

Hochwassergefährdung der Hamburger Innenstadt

Nils Laudenbach (4179832), Geographisches Institut, Universität Heidelberg

1. Einleitung

Die Geschichte Hamburgs ist seit ihren Entstehungszeiten von immer wieder einsetzenden Hochwassern geprägt. So reicht die Erfassung bis zur sogenannten ersten Julianenflut, im Jahre 1164, zurück (Hamburg.de (1)). Zwar konnte sich die Stadt zunehmend besser vor größeren Katastrophen schützen, jedoch drohen durch den immer akuter werdenden Klimawandel neue Herausforderungen. So sind ein steigender Meeresspiegel, eine Zunahme an Starkniederschlägen und allgemein extremer Wettergeschehnisse Faktoren, welche die Wasserstände in bisher unerreichte Höhen steigen lassen könnten.

Dabei ist beispielsweise für Immobilienmarkt und Baugewerbe, vor allem aber für die Stadt, wichtig zu wissen, welche Bereiche mehr und welche weniger durch mögliche Hochwasser gefährdet sind. Diese Informationen dienen somit für viele Akteure als Grundlagen zur Entscheidungsfindung, weshalb in der folgenden Ausarbeitung die Antwort zur Frage, welche Gebäude der Hamburger Innenstadt wie stark gefährdet sind, ausgearbeitet wird. Da vor allem betroffene Gebäude Großteile der Hochwasserschäden ausmachen und weniger Straßen, Plätze und Wiesen, steht vor allem die Gefährdung von Bauwerken im Fokus. Die Risikobewertung basiert dabei auf den zwei Faktoren Höhe und Lage zu Deichen.

In dieser Ausarbeitung wird zunächst näher auf die genutzten Materialien eingegangen. In Folge dessen wird detailliert auf das Vorgehen zur Beantwortung der Fragestellung eingegangen. Abschließend werden thematische Schlüsse aus dem Erarbeiteten gezogen.

Dabei ist wichtig festzuhalten, dass es sich in dieser Ausarbeitung lediglich um ein Modell zur allgemeinen Orientierung handelt. Aufgrund der Vielfalt und Komplexität weiterer Einflussfaktoren, wie beispielsweise Beschaffenheit des Untergrunds oder verschiedene Bauweisen, können durch dieses Modell keine endgültigen Schlüsse gezogen werden.

2. Material

Grundsätzlich wurde die Analyse mit Hilfe der QGIS-Version 3.10.11 durchgeführt.

Overpass Turbo

Bei dem Großteil der verwendeten Vektordaten handelt es sich um gefilterte Daten der Open Street Map. Diese wurden durch die Internetseite Overpass Turbo zur Verfügung gestellt. Zur Analyse genutzte Daten, welche auf diesem Weg beschafft wurden, sind hier die Vektordaten der Gebäude, der Straßen und der Wasserflächen.

SRTM Tile Grabber

Dieser von der NASA bereitgestellte Dienst liefert Höhendaten als Raster für Großteile der Welt. Dabei werden diese als GeoTIFF zur Verfügung gestellt und dienen in diesem Projekt als wichtigster Einflussfaktor zur Bestimmung des Hochwasserrisikos.

Weitere Daten

Die restlichen genutzten Layer sind die der Hamburger Deiche und die der durch diese geschützten Bereiche, als Polygone. Diese Linestrings und Polygone wurde selbst erzeugt, mit Hilfe der Open Street Map und einer Karte der Deiche, welche durch die Hamburger Stadt zur Verfügung gestellt wurden (Hamburg.de (2)).

3. Methodik

Für das gesamte Projekt wird das Koordinatensystem „WGS 84 / UTM zone 32 N“ verwendet, da dieses für den betrachteten Bereich vergleichsweise wenige Verzerrungen aufweist.

Schritt 1: Berechnung der Wasserstände

Zu Beginn war es das Ziel zu ermitteln, welche Flächen bei welchen Wasserständen überflutet sind. Dafür wird zunächst die Erweiterung „SRTM-Downloader“ installiert und damit das Geländemodell des Gebiets rund um Hamburg geladen. Da es in diesem Fall zwei Karten sind, die für diesen Bereich herausgegeben werden, müssen diese noch mit dem Tool „Verschmelzen“ zu einem Raster geändert werden.

Nachdem das fertige Geländemodell erstellt ist, werden betroffenen Gebiete für die verschiedenen Hochwasserhöhen ermittelt. Als Höhen werden hier die von der Stadt Hamburg angegebenen Hochwasserstufen verwendet. Dabei gibt es Wasserstufe 0 ab 3,65 Meter über der Normalhöhe NHN, Stufe 1 ab 5 Meter, Stufe 2 ab 5,50 Meter, Stufe 3 ab 6,50 Meter und Wasserstufe 4, welche alles über 7,30 Metern einbezieht (Hamburg.de (2)). Um zusätzlich noch besser die Risiken der Gebäude differenzieren zu können, werden ebenfalls die Wasserhöhen von 1,5 Meter und 10 Meter über NHN in die Analyse einbezogen. Die Normalhöhe NHN bezeichnet dabei einen festgelegten Wert durchschnittlicher Wasserhöhe (Hamburg Port Authority, 2016). Um die befluteten Flächen zu berechnen, muss dann in den Rasterrechner das Kommando „Höhenmodelllayer < 6.5“ (die Höhe des Wassers, hier Stufe 3) ausgeführt werden. Dies wiederholt man für alle Wasserhöhen und erhält Layer mit den überschwemmten Gebieten (siehe Abb. 1).

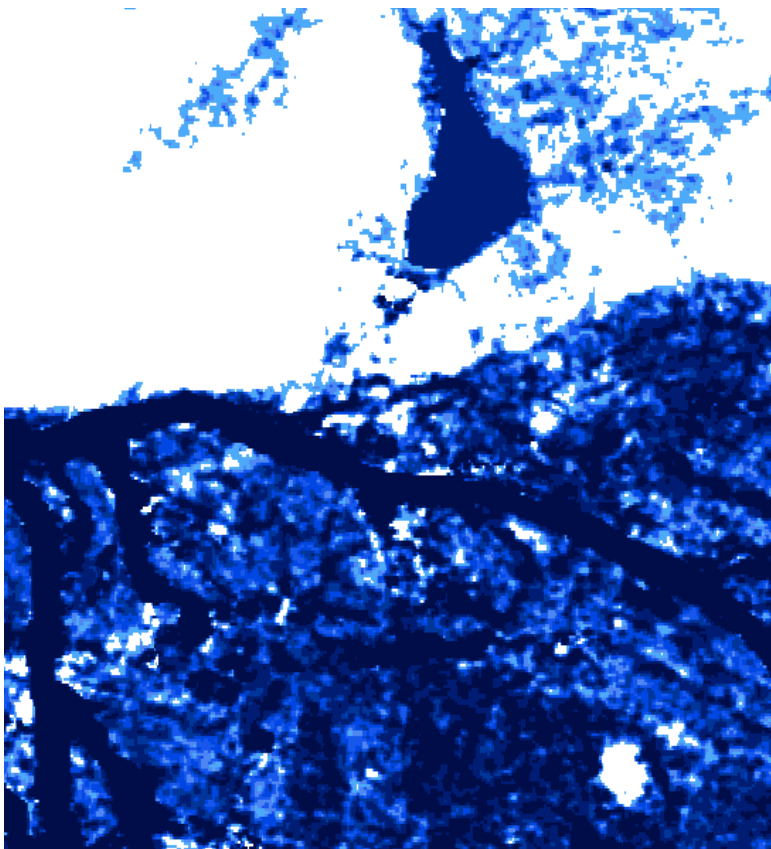


Abb. 1:

Übereinander gelegte Layer aller unterschiedlichen Wasserhöhen. Je dunkler die Farbe, desto geringer muss die Wasserhöhe sein, um diese Stelle zu fluten.

Schritt 2: Ermitteln der deichgeschützten Gebiete

Da große Teile Hamburgs durch Deiche vor Hochwassern geschützt sind, ist es wichtig diese in die Analyse einzubeziehen. Da von diesen keine frei zugänglichen Daten zur Verfügung stehen, werden hier Vektordaten selbst erstellt. Dies wird wie bereits erwähnt mit Hilfe der Open Street Map und Karten der Deiche getan, unter dem Tool „Neuer Shapedatei-Layer“. Vorerst wird nur ein Layer mit Linestrings erstellt, welcher nur die Deiche darstellt und später auch in der endgültigen Karte zu sehen ist (siehe Abb. 2 in pink). Danach muss wieder ein neuer Shapedatei-Layer erzeugt werden, jedoch dieses Mal ein Polygonlayer. Man setzt Teile der Randpunkte der Polygone auf die Linestrings der Deiche und Teile so, dass die Bereiche hinter den Dämmen innerhalb der neuen Polygone liegen. Diese Polygone bilden die durch die Deiche geschützten Gebiete (siehe Abb. 2 in gelb).



Abb. 2

Schritt 3: Risiko für Gebäude ermitteln

Dabei ist das Ziel zu ermitteln, welche Rasterlayer der Wasserflächen den Vektorlayer der Gebäude wo schneidet. Dafür werden zunächst die Raster jeweils mit dem Tool „Vektorisieren“ in Vektoren konvertiert. Anschließend wählt man in der Attributtabelle alle Zeilen, welche kein Wasser aufzeigen, also den Wert 0 besitzen und scheidet diese aus, um Polygone, welche nur die geflutete Fläche zeigen, zu erhalten. Danach muss auf diese noch das Tool „Geometrien reparieren“ angewandt werden, um mit ihnen weitere Vektoroperationen durchführen zu können.

Nachdem dies für alle Wasserhöhen durchgeführt wurde, muss man von diesen erstellten Layern noch die durch die Deiche geschützten Flächen abziehen. Dafür verwendet man das Tool „Differenz“, wobei man jeweils die gefluteten Gebiete als Eingabelayer nutzt und überlagert diese mit den Polygonen der sicheren Bereiche. Da die Deiche nach Angaben der Stadt nur für Wasserhöhen von bis zu 7,30 Metern über NHN konzipiert sind, wird bei den beiden Layern mit dem Hochwasser von 7,30 beziehungsweise 10 Metern dieser letzte Vorgang weggelassen, da das Wasser in diesen Fällen über die Deiche gelangt (Hamburg.de (4)).

Wenn man dann die Layer mit den endgültigen mit Wasser bedeckten Flächen ermittelt hat, führt man einen Join durch, um die Information, geflutet oder nicht geflutet, dem Gebäudelayer anzuhängen. Dafür nutzt man das Tool „Attribute nach Position zusammenfügen“ und wählt den Operator „schneidet sich mit“, da eine partielle Überschneidung bereits ein Risiko durch Überflutung darstellt.

Anschließend wählt man in der Attributtabelle alle Gebäude, aus die sich nicht mit Wasser überschneiden und entfernt diese. Wendet man dies bei allen Höhen an, erhält man jeweils einen Layer mit den betroffenen Gebäuden.

Schritt 4: Kartengestaltung

Um die Ergebnisse geeignet darzustellen, legt man nun alle Layer der betroffenen Häuser so übereinander, dass je geringer die Wasserhöhen, durch welche die Gebäude betroffen sind, desto mehr liegt der jeweilige Layer über den anderen. Diese Layer färbt man dann jeweils passend ein, wodurch man dann die stärker betroffenen Gebiete in rot, über den weniger betroffenen Bereichen gelb, beziehungsweise grün gefärbt erhält. Ein Problem, was bei dieser Methode auftritt ist, dass die grüne Farbe den darüberliegenden gelben Layer grünlich färbt. Darum werden diese mit dem Tool „Differenz“ so verschnitten, dass die grünen Gebäude unter den gelben entfernt werden.

Bei der Klasseneinteilung werden nicht alle erstellten Layer genutzt, um Übersichtlichkeit zu wahren. So werden die Hochwasserstufen 0 und 2 ausgelassen.

Abschließend werden noch Vektorlayer der wichtigsten Straßen der normalen Wasserflächen Hamburgs hinzugefügt, welche für bessere Orientierung auf der endgültigen Karte sorgen sollen. Um diese nur für das betrachtete Gebiet zu erhalten, wird ein Polygon erzeugt, welcher den gesamten Bereich beinhaltet. Mit dem Tool „Zuschneiden“ werden dann nur die Teile der Straßen, Wasserflächen und auch Deiche extrahiert, welche innerhalb dieses Polygons liegen.

Für diese Deiche, Straßen und Wassergebiete werden unauffällige Farben genutzt, wohingegen die Gebäude in sehr satten und herausstechenden Farben gehalten sind, da diese im Fokus der Analyse stehen.

Abschließend wird die endgültige Karte erstellt, mit Titel, Maßstab, Nordpfeil, Metadaten und einer Legende. Bei dieser wird als Angabe Risiko anstelle von Wasserhöhen genutzt, um es so für jeden, auch ohne Vorwissen, besser verständlich zu machen.

4. Ergebnisse und Fazit

Betrachtet man die Ergebnisse, lässt sich erkennen, dass logischerweise vor allem die Bereiche, welche nicht durch Deiche geschützt werden, gefährdet sind. Hier sind vor allem Hafengebiete betroffen, wenn es zu höheren Fluten kommt, welche so auch schon in der Vergangenheit aufgetreten sind. Die Gebiete hinter den Deichen sind hingegen deutlich besser geschützt, so werden diese erst ab einer Wasserhöhe ab 7,30 Meter überflutet. Da der höchste je erreichte Wasserstand mit einer Höhe von 6,45 Metern über Normal Null noch deutlich darunter liegt, sind diese Bereiche momentan also gut geschützt (Hamburg.de (1)). Wirft man einen Blick auf die Zukunft mit der Unsicherheit wie sich Klima und Meeresspiegel verändern, sieht man, dass bei einer eventuellen Überflutung der Deiche vor allem der Süden des betrachteten Gebiets betroffen ist. Im Gegenzug besteht im Norden auch bei momentan noch sehr unwahrscheinlichen Pegeln von bis zu 10 Meter noch ein sehr geringes Risiko einer Überschwemmung.

Abschließend lässt sich also sagen, dass zwar vor allem die Hafengebiete vergleichsweise anfällig sind, jedoch der Großteil der Innenstadt entweder durch Deiche oder durch eine höhere Lage sicher vor Hochwassern sind.

5. Referenzen

Literatur

- HAMBURG PORT AUTHORITY (2016). Sturmflutschutz im Hamburger Hafen. Online unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/3425396/4e71dd98b18081e6beb1bf2abc3811f5/data/sturmflut-download-hafenschutz.pdf> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)
- HAMBURG.DE (1) (k.A.). Wenn der Sturm kommt. Online unter: <https://www.hamburg.de/hamburger-hafen/4391672/sturmfluten/> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)
- HAMBURG.DE (2) (k.A.). Aktuelle Informationen Sturmflutsaison. Online unter: <https://www.hamburg.de/katastrophenschutz/4436128/sturmflutsaison/> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)
- HAMBURG.DE (3) (k.A.). Sturmflut: Fragen und Antworten. Online unter: <https://www.hamburg.de/innenbehoerde/sturmflut/3721058/sturmflut-fragen-und-anworten/> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)
- HAMBURG.DE (4) (k.A.). Hochwasserschutz in Hamburg heute. Online unter: <https://www.hamburg.de/sturmflut-1962/4357752/hochwasserschutz/> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)

Genutzte Websites

- OVERPASS TURBO. Online unter: <https://overpass-turbo.eu> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)
- SRTM TILE GRABBER. Online unter: <https://dwtkns.com/srtm/> (zuletzt abgerufen am 01.08.2021)