



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



## Transportströme und Erreichbarkeiten

*Risikoanalysen sind von entscheidender Bedeutung, wenn es um die Diskussion, Planung und Umsetzung von vorsorgenden Maßnahmen zum Schutz kritischer Infrastrukturen geht. Die zunehmende sachliche und räumliche Vernetzung gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Aktivitäten ist dabei Herausforderung und Ansporn zugleich, auf möglichst breiter empirischer Basis unterschiedliche Risikoszenarien besser verstehen zu lernen. Immer häufiger verursachen Schadensereignisse nicht nur Beeinträchtigungen vor Ort, sondern sind weit über den jeweiligen Entstehungsort hinaus spürbar. So sind Analysen der Auswirkungen bestimmter Risiken auf die Transportströme für die deutsche Volkswirtschaft von großer Bedeutung. Zugleich geben Erreichbarkeitsanalysen wichtige Hinweise auf mögliche Einschränkungen der Versorgungssicherheit der Bevölkerung. In der hier vorgelegten Analyse betrachten wir die verkehrlichen Auswirkungen einer schweren Sturmflut an der deutschen Nordseeküste, wie sie der jüngsten Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz des Bundes zugrunde liegt.*

- **Einleitung**
- **Das Sturmflutszenario der jüngsten Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz**
- **Gefährdete Verkehrsinfrastruktur im potenziellen Überflutungsgebiet**
- **Auswirkungen einer möglichen Sturmflut auf die Güterverkehrsströme**
- **Gefährdete Gesundheitsinfrastruktur im potenziellen Überflutungsgebiet**
- **Fazit**

## Verkehrliche Auswirkungen einer Sturmflut

### Autoren

Bernd Buthe  
Dr. Peter Jakubowski  
Thomas Pütz

## Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

Naturkatastrophen und Wetterextreme gewinnen in Deutschland immer mehr an Bedeutung, wie u. a. aus Berechnungen der Rückversicherer hervorgeht. Danach entstanden in der Bundesrepublik allein im Jahr 2013 Schäden in Höhe von über 13 Mrd. €, von denen nicht einmal die Hälfte versichert war. Im Juni 2014 richtete der Sturm Ela in Nordrhein-Westfalen große Schäden an. Die Bilder von Einsätzen der Bundeswehr bei Aufräumarbeiten bleiben im Gedächtnis haften. Auch das Orkantief Niklas sorgte jüngst für massive Einschränkungen im öffentlichen Leben. Die Zahl der Ereignisse sowie das Ausmaß der Schäden zeigen, wie wichtig es ist, dass sich auch die Forschung intensiv mit dem Thema befasst. Dabei geht es vor allem um Resilienzkonzepte, um Untersuchungen zum vorsorgenden Risikomanagement oder um Analysen zur Robustheit von Infrastruktur.

Das BBSR erarbeitet gemeinsam mit anderen Forschungseinrichtungen des Bundes unter Koordination des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe regelmäßig Risikoanalysen. 2014 war das Szenario einer schweren Sturmflut an der deutschen Nordseeküste Gegenstand einer solchen Analyse.

Das vorliegende Heft zeigt, was eine schwere Sturmflut für die Verkehrsinfrastruktur bedeuten würde und welche Folgen sie für die Güterversorgung und das produzierende Gewerbe hätte – über den norddeutschen Küstenraum hinaus. Eine schwere Sturmflut könnte zudem gravierende Probleme in der Krankenhausversorgung im direkt betroffenen Gebiet nach sich ziehen.

Die Basis der Berechnungen bilden das Transportstrom-Visualisierungs-Modell (TraViMo) und das Erreichbarkeitsmodell des BBSR. Die datengestützten, räumlich differenzierten Analysen sollen dazu beitragen, Risikoszenarien besser zu verstehen und so Vorsorgemaßnahmen noch zielgerichteter umzusetzen.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

A handwritten signature in blue ink that reads "H. Herrmann". The signature is fluid and cursive.

Direktor und Professor Harald Herrmann

# Einleitung

Die zehn teuersten Naturkatastrophen verursachten in Deutschland insgesamt Schäden von über 37,8 Mrd. €.

Stürme, Sturmfluten oder extreme Hochwasser können ebenso wie vom Menschen verursachte Ereignisse (z. B. terroristische Anschläge) die Verkehrsinfrastrukturen nachhaltig schädigen oder sogar zerstören. Das Beispiel der Aschewolke der Vulkaneruption des Eyjafjallajökull auf Island im April des Jahres 2010 zeigt für den Luftverkehr, dass es durchaus zu einem mehrtägigen Ausfall eines kompletten Verkehrsträgers kommen kann.

Auch die Schäden an der Bahninfrastruktur und die starken Einschränkungen im Bahnverkehr nach und von Berlin nach dem verheerenden Hochwasser 2013 sind noch in guter Erinnerung. Solche Ereignisse haben oft bundesweit spürbare Auswirkungen auf die Verkehrsströme, denn Wirtschaft und Gesellschaft sind mittlerweile so eng vernetzt, dass sich räumlich begrenzte Störungen der Infrastruktur durch das Gesamtnetz fortpflanzen können und somit Schadensort und Wirkungsraum nur noch selten deckungsgleich sind.

Die reibungslose Versorgung mit Gütern gehört zu den Grundvoraussetzungen für das alltägliche Leben. Zudem ist es für die Bevölkerung im Privat- wie im Berufsleben selbstverständlich geworden, jederzeit ohne nennenswerte Einschränkungen von einem Ort zum anderen zu reisen. Je mehr die Versorgung moderner Gesellschaften auf vernetzten und räumlich weit verzweigten Verkehrsinfrastrukturen basiert, desto wichtiger wird es auch unter Vorsorgegesichtspunkten, genau diese Netze für den physischen Transport vor dem Hintergrund ihrer Robustheit oder Verletzlichkeit genauer zu analysieren (BBK, 2012).

Die Zunahme von Schäden und Opfern von Naturkatastrophen in den letzten Jahrzehnten belegt die Rele-

vanz eines robusten Verkehrssystems in Deutschland (Buthe/Jakubowski, 2013). Tabelle 1 gibt eine Einordnung der ökonomischen Bedeutung dieser Ereignisse. So verursachten allein die zehn gravierendsten Naturereignisse seit 1970 in Deutschland einen materiellen Gesamtschaden von gut 37,8 Mrd. €, von denen zudem nur rund 12,6 Mrd. € über Versicherungen abgesichert waren. Die mit Abstand höchsten Schäden entfielen mit 11,6 Mrd. € auf die immensen Überschwemmungen im Sommer 2002, die auch zu erheblichen Zerstörungen der verkehrlichen Infrastruktur geführt haben.<sup>1</sup>

Zum Vergleich sei hier aufgeführt, dass Munich Re die Schäden, die der Hurrikan Sandy im Oktober 2012 in den USA und in der Karibik verursacht hat, auf insgesamt 50 Mrd. US-Dollar beziffert, von denen 50 % über Versicherungen aufgefangen werden.<sup>2</sup>

Vor diesem Hintergrund ist es nur folgerichtig, dass sich die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz auch mit den aus Störungen von Verkehrsinfrastrukturen resultierenden Auswirkungen auf die innere Sicherheit, das Gemeinwesen sowie auf wichtige Schlüsselindustrien befasst. Von großer Bedeutung für die Einschätzung von Risikoszenarien sind daher Analysen räumlich und sachlich differenzierter Verkehrsströme.

Zusammen mit dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) ein Informationssystem für das Krisenmanagement entwickelt (Buthe/Jakubowski 2014 und BMVI 2014, S. 21), welches die für alle Verkehrsträger vorrangig zu berücksichtigenden Transportströme identifiziert. Das Informationssystem liefert durch die Betätigung einzelner

(1) So hatte bspw. das Land Brandenburg ein Aufbauhilfeprogramm „zur Wiederherstellung der kommunalen Infrastruktur“ aufgelegt, bei dem zehn Mio. € an Aufbaumitteln an die vom Hochwasser betroffenen Gemeinden in Brandenburg gegeben wurden. Vgl. Ministerium der Finanzen, Brandenburg (2003).

(2) Vgl. Munich Re NatCatSERVICE (2014).

Filterfunktionen sehr schnell Ergebnisse bzgl. unterschiedlicher Fragestellungen. Durch die verschiedenen grafischen Darstellungsmöglichkeiten lassen sich einzelne Knotenpunkte in Deutschland sowie mögliche Abhängigkeiten von einem bestimmten Verkehrsträger erkennen. Das Transportstrom-Visualisierungs-Modell „TraViMo“ verknüpft verkehrstatistische Grundlagen für die Bahn, das Binnenschiff, den Luft- und Seeverkehr sowie für die Straße miteinander, wodurch die Abschätzung

und Visualisierung der für Deutschland relevanten Verkehrsströme im Personen- und Güterverkehr möglich werden.

Durch die Kombination mit weiteren Datengrundlagen bietet TraViMo auch eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz:

- schnelle Visualisierung des Verkehrsgeschehens einer ausgewählten Region und Bereitstel-

- lung regionaler Verkehrsdaten
- Notfallplanung bei einem Verkehrsträgerausfall – Identifikation von besonders wichtigen Transportströmen
- branchenspezifische Analysen
- Berechnung von volkswirtschaftlichen Effekten durch die Verknüpfung der Verkehrsstatistiken mit der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR)

Tabelle 1

Die zehn teuersten Naturkatastrophen für die Gesamtwirtschaft zwischen 1970 und 2013 in Deutschland					
Datum	Ereignis	betroffene Gebiete in Deutschland	Gesamt-schäden Mio. €	versicherte Schäden	Todesopfer
11. bis 20.8.2002	Überschwemmungen, Unwetter	Sachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Berlin, Schleswig-Holstein, Bayern	11 600	1 800	21
30.5. bis 12.6.2013	Überschwemmungen	Bayern, Baden-Württemberg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Thüringen, Niedersachsen	10 000	1 800	8
18. bis 19.1.2007	Wintersturm Kyrill	Gesamtes Land	4 200	2 400	13
27. bis 28.7.2013	Hagelsturm, Unwetter	Holstein, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt	3 600	2 800	-
26. bis 28.10.2002	Wintersturm Jeanett	Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hamburg, Hessen, Schleswig-Holstein, Brandenburg	1 700	1 200	11
26.12.1999	Wintersturm Lothar	Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz	1 600	650	15
Juni bis Aug. 2003	Hitzewelle, Dürre	Gesamtes Land	1 500	10	9 000
12.7.1984	Hagelsturm	Bayern, Baden-Württemberg	1 500	750	
28.5. bis 2.6.2008	Unwetter Hilal, Hagelstürme	Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Sachsen	1 100	800	3
28.2. bis 1.3.1990	Wintersturm Wiebke	Rheinland-Pfalz, Saarland, Hessen, Thüringen, Bayern, Baden-Württemberg	1 040	440	24
<b>Insgesamt</b>			<b>37 840</b>	<b>12 650</b>	<b>9 095</b>

Quelle: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, GeoRisikoForschung, NatCatSERVICE – Stand Januar 2014

## Das Sturmflutszenario der jüngsten Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz

Das Szenario beschreibt eine sehr schwere Sturmflut infolge eines außergewöhnlich starken Wintersturms in der Deutschen Bucht. Die Wassermassen breiten sich kaskadenartig u. a. über Nebenflüsse ins Hinterland aus.

Eine wesentliche Grundlage der jüngsten Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz<sup>3</sup>, die unter fachlicher Federführung des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)<sup>4</sup> und Mitwirkung weiterer Bundesbehörden zum Thema Sturmflut erarbeitet und im Dezember 2014 veröffentlicht wurde, bildet das Szenario einer Sturmflut in der deutschen Bucht.<sup>5</sup> Dieses Szenario beschreibt eine sehr schwere Sturmflut, die infolge eines außergewöhnlich starken Wintersturms in der Deutschen Bucht auftritt. Der Sturm führt in der Deutschen Bucht großräumig zu Windgeschwindigkeiten von Orkanstärke aus westlichen Richtungen, die das Wasser an der Küste mehrere Meter hoch anstauen. Diese Windgeschwindigkeiten halten einige Stunden an und führen in der offenen Nordsee zu Wellenhöhen von weit mehr als zehn Metern, die bereits im Küstenvorfeld brechen. Wellen mit kleinerer Wellenlänge und -höhe dringen bis an die Seedeiche vor und erzeugen bei hohem Wasserstand an exponierten Abschnitten einen relevanten Wellenüberlauf. Dies führt in einzelnen Fällen zu Deichbrüchen und zu einer Überflutung des jeweiligen Hinterlandes.

Der schwere Wintersturm, mit dem die Sturmflut einhergeht, zieht mit Orkanstärke über das gesamte Bundesgebiet und weite Teile Europas. Die höchsten Windgeschwindigkeiten treten im Nordwesten, an den Küsten und in Schleswig-Holstein sowie in exponierten Bereichen des Mittelgebirgsraumes, in Hochlagen der Alpen und am Oberrhein auf. In den von diesem Szenario betroffenen Räumen leben ca. 23 Mio. Personen.

Von der Sturmflut selbst sind die gesamte deutsche Nordseeküste bis

hinein in die Tideflüsse und auch die benachbarten Küsten in den Niederlanden und in Dänemark betroffen. Die höchsten Wasserstände treten in Hamburg, Bremerhaven und Husum auf. Zusätzliche Belastungen der Küstenschutzanlagen durch Seegang kommen an den offenen Küsten hinzu.

Abbildung 1 zeigt die Gebiete, die bei Eintritt einer extremen Sturmflut potenziell überflutungsgefährdet sind. Dies bedeutet nicht, dass innerhalb des Szenarios die gesamte potenziell gefährdete Fläche betroffen ist. Welche Flächen überflutet werden, hängt davon ab, an welchen Stellen es zu Wellenüberlauf und Deichbrüchen kommt. Die Ausbreitung der Wassermassen ins Hinterland geschieht kaskadenartig über Nebenflüsse, Bäche oder z. B. Entwässerungsgräben, sodass auch weit von der Küste entfernte Niederungen geflutet werden.

Im hier referierten Szenario der Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz wird vereinfachend angesetzt, dass ca. 15 % der in der Abbildung blau schraffierten, potenziell gefährdeten Flächen u. a. nach Deichbrüchen überflutet sind. Es wird weiterhin angenommen, dass Deichbrüche insbesondere an solchen Seedeichen auftreten, die Seegang und Dünung ausgesetzt sind, wo die additive Höhe von Sturmflutwasserstand und Wellenaufbau neun Meter über NN überschreitet. Das gesamte Gebiet des  $HW_{\text{extrem}}$  hat eine Fläche von ca. 9 000 km<sup>2</sup>. Unter der Annahme einer anteiligen Überflutung (15 %) wären demnach ca. 1 350 km<sup>2</sup> der norddeutschen Küstenregionen bei und nach dieser Sturmflut überflutet. Das Szenario geht ferner davon aus, dass in den überfluteten Bereichen ca. 150 000 Menschen leben und sich

(3) Vgl. Deutscher Bundestag (2010). Zur Methode vgl. BBK (2010).

(4) Hier sei vor allem auf die Arbeiten von Müller-Navarra (2013), Müller-Navarra et al. (2012), Müller-Navarra/Giese (1999) oder Müller-Navarra et al. (2013) sowie Jensen/Müller-Navarra et al. (2006) verwiesen.

(5) Vgl. Deutscher Bundestag (2014) und Deutscher Bundestag (2013). Wir danken dem BSH, Herrn Müller-Navarra, für die Genehmigung der Übernahme des Szenarios für diese Veröffentlichung.

zusätzliche Personen von außerhalb zur Zeit der Sturmflut in der Überflutungsregion aufhalten.

Der Sturm verursacht schwere Schäden an Infrastrukturen der Energieversorgung (und des Schienenverkehrs) mit der Folge großflächiger Stromausfälle. In den ersten Stunden sind mehr als sechs Mio. Personen im Bundesgebiet ohne Strom. In Norddeutschland gibt es Räume, die von Überflutungen und auch von Stromausfall betroffen sind. Der für die Sturmflut verantwortliche Sturm dauert zwei Tage, in denen das wirksame Sturmfeld des Orkantiefs die Deutsche Bucht vom Vormittag des ersten bis in die Frühstunden des zweiten Tages von West nach Ost überquert. Dabei treten von der schleswig-holsteinischen Nordseeküste bis nach Ostfriesland wiederholt Orkanböen mit Spitzengeschwindigkeiten über 140 km/h, an der Küste auch gebietsweise bis zu 180 km/h aus westlichen Richtungen auf.

Die Zugbahn des Orkantiefs führt zu auflandigem Sturm und in der Folge zu maximalen Windgeschwindigkeiten in der Nacht vom ersten auf den zweiten Tag in der Deutschen Bucht.

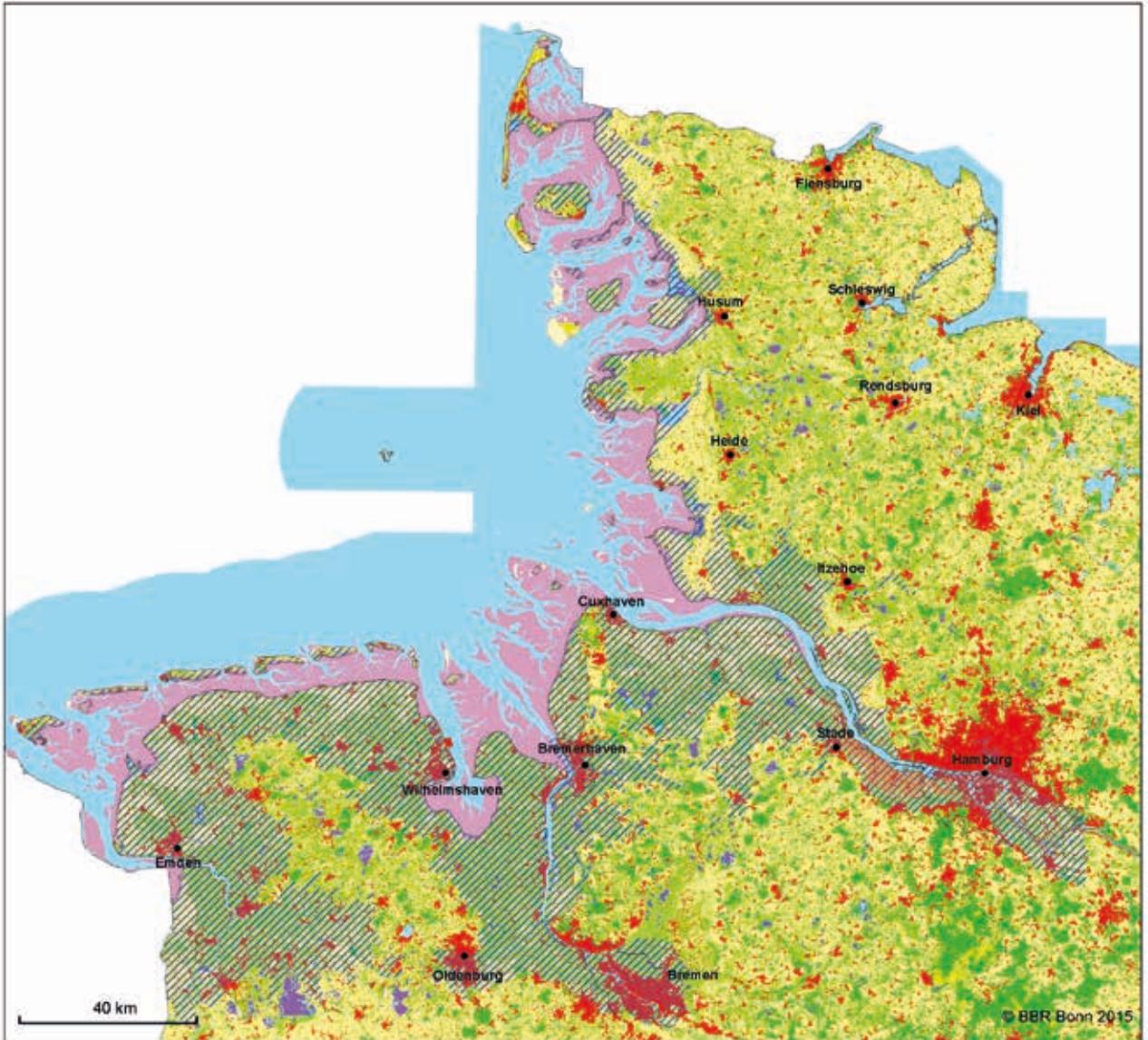
Die maximalen Windgeschwindigkeiten treffen zeitgleich mit der astronomischen Hochwasserzeit zusammen. In der Folge entwickelt sich in der Nacht eine sehr schwere Sturmflut an der deutschen Nordseeküste mit additiver Höhe von Sturmflutwasserstand und Wellenauflauf von lokal über 9 mNN. Die mit der Sturmflut einhergehenden sehr hohen Wasserstände (6 bis 8 mNN) dauern allerdings aufgrund der zeitlich begrenzten astronomischen Hochwasserzeit nur ca. vier bis sechs Stunden an. Vereinzelt werden Flutschutztore und Sperrwerke überströmt. Darüber hinaus kommt es an einigen Seedeichen durch Wellenauflauf und die sie überströmenden Wassermassen zu Schäden und Deichbrüchen. Auch werden Teilbereiche des Hinterlandes überschwemmt, die während kleinerer Sturmfluten geschützt wären. Aufgrund der relativ kurzen Dauer der Sturmflut werden die Küstenschutzwerke zwar nur für einige Stunden durch maximale Belastungen angegriffen, doch können beschädigte oder gebrochene Deiche auch bei nachfolgenden Sturmfluten noch Probleme bereiten. Dort, wo es nach Deichbrüchen zu Überflutungen des Hinterlandes kommt, kann sich

durch das eingedrungene Meerwasser das Schadensausmaß noch Tage später erhöhen. Die Entwässerung tiefgelegener Gebiete kann Monate dauern.

Die Betrachtung der potenziell überflutungsgefährdeten Gebiete und der mit einer Sturmflut einhergehenden möglichen Schäden und Auswirkungen muss vor dem Hintergrund der jeweils betroffenen Räume, den dort befindlichen Nutzungen und Funktionen erfolgen. Sowohl das Schadensausmaß selbst, als auch mögliche Strategien und Maßnahmen zur Eindämmung von Schäden sind davon abhängig, ob es sich z. B. um Siedlungsflächen oder naturnahe Flächen handelt. Nicht alle Nutzungen und Funktionen bilden sich dabei gleichermaßen flächenhaft ab, sondern stellen sich vor allem in punkt- und linienhaften (Infra-) Strukturen im Raum dar. So sind die Verkehrsinfrastrukturen vor allem durch ihre Netze der Verkehrswege und ihre Knotenpunkte geprägt, die den Einstieg und den Umschlag von Personen und Gütern ermöglichen.

Abbildung 1

Karte der potenziell gefährdeten Überflutungsfläche für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub>



**Bodenbedeckung**

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: red;">■</span> Siedlungsfläche                                       | <span style="color: yellow;">■</span> Heide                  |
| <span style="color: orange;">■</span> Landwirtschaftliche Nutzfläche: Ackerland          | <span style="color: lightyellow;">■</span> Strände und Dünen |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> Landwirtschaftliche Nutzfläche: Sonderkulturen | <span style="color: purple;">■</span> Sümpfe und Moore       |
| <span style="color: green;">■</span> Landwirtschaftliche Nutzfläche: Wiesen und Weiden   | <span style="color: pink;">■</span> Wattfläche               |
| <span style="color: darkgreen;">■</span> Waldfläche                                      | <span style="color: lightblue;">■</span> Wasserfläche        |

Datenbasis: Laufende Raumbewertung des BBSR, BSH, BKG DLM-DE Digitales Landbedeckungsmodell  
 Fachdaten: WasserBLIK/BAG und Zuständige Behörden der Länder (07/2014)  
 Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012

▨ Potenzielles Überflutungsgebiet für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub>

**Erläuterungen/Hinweise:**

Die vorliegende Darstellung basiert auf den Überflutungsgebieten für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub> nach EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL). Die Informationen beruhen auf Daten der zuständigen Behörden der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein und wurden freundlicherweise für die Risikoanalyse des Bundes bereitgestellt. Die Methoden zur Ermittlung der Überflutungsgebiete sind weitgehend abgestimmt, aber aufgrund landesrechtlicher Regelungen nicht bundesweit harmonisiert. So können insbesondere an den administrativen Grenzen Unterschiede auftreten.

## Gefährdete Verkehrsinfrastruktur im potenziellen Überflutungsgebiet

Die niedersächsische Nordseeküste ist stark betroffen mit erheblichen Auswirkungen auf die dort vorhandene hochrangige Verkehrsinfrastruktur.

Da sich an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste das potenzielle Überflutungsgebiet auf einen relativ schmalen Küstenstreifen von wenigen Kilometern beschränkt, sind auch die möglichen Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur dort sehr begrenzt: Autobahnen sind in keinem Fall betroffen, im überregionalen Schienenverkehr könnte im hier angenommenen Sturmflutszenario jedoch die Strecke zwischen Hamburg und Westerland an mehreren Stellen unterbrochen und in der Nähe der Unterelbe sogar über weite Strecken überflutet werden. Bei den für den Güterverkehr wichtigen Standorten und Einrichtungen, die in den potenziell überfluteten Bereichen liegen, sind Brunsbüttel und der Zugang zum Nord-Ostsee-Kanal zu nennen. Wobei die möglichen Auswirkungen auf den Schleusengang in den Nord-Ostsee-Kanal und den dort stattfindenden Verkehr durch eine solche Sturmflut nicht abschätzbar sind.

An der niedersächsischen Nordseeküste könnte, in Abhängigkeit davon, an welchen Stellen es zu Wellenüberlauf und Deichbrüchen kommt, ein 20 bis 30 Kilometer breiter Küstenstreifen partiell betroffen sein (Ausnahme Wesermünder Geest) mit dann erheblichen Auswirkungen

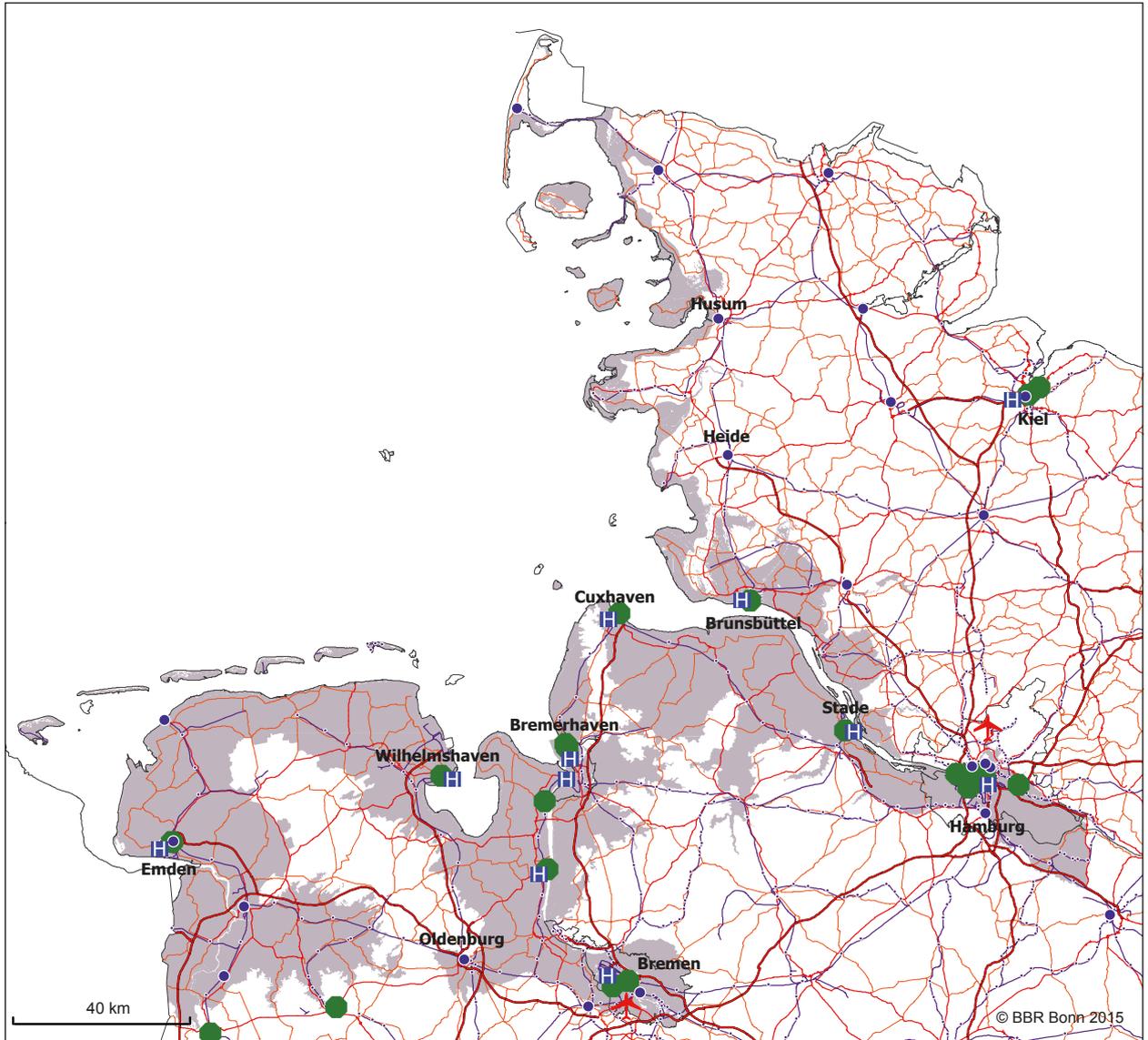
auf die dort vorhandene hochrangige Verkehrsinfrastruktur: Längere Autobahnabschnitte zwischen Emden und Leer, Oldenburg und Wilhelmshaven, Bremen und Cuxhaven sowie zwischen Stade und Hamburg liegen im Bereich des potenziellen Überflutungsgebietes. Besonders der Ausfall der für den Fernverkehr wichtigen Autobahnknoten in Bremen und Hamburg würde den Straßenfernverkehr in Norddeutschland erheblich beeinträchtigen.

Dies trifft für den überregional bedeutsamen Schienenverkehr in Norddeutschland sogar in noch stärkerem Maße zu. So müssten z. B. alle Nord-Süd-Verbindungen, die die Elbe queren wollen, weite Umwege über Stendal oder sogar Berlin in Kauf nehmen.

Besonders gravierend wären die Folgen für wichtige Standorte und Einrichtungen des Güterverkehrs: Die meisten international bedeutsamen Seehäfen in Deutschland liegen in Bereichen potenzieller Überflutungsgebiete. Auch eine große Zahl der für den Güterverkehr und -umschlag wichtigen Terminals des kombinierten Verkehrs (rund 20 von 150) liegen im potenziellen Überflutungsgebiet.

Abbildung 2

Verkehrsinfrastrukturen im potenziellen Überflutungsgebiet



- |  |                        |  |  |   |
|--|------------------------|--|--|---|
|  | Seehafen               |  | Autobahn   | Datenbasis: Laufende Raubeobachtung des BBSR, BSH, BKG<br>Fachdaten: WasserBLIK/BfG und Zuständige Behörden der Länder (07/2014)<br>Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012 |
|  | KLV-Terminal           |  | Bundesstraße   |   |
|  | IC-, ICE- oder EC-Halt |  | Landesstraße   |   |
|  | sonstiger Bahnhof      |  | Strecke des Schienenpersonenverkehrs                           |   |
|  | Flughafen              |  | Potenzielles Überflutungsgebiet für ein Ereignis $HW_{extrem}$ |   |

**Erläuterungen/Hinweise:**  
Die vorliegende Darstellung basiert auf den Überflutungsgebieten für ein Ereignis  $HW_{extrem}$  nach EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL). Die Informationen beruhen auf Daten der zuständigen Behörden der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein und wurden freundlicherweise für die Risikoanalyse des Bundes bereitgestellt. Die Methoden zur Ermittlung der Überflutungsgebiete sind weitgehend abgestimmt, aber aufgrund unterschiedlicher landesrechtlicher Regelungen nicht bundesweit harmonisiert. So können insbesondere an den administrativen Grenzen Unterschiede auftreten.

# Auswirkungen einer möglichen Sturmflut auf die Güterverkehrsströme

TraViMo zeigt die regionale Betroffenheit der Güterströme durch eine Sturmflut und deckt mögliche deutschlandweite Einschränkungen im Güterverkehr auf.

Die im Szenario der Risikoanalyse potenziellen Überflutungen führen u. a. zu Beeinträchtigungen im Personen- und Güterverkehr der betroffenen Räume. Aufgrund der teilweise zu erwartenden lang andauernden Entwässerungsprozesse nach der Überflutung fallen gegebenenfalls Verkehrsinfrastrukturen für eine beträchtliche Zeit aus. Im schlimmsten Fall müssen wichtige Verkehrsinfrastrukturen, z. B. unterspülte Brücken und Straßen, sogar vollständig erneuert werden.

Um die grundsätzlichen Wirkungszusammenhänge zwischen einem Sturmflutereignis in der Deutschen Bucht und den Verkehrsverflechtungen in Deutschland darzustellen, hat das BBSR in dieser Risikoanalyse zum Bevölkerungsschutz das neu entwickelte Transportstrom-Visualisierungs-Modell (TraViMo) eingesetzt (Buthe/Jakubowski/Winkler 2014). Ziel war es dabei, die strukturellen Auswirkungen für die Versorgungssituation der unmittelbar betroffenen Räume aufzuzeigen. Durch die Differenzierung der Transportströme nach Verkehrsträgern, unterschiedlichen Gütergruppen, nach Quell- und Zielverkehren, aber auch dem Transitverkehr liefert diese Analyse sehr gute Anhaltspunkte dafür, welche transportbedingten Folgen die Sturmflut für

- die Versorgung der Region (Unterbrechung des Empfangs von Gütern),
- die Wirtschaft der Region (längere Unterbrechung des Empfangs und Versands von Gütern),
- Gebiete außerhalb der direkt betroffenen Räume (Transportverflechtung mit anderen Räumen) und

- den Transitverkehr durch das potenzielle Überflutungsgebiet haben könnte.

Diese Analysen basieren auf den innerhalb des TraViMo bisher vorhandenen Datenbeständen aus dem Jahr 2010. Da die Güterverkehrsverflechtungen und -ströme sich in der Vergangenheit jedoch als äußerst stabil erwiesen haben, sind die daraus resultierenden Aussagen auch für die nahe Zukunft als belastbar zu betrachten.

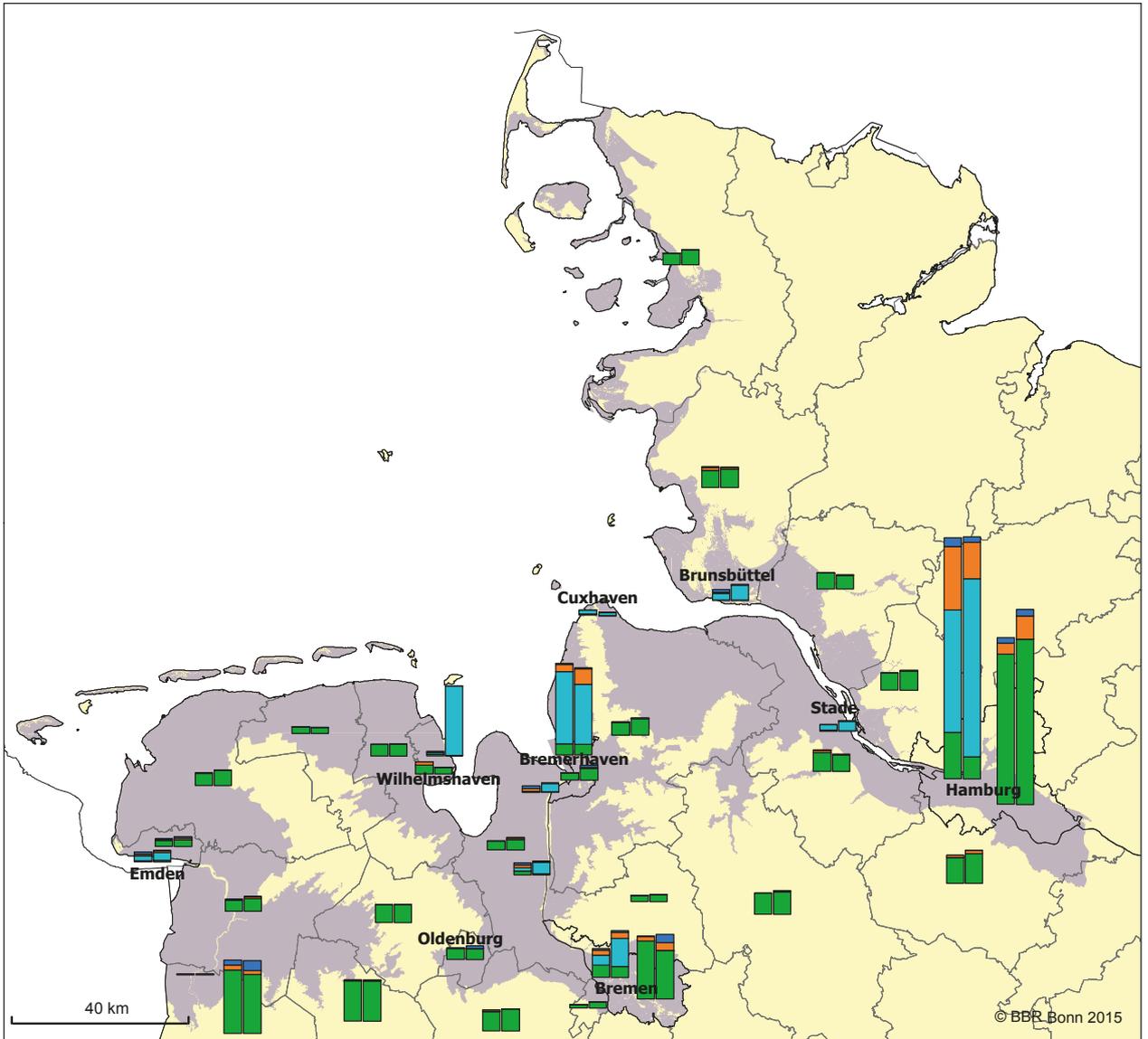
Bei den im Folgenden dargestellten Analyseergebnissen des TraViMo handelt es sich um Daten für die Kreise, kreisfreien Städte und Seehäfen, die durch potenzielle Überflutungsgebiete betroffen sind.<sup>6</sup> Bei der Interpretation ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese sich nicht immer vollständig im überflutungsgefährdeten Gebiet befinden und somit ihre Transportströme nicht immer in vollem Umfang beeinträchtigt werden. Außerdem ist auch nicht davon auszugehen, dass innerhalb des Szenarios die gesamte potenziell gefährdete Fläche betroffen ist.

Erst kleinräumigere Analysen in Kombination mit einer Verkehrsumlegung können genauere, d. h. räumlich differenziertere Ergebnisse liefern.

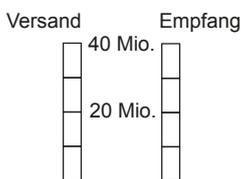
Da die Sturmflut und die damit verbundenen Schäden die Verkehrsströme nicht über das ganze Jahr, sondern nur in einem begrenzten Zeitraum beeinträchtigen werden, muss bei der Berechnung der mengenmäßigen Auswirkungen zusätzlich das Jahresaufkommen anteilig betrachtet werden. Um einen über die hier vorgelegte Analyse hinausgehenden, weit größeren Detaillierungsgrad zu erreichen, böte es sich

(6) Vgl. Datengrundlage MWP/IHS/UNICON-SULT/Fraunhofer CML (2014) sowie BVU/ITP/IVV/Planco (2014).

Abbildung 3 Güterverkehrsaufkommen im potenziellen Überflutungsgebiet (2010)



Güteraufkommen in Tonnen



Verkehrsträger

- Binnenschiff
- Schiene
- Seeverkehr
- Straße

Datenbasis: Laufende Raumbewertung des BBSR, BSH, BKG  
 Fachdaten: WasserBLick/BFG und Zuständige Behörden der Länder (07/2014)  
 Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012

Potenzielles Überflutungsgebiet für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub>

Erläuterungen/Hinweise:

Die vorliegende Darstellung basiert auf den Überflutungsgebieten für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub> nach EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL). Die Informationen beruhen auf Daten der zuständigen Behörden der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein und wurden freundlicherweise für die Risikoanalyse des Bundes bereitgestellt. Die Methoden zur Ermittlung der Überflutungsgebiete sind weitgehend abgestimmt, aber aufgrund unterschiedlicher landesrechtlicher Regelungen nicht bundesweit harmonisiert. So können insbesondere an den administrativen Grenzen Unterschiede auftreten.

an, saisonale Schwankungen mithilfe der monatlichen Daten der Verkehrsleistungstatistik des Statistischen Bundesamtes zu ermitteln bzw. zu berücksichtigen.

Abbildung 3 verdeutlicht, dass im potenziellen Überflutungsgebiet des Sturmflutszenarios die deutschen Seehäfen und insbesondere Hamburg eine wesentliche Rolle spielen. Es

gilt jedoch zu klären, welche Güter dort empfangen und welche von dort verschickt werden. Für das Jahr 2010 ergeben sich die in Abbildung 4 und 5 aufgeführten Werte.

Abbildung 4

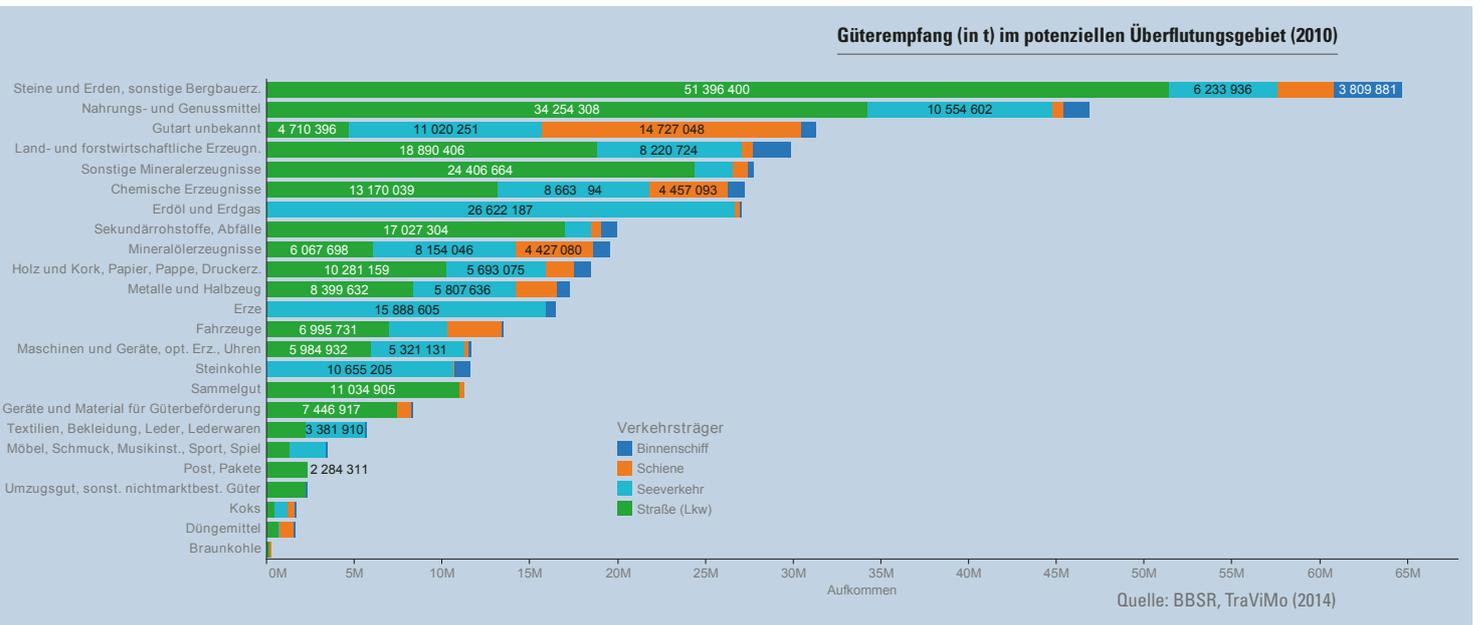


Abbildung 5

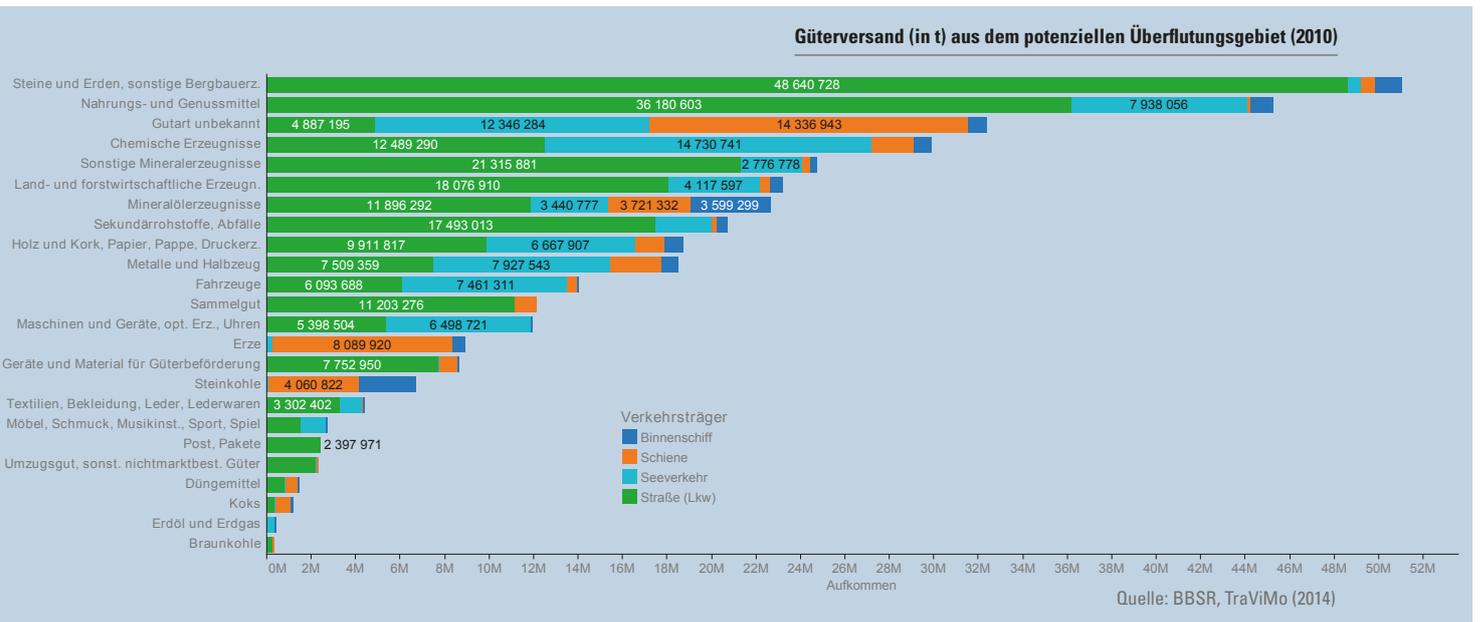
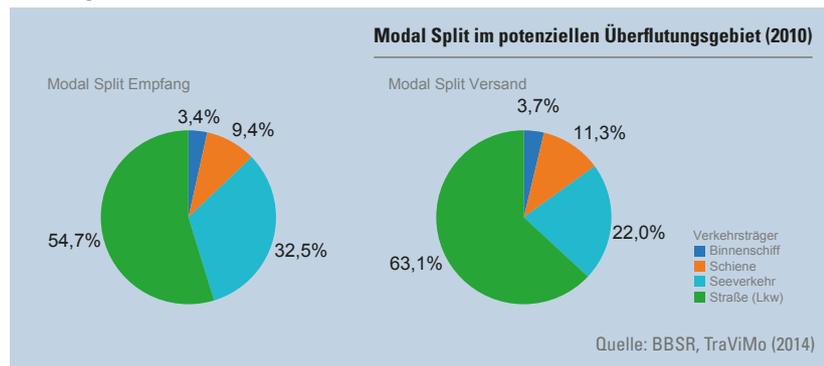


Abbildung 6



Sowohl beim Empfang mit 46,9 Mio. t als auch beim Versand mit 45,3 Mio. t sind Nahrungs- und Genussmittel neben den Steinen und Erden sowie sonstige Bergbauerzeugnisse die wichtigste Gütergruppe im betrachteten Gebiet. Diese Größenordnungen verdeutlichen die Gefahr, die bei einem längeren Verkehrsstillstand im potenziell gefährdeten Überflutungsgebiet der davon betroffenen Nahrungsmittelindustrie droht. Weder der Versand von Produkten noch der Bezug von Rohstoffen kann im Extremfall gewährleistet werden.

Unter Rückgriff auf die Daten der Bundesverkehrswegeplanung ergibt sich für das betrachtete Gebiet die folgende Aufteilung des Transportaufkommens für den Versand und den Empfang von Gütern auf die Verkehrsmittel (Modal Split): Sowohl beim Versand als auch beim Empfang von Gütern dominiert der Straßenverkehr mit rd. 58,59 %, während auf die Bahn rd. 10,3 % und auf das Binnenschiff gut 3,6 % des Transportaufkommens des Jahres 2010 entfallen. Mit über 27,6 % vom gesamten Umschlag des potenziell gefährdeten Sturmflutgebiets ergibt sich für den Seeverkehr, neben dem Straßenverkehr, der bedeutendste Anteil.

Tonnenkilometer (tkm) werden in der Verkehrswissenschaft als ein Maß für die Transportleistung von Gütern genutzt. Die auch als Güterverkehrsleistung bezeichnete Größe ergibt sich aus dem Produkt der transportierten Masse in Tonnen (t) und der dabei zurückgelegten Wegstrecke in Kilometern (km). Geht man vereinfacht davon aus, dass zumindest diejenigen Transporte, die eine Wegstrecke von 100 km aufweisen, Transporte von überregionaler Bedeutung sind, lässt sich eine erste grobe Abschätzung der Fernwirkungen einer Sturmflut für die Wirtschaft vornehmen. So sind mehr als 44,9 % aller in überflutungs-

gefährdeten Gebieten über Straße, Bahn und Binnenschiff empfangenen Güter von überregionaler Bedeutung; das sind auf das Jahr bezogen 127,4 Mio. t. Die aus den betroffenen Gebieten über ein Jahr versandten Güter machten im Jahr 2010 insgesamt rd. 45,2 % oder 128,4 Mio. t aus.

Allein diese einfache Einordnung zeigt, dass bei einer Sturmflut infolge der kaum zu prognostizierenden Beschädigungen an der Verkehrsinfrastruktur – neben der Beeinträchtigung im Krisengebiet selbst – durchaus relevante wirtschaftliche Beeinträchtigungen in Regionen auftreten können, die nicht direkt von dem Sturmflutereignis betroffen sind. Sollte es dabei z. B. im Bereich der Schieneninfrastruktur zu Beschädigungen an Brücken kommen, zeigen die jüngeren Erfahrungen u. a. nach dem letzten Elbehochwasser, dass die verkehrlichen Behinderungen sehr viel länger andauern können, als das Flutereignis selbst.

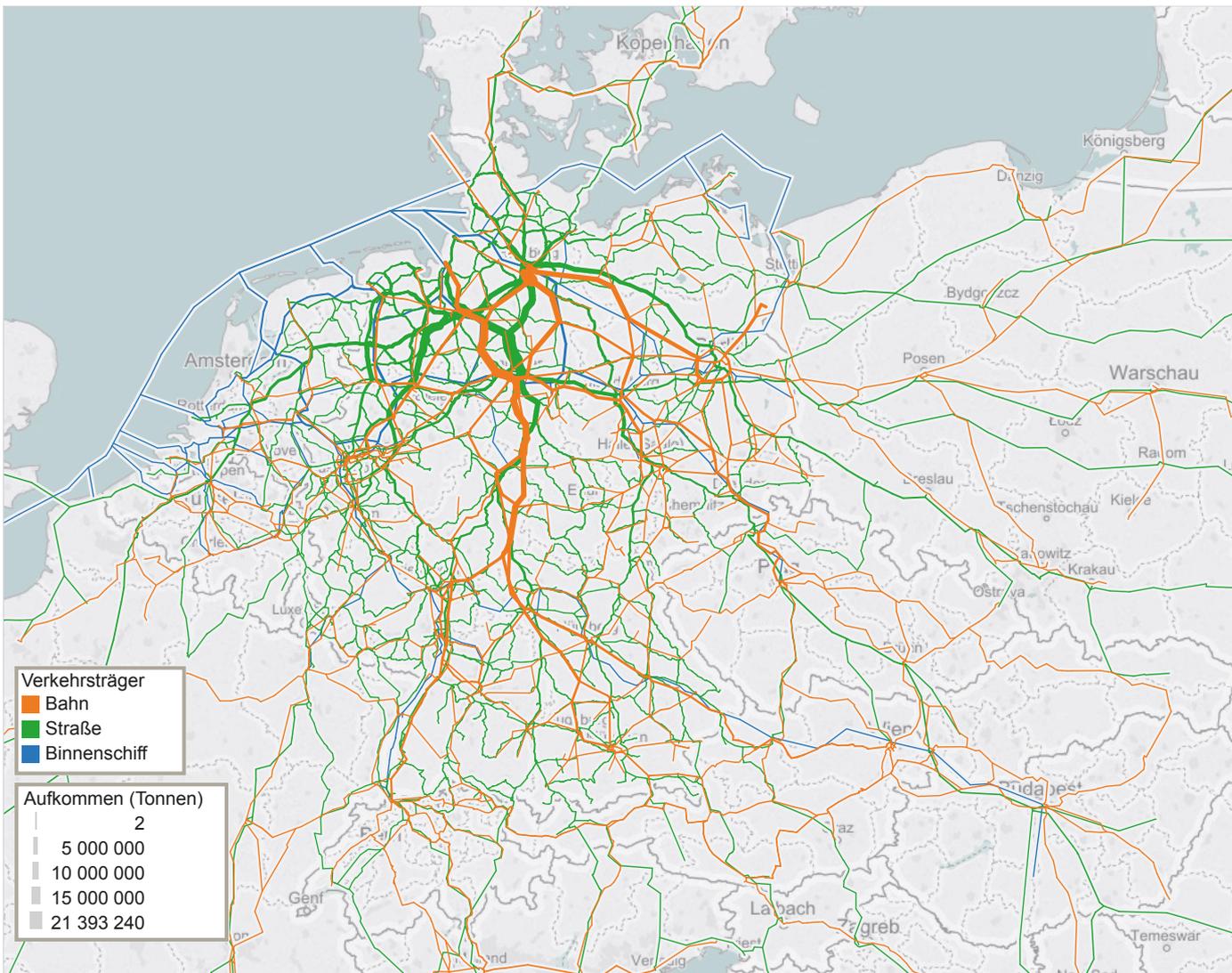
Die zuvor dargestellten Auswertungen sind hilfreich für das Verständnis der nationalen und internationalen Transportströme im überflutungsgefährdeten Gebiet. Um jedoch die Auswirkungen auf die Transport- und Wirtschaftsverflechtungen über das überflutungsgefährdete Gebiet hinaus zu verdeutlichen, werden diese noch einmal genauer betrachtet. Hierzu werden die konkreten Transportrouten zwischen den jeweiligen Quell- und Zielorten der Güterströme visualisiert. Nicht alle Güter sind von ihrer Bedeutung her für die innere Sicherheit und das Gemeinwesen gleichwertig einzustufen. Auch der Stillstand von Schlüsselindustrien, d. h. Industriebranchen mit besonderer Bedeutung, kann einen erheblichen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen. Umso wichtiger ist es, die von sicherheitsrelevanten Transporten genutzte Verkehrsinfrastruktur

im Rahmen der Risikoanalyse zu identifizieren. Es zeigt sich, dass die Beeinträchtigungen des Verkehrs im sturmflutgefährdeten Gebiet nicht nur regionale, sondern auch europaweite Auswirkungen auf die Verkehrsströme haben. In Abbildung 7 werden die Transportströme in das überflutungsgefährdete Gebiet dargestellt.

Diese Auswertungen können darüber hinaus auch differenziert nach Gütergruppen vorgenommen werden, um so besondere Abhängigkeiten in den Transportverflechtungen zu identifizieren (vgl. hierzu Buthe/Jakubowski/Winkler, 2014).

Abbildung 7

Empfang von Gütern im überflutungsgefährdeten Gebiet (2010)



Quelle: BBSR, TraViMo

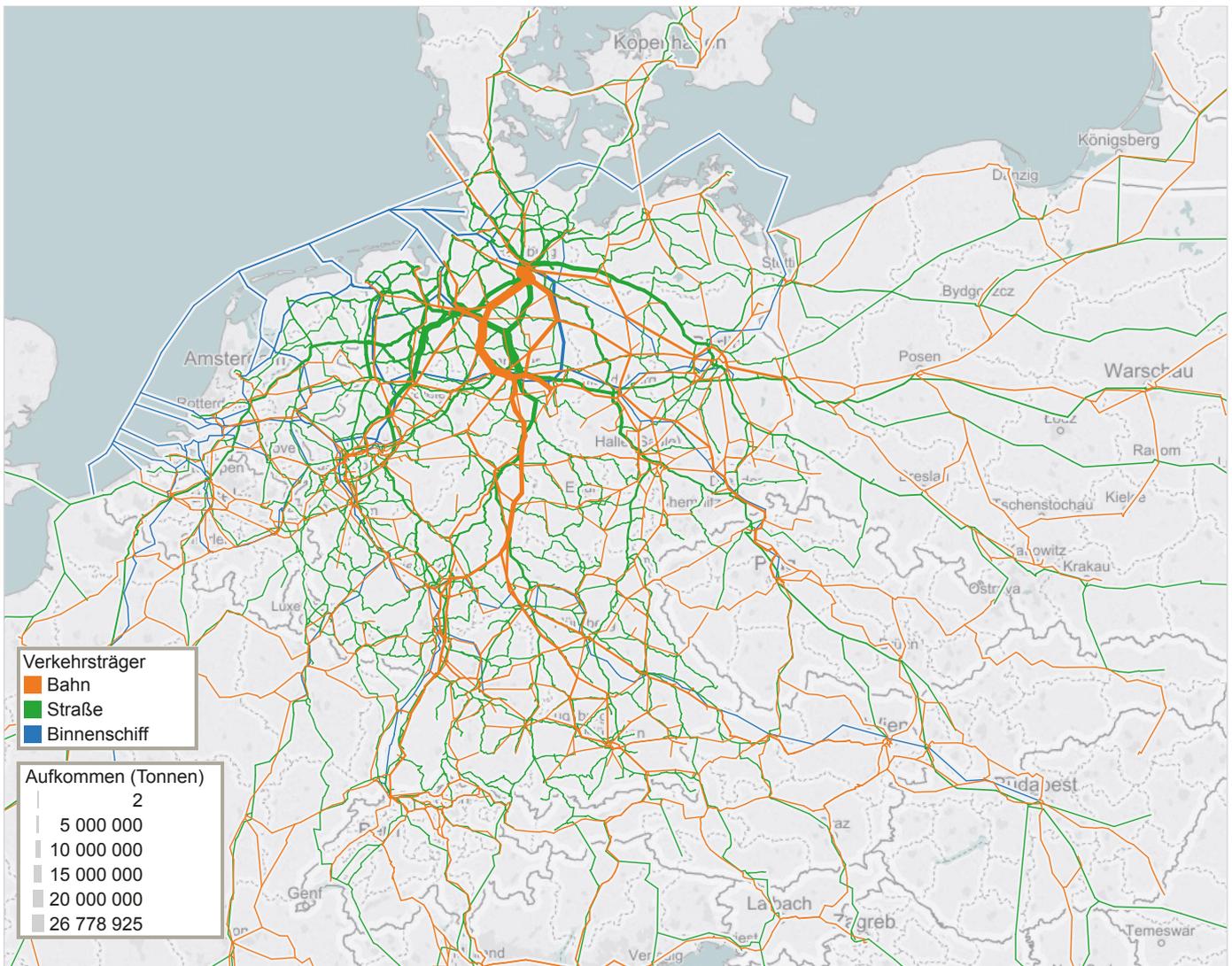
Für den Versand von Gütern aus der überflutungsgefährdeten Region ergibt sich ein ähnliches Bild wie für den Empfang. Dieses Bild spiegelt letztlich das Effizienzstreben der Transport- und Logistikbranche wider. Spediteure versuchen, eine möglichst gute Paarigkeit der Transporte zu erzielen und so Leerfahrten möglichst zu verhindern. Zudem muss der Zug

oder das Binnenschiff bei regelmäßigen Verkehren zurück zum Ausgangspunkt.

Nachfolgend werden ausgewählte Beispiele zu Güterströmen des überflutungsgefährdeten Gebietes dargestellt – unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für das gesamte Bundesgebiet.

Abbildung 8

Versand von Gütern aus dem überflutungsgefährdeten Gebiet Bahn/Binnenschiff (2010)



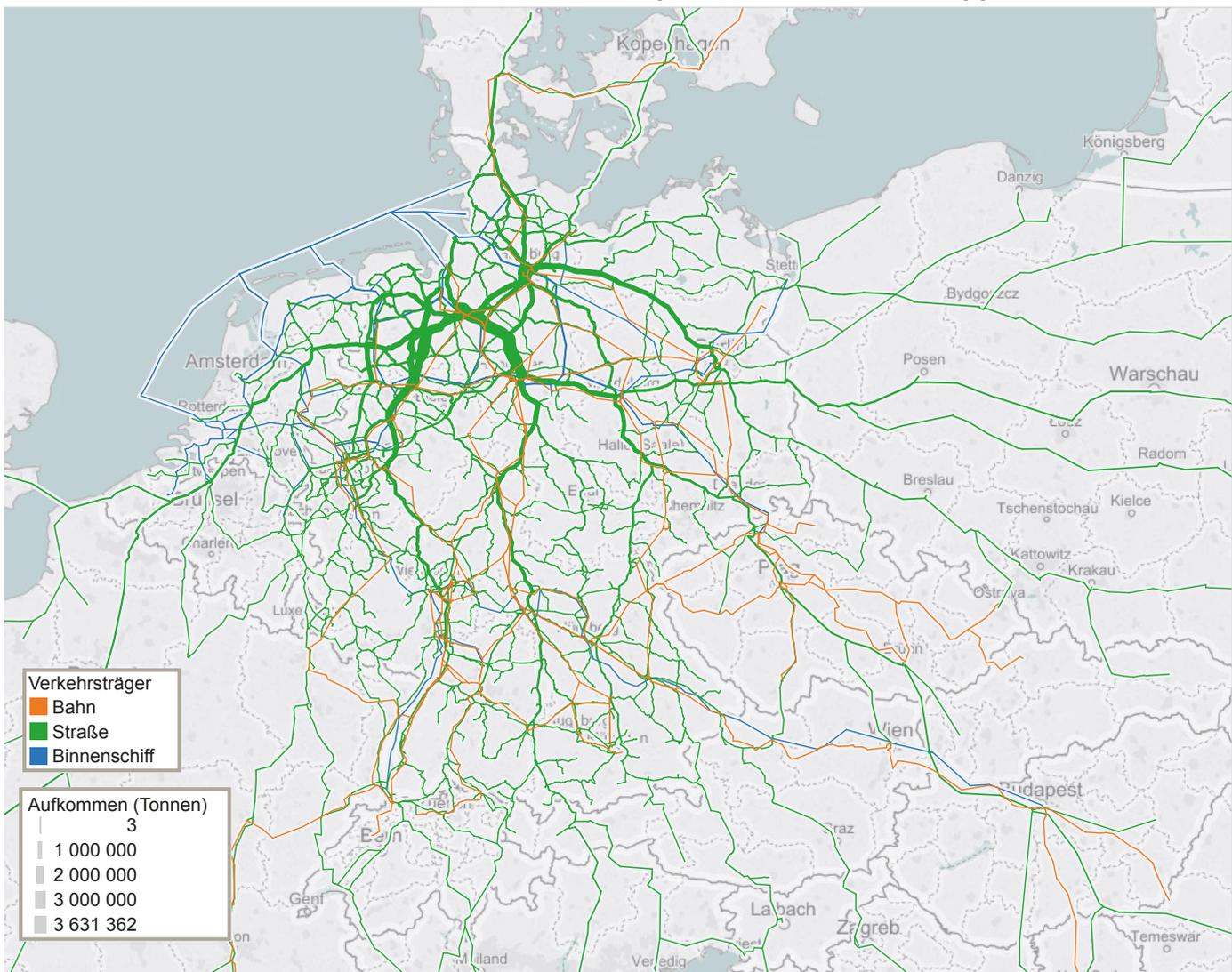
Quelle: BBSR, TraViMo

Das im Szenario skizzierte überflutungsgefährdete Gebiet hat in Deutschland durch die Seehäfen eine große Bedeutung in der Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungs- und Genussmitteln. Die räumlich hohe Bedeutung des Sturmflutgebietes auch für den Empfang von Nahrungs- und Genussmitteln insbesondere im Bereich des Straßengüterverkehrs zeigt die folgende Karte.

Aufgrund der Systemeigenschaft, Güter schnell überall in der Fläche zu verteilen, wird fast ausschließlich der Lkw für die Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln eingesetzt. Von größeren Verteilzentren aus werden Supermärkte in der Regel mit Lebensmitteln beliefert. Bei einer Sturmflut kann es zu kurzfristigen Lieferengpässen kommen.

Abbildung 9

Versand von Nahrungs- und Genussmitteln aus dem überflutungsgefährdeten Gebiet (2010)



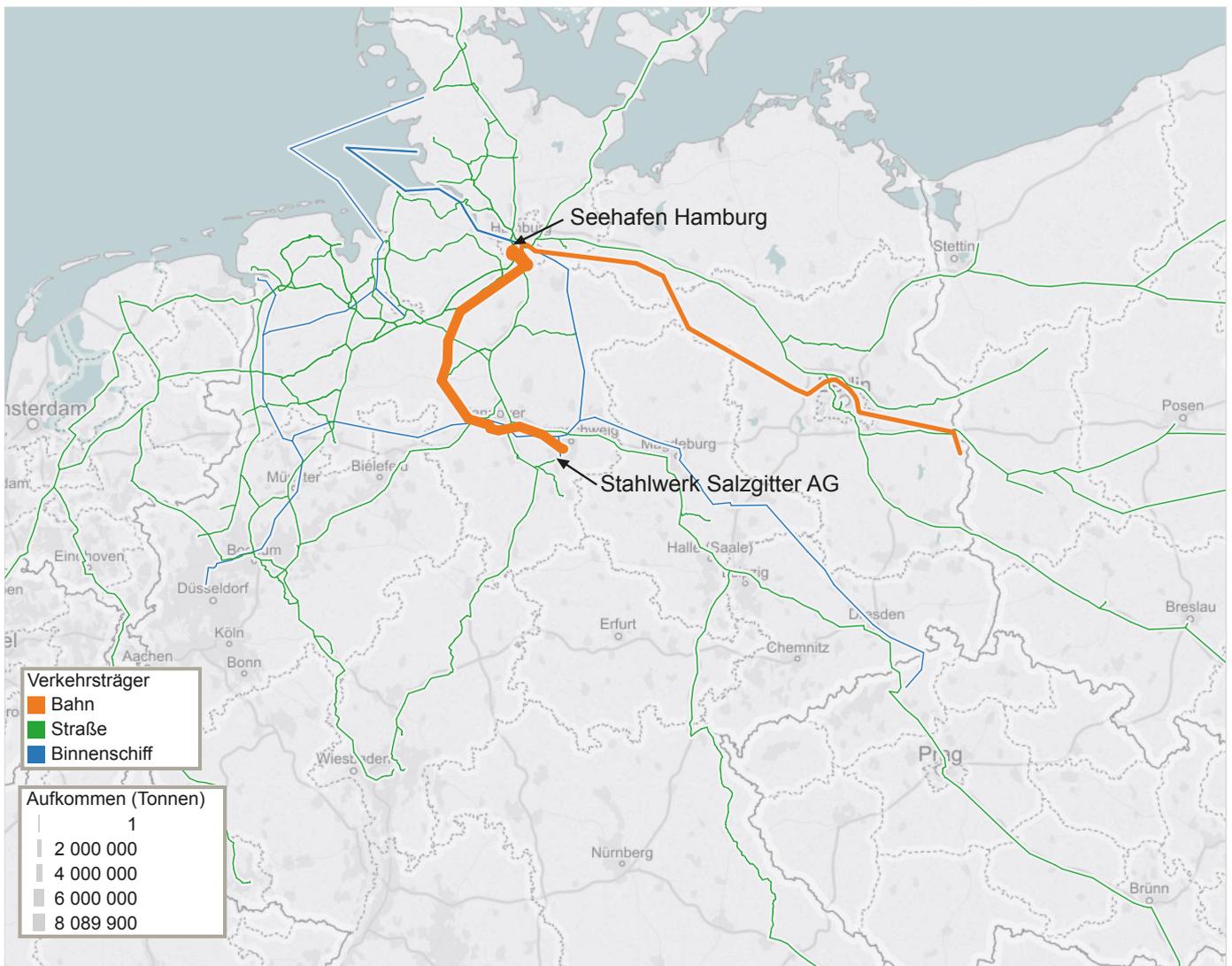
Quelle: BBSR, TraViMo

Nicht nur für die Bevölkerung, sondern auch für die Schwerindustrie ist das überflutungsgefährdete Gebiet ein wichtiger Bestandteil der Logistikkette. So bezieht bspw. das Stahlwerk Salzgitter durch die norddeutschen Seehäfen sowohl Steinkohle als auch das für die Produktion notwendige Eisenerz.

Bei einem Ausfall der hier betrachteten Seehäfen müssen alternative Quellen und Lieferwege gefunden werden. Aufgrund der großen Mengen an Eisenerz ist kurzfristig eine komplette Verlagerung der Belieferung, bedingt durch Kapazitätsgrenzen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur, nicht ohne Weiteres möglich.

Abbildung 10

Versand von Erzen aus dem überflutungsgefährdeten Gebiet (2010)



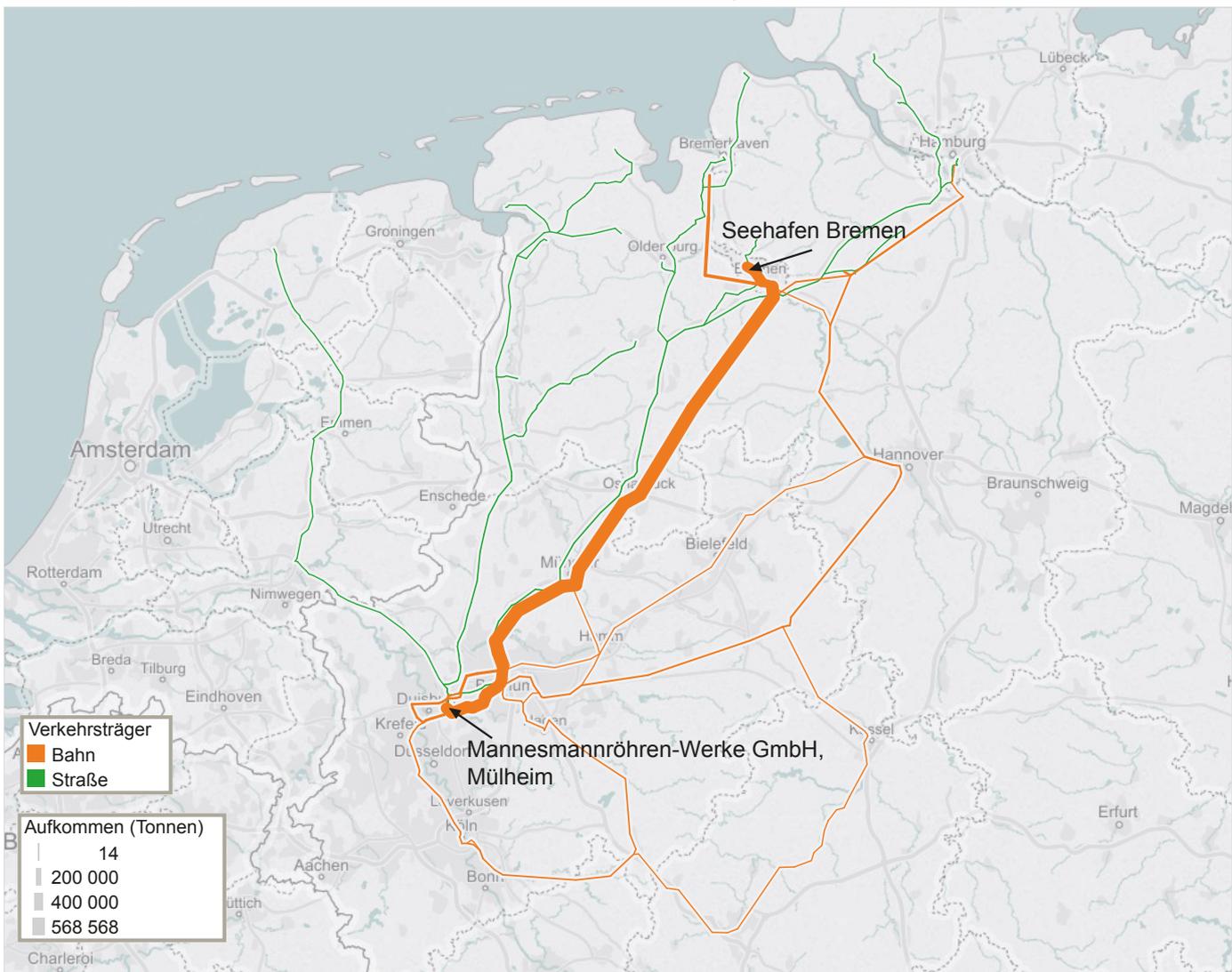
Quelle: BBSR, TraViMo

Es gibt zahlreiche Transportströme, die die hohe Bedeutung des überflutungsgefährdeten Gebietes innerhalb des deutschen und europäischen Wirtschaftssystems untermauern. So werden bspw. Metalle und Halberzeugnisse von den Salzgitter Mannesmannröhren-Werken in Mülheim an der Ruhr zum Seehafen Bremen transportiert, von wo sie weltweit verschifft werden.

Als wichtige Verkehrsknoten in der Automobilindustrie gelten die Seehäfen Bremerhaven, Hamburg und Emden. Hier werden nicht nur fertige Autos im- und exportiert, sondern auch zahlreiche Fahrzeugteile umgeschlagen. Die Abbildung 12 zeigt den Empfang von Fahrzeugen in Emden. Hier kristallisieren sich drei Produktionsstandorte von Audi, BMW und

Abbildung 11

Empfang vom Salzgitter Mannesmannröhren-Werk in Mülheim



Quelle: BBSR, TraViMo

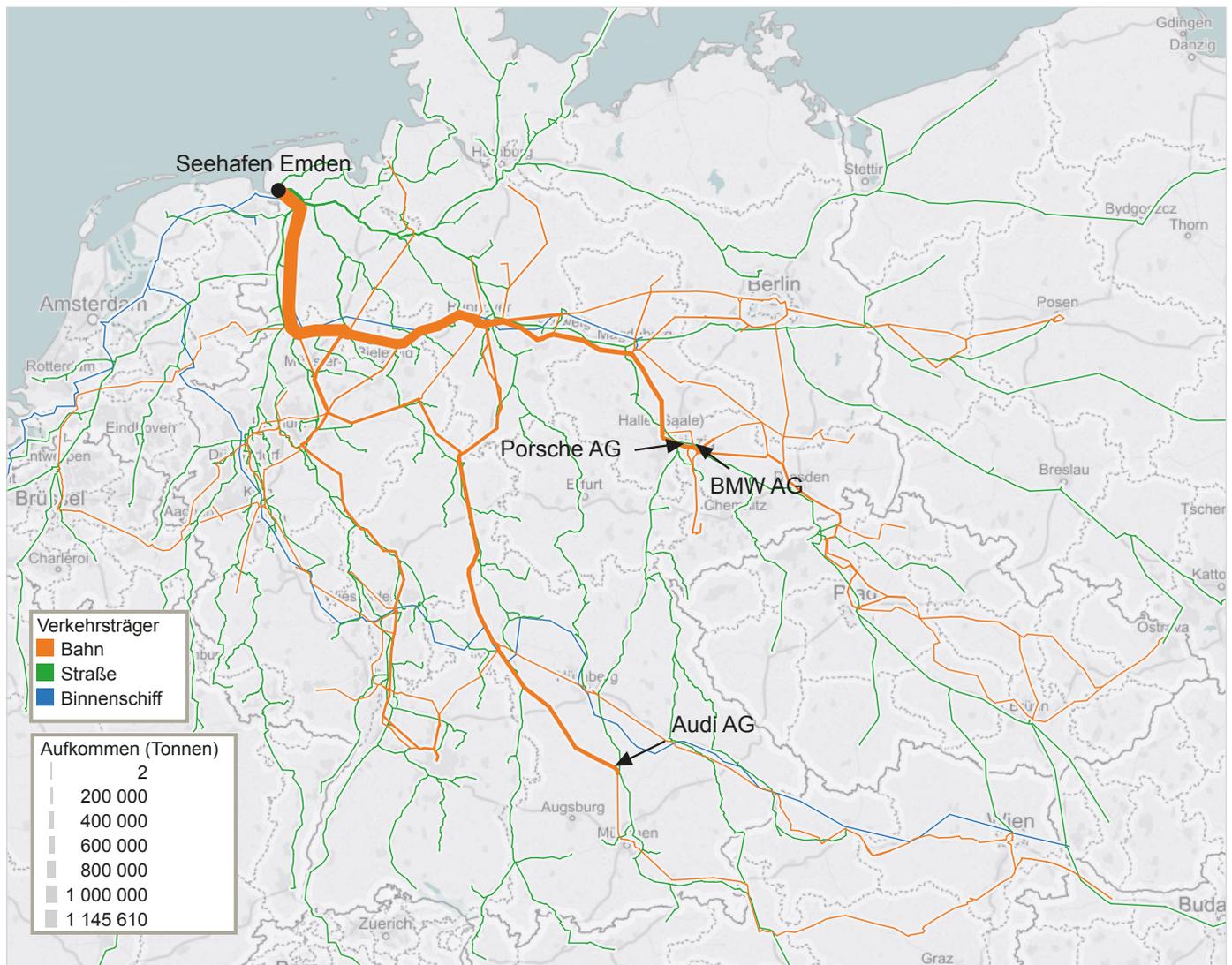
Porsche als wichtige Quellorte aus der Analyse heraus. Die produzierten Fahrzeuge werden zum großen Teil mit der Bahn in den Seehafen Emden transportiert. Im Falle einer Sturmflut müssten andere Seehäfen angesteuert werden. Hier kann es aber gerade bei der Bahn auf besonders hoch belasteten Trassen zu Engpässen kommen.<sup>7</sup>

Die Beispiele zeigen, dass unerwartete Störungen zum Teil gravierende wirtschaftliche Auswirkungen haben können. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen sich die Unternehmen künftig der Herausforderung stellen, den Umgang mit den komplexen Zulieferketten auch unter Risikogesichtspunkten effizient zu managen.<sup>8</sup> Nur so können die Schäden durch Extremwetterereignisse wie eine Sturmflut minimiert werden.

- (7) Nicht nur die Auslieferung ist ein realistisches Problem. Infolge des Hochwassers vom Juni 2013 musste die Porsche AG die Fertigung des Cayennes aufgrund von Lieferengpässen bei den Karosserien aus Tschechien vorübergehend stoppen. Im Porschewerk Leipzig wurde die Lagerhaltung so optimiert, dass die für die Produktion notwendigen Teile für etwas mehr als 19 Stunden reichen. Vgl. Deutsche Verkehrszeitung (2013a), S. 1.
- (8) Vgl. Deutsche Verkehrszeitung (2013b), S. 3.

Abbildung 12

Empfang von Fahrzeugen in Emden



Quelle: BBSR, TraViMo

## Gefährdete Gesundheitsinfrastruktur im potenziellen Überflutungsgebiet

Die Erreichbarkeitsanalyse zeigt weitreichende Folgen für die stationäre Gesundheitsversorgung in weiten Teilen Norddeutschlands.

In der konkreten Bewältigung einer Katastrophe, wie in dem hier angenommenen Szenario, kommt der Verkehrsinfrastruktur natürlich auch vor Ort eine entscheidende Rolle zu. Straßen werden benötigt, um Personen aus dem Gefahrenbereich zu evakuieren oder um Hilfskräfte und -güter in die Katastrophengebiete zu bringen.

Erhebliche Auswirkungen sind insbesondere dann zu erwarten, wenn durch ein Schadensereignis auch die Gesundheitsinfrastruktur selbst stark betroffen ist. Nicht nur, dass die betroffenen Krankenhäuser in einem solchen Fall nicht mehr zugänglich sind und die medizinische Versorgung von anderen Krankenhäusern mit übernommen werden muss. Hilfsbedürftige, verletzte und kranke Personen müssen u. U. auch evakuiert und in anderen Krankenhäusern außerhalb des Gefahrenbereiches versorgt werden.

Daher sind einerseits Rettungs- und Transportwege auf die dann noch zur Verfügung stehenden Krankenhäuser neu auszurichten. Andererseits sind Evakuierungspläne und -routen für die gefährdeten Krankenhausstandorte vorzusehen, um die Verlegung von Patienten und Personal aus den gefährdeten Gebieten mit Transport, Unterkunft und Versorgung in ein nicht gefährdetes Gebiet zu gewährleisten.

Mit Blick auf das hier betrachtete Sturmflutszenario sind dabei regional unterschiedliche Schlüsse zu ziehen. Im schleswig-holsteinischen

Küstenbereich sind die Auswirkungen weniger problematisch, da die Krankenhäuser in Tönning, Niebüll, Husum, Itzehoe und Wedel außerhalb der gefährdeten Bereiche liegen. Im gefährdeten Bereich befindet sich hier nur das Krankenhaus in Brunsbüttel.

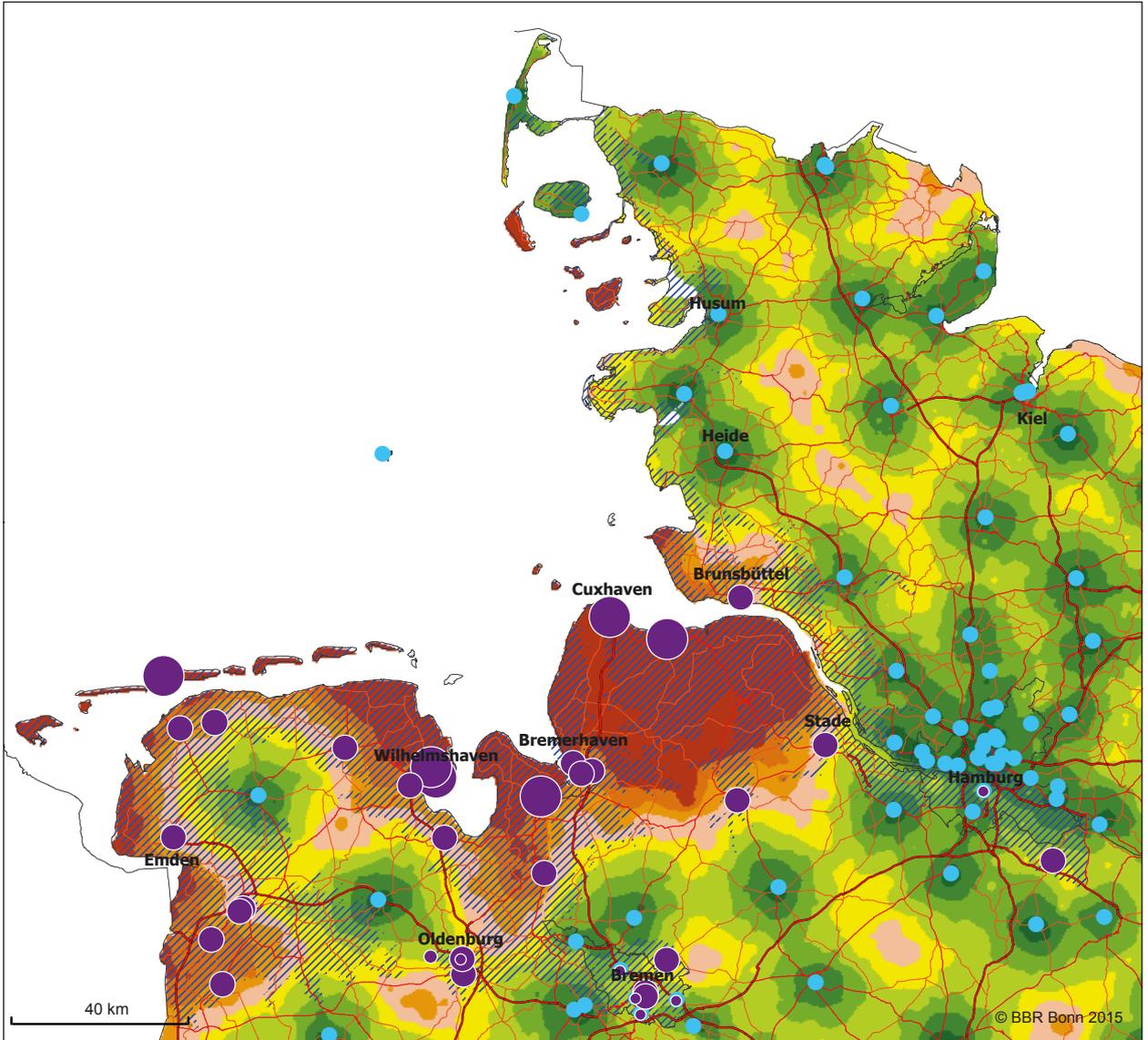
In Hamburg liegt die überwiegende Zahl der Krankenhäuser nördlich der Elbe und damit ebenfalls im nicht gefährdeten Bereich. Nur das Krankenhaus in Wilhelmsburg, südlich der Elbe, liegt in einem potenziell gefährdeten Bereich.

An der niedersächsischen Nordseeküste stellt sich die Situation jedoch weitaus problematischer dar:

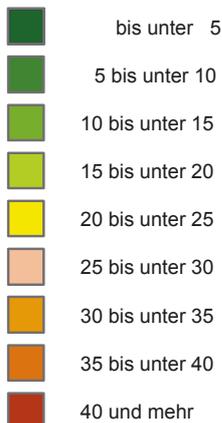
Nahezu alle Krankenhäuser in Ostfriesland, zudem aber auch in der Wesermarsch, Bremen und Bremerhaven liegen in den möglicherweise von Überflutung betroffenen Gebieten. Dies könnte weitreichende Folgen für die stationäre Gesundheitsversorgung in weiten Teilen Norddeutschlands haben. Besonders dramatisch wären die möglichen Konsequenzen in den Kreisen Cuxhaven und Stade, da hier eine Rückverlegung auf weit im Hinterland befindliche Krankenhausstandorte notwendig würde, die zum Teil mehr als 40 Minuten Fahrzeit entfernt liegen. Im westlichen Ostfriesland würde sich die Versorgung vor allem auf das Krankenhaus in Aurich konzentrieren, das mit seinen rund 250 Betten dann allerdings bald an seine Kapazitätsgrenzen stoßen würde.

Abbildung 13

Erreichbarkeiten von Krankenhäusern im Sturmflutszenario



**Pkw-Fahrzeit zum nächsten Krankenhaus der Grundversorgung außerhalb potenzieller Überflutungsgebiete in Minuten**



**Standort eines Krankenhauses der Grundversorgung**



Datenbasis: Laufende Raumbeobachtung des BBSR, BSH, BKG  
 Fachdaten: WasserLick/BfG und Zuständige Behörden der Länder (07/2014)  
 Geometrische Grundlage: BKG, Länder, 31.12.2012

Potenzielles Überflutungsgebiet für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub>

Autobahn  
 Bundesstraße  
 Landesstraße

**Erläuterungen/Hinweise:**

Die vorliegende Darstellung basiert auf den Überflutungsgebieten für ein Ereignis HW<sub>extrem</sub> nach EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL). Die Informationen beruhen auf Daten der zuständigen Behörden der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein und wurden freundlicherweise für die Risikoanalyse des Bundes bereitgestellt. Die Methoden zur Ermittlung der Überflutungsgebiete sind weitgehend abgestimmt, aber aufgrund unterschiedlicher landesrechtlicher Regelungen nicht bundesweit harmonisiert. So können insbesondere an den administrativen Grenzen Unterschiede auftreten.

## Fazit

TraViMo und das BBSR-Erreichbarkeitsmodell schaffen empirisch fundierte Grundlagen zur Einschätzung der verkehrlichen Auswirkungen vielfältiger Risikokonstellationen.

Resilienz, Robustheit, Risikovorsorge – immer stärker gelangen Forschungsansätze und strategische Elemente auf die politische Agenda, die sich mit den Möglichkeiten und Folgen externer Schocks für das Gemeinwesen auseinandersetzen. Die Vulnerabilität gegenüber Naturkatastrophen hat in den letzten Jahrzehnten auch in Deutschland deutlich zugenommen, sodass Extremwetterereignisse leider eine wichtige Rolle im medialen Nachrichtenrepertoire eingenommen haben. Auch die Politik hat in ihren Verhaltenskanon den Krisenmodus als einen Standard aufgenommen.

Auf Bundesebene werden mittlerweile regelmäßig Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz für bundesrelevante Szenarien erstellt, die – gesteuert von einem ressortübergreifenden Lenkungsausschuss – den Deutschen Bundestag im Jahresrhythmus informieren. 2014 thematisierte die Risikoanalyse das Szenario einer sehr schweren Sturmflut an der deutschen Nordseeküste.

Die hier vorgelegte Analyse befasst sich mit den verkehrsbedingten Auswirkungen dieses Sturmflutszenarios und skizziert räumlich differenzierte Auswirkungen einer Sturmflut unter Verwendung des Transportstrom-Visualisierungs-Modells (TraViMo) und des Erreichbarkeitsmodells des BBSR.

Die Auswertungen des räumlich zunächst auf die Küstenbereiche begrenzten Schadensereignisses

zeigen insbesondere durch die potenzielle Betroffenheit der verkehrlichen und logistischen Knotenpunkte in Norddeutschland, dass eine solche Sturmflut zwar zuallererst und am stärksten die Küstenregion selbst treffen würde. Allerdings ist keineswegs auszuschließen, dass über den Ausfall von Verkehrsinfrastrukturen, zwar zeitlich begrenzt im Zuge von Überflutungen, aber durch starke Beschädigungen bis hin zu Zerstörungen, empfindliche Negativwirkungen für wichtige Bereiche der deutschen Wirtschaft auftreten können.

Zahlreiche starke Unwetter treffen bereits heute die global vernetzten Güterverkehrsströme. Unabhängig vom Klimawandel treffen Naturkatastrophen auf ein sich global weiter vernetzendes Transportsystem mit entsprechenden Anfälligkeiten bei Störungen einzelner Komponenten des Verkehrssystems. Um die Folgen einschätzen zu können, werden im Rahmen eines Projektes des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung Daten zu den weltweiten Güterverkehrsströmen gesammelt.<sup>9</sup>

Mit der gezielten Anwendung von TraViMo und Erreichbarkeitsanalysen von zentralen Infrastruktureinrichtungen, die vor allem im Rahmen der Krisenbewältigung vor Ort von besonderer Bedeutung sind, werden empirisch fundierte Grundlagen geschaffen, um die verkehrlichen Auswirkungen vielfältig denkbarer Risikokonstellationen abschätzen zu können.

(9) Vgl. Deutsche Verkehrszeitung (2014), S. 3.

## Quellennachweise

### Literatur

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2010): Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz, Wissenschaftsforum 8, Bonn.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2012): Schutzkonzepte Kritischer Infrastrukturen im Bevölkerungsschutz, Wissenschaftsforum 11, Bonn.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2014): Sicherheitsstrategie für die Güterverkehrs- und Logistikwirtschaft, Schutz kritischer Infrastrukturen und verkehrsträgerübergreifender Gefahrenabwehr, Berlin.

Buthe, Bernd/Jakubowski, Peter (2013): Robustheit des Verkehrssystems – Anpassungsbedarf in der Steinkohlelogistik?, in: BBSR-Analysen KOMPAKT 11/2013, Bonn.

Buthe, Bernd/Jakubowski, Peter (2014): TraViMo – Visualisierung von Verkehrsströmen für das Krisenmanagement, in: CRISIS PREVENTION, Heft 4/2014, S. 8–12.

Buthe, Bernd/Jakubowski, Peter/Winkler, Dorothee (2014): Verkehrsbild Deutschland – Regionale Analysen durch Data-Mining, in: BBSR-Analysen KOMPAKT 6/2014, Bonn.

BVU/ITP/IVV/Planco (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030, Freiburg.

Deutscher Bundestag (2010): Bericht über die Methode zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2010, BT-Drucksache 17/4178.

Deutscher Bundestag (2013): Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2013, BT-Drucksache 18/208.

Deutscher Bundestag (2014): Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014, BT-Drucksache 18/3682.

Deutsche Verkehrszeitung (2013a): Flut unterspült die Logistik, in: DVZ vom 11.06.2013, Nr. 47, 67. Jahrgang, Hamburg, S. 1.

Deutsche Verkehrszeitung (2013b): Störungen sind jederzeit zu erwarten, in: DVZ vom 22.10.2013, Nr. 85, 67. Jahrgang, Hamburg, S. 3.

Deutsche Verkehrszeitung (2014): Die Zeichen stehen auf Sturm, in: DVZ vom 11.04.2014, Nr. 29, 68. Jahrgang, Hamburg, S. 3.

Deutschlandfunk (2015): Interview/Beitrag vom 24.02.2015, Albrecht Broemme, Präsident des Technischen Hilfswerks THW, im Internet unter [www.deutschlandfunk.de/thwpraesident-nur-einer-der-partner-im-zivilschutz.694.de.html?dram:article\\_id=312490](http://www.deutschlandfunk.de/thwpraesident-nur-einer-der-partner-im-zivilschutz.694.de.html?dram:article_id=312490), Zugriff am 25.03.2015.

Jensen, Jürgen/Müller-Navarra, Sylvain H. et al. (2006): Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten an der deutschen Nordseeküste, in: Die Küste 71, S. 123–167.

Ministerium der Finanzen, Brandenburg (2003): Weitere Hilfen nach Elbeflut für betroffene Gemeinden! Pressemitteilung vom 15.09.2003, Nr. 502003, im Internet unter [www.mdf.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.342247.de](http://www.mdf.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.342247.de), Zugriff am 27.03.2015.

Müller-Navarra, Sylvain H./Giese, Harald (1999): Improvements of an Empirical Model to Forecast Wind Surge in the German Bight, in: Deutsche Hydrographische Zeitschrift 51, S. 385–405.

Müller-Navarra, Sylvain H. et al. (2012): Sturmflutvorhersagen für Hamburg – 1962 und heute, BSH (Hrsg.), Hamburg.

Müller-Navarra, Sylvain H. (2013): Gezeiten-vorausberechnungen mit der Harmonischen Darstellung der Ungleichheiten, in: Berichte des BSH Nr. 50, 2013.

Müller-Navarra, Sylvain H. et al. (2013): Rekonstruktion von Gezeiten und Windstau am Pegel Cuxhaven 1843 bis 2013, in: Annalen Meteorologie 46, S. 50–56.

Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, GeoRisikoForschung, NatCat-SERVICE – Stand Januar 2014.

MWP/IHS/UNICONSLT/Fraunhofer CML (2014): Seeverkehrsprognose 2030, Hamburg & Frankfurt am Main.



### Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus

BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2015, Hrsg.: BBSR, Bonn 2015

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung erarbeitet bereits seit den 1980er-Jahren Raumordnungsprognosen. Mit diesem Heft liegt die achte Version seit der deutschen Einigung vor. Sie umfasst den Prognosezeitraum 2012 bis 2035 und berücksichtigt den Zensus 2011. Neben der Bevölkerungszahl bezieht die Prognose weitere Bereiche ein, die für die Analyse demografischer Veränderungen wichtig sind: die Entwicklung der privaten Haushalte und der Erwerbspersonen.

Download unter:

[www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de) > Veröffentlichungen > BBSR-Analysen KOMPAKT



### Wohnungsmarktprognose 2030

BBSR-Analysen KOMPAKT 06/2015, Hrsg.: BBSR, Bonn 2015

Die gestiegene Nachfrage nach Wohnraum und der notwendige Wohnungsneubau stehen seit einiger Zeit wieder im Zentrum der wohnungspolitischen Diskussion. Ursächlich dafür sind Angebotsengpässe insbesondere in den dynamischen Ballungsräumen und in zahlreichen Universitätsstädten mit der Folge dort steigender Mieten und Preise. Die aktuelle Wohnungsmarktprognose 2030 des BBSR stellt wichtige Informationsgrundlagen bereit und zeigt auf, welche Entwicklungen in Zukunft erwartet werden können.

Download unter:

[www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de) > Veröffentlichungen > BBSR-Analysen KOMPAKT

#### Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)  
Deichmanns Aue 31–37  
53179 Bonn

#### Ansprechpartner

Bernd Buthe  
bernd.buthe@bbr.bund.de  
Dr. Peter Jakobowski  
peter.jakubowski@bbr.bund.de  
Thomas Pütz  
thomas.puetz@bbr.bund.de

#### Lektorat

W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG

#### Satz

KOMBO MedienDesign Rainer Geyer

#### Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

#### Bestellungen

gabriele.bohm@bbr.bund.de  
Stichwort: BBSR-Analysen Kompakt 06/2015

Die BBSR-Analysen KOMPAKT erscheinen in unregelmäßiger Folge. Interessenten erhalten sie kostenlos.

ISSN 2193-5017 (Printversion)  
ISBN 978-3-87994-740-9

Bonn, April 2015

#### Newsletter „BBSR-Forschung-Online“

Der kostenlose Newsletter informiert monatlich über neue Veröffentlichungen, Internetbeiträge und Veranstaltungstermine des BBSR.

[www.bbsr.bund.de/BBSR/newsletter](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/newsletter)