschließlich auf den Schutzaspekt ab. Werden jedoch naturnahe Maßnahmen umgesetzt, wie beispielsweise die Anlage von Retentionsflächen, entsteht ein Zusatznutzen in Form von bereitgestellten oder wiederhergestellten Ökosystemleistungen (MEA 2005, SCHOLZ et al. 2013). Jedoch stehen Retentionsflächen, insbesondere in verdichteten urbanen Räumen, gravierenden Nutzungskonkurrenten gegenüber, die aus den Flächenansprüchen der Wohn- und Gewerbenutzung entstehen. Für die Implementierung optimierter Steuerungsinstrumente ist folglich eine Abwägung zwischen dem Hochwasserschutz mit seinen direkten und indirekten Effekten einerseits und den individuellen und gesellschaftlichen Vorzügen alternativer Nut-

zungen andererseits erforderlich. Die Anwendung ökonomischer Methoden erlaubt eine monetäre Bewertung der Nutzungskonkurrenz von Flächen, der Ökosystemleistungen und der Hochwasserrisiken (z. B. potenzielle Schäden, auch beim Unterlassen bestimmter Maßnahmen). Diese innovative Inwertsetzung der Einflussfaktoren auf den Hochwasserschutz gewährleistet eine objektive Einschätzung der Maßnahmen.

Die Ziele von Stuck lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Vertiefung des Wissensstandes zu hydrologischen und hydrodynamischen Prozessen bei erhöhten Tidewasserständen und gleichzeitigem Binnenhochwasser unter besonderer Berücksichtigung der Hydrodynamik von urbanen Entwässerungssystemen
- Optimierte Bemessung von Schöpfwerken und Deichsielen unter Berücksichtigung der lokalen Abfluss- und Tideverhältnisse
- Verbesserte Steuerung von Wehren, Deichsielen, Schöpfwerken und ihren Pumpen unter Berücksichtigung von Hochwasserschutz, Ökologie und Ökonomie
- Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für die Bewirtschaftung küstennaher, urbaner Vorfluter.

2. Methodik

Auf Grund der kleinräumigen Einzugsgebiets- und Gewässerstruktur in den Modellregionen wird zunächst die Kurzzeitvorhersage des Niederschlags, das sog. „Nowcasting“, in zeitlicher und räumlicher Hinsicht verbessert. Ziel ist es, die Radardaten des Deutschen Wetterdienstes in ihrer zeitlichen und räumlichen Auflösung zu optimieren. Die verbesserte Niederschlagsprognose wird durch Ensembles der Radarmessdaten, Radarnowcast und der numerischen Wettervorhersage des Modells COSMO-DE (BALDAUF et al. 2011) erstellt. Damit können, zunächst als Hindcast, Abflüsse, Wasserstände und Überschwemmungsflächen durch ein Niederschlags-Abfluss-Modell und Wasserspiegellagenmodell berechnet werden.

Die Modelle werden genutzt, um die gängige Praxis des Hochwassermanagements in den Einzugsgebieten der Modellregionen abzubilden. In einem weiteren Schritt werden alternative Managementstrategien hinsichtlich ihrer Schutzwirkung getestet und bewertet. Neben den operationellen Maßnahmen während eines Hochwasserereignisses werden auch langfristige Bewirtschaftungsstrategien entwickelt. Dazu notwendige Flächen, wie Rückhaltebecken oder Überflutungsbereiche entlang der Gewässer, werden im aktuell genutzten Zustand bodenkundlich und vegetationskundlich kartiert und deren Ökosystemfunktionen, wie beispielsweise Wasserspeicherkapazität, Schadstoffrückhaltung oder die Funktion als Kohlenstoffseneke, ermittelt und monetär bewertet. Eine veränderte Bewirtschaftung führt nicht nur zu einer veränderten Ökosystemleistung, sondern auch zu einer neuen monetären Bewertung. Auf Grundlage der Kosten für Hochwasserschutzmaßnahmen, der genauen Kenntnis ihrer Wirkung im Eintrittsfall, dem Gewinn an Ökosystemleistung, der Folgenabschätzung des Klimawandels und dem bestehenden Schadenspotenzial können nachhaltige Handlungsempfehlungen für urbane Bereiche erstellt werden.

Insgesamt werden in Stuck, neben dem IST-Zustand, sieben Szenarien mit einer variierenden zukünftigen Entwicklung der drei Parameter „Flächennutzung“, „Klimawandel“ und „Hochwassermanagement“ untersucht (Tabelle 1). Die Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit

bleibt dabei unberücksichtigt. Die Szenarien dienen dazu, die Wirkung der Parameter untereinander und zusammen auf das „System Binnenhochwasserschutz“ zu beurteilen, sowie die Auswirkungen von in der Realität selten umgesetzten Maßnahmen abzuschätzen.

Tab. 1: IST-Zustand und Szenarien mit variierender zukünftiger Entwicklung von Einflussfaktoren im Hochwasserschutz. Symbolerklärung: 0 = keine Veränderung, + = Zunahme/Verstärkung, - = Abnahme/Minderung.

	Flächennutzung	Klimawandel	Hochwassermanagement
IST-Zustand	0	0	0
Szenario 1	0	0	+
Szenario 2	+	0	0
Szenario 3	-	0	0
Szenario 4	0	+	0
Szenario 5	+	+	0
Szenario 6	-	+	+
Szenario 7	+	+	+

Der hohe Anwendungsbezug der Forschung in Stuck und das Interesse zur Lösung ähnlicher Probleme zeigt sich an der großen Anzahl von Praktikern innerhalb der zwölf assoziierten Partner. Die Ergebnisse von Stuck haben eine sehr hohe Praxisrelevanz und sind auf andere küstennahe Standorte gut übertragbar. Die verbesserte Starkniederschlagsvorhersage führt zu präziseren Aussagen des Warndienstes Binnenhochwasser Hamburg (MÜLLER et al. 2009). Die optimierten Bewirtschaftungs- und Steuerungsstrategien werden in die wasserwirtschaftliche Praxis einfließen.

3. Modellregionen

Die Freie und Hansestadt Hamburg hat auf einer Fläche von rund 755 km² ein weit verzweigtes Gewässernetz von etwa 640 km Länge und eine Vielzahl von untergeordneten Entwässerungsgräben (MÜLLER et al. 2009). Sie weist einen hohen Urbanisierungsgrad mit sehr stark differierender Nutzung auf. Als Modellregionen für dieses Projekt wurden das Einzugsgebiet der Kollau, welches indirekt an die Tideelbe angeschlossen ist und der Hamburgische Teil des Einzugsgebiets der Dove-Elbe, welches unmittelbar in die Tideelbe entwässert, ausgewählt (s. „Lage der Modellregionen“ in Abbildung 1).

3.1 Einzugsgebiet Kollau

Die Kollau entspringt im nordwestlichen Hamburger Stadtteil Schnelsen und mündet nach einer Fließstrecke von etwa 7,3 km in die Tarpenbek, welche wiederum in die Alster mündet, die direkt in die Tideelbe entwässert. Das sehr urban geprägte Einzugsgebiet der Kollau umfasst eine Gesamtfläche von 31,6 km² und liegt vollständig im Hamburger Stadtgebiet. Insgesamt gibt es drei Pegelmessstellen im Einzugsgebiet (Abbildung 1). Der Pegel Olloweg an der Mühlenau ist seit 1973 in Betrieb. An der Kollau misst der Pegel Niendorfer Straße seit 1966, seit 2015 werden am Pegel Vogt-Kölln-Straße Daten erhoben.

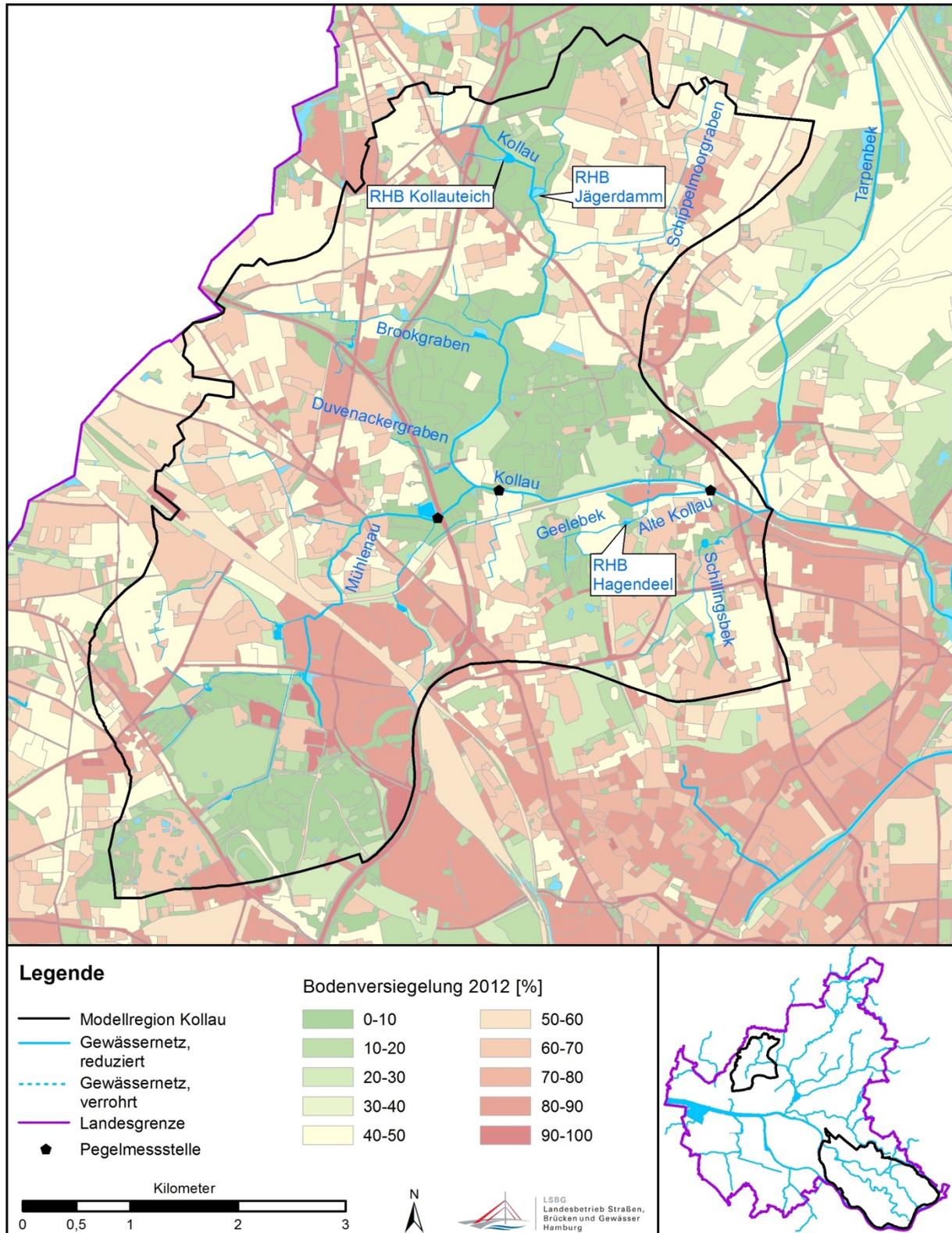


Abb. 1: Modellregion der Kollau und ihrer Nebengewässer. Darstellung im Text genannter Rückhaltebecken, Klassifizierung der Bodenversiegelung (Stand 2012) und Lage der Modellregionen im Stadtgebiet Hamburgs.

Wichtige Nebenflüsse der Kollau sind die Mühlenau ($A_E = 13,3 \text{ km}^2$), der Brookgraben ($A_E = 3,8 \text{ km}^2$), die Schillingsbek ($A_E = 3,1 \text{ km}^2$), der Schippelmoorgraben ($A_E = 2,0 \text{ km}^2$), die Geelebek ($A_E = 1,0 \text{ km}^2$) und die Alte Kollau ($A_E = 0,2 \text{ km}^2$). Das mittlere Gefälle der Kollau beträgt 0,1 %. Größere unbebaute Flächen im Einzugsgebiet sind der Altonaer Volkspark und das Niendorfer Gehege. Prägend für die Kollau ist die hohe Anzahl von 21 Rückhaltebecken.

Kurz nach ihrer Quelle passiert die Kollau den Kollauteich, der als Rückhaltebecken im Nebenschluss fungiert (Abbildung 1). Bei entsprechend hohen Wasserständen wird Wasser aus der Kollau über einen Damm in den Kollauteich abgeschlagen. Die Regelung des Wasserstandes im Kollauteich erfolgt über ein Wehr, das den Abfluss in die Kollau steuert. Im weiteren Verlauf durchquert die Kollau ebenes, unbebautes Gelände und nimmt den Zufluss des Vielohgrabens auf, der über das Rückhaltebecken Jägerdamm in die Kollau entwässert.

Bis zur Einmündung der Mühlenau, der mit Abstand größte Zufluss der Kollau, fließt die Kollau durch ein abschnittsweise urban geprägtes Gelände. Dabei wird sie von einigen Brücken gekreuzt und nimmt viele Regenwassereinleitungen sowie weitere Zuflüsse diverser Gräben auf, ein Teilstück verläuft auf Grund einer Renaturierungsmaßnahme stark mäandrierend. Die Mühlenau mündet kurz nach der Hälfte des Flusslaufs von der Quelle aus betrachtet in die Kollau. Stromab der Einmündung der Mühlenau folgt ein weiterer renaturierter und folglich stark mäandrierender Abschnitt von etwa 400 m Länge. Kurz darauf verläuft die Kollau bis zu ihrer Mündung in die Tarpenbek entlang eines Bahndamms. In diesem Abschnitt wird die Kollau von einigen Brücken und Querbauwerken gekreuzt und nimmt weitere Zuflüsse und einige Regenwassereinleitungen auf (Abbildung 1).

Wie eingangs erwähnt, besitzt die Kollau ein relativ kleines Einzugsgebiet. Hinzu kommt eine teilweise sehr hohe Versiegelung, insbesondere im Einzugsgebiet der Mühlenau werden großflächig Versiegelungswerte von über 60 % erreicht. Diese Kombination führt zu einer äußerst schnellen Reaktion des Gewässers auf Starkniederschläge innerhalb des Einzugsgebiets. Der Extremniederschlag einer Gewitterzelle im Mai 2014 zeigt dies sehr eindrucksvoll. Zwischen 20.30 Uhr und 21 Uhr fiel ein Niederschlag von knapp 60 mm, dies führte von 20.45 Uhr bis 21.30 Uhr zu einem Anstieg des Wasserstandes um 1,44 m (Abbildung 2).

Diese schnelle Reaktion ist typisch für das Einzugsgebiet der Kollau, wenn auch nicht in dieser, auf einem Extremereignis beruhenden Intensität. Um die schnell auflaufende und hohe Hochwasserwelle zu dämpfen, sind im Gebiet insgesamt 21 Rückhaltebecken vorhanden. Diese werden in der Regel mithilfe von Stauanlagen betrieben, jedoch nicht auf ein Ereignis bezogen aktiv gesteuert.

Am Unterlauf der Kollau gelegene Flächen sind hochwassergefährdet. Bereits bei der Annahme eines Hochwassers mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ_{10}) treten Überschwemmungen in Wohngebieten auf. Mit zunehmend höheren Abflüssen (HQ_{100} bis HQ_{200}) vergrößern sich die Überschwemmungsgebietsflächen und die Anzahl betroffener Personen (LSBG 2015). Im Rahmen der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) weist die Freie und Hansestadt Hamburg die entsprechenden Risikogebiete aus und veröffentlicht sie in Risiko- und Gefahrenkarten (HAMBURG 2016).

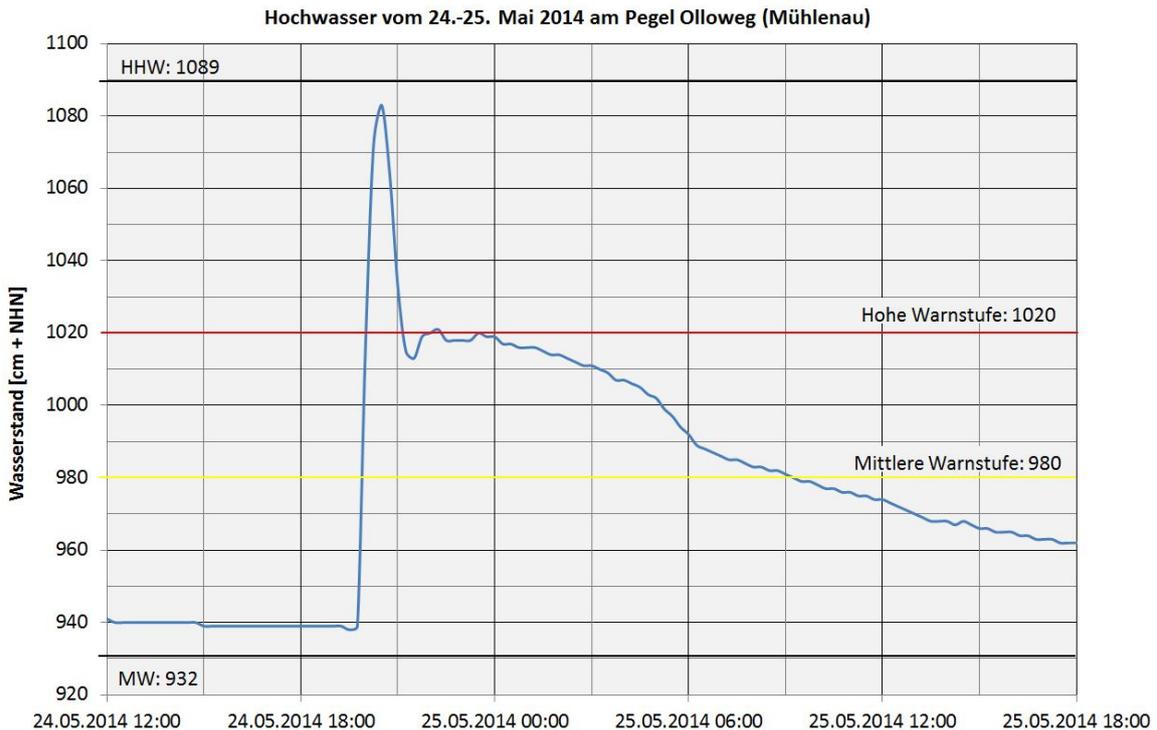


Abb. 2: Hochwasserereignis an der Mühlenau im Einzugsgebiet der Kollau. Als Folge eines extremen Niederschlagsereignisses von 60 mm in 30 Minuten steigt der Pegel innerhalb von 45 Minuten um 1,44 Meter.

3.2 Einzugsgebiet Dove-Elbe

Zusammen mit der Oberen Bille ($A_E = 347,1 \text{ km}^2$, Länge: 46 km), dem Hauptfluss, ergibt sich eine Gesamteinzugsgebietsgröße der Dove-Elbe von 507 km^2 , wobei das Einzugsgebiet der Bille zu 98 % in Schleswig-Holstein liegt. Die Dove-Elbe selbst hat bei einer Fließstrecke von 19,6 km ein Einzugsgebiet von $159,9 \text{ km}^2$ (MÜLLER et al. 2009) und liegt im südöstlichen Stadtgebiet der Freien und Hansestadt Hamburg, den Marsch- und Vierlanden, im Bezirk Bergedorf (Abbildung 3). Ursprünglich ist die Dove-Elbe ein Nebenarm der Elbe und wurde im 15. Jahrhundert vom Hauptstrom der Unterelbe abgetrennt.

Die Dove-Elbe verläuft von Altengamme in nordwestlicher Richtung und mündet über das Deichsiel an der Tatenberger Schleuse, südwestlich von Hamburg-Moorfleet, in die Tideelbe. Die Dove-Elbe wird untergliedert in Obere und Untere Dove-Elbe, die namentliche Trennung erfolgt unterhalb der Dove-Elbe-Schleuse. Hier mündet auch der Neue Schleusengraben in die Dove-Elbe, angebunden über die Krapphofschleuse. Über den kanalisierten Schleusengraben entwässert der Großteil des Abflusses der Bille in die Dove-Elbe, nur ein kleiner Teil verbleibt im ursprünglich weiteren Verlauf der Bille (Untere und Mittlere Bille).

Abbildung 3 zeigt das rund 123 km^2 große Modellgebiet der Dove-Elbe, die Einzugsgebiete aller Dove-Elbe-Zuflüsse außerhalb Hamburgs gehören nicht zum Modellgebiet. Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet der Dove-Elbe erfolgen über die Brookwetterung ($A_E = 28,9 \text{ km}^2$), die Alte Brookwetterung mit Schleusengraben und Schulenbrooksbek ($A_E = 8,9 \text{ km}^2$), die Gose-Elbe ($A_E = 68,5 \text{ km}^2$) sowie den Entwässerungsgebieten Eichbaum/Moorfleet ($A_E = 8,0 \text{ km}^2$) und Allermöhe/Billwerder ($A_E = 14,2 \text{ km}^2$). Die Gose-Elbe stellt hierbei den größten Zufluss dar, sie selbst wird über die Schöpfwerke Ochsenwerder ($A_E = 18,1 \text{ km}^2$), Reitbrook

($A_E = 7,0 \text{ km}^2$), Seefeld ($A_E = 19,1 \text{ km}^2$), Neuengamme ($A_E = 11,7 \text{ km}^2$) und Riepenburg ($A_E = 7,9 \text{ km}^2$) gespeist. Durch den Neuengammer Durchstich (verläuft etwa in südlicher Verlängerung des Schleusengrabens) wurden Dove-Elbe und Gose-Elbe verbunden (KROB et al. 2011 und 2007).

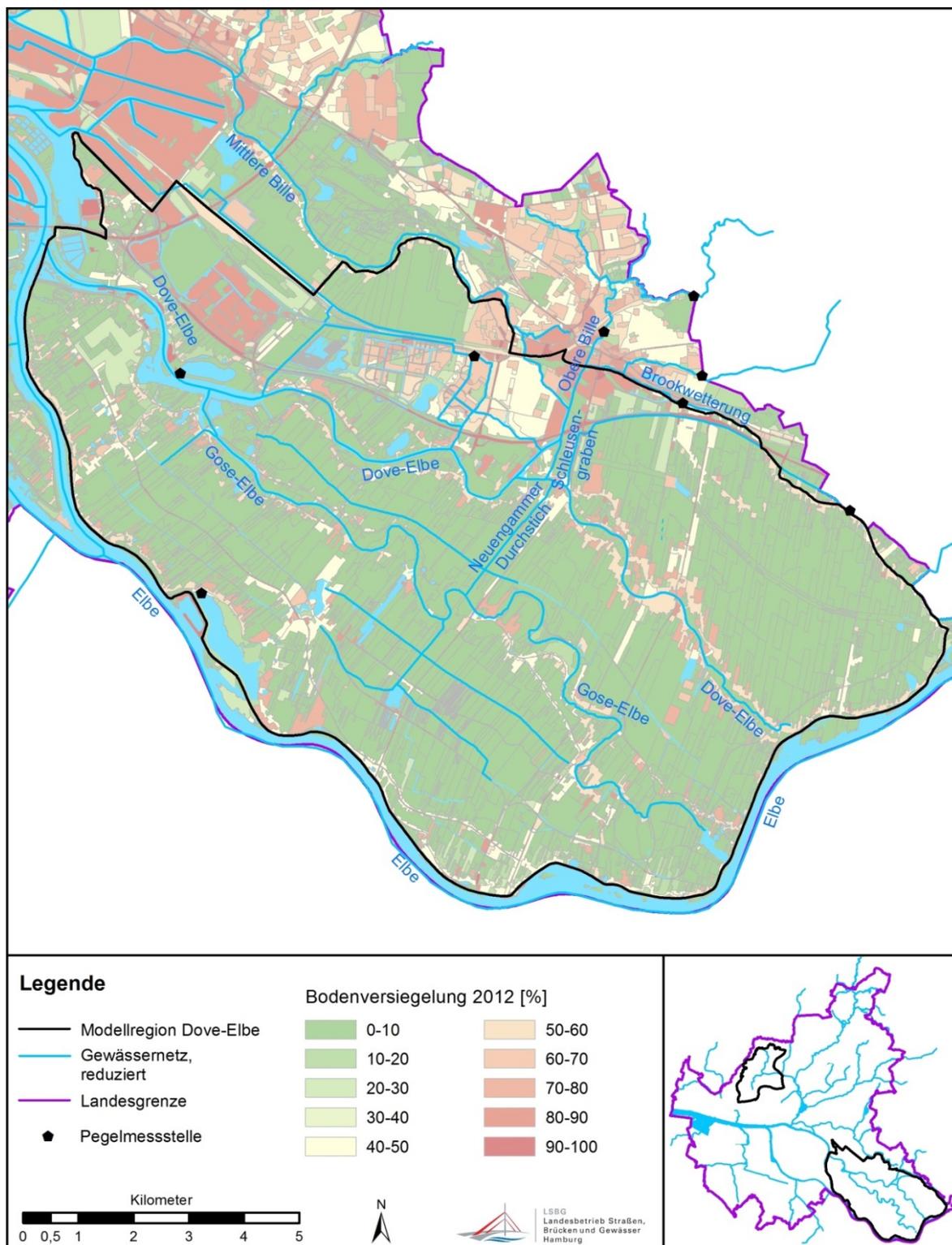


Abb. 3: Modellregion der Dove-Elbe und ihrer Nebengewässer. Klassifizierung der Bodenversiegelung (Stand 2012) und Lage der Modellregionen im Stadtgebiet Hamburgs.

Die Stadtteile des Einzugsgebiets weisen unterschiedliche Nutzungen auf. Die nördlichen Stadtteile Moorfleet, Allermöhe, Neuallermöhe und Bergedorf sind durch Wohn- und Gewerbenutzung mit hohen Versiegelungsgraden von mindestens 60 %, teilweise flächenhaft über 90 %, und weiterhin bestehender Nachverdichtung geprägt. Darin spiegelt sich die fortschreitende, stadtnahe Urbanisierung wider. In den südlichen Stadtteilen herrscht vorwiegend kleinteilige landwirtschaftliche Nutzung (Gemüse- und Zierpflanzenanbau) mit einer geringeren Bodenversiegelung von zumeist unter 10 % vor. Die Bebauung erfolgt entlang alter Deichlinien, die auch als Verkehrsachsen dienen. In diesen Bereichen werden mittlere Versiegelungsgrade von etwa 40-60 % erreicht (Abbildung 3).

Die hydrologischen Prozesse im Einzugsgebiet der Dove-Elbe laufen um ein Vielfaches langsamer ab als im Einzugsgebiet der Kollau. Auf Grund der etwa 15-fachen Größe des Dove-Elbe-Einzugsgebiets sind die Fließwege deutlich länger, es besteht mehr Retentionsraum und somit reagiert das Gewässersystem auf Niederschläge wesentlich träger. Beispielsweise benötigt der Scheitel einer Hochwasserwelle für den Verlauf vom Pegel Sachsenwaldau (Bille) bis zum Pegel Allermöher Deich (Dove-Elbe), kurz vor dem Tatenberger Siel, rund zwölf Stunden. Die hydrologische Besonderheit des Gebiets besteht in der Beschränkung der Binnenentwässerung auf die Niedrigwasserzeiten in der Elbe, da es am Tatenberger Siel kein Schöpfwerk gibt. Bei durchschnittlichen Tideverhältnissen kann etwa dreieinhalb Stunden vor und nach dem Hochwasser der Tideelbe nicht entwässert werden.

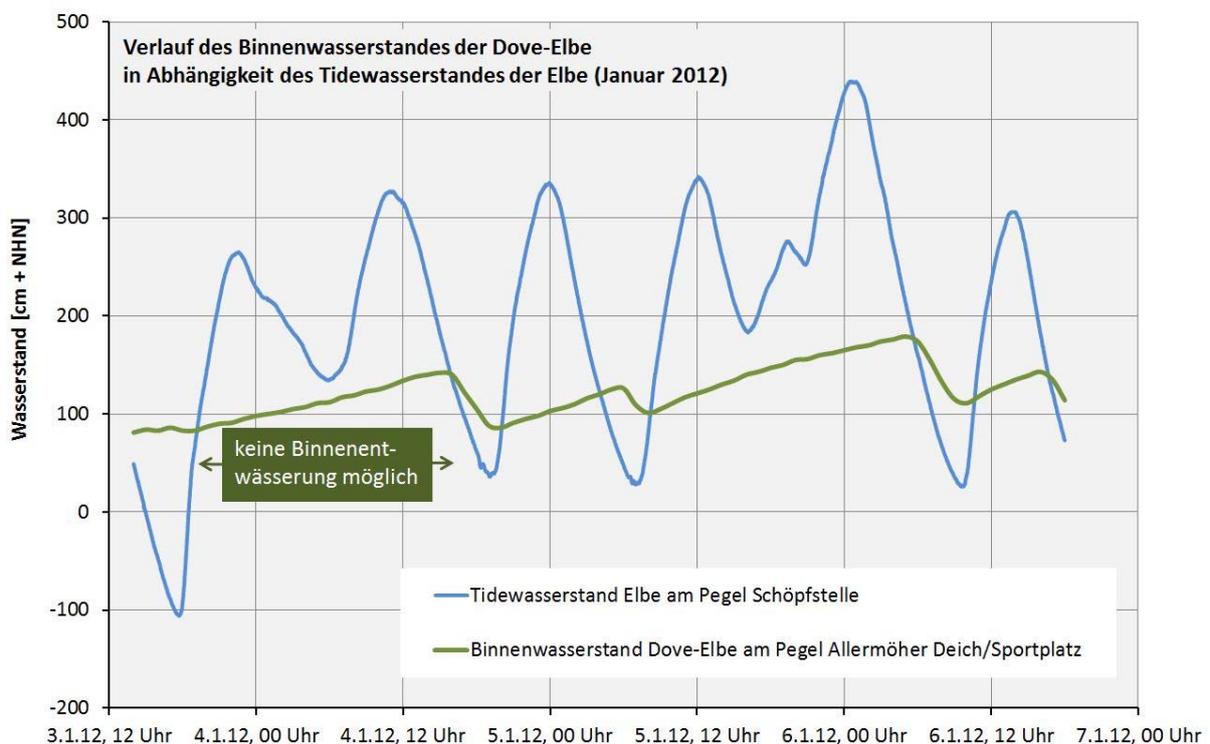


Abb. 4: Eingeschränkte Zeiten der Binnenentwässerung der Dove-Elbe bei erhöhten Tidewasserständen der Elbe im Januar 2012.

Tritt nun die eingangs erwähnte Situation erhöhter Tidewasserstände, gegebenenfalls in Verbindung mit hohen Niederschlagssummen ein, ergeben sich relativ schnell hohe Binnen-

wasserstände, wie im Januar 2012 (Abbildung 4). Bei diesem Ereignis kam es zu Binnenwasserständen von rund 1,80 m NHN. Bei diesem Wasserstand fehlen nur noch ein bis zwei Dezimeter bis zur Deichkrone am Schleusengraben (WEHLING 2015). Sollte es hier zum Überströmen kommen, was bei der angenommenen Extremsituation wahrscheinlich ist, sind hohe Schäden, vor allem im Bereich des Stadtteils Bergedorf, zu erwarten.

4. Ergebnisse

Der ersten Ergebnisse beruhen auf der Analyse der hydrologischen Situation, den Steuerungsmöglichkeiten der wasserwirtschaftlichen Anlagen und der Erweiterung der Systemkenntnis in den Modellregionen.

In der Modellregion Kollau wurden die Laufzeiten der Scheitel von zwei Hochwasserwellen aus dem Jahr 2015 analysiert. Dies ist durch den neu eingerichteten Pegel an der Vogt-Kölln-Straße möglich. So zeigt sich eine Laufzeit von zwei Stunden vom Pegel Olloweg (Mühlenau) bis zum Pegel Vogt-Kölln-Straße (Kollau) bei einer Fließstrecke von rund 700 Metern. Der weitere Verlauf in der Kollau bis zum Pegel Niendorfer Straße dauert rund drei Stunden bei einer Fließstrecke von ca. 1,9 Kilometern. Im ersten Abschnitt werden also ca. 350 m pro Stunde absolviert, im zweiten Abschnitt ist die Hochwasserwelle wesentlich schneller unterwegs: rund 630 m pro Stunde. Dies ist mit einer geringeren Anzahl Durchlässe und einem geradlinigeren Gewässerverlauf im zweiten Fließabschnitt zu begründen.

Für das Gebiet der Dove-Elbe zeigt sich eine statistisch vermutlich nur geringe Eintrittswahrscheinlichkeit von drei Sperrtiden und, auf Grund von hohen Niederschlägen im Einzugsgebiet, erhöhten Binnenwasserständen. Erste Analysen eines kurzen Zeitraumes zeigen bisher nur die Kombination von einer Sperrtide und Niederschlägen im Einzugsgebiet. Auf Grund der Einzugsgebietsgröße ergeben sich relativ lange Zeitspannen zwischen dem tidebedingten Sperren des Binnenabflusses und dem Eintreffen einer niederschlagsbedingten Hochwasserwelle. Beispielsweise liefert ein Niederschlagsereignis vom 4.-6. Februar 2011, gemessen an der DWD-Station Sprengel, Niederschlagshöhen von rund 60 mm. Als Randbedingung lassen sich bereits stark durchfeuchtete Böden mit einer nur geringen zusätzlichen Wasseraufnahmekapazität festhalten. Dementsprechend reagiert das Gewässersystem Bille in diesem Beispiel noch vergleichsweise schnell. Am Pegel Sachsenwaldau wird der Hochwasserscheitel am 06.02.2011 um 23 Uhr gemessen, also ca. 24 Stunden nach den intensivsten Niederschlägen. Nach 11,6 Fließkilometern, am Pegel Reinbek, ist der Scheitelwert am 07.02.2011 um 10 Uhr zu verzeichnen, der Pegel Mörkenweg (weitere 1,5 Fließkilometer) zeigt den Spitzenwert am 07.02.2011 um 13.15 Uhr. Der Pegel Allermöher Deich ist bereits sehr stark durch das tidebedingte Ablassen des Binnenwassers geprägt. Am 07.02.2011 werden dort zwei Hochwasserwerte registriert: um ca. 10 und 23 Uhr. Um 16 Uhr, nach dem Tideniedrigwasser der Elbe, ist in der Dove-Elbe der tiefste Wasserstand erreicht. Die beschriebene Hochwasserwelle aus der Bille erreicht vermutlich vor 16 Uhr den Pegel Allermöher Deich, wird direkt mit dem abfließenden Wasser in die Elbe geleitet und somit nicht direkt registriert.

5. Ausblick

Die kurzen Zeitspannen des Abflusses im Einzugsgebiet der Kollau verdeutlichen die Wichtigkeit von hochaufgelösten Niederschlagsprognosen für eine bessere, rechtzeitige Vorwarnung und zum Ergreifen von Steuerungsmaßnahmen. Hier soll u.a. untersucht werden, wie gut die hochwasserrelevanten Ereignisse, meist Starkregen, mithilfe eines Niederschlags-Abfluss-Modells auch für ein kleines Einzugsgebiet vorhergesagt werden können.

Im Einzugsgebiet der Dove-Elbe ist die hochaufgelöste Niederschlagsprognose weniger bedeutsam, hier gilt es den Tideeinfluss in die Steuerung zu integrieren.

Daher soll in der Modellregion Dove-Elbe unter anderem ein Niederschlags-Abfluss-Modell mit den Randbedingungen tideabhängiger Binnenentwässerung zur Hochwasservorhersage kombiniert werden. Damit sollen Hochwasservorhersagen für den Bereich der Dove-Elbe erstellt werden. In beiden Modellgebieten, werden unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 genannten Szenarien, Steuerungsmaßnahmen ermittelt und optimiert. Der Bedarf an solchen Maßnahmen ist auch in anderen küstennahen Gebieten vorhanden, wie Gespräche mit assoziierten Partnern, wie beispielsweise der Freien Hansestadt Bremen oder der Stadt Elms-horn bestätigt haben. Im Projekt Stuck werden zwei grundsätzlich recht unterschiedliche Modellregionen betrachtet. Dadurch erfolgt eine hohe Abdeckung der im Küstenraum vorkommenden Gegebenheiten und somit eine gute Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere küstennahe Gebiete.

Durch die vorgesehenen ökologischen Untersuchungen und ökonomischen Analysen werden die entwickelten Hochwasserschutzmaßnahmen in einen ganzheitlichen Kontext gestellt.

Danksagung

Die Autoren und Projektpartner von „Stuck“ danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Verbundforschungsprojekts (Förderkennzeichen 033W031) im Rahmen der Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM). Die Projektpartner von „Stuck“ sind:

- Freie und Hansestadt Hamburg – Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (Verbundprojektkoordination)
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau
- Hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck
- Universität Hamburg
 - Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit, Institut für Bodenkunde
 - Biozentrum Klein Flottbek, Abteilung Angewandte Ökologie
- Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut gGmbH

Literatur

- ACKERMANN, D. (2016): Mündliche Mitteilung zu Hochwasserereignissen an Hamburgs Binnengewässern.
- ACKERMANN, D., REICHEL, F., KLUGE, K. & O. MÜLLER (2011): Hochwasser an Hamburgs Binnengewässern am 6. und 7. Februar 2011. Berichte des Landesbetriebes Straßen, Brücken und Gewässer Nr. 6. S. 1-34. Hamburg.

- BALDAUF, M., SEIFERT, A., FÖRSTNER, J., MAJEWSKI, D., RASCHENDORFER, M. & T. REINHARDT (2011): Operational convective-scale numerical weather prediction with the COSMO model. *Monthly Weather Review* 139, S. 3887-3905.
- CHURCH, J.A., CLARK, P.U., CAZENAVE, A., GREGORY, J.M., JEVREJEVA, S., LEVERMANN, A., MERRIFIELD, M.A., MILNE, G.A., NEREM, R.S., NUNN, P.D., PAYNE, A.J., PFEFFER, W.T., STAMMER, D. & A.S. UNNIKRIISHNAN (2013): Sea Level Change. In: STOCKER, T.F., QIN, D., PLATTNER, G.K., TIGNOR, M., ALLEN, S.K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V. & P.M. MIDGLEY (Hrsg.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S. 1137-1216. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- GÖNNERT, G., SCHAPER, M., SOSSIDI, K. & O. MÜLLER (2014): Die Sturmflut nach dem Tief Xaver vom 5. bis 7. Dezember 2013. *Berichte des Landesbetriebes Straßen, Brücken und Gewässer Nr. 16*, S. 1-26, Hamburg.
- HAMBURG (2016): Veröffentlichung der Risiko- und Gefahrenkarten im Rahmen der EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL). Internetrepräsentanz: <http://www.hamburg.de/hwrm-karten>.
- HAMBURG PORT AUTHORITY (2014): *Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 2012, Elbegebiet, Teil III, Untere Elbe ab der Havelmündung*, S. 1-177, Hamburg.
- KROB, L., PETERSEN, N. & K. LORENZ (2011): Erweiterter Vergleich von Planungsvarianten zur Verbesserung des Binnenhochwasserschutzes im Bereich der Vier- und Marschlande, Hydraulische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Dove-Elbe/Bille. *Bericht der BWS GmbH im Auftrag des Landesbetriebs Straßen, Brücken und Gewässer*. S. 1-86, Hamburg.
- KROB, L., KELLER, M., PETERSEN, N. & WAGENER, D. (2007): Verbesserung des Hochwasserschutzes und des Binnenhochwasserschutzes für die Vier- und Marschlande, Untersuchung von Planungsvarianten. *Bericht der BWS GmbH im Auftrag des Landesbetriebs Straßen, Brücken und Gewässer*. S. 1-51, Hamburg.
- LSBG (2015): Überprüfung des vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebietes der Kollau. *Projektbericht Gewässer und Hochwasserschutz Nr. 6 des Landesbetriebs Straßen, Brücken und Gewässer, Hamburg*. S. 1-71. Unveröffentlicht.
- MEA (2005): *Millennium Ecosystem Assessment*. Internetrepräsentanz: <http://www.unep.org/maweb/en/Index.aspx>.
- MÜLLER, A., MARENGWA, J. & O. MÜLLER (2009): Hochwasserschutz für die Hamburger Binnengewässer. *Berichte des Landesbetriebes Straßen, Brücken und Gewässer Nr. 3*, S. 1-64, Hamburg.
- SCHOLZ, M., MEHL, D., SCHULZ-ZUNKEL, C., KASPERIDUS, H.D., BORN, W. & K. HENLE (2013): Ökosystemfunktionen von Flussauen – Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktionen. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): *Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 124*, 257 S., Bonn.
- WEHLING, U. (2015): Mündliche Mitteilung zu Hochwasserereignissen und Steuerungsmöglichkeiten an der Dove-Elbe im Bereich des Bezirksamts Bergedorf.