

Unsicherheiten bei der Bestimmung von Bemessungswasserständen und Konzeptionierung eines objektspezifischen Hochwasserschutzmanagements mit standardisiertem Betriebsablauf für das Whitney Museum of American Art in NYC

Oliver Lojek, Nils Goseberg, Arne Stahlmann,
Knut Krämer, Torsten Schlurmann

Hurrikan Sandy überschwemmte im Oktober 2012 Teile von NYC. Darunter auch den Rohbau des Whitney Museum of American Art (WMAA). Als Reaktion wurden Bemessungswasserstände (BWH) für die Dimensionierung eines Flutschutzes ermittelt. Basierend auf einem ausgewählten BWH Wert wurde ein mobiler Flutschutz mit standardisiertem Betriebsablauf konzipiert, welcher an ein vorhandenes Frühwarnsystem gekoppelt ist.

Stichworte: Bemessungswasserstände, New York City, Sturmflut, Einzelwertverfahren, Vergleichswertverfahren, Extremwertverfahren, Hochwasserschutz

1 Einleitung

Im Oktober 2012 zog Hurrikan Sandy über New York hinweg, das er mit schwerwiegenden Folgen weitestgehend unvorbereitet traf. Sandy erreichte die Küste nur als Hurrikan der Stufe 1 auf der Saffir-Simpson Hurrikan Skala. Dennoch wurde in Folge dessen der Rohbau des Whitney Museums of American Art (WMAA) überflutet, welcher direkt am Ufer des Hudson River in Manhattan liegt. Die aufgetretene Überflutung zeigte, welche Risiken und Unsicherheiten trotz einer Einhaltung nationaler Flutschutzziele bei deren Umsetzung für objektorientierte Maßnahmen verbunden sind. Diese Zäsur veranlasste das WMAA dazu, eine wissenschaftliche Studie zur Ermittlung möglicher Sturmflutwasserstände zwecks Dimensionierung eines individuellen mobilen Flutschutzsystems in Auftrag zu geben.

2 Methodik

Das Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen führte in diesem Rahmen eine Studie zum gebäudespezifischen Hochwasserrisiko und zur Sturmflutgefährdung zum WMAA durch, um die Eingangsgrößen für die nachgelagerte Dimensionierung eines mobilen Hochwasserschutzsystems durch WTM International Engineers zu ermitteln. Aufgrund fehlender rechtlich bindender Vorgaben zur Hochwasserschutzbemessung in den USA wurden mehrere

in Deutschland gültige Verfahren verglichen. Angewendet wurden die deterministischen Einzel- und Vergleichswertverfahren sowie das statistische Extremwertverfahren, welche vom Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) in den Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken (2002) erarbeitet wurden. Als Datenbasis wurden stündliche Messwerte des Pegels The Battery genutzt, die über einen lückenlosen Zeitraum von 90 Jahren vorliegen (NOAA, 2013). Der verwendete Pegel liegt 4,3 km Luftlinie stromabwärts an der Südspitze Manhattans (Abbildung 1).

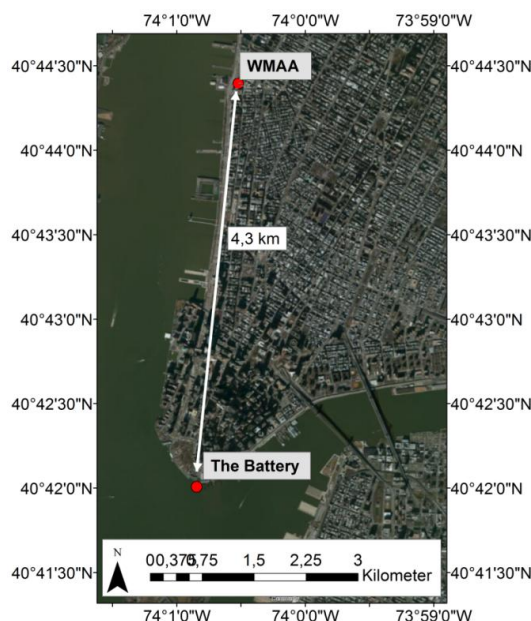


Abbildung 1: Übersichtskarte der Lage des WMAA in Manhattan, NYC sowie der Pegelstation ‚The Battery‘.

Ermittelt wurden verschiedene Bemessungswasserstände (BWH) in Abhängigkeit ihrer Jährlichkeit. Als Referenzwerte angeführte kritische Literaturwerte, sowie offizielle staatliche Angaben, die jedoch deutlich unter den ermittelten, wie auch den Literaturdaten liegen, ergeben eine Spannbreite der Bemessungswasserstände, ermittelt anhand unterschiedlicher Methoden (Tabelle 1).

2.1 Einzelwertverfahren

Beim Einzelwertverfahren werden vier verschiedene, physikalische Komponenten einer Sturmflut linear überlagert, um einen maximalen physikalisch möglichen Sturmflutwasserstand zu ermitteln (KFKI, 2002). Dieser setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- a) Höhe des mittleren Tidehochwassers (MThw) über NN (10-Jahres Mittel).
- b) Die Springerhöhung, als Höhenunterschied zwischen Winter Springtide-Hochwasser (HSpThw) und dem mittleren Tidehochwasser (MThw).

- c) Maximaler bisher eingetretener Windstau, berechnet als Höhenunterschied zwischen höchstem eingetretenem Tidehochwasser (HHThw) und dem zugehörigen vorausberechneten astronomischen Tidehochwasser (Thw).
- d) Sicherheitszuschlag, welcher den säkularen Meeresspiegelanstieg berücksichtigt.

2.2 Vergleichswertverfahren

Das Vergleichswertverfahren stützt sich auf den höchsten lokal eingetretenen Tidehochwasserstand und addiert zusätzlich einen Faktor *do*, der den Anstieg des Tidehochwassers (Thw) bzw. des Mittelwassers (MW) vom Eintrittsdatum bis zum Berechnungsdatum berücksichtigt. Abschließend wird ein Sicherheitszuschlag Δ addiert, welcher den Säkularanstieg vom Bemessungsdatum bis zum Berechnungsdatum plus 100 Jahre sowie örtliche Besonderheiten berücksichtigt (KFKI, 2002).

2.3 Extremwertstatistik auch Statistisches Verfahren

Das statistische Extremwertverfahren wurde im Rahmen des Projektes auf die einzig vorhandene, stark variierende Sturmflutkomponente angewendet. Dies ist im Einzelwertverfahren der Windstau. Hierbei wurden Methoden gemäß internationaler Vorgaben berücksichtigt (KFKI, 2002; USACE, 2002, 2003). Generell basiert die Extremwertstatistik auf gemessenen, eingetretenen Extremereignissen. Mithilfe einer Extrapolation der zugrundeliegenden Verteilungsfunktion können auch Werte für Ereignisse mit bestimmten außerhalb des Messzeitraumes liegenden Wiederkehrintervallen berechnet werden.

2.4 Vergleich

Ein Vergleich der drei Methoden für die Deutsche Nordseeküste zeigt deutlich, dass Bemessungswasserstände, die der Extremwertstatistik entstammen, die höchsten absoluten Werte aufweisen, gefolgt von Werten der Einzelwertstatistik und des Vergleichswertverfahrens (KFKI, 2002).

3 Ergebnisse

Ergebnis der Untersuchungen und sich anschließende Iterationen mit den Projektträgern und Planern sind von Szenarien abhängige Bemessungswasserstände. Ein objektorientierter Sturmflutschutz wurde dimensioniert, der auf einem gewählten Szenario basiert. Dieser stellt einen ausreichenden, jedoch keinen absoluten, Sturmflutschutz dar. Die Ergebnisse, die nachstehend in Tabelle 1 zusammengefasst sind, wurden anhand von Langzeitdaten des Pegels 'The Battery', NYC berechnet. Die Ergebnisse aus dem Extremwertverfahren für die Sturm-

flutkomponente c (Windstau) wurden zu den Komponenten a , b und d aus dem Einzelwertverfahren addiert. Dies führte auf die angegebenen BWH Werte für höhere Wiederkehrintervalle.

Tabelle 1 Übersicht über BWH Werte in Metern abhängig von der jeweiligen Methode und Jährlichkeit. Höhenangaben sind bezogen auf Manhattan Datum (MD).

	Deterministisch	50 a	100 a	250 a	500 a
Einzelwert	3,92	-	-	-	-
Vergleichswert	3,44	-	-	-	-
Extremwert					
Komponente c ¹	-	1,74-2,95	1,85-3,47	1,98-4,26	-
BWH ²	-	2,47-3,68	2,58-4,20	2,71-4,99	-
Literatur					-
Aerts et al. (2013)	-	-	-	-	-
Komponente c ¹	-	1,61	2,30	-	2,75
BWH	-	2,34	3,03	-	3,48
FEMA (2013a)	-	-	2,21	-	
FEMA (2013b)	-	-	2,85	-	4,07

3.1 Mobiles Schutzsystem

Das vom Gremium des Projektträgers ausgewählte Szenario stützt sich auf das Ergebnis der Extremwertstatistik für ein Wiederkehrintervall von 250 Jahren mit maximal 4,99 m ü. MD. Dies entspricht in etwa einem Hurrikan der Klasse II (NOAA, 2013b). Maßgeblich für die Wahl ist hierbei die Gebäudestatik, da bei einem Einstau über 5,05 m MD das Gebäude aufschwimmen würde. Damit ist das Schutzniveau konstruktiv auf 5,05 m ü. MD begrenzt (0,0 m MD = -0,56 m MSL). Der erste Stock des WMAA Gebäudes liegt auf 3,05 m MD. Um den ausgewählten Flutschutz konstruktiv zu erreichen, müssen daher noch knapp 2,00 m Höhe durch mobilen Flutschutz errichtet werden. Ein mobiles Flutschutzsystem ermöglicht vorteilhafterweise die Erhöhung des Hochwasserschutzes weitestgehend ohne Veränderung des lokalen Stadtbildes, der Sicht- und Verkehrsbedingungen. Es erhält somit die unverwechselbare Identität des geschützten Objektes. Das Konzept orientiert sich beim Flutschutzsystem an dem für die Stadt Köln geplanten System, welches sich aus vier grundlegenden Ele-

¹ Das 95% Konfidenzintervall der projizierten Sturmflutkomponente Windstau (Komponente c)

² Das 95% Konfidenzintervall des projizierten BWH, Summe des Konfidenzintervalls für den Windstau c) und der restlichen Sturmflutkomponenten

menten zusammensetzt: Mittelstützen, die im Bedarfsfall in regelmäßigen Abständen montiert werden, sowie Dammbalken, die zwischen den Mittelstützen gestapelt werden. Die gestapelten Dammbalken werden vertikal durch Gewindestangen verspannt, um den Hochwasserschutz temporär zu gewährleisten. Das System setzt sich aus diesen immer wiederkehrenden Elementen zusammen und kann technisch einen linienförmigen Flutschutz bis über 4,0 m Höhe erzielen (IBS, 2014). Hierbei sind die Aufbausicherheit und Aufbaugeschwindigkeit maßgeblich und werden durch die immer wiederkehrende Aufbauabfolge erleichtert. Betriebspersonal kann somit schnell und zuverlässig den Umgang mit dem System erlernen. Die einzelnen Elemente des Systems sind so gestaltet, dass sie von zwei Personen sicher per Hand bewegt werden können. Für den Neubau des WMAA am Hudson River wäre ein Flutschutzsystem auf einer Gesamtlänge von rund 216 m notwendig, wie in Abbildung 2 dargestellt. Es würde entlang des West Side Highway westlich des WMAA in Nord-Süd Richtung verlaufen, entlang der Gansevoort St. nach Osten bis zur Washington St. Von dort aus würde es wieder nach Norden verlaufen und das Gebäude auf drei Seiten schützen. Die Nordwand des WMAA grenzt direkt an einen Gebäudekomplex, der durch eine solide Wand geschützt ist.

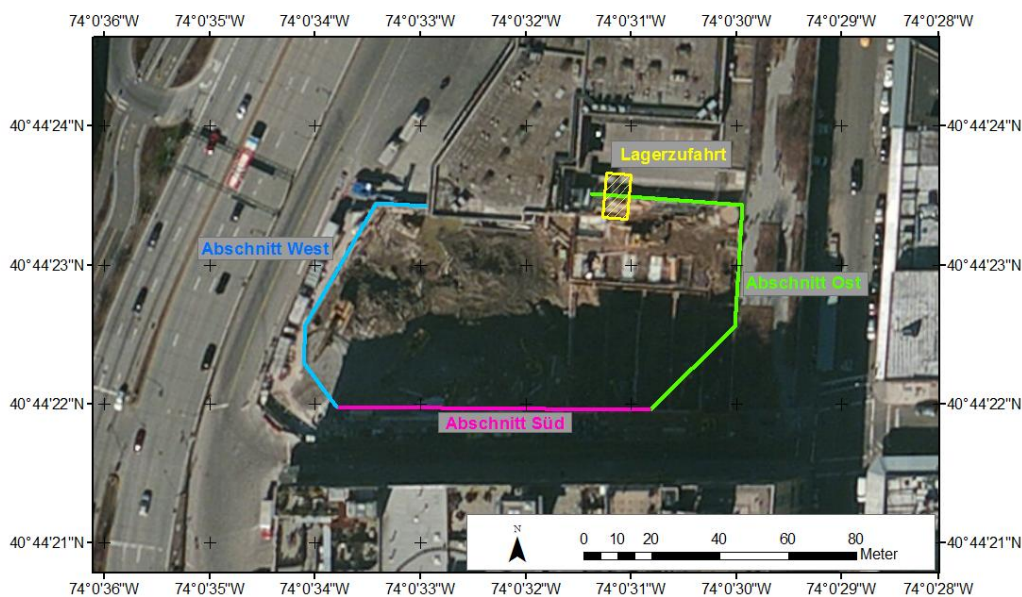


Abbildung 2: Übersicht über den möglichen Verlauf des objektorientierten mobilen Flutschutzsystems für das WMAA.

Die Elemente des Systems können lokal im Kellergeschoss des WMAA gelagert werden (IBS, 2008), welches über eine an der Nordostseite des Gebäudes gelegene Rampe erreichbar ist. Somit wird ein logistisch kurzer Transportweg gewährleistet und einer evtl. Verspätung durch Transport im Straßenverkehr bei einer Evakuierung der Stadt vorgebeugt.

3.2 Schutzkonzept

Aufgrund des ermittelten BWH kann ein objektspezifisches Hochwasserschutzmanagement mit standardisiertem Betriebsablauf (engl.: Standard Operation Procedures, SOP), das neben der technischen Ausführung ein maßgebliches Element darstellt, erarbeitet werden. Für NYC wurde bereits ein operatives Sturmflut Frühwarnsystem (engl.: Storm Surge Warning System, SSWS) entwickelt, welches für den Objektschutz genutzt werden kann (Georgas et al., 2009). Das System wird von Messwerten wie z.B. Wasserständen in Echtzeit angetrieben. Hierbei werden Daten von Messstationen verschiedenster Organisationen und Behörden integriert und genutzt, wodurch ein über 200 Messstationen umfassendes Gesamtnetzwerk entstanden ist. Das Model stützt sich auf ein strukturiertes Gitternetz mit einer Auflösung von 25 m. Wasserstandsvorhersagen im Genauigkeitsbereich von einem Dezimeter sind mit diesem System bis zu 48 h Vorlauf möglich (Stevens Institute of Technology, 2014a). Die Vorwarnzeit liegt durchschnittlich bei 8 h, wobei die minimale Vorwarnzeit des Systems bei 2 h liegt. Die Flutwasserstände für die nächstgelegene Pegelstation 'The Battery' an der Südspitze von Manhattan sind, wie in Tabelle 2 definiert, gegeben.

Tabelle 2 Übersicht über die Klassifizierung der Flutwasserstände am Pegel 'The Battery' in Metern. Höhenangaben sind auf MD bezogen (Stevens Institute of Technology, 2014b).

Flutwasserstand	Major Flood	Moderate Flood	Minor Flood	Near Flood Level
[m]	2,70	2,45	1,85	1,80

Da das unterste Stockwerk des WMAA bereits auf 3,05 m ü. MD liegt, greifen die SOP für das WMAA erst ab der höchsten offiziellen Flutstufe. Wird diese vom SSWS ausgegeben, so werden automatisch Kurznachrichten, E-Mails und Pager-Nummern des WMAA Personals aus einer Datenbank aufgerufen und kontaktiert (Stevens Institute of Technology, 2014a). Basierend auf Herstellerangaben würde der Aufbau der Schutzabschnitte West, Süd und Ost um das WMAA bis auf 2 m Schutzniveau bei 3 m Mittelstützenabstand durch 4-8 Personen zwischen 7,2 h und 3,6 h dauern (IBS, 2014). Für Transport und Montage des Systems sind mindestens 8 Personen nötig, um innerhalb der minimalen Vorwarnzeit von 2 h einen adäquaten Objektschutz zu gewährleisten (IBS, 2008; IBS 2014). Da das Frühwarnsystem jedoch bereits bei einem voraussichtlichen Überschreiten von 2,70 m am Pegel 'The Battery' aktiviert wird, bleiben mindestens 2 h Zeit, bis eine evtl. Sturmflut die Pegelstation erreicht (Stevens Institute of Technology, 2014, a). Weiterhin ist die Pegelstation an der Südspitze Manhattans 4,3 km stromabwärts gelegen, wodurch ein zusätzlicher, wenn auch geringer Zeitraum generiert wird. Zudem liegt das Erdgeschoss des WMAA

weitere 0,35 m oberhalb des Alarmwasserstandes, wodurch ebenfalls zusätzliche Vorbereitungszeit gewonnen wird, welche für den Aufbau des mobilen Schutzsystems genutzt werden kann. Das nachstehende Diagramm (Abbildung 3) veranschaulicht den Prozessablauf.

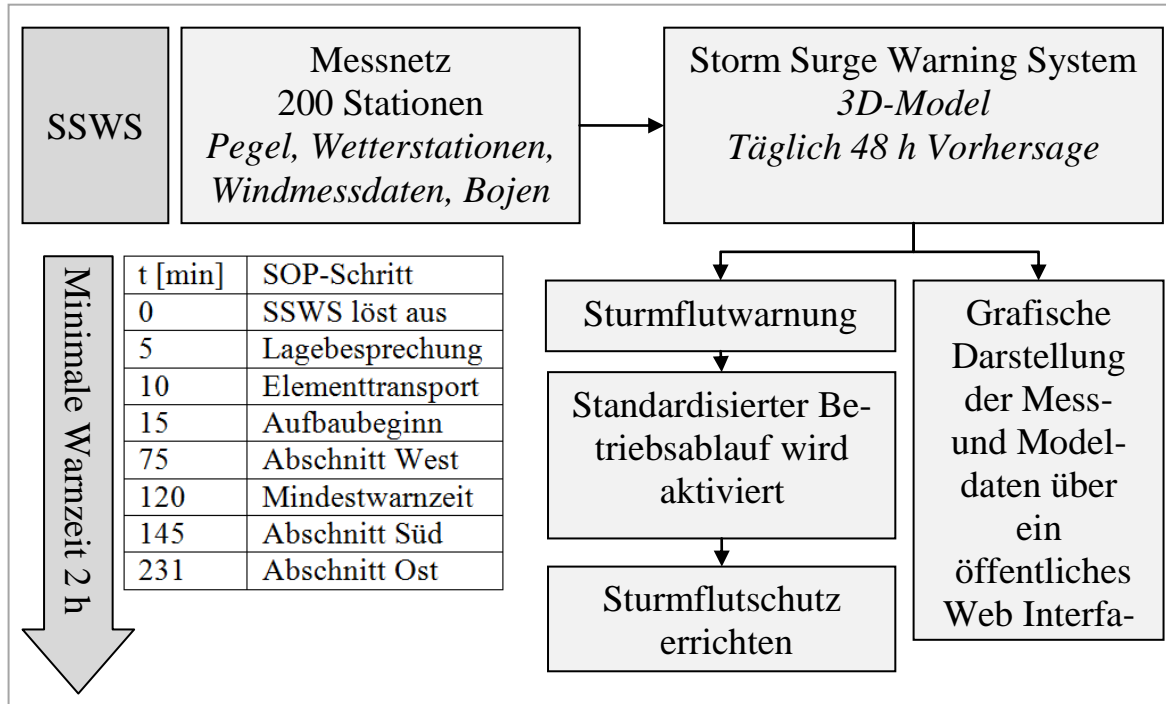


Abbildung 3: Ablaufplan des Sturmflutschutz-Konzeptes für das WMAA mit Zeitpunkten der SOP.

Mit Blick auf die Aufbaureihenfolge sollten zur Vorbeugung von Überflutungen zuerst die West- und Südabschnitte des Schutzsystems errichtet werden, bevor abschließend der Abschnitt auf der östlichen Gebäuderückseite montiert wird. Somit kann vor dem Hintergrund der gewählten Schutzziele ein angepasster Schutz gewährleistet werden.

3.3 Entwurf der ‚Standard Operation Procedures‘ (SOP)

Wird das SSWS ausgelöst, wird automatisiert Dienstpersonal des WMAA vor Ort zum Zeitpunkt $t = 0$ min informiert. Die SOP sind in Anlehnung an die beispielhaften Alarm und Einsatzplänen der Stadt Köln sowie der Gemeinde Offenau angelehnt (Stadt Köln, 1996; AuE, 2004; AuE-Köln, 2009). Das Gebäude wird für Besucher geschlossen und per Lautsprecherdurchsage evakuiert. Während dessen, $t = 5$ min, versammelt sich bereits zuständiges Personal im Lage-raum im Erdgeschoss des WMAA zur Ersteinsatzbesprechung. Die Verantwortung für die objektbasierten Maßnahmen wird durch einen festgelegten und trainierten Rollenplan realisiert. Ein designerter Hochwasserschutzbeauftragter leitet die Ablaufpläne ein.

Das öffentlich einsehbare Webinterface des SSWS wird konsultiert, welches Vorhersagen für die Stadt NY mit digitalem Kartenmaterial unterlegt. Es verschafft dem Personal des WMAA einen Überblick über die Hochwasserlage mit Prognosen. Bei einer akuten Gefährdungslage durch eine nahende Sturmflut geht das Personal nach festgelegtem Vorgehen dazu über, die Schutzelemente aus dem Untergeschoss des WMAA zu transportieren und an vorgesehenen Zwischenlagerplätzen zu deponieren. Mithilfe eines im Ladebereich des WMAA vorhandenen Kleinlastgabelstaplers können die bis max. 1500 kg schweren Paletten mit Schutzelementen an den gekennzeichneten Zwischenlagerplätzen um das WMAA herum transportiert werden. Der Transport ist zum Zeitpunkt $t = 15$ min abgeschlossen. Parallel zum Transport, welcher von maximal 2 Personen bewältigt werden kann, wird bereits mit der Montage des Systems entlang der 60 m langen Abschnitt West des WMAA begonnen, welche zuerst mit Elementen beliefert wird. Dieser Abschnitt ist der kritischste, da am nächsten am Hudson River gelegen. Der Aufbau bis auf ein 2 m Niveau entlang dieses Abschnitts ist von 8 Personen nach rd. 60 min bei $t = 75$ min abgeschlossen.

Entlang der Südseite des WMAA ist das Gelände zum Hudson River hin abfallend, so dass ein Höhenunterschied besteht. Beginnend mit dem Südwestende des Schutzsystems wird der Aufbau des ca. 70 m langen Abschnittes bis zum Zeitpunkt $t = 145$ min rd. 1,2 h in Anspruch nehmen. Die minimale Vorwarnzeit von 120 min ist hier bereits überschritten, jedoch wurden bereits der Westabschnitt und über die Hälfte des Südabschnitts (30 - 45 m) errichtet. Zusätzlich besteht ein Höhenunterschied von 0,35 m zwischen dem Erdgeschoss und dem Flutwasserstand, was zu einer weiteren Verzögerung bis zum Eintreffen der Flut führt. Hinzu kommt noch eine Entfernung von 4,3 km zur Pegelstation (Luftlinie), die das Eintreffen der Sturmflut am WMAA Standort weiter verzögert.

Abschließend wird der Hochwasserschutz entlang der östlichen Gebäudefront errichtet. Dieser Abschnitt ist mit 86 m gut 16 m länger als der westliche Abschnitt und kann in rd. 1,43 h errichtet werden. Das Gebäude zum Zeitpunkt $t = 231$ min nachdem das SSWS ausgelöst wurde von dem mobilen System geschützt.

3.4 Unsicherheiten

Die aufgeführten BWH Werte sind als mit Unsicherheiten behaftet anzusehen, da Interaktionen der Sturmflutbestandteile (Wind-Wellen, Strömungen, Binnenabfluss des Hudson River sowie eine mögliche Trichterwirkung der Bucht vor New York) mit den angewendeten Methoden nicht im Detail abgebildet werden können. Dadurch ergeben sich zusätzliche Unsicherheiten bei der Bestimmung möglicher Bemessungswasserstände. Die Werte beinhalten zudem weitere Unsi-

cherheiten, da derzeit weder über Langzeittrends, noch über Interaktionen der einzelnen Sturmflutkomponenten ein vollständiges wissenschaftliches Verständnis vorliegt. Ferner können nichtlineare Zusammenhänge nicht mit den hier gewählten Ansätzen abgebildet werden. Da jedoch der gewählte BWH bereits das konstruktive Maximum des Gebäudes darstellt, ist ein höheres Schutzniveau statisch nicht ohne größeren baulichen Aufwand realisierbar.

4 Diskussion

Verschiedene BWH Werte wurden mit unterschiedlichen Methoden ermittelt und ein Szenario für die Dimensionierung eines mobilen Flutschutzsystems gewählt. Ein Grundkonzept für ein mobiles Sturmflutschutzsystem für das WMAA wurde erarbeitet. Durch eine Koppelung mit Ergebnissen eines vorhandenen SSWS des Stevens Institute of Technology kann eine Sturmflutwarnung mit einer Vorlaufzeit von mindestens 2 h realisiert werden. Ausgehend hiervon könnte ein vor Ort gelagertes mobiles Schutzsystem innerhalb der Minimalvorwarnzeit von 8 Personen soweit errichtet werden, dass es bei Eintreffen einer Sturmflut ausreichend Schutz für das Gebäude bietet. Der letzte Abschnitt des Systems kann errichtet werden, während die kritischeren West- und Südseiten des Gebäudes bereits geschützt sind. Die Einsatzfähigkeit des Flutschutzes kann dadurch gewährleistet werden, dass regelmäßig Übungen und Schulungen des Betriebspersonals durchgeführt werden.

5 Literatur

- Aerts, J.C.J.H., Lin, N., Botzen, W.J.W., Emanuel, K., und de Moel, H. (2013): Low-Probability Flood Risk Modeling for New York City. *Risk Analysis*, 1539–6924.
- FEMA. (2013a): What is my Advisory Base Flood Elevation (ABFE)? - FEMA Region II Coastal Analysis and Mapping. <http://www.region2coastal.com/sandy/table>.
- FEMA. (2013b): Hurricane Sandy Advisory Base Flood Elevations (ABFEs). Public Documents. Federal Emergency Management Agency (FEMA). http://184.72.33.183/Public/Public_Documents/Sandy_ABFE_Fact_Sheet.pdf.
- Alarm und Einsatzplan (AuE) (2004): Hochwasserschutz der Gemeinde Offenau – Alarm und Einsatzplan. Gemeinde Offenau.
- Alarm und Einsatzplan, Köln (AuE-Köln) (2013): LfU Bayern,
- IBS (2006): Mobiler Hochwasserschutz in Köln | Weltweit einzigartige mobile Hochwasserschutzanlage.
- IBS (2008): Lager-/Transporttechnik für Mobilwände. Thierhaupten.
- IBS (2014): Mobile Wände als Hochwasserschutzsysteme. Thierhaupten. <http://www.hochwasserschutz.de/produktbereiche/hochwasserschutz/mobile-waende.html>

- KFKI. (2002): EAK. Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken. Die Küste 65, Korrigierte Ausgabe 2007
- NOAA. (2013a): NOAA Tides and Currents. Tides & Currents. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). <http://tidesandcurrents.noaa.gov/>.
- NOAA. (2013b): Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes (SLOSH). SLOSH Display Program (SDP). http://www.nhc.noaa.gov/ssurge/ssurge_slosh.shtml#SDISPLAY.
- Georgas, N., Blumberg, A. F., Bruno, M.S. and Runnels, D.S. (2009): Marine Forecasting For The New York Urban Waters And Harbor Approaches: The Design And Automation Of Nyhops
- Stevens Institute of Technology (2014,a): Davidson Laboratory Storm Surge Warning System. <http://hudson.dl.stevens-tech.edu/SSWS/>
- Stevens Institute of Technology (2014,b): The Battery SSWS. <http://hudson.dl.stevens-tech.edu/SSWS/d/index.shtml?station=N017>
- Stevens Institute of Technology (2009): Improvements to the Stevens Storm Surge Warning System (SSWS).
- Stadt Köln (1996): Hochwasserschutzkonzept Köln, Dezanat Bauen und Verkehr
- USACE. (2002): Coastal Engineering Manual. Water wave mechanics. Part II, Chapter 1. United States Army Corps of Engineers, Washington, DC, USA.
- USACE. (2003): Coastal Engineering Manual. Surf Zone Hydrodynamics. Part II, Chapter 4. United States Army Corps of Engineers, Washington, DC, USA.

Autoren:

Oliver Lojek, M.Sc.

Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen

Leibniz Universität Hannover

Nienburger Straße 4

30167 Hannover, Deutschland

Tel.: +49 511 762-14193

Fax: +49 511 762-4002

E-Mail: lojek@fi.uni-hannover.de

Dr.-Ing. Nils Goseberg

Dipl.-Ing. Arne Stahlmann

Dipl.-Ing. Knut Krämer

Prof. Dr.-Ing. Torsten Schlurmann

E-Mail: goseberg@fi.uni-hannover.de

E-Mail: stahlmann@fi.uni-hannover.de

E-Mail: kraemer@fi.uni-hannover.de

E-Mail: schlurmann@fi.uni-hannover.de