

Juni-Hochwasser 2013 in Mitteleuropa - Fokus Deutschland

Bericht 2 – Update 1: Auswirkungen und Bewältigung¹

(Der Bericht berücksichtigt die Entwicklung bis zum 20. Juni 2013, 10:00 Uhr)

Autoren: Bijan Khazai, Tina Bessel, Stella Möhrle, André Dittrich, Kai Schröter, Bernhard Mühr, Florian Elmer, Tina Kunz-Plapp, Werner Trieselmann, Michael Kunz



Deichbruch bei Fischbeck (Foto, 10.Juni 2013) Landkreis Stendal, im Norden Sachsen-Anhalts (Foto: Berns-Volker Brahms / Volksstimme)²

¹ Der Bericht wurde am 13.06.2013 publiziert, am 17.06. überarbeitet und 27.06.2013 aktualisiert.

² Nach einem Deichbruch bei Fischbeck (Foto) im Norden Sachsen-Anhalts läuft seit der Nacht zum Montag (10.6.2013) Elbwasser in den Elbe-Havel-Winkel; 6000 Menschen in mehreren Orten wurden bis 12.06. bereits evakuiert, 40.000 insgesamt in Sachsen-Anhalt. Der gebrochene Deich kann erst bei abnehmendem Pegel geschlossen werden, der hier in der Spitze mit 8,20 Metern um 52 Zentimeter über dem Rekordpegel von 2002 lag. Mit freundlicher Genehmigung der Chefredaktion „Volksstimme“ (Magdeburg / Stendal).

Inhalt

Zusammenfassung.....	4
1 Kurzüberblick zum Hochwasser.....	5
2 Auswirkungen und Schäden.....	6
2.1 Allgemeine Auswirkungen.....	6
2.2 Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur.....	7
2.3 Analyse von Twitter-Meldungen zu Auswirkungen des Hochwassers.....	12
3 Bewältigung.....	14
3.1 Evakuierungen.....	14
3.2 Resilienz in den betroffenen Gebieten: Indikatoren-basierte Analyse.....	15
3.3 Analyse der Auswirkungen des Hochwassers.....	18
3.4 Gegenüberstellung von Resilienzpotalential und Evakuierungen.....	20
4 Literatur und Quellen.....	21

Kurzzusammenfassung Juni-Hochwasser 2013	
Basisinformationen Hydrometeorologie (siehe Bericht 1 - Update 2)	
Ereignisschwerpunkte	Deutschland (Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen, Bayern), Österreich, Tschechien; Einzugsgebiete der Donau (mit Regen, Lech, Inn-Salzach) und Elbe (mit Saale, Mulde)
Hydrologisches Ausmaß	Größte räumliche Ausdehnung aller Hochwasserereignisse seit 1950 (>46% des dt. Gewässernetzes von mind. 5-jährlichem Hochwasser betroffen), an vielen Pegeln im Donau- und Elbeeinzugsgebiet neue Rekordwerte (Wasserstand, Abfluss) Hochwassertyp: Verbreitet Flusshochwasser mit Ausuferungen und Gefahr des Deichversagens mit flächiger Überschwemmung des Hinterlandes
Vorbedingungen und meteorologische Ursachen	Schneedecke im alpinen Hochgebirge bis in den Mai. Sehr feuchter Mai, deshalb weitverbreitete Übersättigung des Bodens (größtes Ausmaß seit 50 Jahren), stark reduzierte Wasseraufnahmekapazität des Bodens. Stabile Großwetterlage (TM) führte beständig feuchte Luft aus Südosteuropa nach Norden und aus nord-östlicher Richtung nach Mitteleuropa heran. Starkregengebiete werden im Stau der Mittelgebirge und Alpen verstärkt: Langanhaltende Starkniederschläge an Mittelgebirgen und Alpenrand.
Quellen	Eigene Analysen, Deutscher Wetterdienst (DWD), Wettergefahren-fruehwarnung.de, Hochwasserzentralen.de.
Basisinformationen Auswirkungen	
Todesopfer und von Evakuierung Betroffene (Stand 9. Juni 2013)	Bisher 8 Todesopfer in Deutschland (25 Todesopfer in allen betroffenen Staaten) mind. 52500 von Evakuierungen betroffene Personen an Donau und Elbe
Infrastrukturunterbrechungen (31.05. bis 04.06.2013)	Verkehrsbehinderungen auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen aufgrund des Hochwassers in 89 Landkreisen. Summiert mind. 4866 h an Verkehrsbehinderungen im überregionalen Verkehrsnetz.
Potentielle Schäden	Noch keine modellbasierten CEDIM-Schätzungen; bedeutende Schäden in allen wichtigen Sektoren zu erwarten: Wohngebäude, Betriebstätten, Infrastruktur, Landwirtschaft; indirekte Schäden durch Verkehrs- und Betriebsunterbrechungen; Wiederaufbaukosten; Erhöhung der Hochwasserschutzetats; intangible Kosten (z.B. psychische Folgen) Externe Schätzungen der Gesamtschäden (Filch Rating, GDV): ~12 Milliarden €; für Deutschland: Fluthilfefonds im Umfang von 8 Milliarden €
Resilienz (basierend auf sozio-ökonomischen und institutionellen Faktoren)	Hohe Resilienz an der bayerischen Donau, hohe bis mittlere Resilienz an Oberrhein und Unterelbe, mittlere bis geringe Resilienz an Niederrhein, Elbe und Mulde
Vorläufige Schätzung der Auswirkungen (Resilienz, Hochwasserintensität)	Moderate Auswirkungen an Donau und Lech (wichtigste Ausnahme: Lkr. Deggendorf), geringe Auswirkungen am Rhein, hohe Auswirkungen an Elbe (Berechnungen für Unterelbe noch vorläufig, da vor Höhepunkt des Ereignisses an diesen Abschnitten).
Quellen	Eigene Analysen, Filch Rating, Gesamtverband dt. Versicherer (GDV)

Zusammenfassung

Ab dem 31. Mai 2013 entwickelte sich in Mitteleuropa ein großräumiges Hochwasserereignis von dem vor allem Deutschland, aber auch die Nachbarländer Österreich, Schweiz, Tschechien und Polen, sowie die Slowakei, Ungarn, Kroatien und Serbien betroffen sind.³ Die meteorologische Ursache, die das Hochwasser letztlich auslöste, war eine stabile Großwetterlage über Mitteleuropa ("Trog/Mitteleuropa" - TrM). Ein sich langsam ostwärts verlagerndes abgeschlossenes (Cut-Off) Höhentief über dem europäischen Kontinent führte auf seiner Ostseite beständig feuchtblaue Luft subtropischen Ursprungs in weitem Bogen über Nordosteuropa bis nach Mitteleuropa, die über den Zeitraum einer Woche als intensiver, langdauernder Starkregen, besonders in Staulagen der Alpen und Mittelgebirge abregnete. Das Ausmaß des Hochwassers wurde durch die extreme und weiträumige Sättigung des Bodens in den dann betroffenen Einzugsgebieten, verursacht durch den insgesamt sehr feuchten Mai, maßgeblich verstärkt.

Der Ereignisschwerpunkt lag an Donau und Elbe und ihren großen Nebenflüssen. Die Ereignischarakteristik war vorwiegend die eines (langsam ablaufenden) Flusshochwassers. Die räumliche Ausdehnung des Ereignisses (Hochwasser mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit / Jährlichkeit von mind. 5 Jahren) ist die größte beobachtete (>46 % des betrachteten deutschen Gewässernetzes) im Erfassungszeitraum (seit ca. 1950). An vielen Pegeln (v.a. Donau, Mittlere Elbe, Mulde) wurden neue Wasserstands- und Abflussrekorde registriert.

Das Ereignis hat in Deutschland, Stand 09.06., 8 Todesopfer gefordert, die Gesamtzahl für alle betroffenen Staaten liegt bei 25.⁴ Mindestens 52.500 Menschen sind im Elbe- und Donaueinzugsgebiet von Evakuierungen betroffen.

Für eine modellbasierte Abschätzung der Schäden durch das CEDIM ist es noch zu früh. Erhebliche direkte und indirekte Schäden sind in allen maßgeblichen Sektoren wie Wohngebäuden, Betriebsstätten Landwirtschaft und Infrastruktur sowie durch Verkehrsstörungen (31.05. bis 04.06: mind. 4900h hochwasserbedingte Störungen im dt. Straßennetz), Betriebsunterbrechungen und ähnliche Folgen zu erwarten. Erste externe Schätzungen gehen von Gesamtschäden ähnlich denen des Augusthochwassers 2002 oder höher aus (Fitch Rating: 12 Milliarden Euro, Gesamtverband dt. Versicherer - GdV: wie 2002 mit ca. 11.6 Milliarden Euro oder höher, Fluthilfefonds Deutschland in Höhe von 8 Milliarden €).

Basierend auf sozialen, ökonomischen und institutionellen Indikatoren analysiert das CEDIM die Resilienz (die Fähigkeit, externe Störungen zu kompensieren) ausgewählter betroffener Gebiete in Deutschland auf Landkreisebene. Der Resilienzindikator wird durch Informationen zur Anzahl der von Evakuierung betroffenen Personen pro Landkreis ergänzt. Kombiniert mit der Information zur Ereignisstärke (maximal aufgetretene Jährlichkeit des Abflusses pro Landkreis) wird ein Index errechnet, der eine erste, vorläufige Abschätzung der Hochwasserauswirkungen auf Landkreisebene für die betroffenen Gebiete erlaubt.

Die hohe Resilienz der Landkreise entlang der Donau und die verhältnismäßig geringe der Landkreise an Elbe und Mulde lässt überwiegend moderate Auswirkungen des Hochwassers an Lech und Donau (Ausnahmen: Landkreise Deggendorf, Straubing, Ostallgäu) erwarten, während an Mulde und Elbe mit starken Auswirkungen gerechnet werden muss. Die Berechnungen für die Mittlere und Unterelbe werden sich, da das Ereignis noch nicht abgeschlossen ist, noch deutlich ändern.

³ Wikipedia: Zugriff am 26.06.2013, http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser_in_Mitteleuropa_2013

⁴ Ebd.

1 Kurzüberblick zum Hochwasser

Langanhaltende und ergiebige Niederschläge haben im Zusammenspiel mit extrem ungünstigen Vorbedingungen zu einem großräumigen, einzugsgebietsübergreifenden Hochwasserereignis geführt. Das Ereignis übertraf in Ausdehnung und Gesamtstärke das Augusthochwasser 2002 und das bisherige Rekord-Sommerhochwasser vom Juli 1954. Besonders betroffen sind die Einzugsgebiete von Donau und Elbe (siehe Abbildung 1).

Im Donau-Einzugsgebiet waren Donau, Lech, Regen und die Inn-Salzach-Region besonders betroffen. Am Zusammenfluss von Donau und Inn wurde in Passau mit 12,75 m ein historischer Höchstwasserstand verzeichnet (3. Juni). Neben Passau ist vor allem der Landkreis Deggendorf betroffen, wo ab dem 5. Juni Deiche den hohen Wasserständen und der Dauerbelastung nicht standgehalten haben.

An der Elbe passierte die Hochwasserwelle aus der Tschechischen Republik kommend seit dem 6. Juni Dresden, Torgau und Dessau und erreichte am 9. Juni Magdeburg. Durch die starken Zuflüsse der ebenfalls betroffenen Saale (insb. Halle) und Mulde waren die Saalemündung und der weitere Lauf der Elbe (u.a. Magdeburg) besonders betroffen. Die Wasserstände an Mittlerer Elbe, Saale und Mulde stellen bisherige Maximalwerte ein. Im Norden Sachsen-Anhalts führte ein Deichbruch bei Fischbeck am 10. Juni zu großflächigen Überflutungen im Elbe-Havel-Winkel.

Weitere betroffene Einzugsgebiete sind das der Weser (besonders die Werra) und des Rheins. In diesen Regionen hat sich die Situation weitgehend entspannt. Die Hochwasserwellen aus Tauber Main und Neckar hatten keine außergewöhnlichen Folgen für das Hochwassergeschehen am Mittel- und Unterrhein.

Der Vergleich in räumlicher Ausdehnung und Stärke (Abbildung 1) zeigt die deutlich größere räumliche Ausdehnung des Ereignisses 2013 und die in weiten Bereichen (Mittlere und Untere Elbe; Donau, Inn) höhere Intensität / Ereignismagnitude. Dennoch lässt die hydrologische Einordnung allein keine direkten Schlüsse auf die Höhe der zu erwartenden Schäden zu.

Tabelle 1: Vergleich bedeutender Hochwasserereignisse – Ursachen, Intensität, Folgen

Jahr - Name	Hochwasser-ursache	Gewässer und Pegel mit maximalem Wiederkehrintervall (Jahre)	Betroffenheitsindizes ¹⁾ : S: Stärke L: räumliche Ausdehnung	Todesopfer	Ökonomische Verluste / Finanzielle Schäden
1954 Sommerhochwasser	Starkregen	>200 Weiße Elster, Pegel Greiz (TH)	S = 42,4 L = 28,2%	k.A.	k.A.
1999 Pfingsthochwasser	Starkregen	~200 Ammer, Pegel Stege, (BY)	S = 24,4 L = 18,7%	7 (Em-Dat) ²⁾	412 Mio. € (Kron 2004) ^{3)*}
2005 Augusthochwasser („Alpenflut“)	Starkregen	< 75 Lech, Pegel Landsberg/Lech (BY)	S = 19,2 L = 16,9 %	k.A.	190 Mio € (LfU 2006) ⁴⁾
2002 Augusthochwasser	Starkregen	>500 Freiburger Mulde, Pegel Nossen (SN)	S = 35,9 L = 22,4 %	27 (Em-Dat)	11,8 Mrd. € (Kron 2004) ³⁾
2013 Junihochwasser	Starkregen bei hoher Vorfeuchte	~500 Zwickauer Mulde, Pegel Wechselburg (SN)	S = 75 L = 46%	8 (Stand 20.06.2013)	~12 Mrd. (Fitch Rating – erste Schätzung)

¹⁾S: Wiederkehrintervall Scheitelabfluss bezogen auf HQ5 multipliziert mit zugeordneter Gewässerslänge (L: prozentualer Anteil der Gewässerabschnitte mit Abflüssen > HQ5 am betrachteten Gesamtnetz, modifiziert nach Uhlemann et al. 2010 (DOI: 10.5194/hess-14-1277-2010)

²⁾EM-DAT (<http://www.emdat.be/database>) Abfrage Juni 2012

³⁾Kron 2004: Zunehmende Überschwemmungsschäden: Eine Gefahr für die Versicherungswirtschaft?, ATV-DVWK Bundestagung, Würzburg

⁴⁾LfU 2006: August-Hochwasser 2005 in Südbayern, Augsburg

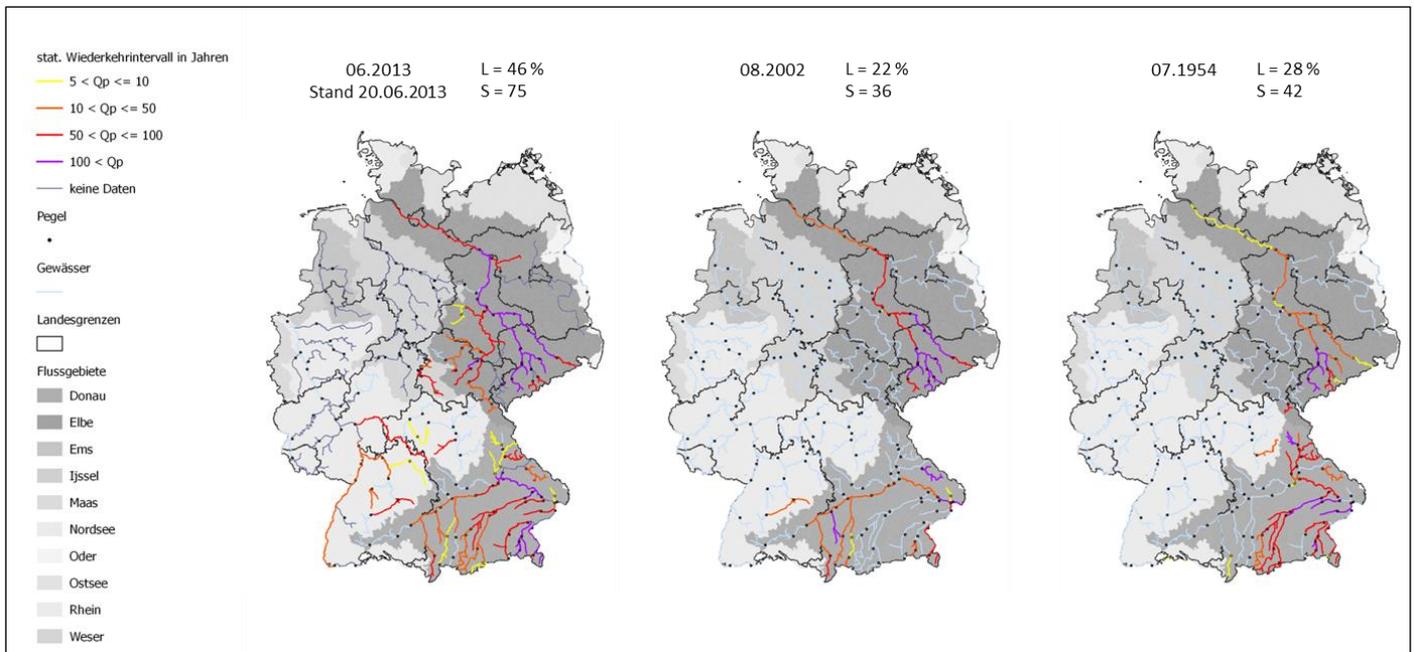


Abbildung 1: Vergleich der Ereignisse 1954 und 2002 mit dem aktuellen Ereignis Juni 2013: Maximal aufgetretene Jährlichkeiten (Hochwasserwahrscheinlichkeit als Wiederkehrintervall) an den Hochwasser führenden Flüssen

Die Hochwasserwiderstandsfähigkeit der betroffenen Gebiete, Änderungen/Verbesserungen im Hochwasserschutz, die unterschiedliche Geomorphologie, Siedlungsstruktur und damit die Exposition von Menschen und Sachwerten haben entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Verluste und werden in Kapitel 3: Bewältigung analysiert.

Der vorliegende Bericht konzentriert sich auf die Auswirkungen. Auf www.cedim.de/2408.php sind Berichte zum Ereignis einsehbar, in denen vorwiegend die hydrometeorologische Charakteristik des Ereignisses ausführlicher dargestellt wird.

2 Auswirkungen und Schäden

2.1 Allgemeine Auswirkungen

Die Auswirkungen dieses Flutereignisses auf die Menschen, den Verkehr und die Wirtschaft sind groß. Durch zahlreiche Deichbrüche z.B. in Bayern und entlang der Elbe kam es regional zu großflächigen Überflutungen. Vielerorts mussten z. T. tausende Menschen ihre Wohnungen, Häuser und Orte aufgrund von Evakuierungsmaßnahmen verlassen. Im Salzlandkreis in Sachsen-Anhalt starb ein freiwilliger Helfer beim Befüllen der Sandsäcke und eine Frau während einer Evakuierung. In Baden-Württemberg sind seit Beginn des Hochwassers 3 Menschen, unter anderem ein Feuerwehrmann, ums Leben gekommen. Bislang sind in allen betroffenen Hochwassergebieten in Tschechien, Deutschland, Österreich und in der Schweiz mindestens 25 Todesopfer (8 davon in Deutschland) und 4 Vermisste zu beklagen.⁵

Versorgungsnetze wie das Stromnetz und die örtliche Wasserversorgung fielen während der Überflutungen aus oder wurden vorsorglich unterbrochen, um größere Schäden am Netz zu verhindern. Die Reparaturen und wieder Inbetriebnahme der Versorgungsnetze kann in einigen Städten und Landkreisen noch mehrere Tage oder Wochen in Anspruch nehmen. Daneben kam es auch im Verkehrssektor zu einer Vielzahl von Störungen. Neben der großflächigen Überflutung zahlreicher Innenstädte kam es auch zu Verkehrsunterbrechungen im überregionalen Verkehrsnetz, sogar auf Bundesautobahnen. Durch einen Deichbruch am 10.06. mussten im Landkreis Stendal Fernverkehrsstrecken der Deutschen Bahn AG gesperrt werden, sodass es zu Zugausfällen und langen Verspätungen kommt.

Auch verschiedene Wirtschaftsbereiche, wie bspw. der Agrarsektor, sind vom Hochwasser stark betroffen. Es „seien

⁵ Wikipedia: Zugriff am 26.06.2013, http://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser_in_Mitteleuropa_2013

bislang mindestens 150.000 Hektar Grünland und Ackerflächen überflutet worden, teilte der Deutsche Bauernverband (DBV) mit. Diese Fläche werde sich voraussichtlich auf 250.000 Hektar ausweiten.⁶ In großen Industrieunternehmen, wie bei der Porsche AG (Werk in Leipzig), der Volkswagen AG (Werk in Zwickau) oder der Südzucker AG (Werk in Zeitz) steht die Produktion zeitweise oder auch längerfristig still, weil Produktionsanlagen beschädigt wurden bzw. Logistikketten der Unternehmen durch Störungen in der Verkehrsinfrastruktur unterbrochen sind.⁷ Stark betroffen sind ebenfalls mittelständige Unternehmen und Kleinunternehmer in den überfluteten Regionen. Das gesamte Ausmaß der direkten und indirekten Schäden ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht absehbar und wird erst nach dem Rückgang des Hochwassers in den betroffenen Gebieten deutlich werden.

Auf Basis der derzeit vorhandenen Informationen lassen sich noch keine modellgestützten Analysen direkter und indirekter Schäden durchführen, da Daten zum genauen Ausmaß der Überschwemmungen (Überflutungsmasken aus Fernerkundungsdaten oder hydraulischen Modellierungen, vor allem aber die zugehörigen Überflutungstiefen noch nicht verfügbar sind.

Eine Zusammenstellung erster externer Schadensschätzungen, vorwiegend von und für (Rück-) Versicherungen ist in Tabelle 2 zusammengefasst (Stand 12.06.2012) und zeigt Schäden, die in der Größenordnung des Ereignisses vom August 2002 liegen.

Tabelle 2: Bisherige Angaben zu den Gesamtschäden durch das Junihochwasser 2013 (vgl.: Auguthochwasser 2002: 11.6 Milliarden Euro Gesamtschäden; mit BPI angepasst auf heutige Werte: 14.8 Milliarden Euro)

Region	Schätzung	Datum	Source
Alle betroffenen Gebiete	EUR 16.5 Mrd.	10.06.2013	Advisen Insurance Intelligence (über Willis)
Alle	EUR 10 Mrd.	06.06.2013	AIR (bei Touchstone Präsentation in Zürich)
Deutschland	EUR 12 Mrd.	11.06.2013	Fitch Rating
Deutschland	EUR >11 Mrd.	08.06.2013	DIHK (Deutsche Industrie- und Handelskammer)
Deutschland	EUR 10 Mrd.	06.06.2013	AIR (bei Touchstone Präsentation in Zürich)
Sachsen	EUR 2.5 Mrd.	06.06.2013	Leiter Wiederaufbaustab, Jaeckel (MDR)
Deutschland	EUR 8 Mrd.	Im Fluthilfefonds des Bundes und der Länder vorgesehene Mittel	
Österreich	EUR 3 Mrd.	10.06.2013	Erik Ebyl, Generali (über Willis)
Österreich	EUR 2.2 Mrd.	10.06.2013	EcoAustria (Wirtschaftsforschungsinstitut)

2.2 Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur

Für die Bewertung von indirekten Schäden im Verkehrssektor sind umfangreiche Daten zu Art, Umfang und Dauer der Verkehrsbehinderungen notwendig. Für die Gewinnung valider Informationen aus dem Bereich des Straßenverkehrs werden seit Freitag, 31.05.2013 täglich von 6 Uhr bis 24 Uhr im 3-Stunden-Takt aktuelle Verkehrsmeldungen nach Polizeiangaben aus Deutschland erfasst und gespeichert und auf Störungen im Zusammenhang mit dem Hochwasserereignis gefiltert. Die gewonnenen Daten werden in einer Datenbank kumuliert. Der Aufbau dieser Datenbank wird auch nach Erscheinen dieses Berichtes fortgesetzt.

Eine erste Auswertung der Daten wurde für den Zeitraum vom 31.05.2013, 12 Uhr, bis 04.06.2013, 12 Uhr, zunächst für das überregionale Verkehrsnetz, bestehend aus Bundesautobahnen (BAB) und Bundesstraßen, durchgeführt. Dabei werden die Ursachen und Arten der Verkehrsbehinderungen sowie die Anzahl und Dauer der Störungen betrachtet, welche auf das Flutereignis zurückzuführen sind.

Abbildung 2 zeigt die prozentualen Anteile der Ursachen naturbedingten Verkehrsstörungen. Hauptursachen sind mit einem Anteil von 81,6 % die Gefahr von Hochwasser und die tatsächliche Überflutung von Verkehrswegen, welche unter dem Begriff „Hochwasser“ zusammengefasst sind. Daneben sorgen umgestürzte Bäume und Erdbeben um Störungen bzw. Blockaden im Verkehrsfluss.

⁶ Quelle: <http://www.tagesschau.de/wirtschaft/hochwasser-schaeden100.html> (Zugriff am 12.06.2013)

⁷ Quelle: <http://www.wiwo.de/unternehmen/industrie/hochwasser-wie-die-flut-unternehmen-lahmlegt/8313222.html> (Zugriff am 12.06.2013)

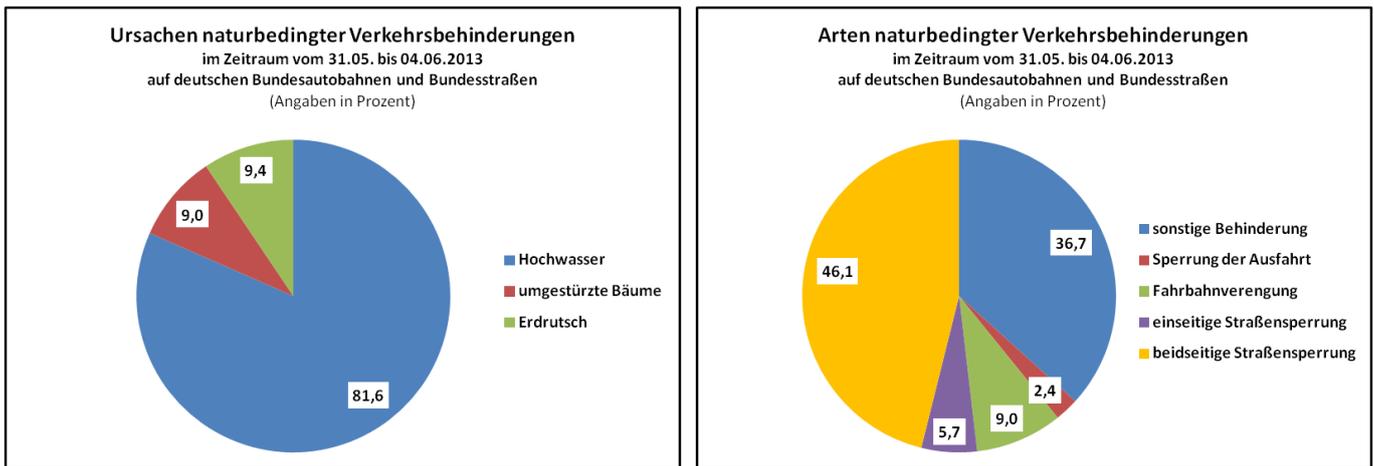


Abbildung 2 (links): Ursachen naturbedingter Verkehrsbehinderungen im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen

Abbildung 3 (rechts): Arten naturbedingter Verkehrsbehinderungen im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen

Unter dem Begriff Verkehrsbehinderungen werden Störungen aller Art zusammengefasst. Abbildung 3 veranschaulicht prozentual die Arten der Verkehrsbehinderungen durch das Hochwasserereignis. In 46,1 % der erfassten Verkehrsbehinderungen handelt es sich um beidseitig gesperrte Straßen. Die Vollsperrung einer Straße unterbricht den Verkehrsfluss auf der betroffenen Strecke vollständig und verursacht daher im Vergleich zu den anderen Behinderungen vermutlich die höchsten indirekten Schäden. Die zweithäufigste Art der Verkehrsbehinderung sind mit 36,7 % sonstige Behinderungen. Dazu zählen Behinderungen, wie bspw. Wasser oder Schmutz auf der Fahrbahn oder Gefahr von Aquaplaning, welche im Zusammenhang mit dem Hochwasserereignis entstanden sind.

Tabellen 3 bis 5 und Abbildungen 6 bis 8 geben Informationen zu der Anzahl und der Dauer der Verkehrsbehinderungen je Landkreis. Insgesamt kam es im Betrachtungszeitraum zu Verkehrsstörungen auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen in 89 deutschen Landkreisen. Dazu wurden 245 Verkehrsmeldungen nach Polizeiangaben mit Bezug zum Flutereignis ausgewertet. Summiert traten mindestens 4866 Stunden an Verkehrsbehinderungen auf. Durchschnittlich dauerte eine Störung etwa 19,86 Stunden.

Tabelle 3: TOP 10 - Landkreise nach Anzahl an Verkehrsbehinderungen

Rang	Landkreise (Bundesland)	Anzahl an Verkehrsbehinderungen
1	Traunstein (BY)	19
2	Erzgebirgskreis (SN)	10
3	Berchtesgadener Land (BY)	9
	Rheingau-Taunus-Kreis (HE)	9
	Saale-Holzland-Kreis (TH)	9
	Vogtlandkreis (SN)	9
7	Miesbach (BY)	6
	Mittelsachsen (SN)	6
	Reutlingen (BW)	6
	Rosenheim (BY)	6
	Saale-Orla-Kreis (TH)	6

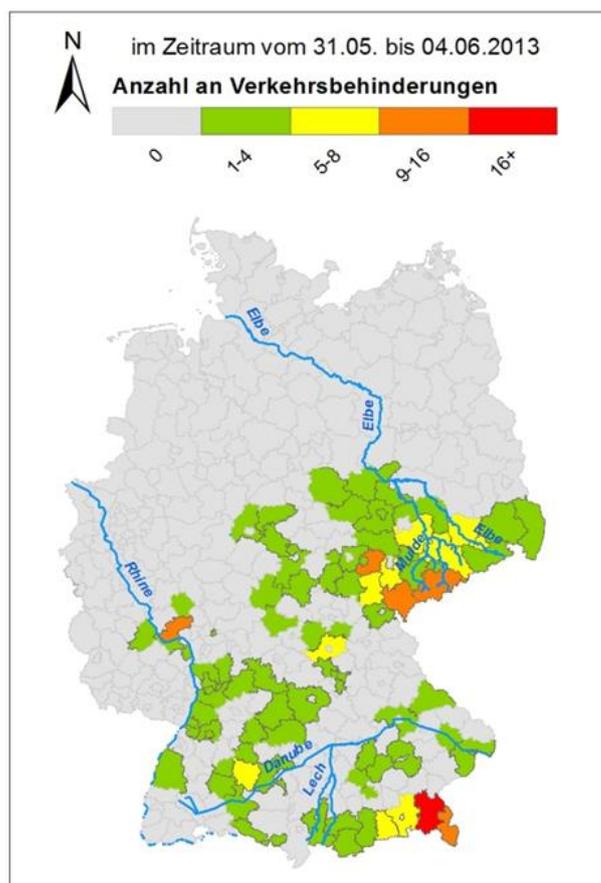


Abbildung 4: Anzahl an Verkehrsbehinderungen je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen

In Tabelle 3 werden die Landkreise mit der höchsten Anzahl an Verkehrsstörungen in einer Rangliste angegeben. In Traunstein sind seit dem 02.06. besonders die Bundesstraßen B 304 und B 305 betroffen gewesen. Die B 304 war durch umgestürzte Bäume und einen Erdbeben an verschiedenen Stellen blockiert. Die B 305 wurde an mehreren Stellen durch Hochwasser überflutet. Ebenfalls in mehreren Abschnitten war die Bundesautobahn A 8 im Landkreis Traunstein sowie im benachbarten Landkreis Rosenheim durch Hochwasser unterbrochen. Im Erzgebirgskreis waren die Bundesstraßen B 180 durch umgestürzte Bäume und einen Erdbeben sowie die B 283 und B 95 wegen Überflutungen gesperrt. Im Vogtlandkreis waren die Straßen B 173 und B 169 mehrmals aufgrund von Hochwasser unterbrochen. Im Saale-Holzland-Kreis waren die B 7 sowie die B 88 oftmals von Streckensperren betroffen. Die Bundesautobahnen A 4 und A 9 in Thüringen waren meist nur kurzzeitig blockiert. Im Rheingau-Taunus-Kreis ist die B 42 an mehreren Stellen seit dem 02.06.2013 wegen Hochwasser gesperrt. Abbildung 4 verdeutlicht die Anzahl der Verkehrsbehinderungen aufgrund des Flutereignisses in allen deutschen Landkreisen.

Tabelle 4: TOP 10 - Landkreise nach Gesamtdauer der Verkehrsbehinderungen

Rang	Landkreise (Bundesland)	Gesamtdauer der Verkehrsbehinderungen (in h)
1	Erzgebirgskreis (SN)	276
2	Traunstein (BY)	255
	Vogtlandkreis (SN)	255
4	Saale-Holzland-Kreis (TH)	252
5	Rheingau-Taunus-Kreis (HE)	192
6	Greiz (TH)	168
7	Leipzig (SN)	162
8	Miesbach (BY)	153
9	Berchtesgadener Land (BY)	150
10	Mittelsachsen (SN)	147

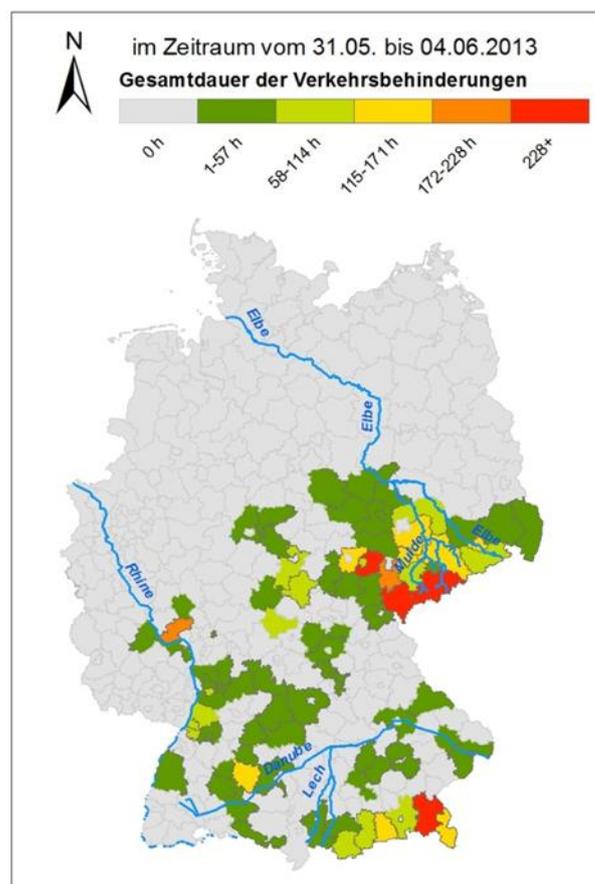
**Abbildung 5:** Gesamtdauer der Verkehrsbehinderungen je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen (in h)

Abbildung 5 veranschaulicht die Gesamtdauer an Verkehrsbehinderungen je Landkreis. Diese ist in der Erzgebirgsregion sehr hoch, da hier viele Störungen auftreten, welche oft bereits seit dem 31.05.2013 andauern. Die Gesamtdauer der Verkehrsbehinderungen kann auch mit der Anzahl an Störungen steigen, weshalb die meisten TOP 10 – Landkreise aus Tabelle 3 auch in Tabelle 4 vertreten sind.

Tabelle 5 und Abbildung 8 zeigen die durchschnittliche Dauer einer Verkehrsbehinderung im Landkreis. Der Wartburgkreis steht an der Spitze der Rangliste, da dort die Straße B 62 seit dem 31.05.2013 bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes (und darüber hinaus) gesperrt ist. In diesem Landkreis wurden keine weiteren Störungen im überregionalen Verkehrsnetz gemeldet, sodass hierdurch eine sehr hohe Durchschnittsdauer entsteht. Die weiteren Landkreise, welche in Tabelle 5 aufgeführt werden, haben ebenfalls wenige, aber längerfristige Verkehrsstörungen. Es lässt sich vermuten, dass solch begrenzte Sperren auf überregionalen Straßen aufgrund des dichten Verkehrsnetzes in Deutschland gut umfahren werden können. Dieser Rückschluss ist jedoch nur begrenzt möglich, da in der Betrachtung die regionalen Verkehrswege nicht einbezogen wurden und deshalb keine endgültige Aussage darüber möglich ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Auswertung der ersten vier Tage des Flutereignisses bereits weiträumige Behinderungen im Verkehrssektor aufzeigt. Der Aufbau der eingangs genannten Datenbank wird fortgesetzt, sodass zukünftig Auswertungen für einen zeitlich erweiterten Betrachtungszeitraum ebenso wie für eine auf regionale Straßen und Stadtgebiete erweiterte räumliche Analyse möglich werden. Die ersten Ergebnisse lassen vermuten, dass das Flutereignis zu erheblichen Beeinträchtigungen im Straßenverkehr führt und dadurch hohe indirekte Schäden entstehen werden.

Die Ausweitung der Untersuchung auf den Schienenverkehr sowie auf den Binnenschiffverkehrsverkehr ist ebenfalls angedacht. Erste Medienberichte und Pressemitteilungen bspw. der Deutschen Bahn AG lassen auch in diesen Verkehrssektoren zahlreiche und langanhaltende Störungen, Unterbrechungen und Behinderungen vermuten. Es können auch in diesen Bereichen hohe indirekte Schäden erwartet werden.

Tabelle 5: TOP 10 - Landkreise nach Durchschnittsdauer einer Verkehrsbehinderung

Rang	Landkreise (Bundesland)	Durchschnittsdauer einer Verkehrsbehinderung (in h)
1	Wartburgkreis (TH)	93
2	Neckar-Odenwald-Kreis (BW)	57
	Ostallgäu (BY)	57
4	Schmalkalden-Meiningen (TH)	51
5	Weimarer Land (TH)	43
6	Schwäbisch Hall (BW)	42
7	Stadt Jena (TH)	40,5
8	Altenburger Land (TH)	39
9	Bergstraße (HE)	36
10	Stadt Heidelberg (BW)	34,5
	Stadt Karlsruhe (BW)	34,5

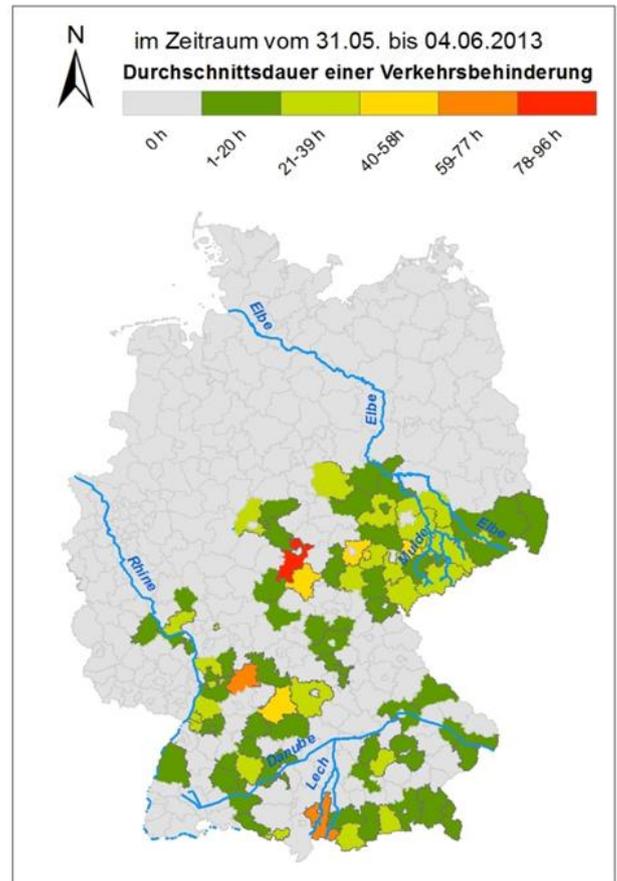


Abbildung 6: Durchschnittsdauer einer Verkehrsbehinderung je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen (in h)

2.3 Analyse von Twitter-Meldungen zu Auswirkungen des Hochwassers

Zur erweiterten Lage- und Schadensanalyse unter Einbezug der Betroffenen, werden außerdem Tweets (Twitter-Meldungen), die in inhaltlichem Bezug zum vorliegenden Flutereignis stehen und über geographische Koordinaten (Länge [°] und Breite [°]) verfügen, aufgezeichnet. Zur möglichst vollständigen Abdeckung aller relevanten Nachrichten, wird der Echtzeitdatenstrom von Twitter über eine Liste ereignisbezogener Schlüsselwörter automatisch gefiltert. In einem zweiten Schritt werden die identifizierten Nachrichten noch manuell auf ihre Bedeutsamkeit geprüft.

Die Aufzeichnung umfasst 8 Tage von 31.5.2013 bis einschließlich 7.6.2013. Die abgeleiteten Kartendarstellungen bilden die Situation jeweils für die 24 Stunden eines Tages ab. Insgesamt wurden im o.g. Zeitraum 1874 ereignisbezogene Meldungen von 656 verschiedenen Nutzern erfasst. In Tabelle 6 ist dieses Verhältnis nochmals thematisch aufgeschlüsselt. Die verwendeten Themen, unter denen die Tweets zusammengefasst werden, sind:

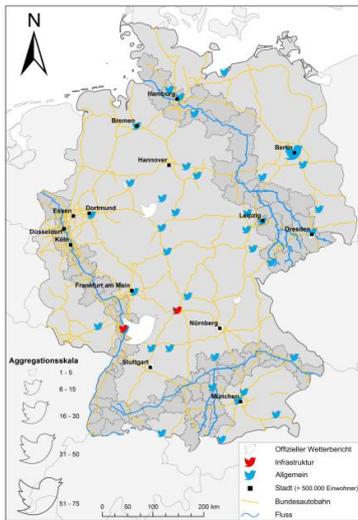
- allgemeine Nachrichten in Bezug auf das Hochwasser (blau in Abbildung 7),
- offizielle Wetterberichte und –vorhersagen (weiß in Abbildung 7),
- Meldungen die von beeinflusster Infrastruktur berichten (rot in Abbildung 7).

Tabelle 6: Anzahl der Meldungen und unterschiedlicher Nutzer in Summe und bzgl. der Themen

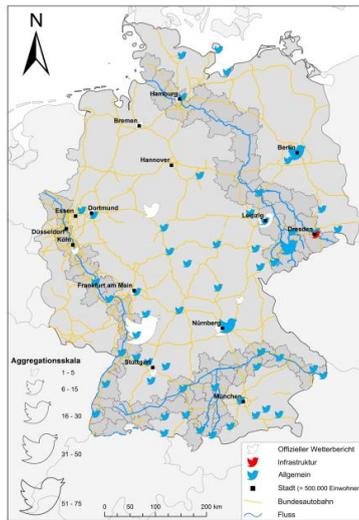
	Anzahl Meldungen	Anzahl Nutzer
Allgemein	1332	635
Infrastruktur	37	27
Offizieller Wetterbericht	505	28
Σ	1874	656

Des Weiteren wurde auf Grund der besseren Übersichtlichkeit in Anbetracht des kleinen Kartenmaßstab (ca. 1:10.000.000), Tweets in einem Radius unter 10 Kilometer auch räumlich aggregiert. Die Geolokalisierung der einzelnen Tweets erfolgt über die vom Nutzer freiwillig mitgesendete GNSS-Position in geographischen Koordinaten.

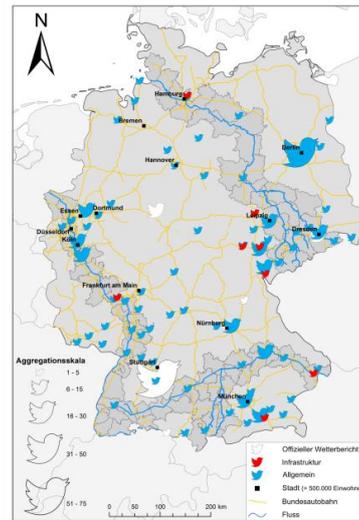
Die zeitliche Entwicklung von Freitag bis Samstag in Abbildung 7 zeigt bereits eine deutliche Häufung der ereignisbezogenen Meldungen in und um die besonders betroffenen Landkreise (dunkles Grau). In anderen Bereichen Deutschlands ist das Hochwasser als Thema nur vereinzelt sichtbar. Nach einem kurzen Maximum des Twitter Interesses im restlichen Teil Deutschlands, nimmt es gegen Ende der Woche stark ab. In den betroffenen Landkreisen bleibt es weiterhin ein wichtiges Thema, speziell im Bereich der südlichen Elbe (Leipzig, Dresden) und ab Donnerstag in Magdeburg.



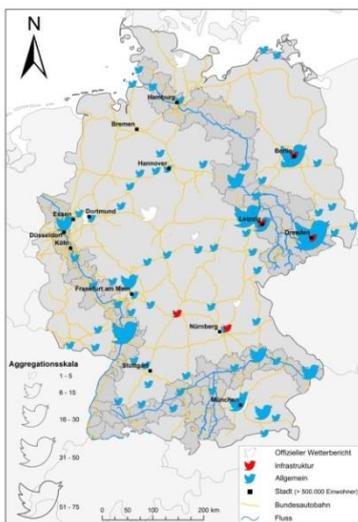
Freitag, 31.05.2013



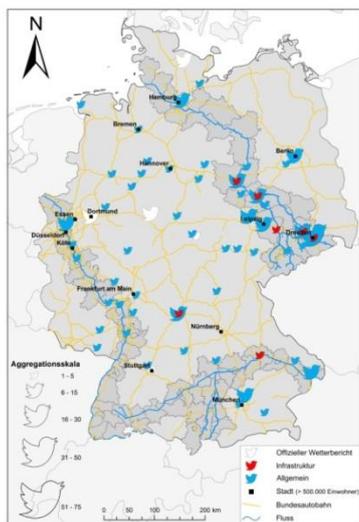
Samstag, 01.06.



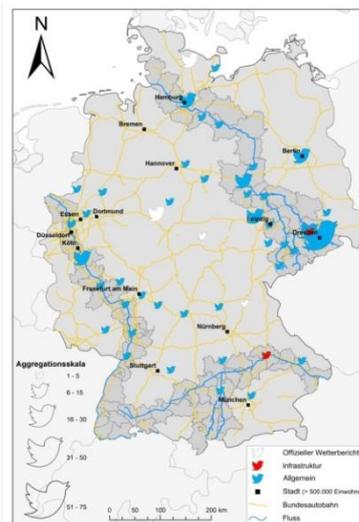
Sonntag, 02.06.



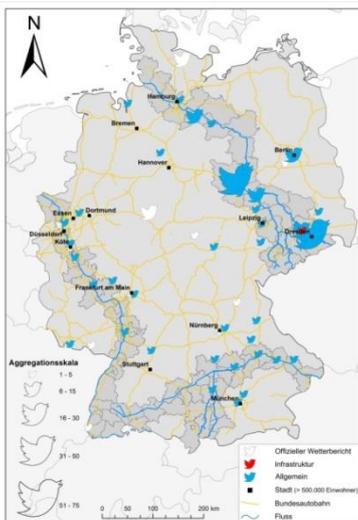
Montag, 03.06.



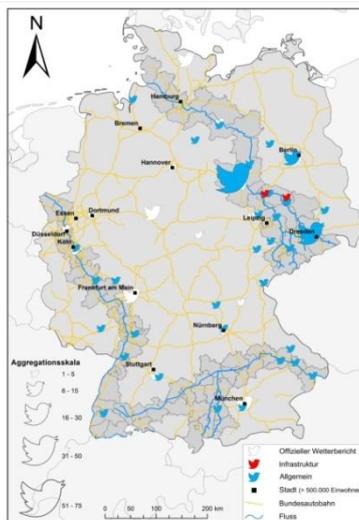
Dienstag, 04.06.



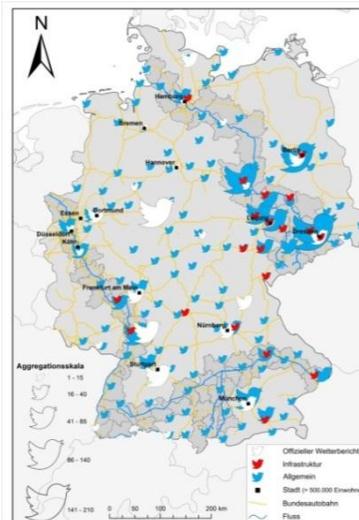
Mittwoch, 05.06.



Donnerstag, 06.06.



Freitag, 07.06.



gesamte Woche

Abbildung 7: Twitter-Meldungen zu Auswirkungen des Hochwassers pro Tag für die Woche 31.05 – 06.06. 2013

Neben diesen allgemeinen Tendenzen ist aus einzelnen Meldungen konkrete Information ableitbar. In Tabelle 7 sind einige Beispiele von Meldungen zusammengestellt, die sich auf unterbrochene Infrastruktur beziehen.

Die Verifikation der Twittermeldungen erweist sich aber teilweise als schwierig. Die Nutzer berichten hauptsächlich von sehr kleinräumigen Ereignissen im innerstädtischen Bereich und nur selten von der vorangehend betrachteten Infrastruktur im überregionalen Verkehrsnetz. Ebenso sind die beschriebenen, überschwemmten Straßen nicht zwingend auch offiziell gesperrt, und sind in den polizeilichen Meldungen dementsprechend nicht enthalten. Als eine gewisse Glaubwürdigkeitssteigerung könnten die vielen Fotos betrachtet werden, die in den Tweets enthalten sind. Diese bilden die Situation vor Ort meist anschaulich ab.

Tabelle 7: Beispiele für Twitter-Meldungen

Datum	Länge [°]	Breite [°]	Meldung
1.6.2013	12,9719	51,7816	B187 komplett gesperrt zwischen #Wittenberg und #Jessen wegen #Hochwasser. Umleitung über #Zahna und #Seyda, viel Zeit einplanen!
2.6.2013	8,0886	50,0202	#Hochwasser am #Rhein: Pegel steigen rasant, Erbacher Unterführung dicht, B42 ab Oestrich wird gesperrt und Schifffahrt bald eingestellt...
2.6.2013	12,0689	50,8849	Jolie-Curie-Straße, Schellingstraße und Teile der Leibnizstraße sind schon unter Wasser. #Gera-Untermhaus #Hochwasser #WeißeElster
6.6.2013	12,0975	49,0234	Brücke Grieser Spitz bleibt erstmal gesperrt. Umfahrung mit dem Rad über steinerne Brücke möglich #Hochwasser #Regensburg #Stadtamhof

3 Bewältigung

3.1 Evakuierungen

Im Folgenden wird ein Überblick über die von Evakuierungsmaßnahmen betroffenen Menschen und Tiere zwischen dem 31.05.2013 und dem 07.06.2013 gegeben. Die meisten Werte stellen untere Schranken dar und sind vorwiegend aus Pressemitteilungen der jeweiligen Landkreise entnommen.

In Sachsen, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Bayern, Brandenburg und Baden-Württemberg waren aufgrund der Hochwassersituation an Elbe, Donau und Mulde rund 52549 Menschen und 650 Tiere von Evakuierungen betroffen. Die Evakuierungen in Sachsen betrafen rund 26992, in Sachsen-Anhalt rund 11669 und Bayern rund 9600 Menschen.

Die ersten Evakuierungen wurden am 01.06. im Landkreis Sigmaringen in Baden-Württemberg durchgeführt. Am 02.06. folgten Evakuierungsmaßnahmen in Sachsen in der Stadt Meißen, im Landkreis Mittelsachsen und Zwickau, im Erzgebirgskreis und im Vogtlandkreis. Dresden und der Landkreis Leipzig in Sachsen, sowie Dessau-Roßlau und der Landkreis Anhalt-Bitterfeld in Sachsen-Anhalt, und Passau und Kelheim in Bayern folgten am 03.06. Sachsen-Anhalt führte ab dem 05.06. verstärkt Evakuierungen durch. Betroffen waren unter anderem im Landkreis Wittenberg ein Kinderheim mit ca. 70 Kindern, im Salzlandkreis ein Pflegeheim, im Jerichower Land 46 Akutfälle eines Krankenhauses und im Landkreis Anhalt-Bitterfeld ein Krankenhaus mit 20 Intensivpatienten und ein Pflegeheim. In Magdeburg wurde unter anderem ein Krankenhaus mit 420 Personen und ein Altenpflegeheim evakuiert. Aus einer Pflegeeinrichtung für Intensivpatienten mussten wegen Strom- und Fernwärmeabschaltungen Patienten verlegt werden. Die Abschaltung einer Straße bewirkte die Verlegung von bettlägerigen Patienten. In den ostelbischen Stadtgebieten waren und sind ebenfalls pflegebedürftige Personen von Evakuierungsmaßnahmen betroffen.

In vielen Landkreisen kümmerten sich die Personen selbst um private Unterkünfte. In Dresden waren insgesamt 2600 Personen von Evakuierungen betroffen. Zwei Notunterkünfte standen zur Verfügung. Am 06.06. schloss ein Evakuierungsobjekt. In dem anderen Objekt waren zu diesem Zeitpunkt 63 Personen und 19 Personen in Pflegeheimen untergebracht. Allein im Landkreis Meißen haben 1542 Menschen ihre Wohnungen und Häuser verlassen. Rund 300 Personen kamen in Behelfsunterkünften unter. Von den 8670 betroffenen Menschen im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge befanden sich am 07.06. 372 Personen in Notunterkünften. Im Landkreis Mittelsachsen wurden insgesamt 396 Personen durch Einsatzkräfte aufgefordert, ihren Wohn- und Lebensraum zu verlassen, wobei am 04.06. 73 Personen in Notunterkünften untergebracht waren.

Von Evakuierungsmaßnahmen war der Landkreis Bitterfeld-Anhalt mit über 10000 Personen am stärksten betroffen. Im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge waren es 8670, im Landkreis Nordsachsen 7000, im Landkreis Deggendorf 6500, im Landkreis Leipzig über 6000 und in Brandenburg im Landkreis Elbe-Elster über 4000 Menschen.

Einige Evakuierungen wurden im Laufe der Woche aufgehoben. Die Evakuierung von Eilenburg im Landkreis Nordsachsen wurde am 05.06. aufgelöst. Ebenso die Evakuierung von Kleutsch und Sollnitz in Dessau-Roßlau. Am 07.06.2013 sind bis auf den Thallwitzer Ortsteil Kollau die Evakuierungen im Landkreis Leipzig aufgehoben worden. Für mehrere Ortschaften (Retzau, Schierau, Priorau, Möst) im Landkreis Anhalt-Bitterfeld wurde ebenfalls die Evakuierung aufgehoben. In Bayern im Landkreis Straubing-Bogen läuft am 07.06.2013 die teilweise Aufhebung der Evakuierung der Gstütt-Insel.

3.2 Resilienz in den betroffenen Gebieten: Indikatoren-basierte Analyse

Resilienz ist gemäß ISDR definiert als die Flexibilität eines Systems, einer Gesellschaft oder einer Gemeinschaft, externe Störungen zu kompensieren. (ISDR, 2002). Resilienz ist ein komplexes und dynamisches Konzept, das viele Dimensionen umfasst. Um das Resilienzpotal schnell abschätzen zu können, wurde eine Analyse auf Landkreisebene basierend auf dem soziodemographischen und sozioökonomischen Profil und den institutionellen Kapazitäten der Landkreise durchgeführt. Daraus wurde ein Gesamtindex für die drei Hauptdimensionen von Resilienz in Deutschland – soziale, ökonomische und institutionellen Resilienz - entwickelt (Abbildung 10) und auf Daten des Statistischen Bundesamtes (Destatis, 2013) angewendet. Die Auswahl der Indikatoren hierfür basiert auf folgenden Studien: 1) Fekete (2009) entwickelte mit Hilfe von Daten einer Haushaltsbefragung nach dem Hochwasser 2002 einen Gesamtindex für soziale Verwundbarkeit gegenüber Flusshochwassern in Deutschland; 2) Cutter et al (2010) entwickelten ein Set von Indikatoren für Resilienz gegenüber Katastrophen anhand des Wiederherstellungsprozesses nach Hurricane Katrina; and 3) Hiete et al (2012) übertrugen die Indikatoren von Cutter et al (2010) auf Deutschland und wandten sie auf Landkreisebene an.

In seiner Studie untersuchte Fekete (2009) 41 sozio-ökonomische Variablen, um einerseits Komponenten sozialer Vulnerabilität herauszufiltern und andererseits die soziale Vulnerabilität gegenüber Flusshochwassern in Deutschland mit einer möglichst geringen Anzahl von Variablen zu beschreiben. Das Ergebnis wurde mit einem unabhängigen Datensatz aus Haushaltsbefragungen zu Bewältigung, Evakuierung und Schutzmaßnahmen während bzw. nach dem Hochwasser in Deutschland 2002 validiert⁸. Von den 1697 Befragten mussten 765 während des Hochwassers ihre Wohnung bzw. ihr Haus verlassen, und 70 mussten Notunterkünfte aufsuchen. Diese beiden Testkategorien (Evakuierung, Evakuierung+Notunterkunft) wurden in der Studie zur Entwicklung von Profilen sozialer Gruppen verwendet (Fekete, 2009). Die Ergebnisse zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, die Wohnung oder das Haus verlassen zu müssen, mit folgenden Indikatoren einhergeht: Bei Personen mit höherem Alter (über 65 Jahre) und bei Mietern (im Vergleich zu Hauseigentümern) bestand eine höhere Wahrscheinlichkeit, Notunterkünfte aufzusuchen. Einwohner einer städtischen Region und Anzahl der Zimmer in Wohnung/Haus werden in der Studie als Proxy für finanzielle Ressourcen verwendet und reduzieren die Wahrscheinlichkeit. Personen mit niedrigem Bildungsstand und Arbeitslose zeigten zudem einer stärkere Unzufriedenheit mit der Schadensregulierung. In der Studie wurde angenommen, dass Unzufriedenheit mit der Regulierung als Indikator für Schwierigkeiten bei der wirtschaftlichen, Bewältigung, mit den bürokratischen Anforderungen bei der Regulierung und für die Ereigniswahrnehmung steht (Fekete, 2009).

Die Ergebnisse der logistischen Regression in der Validierungsstudie von Fekete (2009) wurden genutzt, um den Variablen Gewichtungen als Deskriptoren von sozialer Vulnerabilität gegenüber Hochwasser zuweisen zu können. Während Vulnerabilität sich in erster Linie auf die Faktoren bezieht, die zu einer geringeren Widerstands-, Wiederherstellungs- und Wiederaufbaufähigkeit führen, bezieht sich Resilienz auch auf die Situation während und nach Katastrophen. Die Übertragung der von Cutter et al. (2010) ursprünglich für die USA entwickelten Indikatoren auf Resilienzdimensionen deutscher Landkreise erfolgte auf Basis der Studie von Hiete et al. (2010).

Die drei Studien liefern die Basis, um relevante Indikatoren für soziale, ökonomische und institutionelle Resilienz zu definieren und auf öffentlich verfügbare Daten anzuwenden (siehe Tabelle 8). Die gewichtete Summe dieser

⁸ Der Datensatz wurde vom GFZ Potsdam und der Deutschen Rückversicherung zur Verfügung gestellt.

Indikatoren stellt einen Index für Resilienz dar, der für die vom Hochwasser 2013 betroffenen Landkreise konstruiert wurde: Rhein, Donau, Lech, Elbe, und Mulde (Tabelle 9 und Abbildung 10). Auf Basis der in Tabelle 8 aufgeführten Indikatoren ergibt sich hieraus ein erster Überblick über das/ein Resilienzmuster in den potentiell vom Hochwasser 2013 betroffenen Gebieten. Es wird deutlich, dass die Resilienz am höchsten in Süddeutschland und am niedrigsten in Ostdeutschland und in großstädtischen Gebieten ist.

Tabelle 8: Resilienzindikatoren

Dimension	Faktor	Indikator	Einfluss auf Resilienz
Soziale Resilienz	Bildung	Anteil der Bevölkerung ohne Hauptschulabschluss	-
	Alter	Prozentanteil Älterer (>65 Jahre)	-
		Prozentanteil Kinder (<6 Jahre)	-
Ökonomische Resilienz	Spezielle Bedürfnisse	Prozentanteil pflegebedürftiger Bevölkerung	-
	Beschäftigung	Prozentanteil Nichtbeschäftigte	-
	Anzahl von Zimmern	Lebensraum pro Person (Kubikmeter pro Person)	+
	Hauseigentum	Anteil von Ein- und Zweifamilienhäusern	+
	Einkommensgleichheit	Anteil der Bevölkerung mit Sozialhilfe	-
Institutionelle Resilienz	Öffentliche Sicherheit und Ordnung	Öffentliche Ausgaben für Innere Sicherheit pro Kopf	+
	Bewältigung und soziale Einbindung	Prozent der Bevölkerung, der in freiwilliger Feuerwehr aktiv ist.	+
	Medizinische Kapazität	Anzahl Krankenhausbetten pro 10.000 Einwohnern	+

Tabelle 9: TOP 10 - und BOTTOM 10 - Landkreise nach höchstem und niedrigstem Resilienz-Gesamtnindex

Top10 Rang	Landkreis	Resilienzindex
1	Eichstätt	0,667
2	Straubing-Bogen	0,661
3	Regensburg	0,658
4	Deggendorf	0,646
5	Unterallgäu	0,644
6	Neuburg-Schrobenhausen	0,641
7	Donau-Ries	0,640
8	Ostallgäu	0,638
9	Aichach-Friedberg	0,637
10	Kelheim	0,635
Bottom10 Rang	Landkreis	Resilienzindex
1	Duisburg	0,349
2	Düsseldorf	0,386
3	Leipzig	0,391
4	Köln	0,399
5	Chemnitz	0,411
6	Zwickau	0,415
7	Krefeld	0,416
8	Ludwigslust	0,420
9	Magdeburg	0,421
10	Dresden	0,425

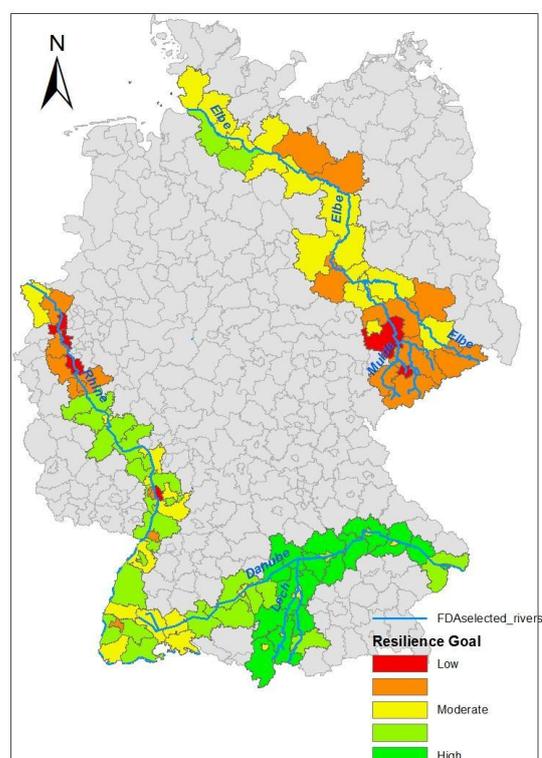


Abbildung 8: Resilienz-Gesamtnindex der Landkreise an den Hochwasser führenden Flüssen

Tabelle 10: Landkreise nach Maximal aufgetretenen Jährlichkeiten an den Hochwasser führenden Flüssen

Landkreis	Intensität: $T_n = \text{Wiederkehrintervall (Jahre)}$
Kelheim	$T_n > 100 \text{ J.}$
Eichstätt	
Pfaffenhofen a. d. Ilm	
Regensburg	
Deggendorf	
Straubing	
Passau	
Sächsische Schweiz - Osterzgebirge	
Dresden	
Meißen	
Nordsachsen	
Elbe-Elster	
Wittenberg	
Salzlandkreis	
Leipzig	
Dessau-Roßlau	
Anhalt-Bitterfeld	
Magdeburg	
Jerichower Land	
Mittelsachsen	
Erzgebirgskreis	
Zwickau	
Chemnitz	
Leipzig	
Kempten (Allgäu)	$50 < T_n < 100 \text{ J.}$
Oberallgäu	
Unterallgäu	
Dillingen a. d. Donau	
Neu-Ulm	
Biberach	
Günzburg	
Ulm	
Alb-Donau-Kreis	
Donau-Ries	
Ostallgäu	
Kaufbeuren	$10 < T_n < 50 \text{ J.}$
Regensburg	

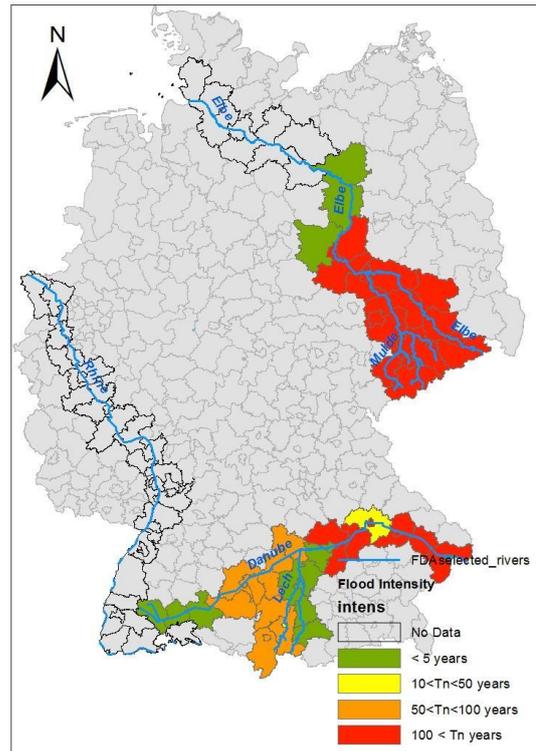


Abbildung 9: Landkreise nach Maximal aufgetretene Jährlichkeiten an den Hochwasser führenden Flüssen im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013

3.3 Analyse der Auswirkungen des Hochwassers

Für eine erste, vorläufige Analyse zu Auswirkungen des Hochwassers wurden die Landkreise an den ausgewählten Flusssystemen hinsichtlich der folgenden Auswirkungen verglichen und in eine Reihenfolge gebracht:

- Maximal aufgetretene Jährlichkeiten an den Hochwasser führenden Flüssen im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013 (Tabelle 10 und Abbildung 9)
- Von Evakuierungen betroffene Personen an den Hochwasser führenden Flüssen im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013 (Tabelle 11 und Abbildung 10)
- Verkehrsbehinderungen im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Tabelle 12 und Abbildung 11)

Anschließend wurden die Informationen zu den Auswirkungen durch Verschneidung verschiedener Ebenen mit den Indikatoren für Resilienz kombiniert. Hierbei wurde die Werte für die Intensität des Hochwassers (gemäß Jährlichkeit), die Anzahl der von Evakuierung Betroffenen und das Ausmaß der Verkehrsunterbrechung mit dem Potential für Resilienz addiert, das durch den Resilienzindex (siehe Abschnitt 3.2) ermittelt wurde. Auf diese Weise wurde eine Karte mit einer vorläufigen Schätzung möglicher Auswirkungen des Hochwasser erstellt, wobei die Hochwasserintensität mit 40% gewichtet wurde, die von Evakuierung Betroffenen mit 30%, die Verkehrsunterbrechungen mit 20% und schwach ausgeprägte bzw. fehlende Resilienz mit 10% gewichtet wurde (Tabelle 11 und Abbildung 12).

Ökonomische Schäden und Deichbrüche konnten zum Zeitpunkt dieser vorläufigen Analyse noch nicht berücksichtigt werden. Zudem hat sich die Hochwassersituation gegenüber den in die Analyse einbezogenen Daten weiterentwickelt und wird sich auch noch weiterentwickeln. Die Analyse basiert auf Informationen, die für den Zeitraum 31.05. bis 07.06.2013 (Hochwasserintensität, von Evakuierung Betroffene) bzw. vom 31.05.2013 bis 04.06.2013 (Vekehrsunterbrechungen) gesammelt wurden.

Tabelle 11: Landkreise nach Anzahl der von Evakuierung betroffenen Personen an den Hochwasser führenden Flüssen

Rang	Landkreis	Personen
1	Anhalt-Bitterfeld	>10000
2	Sächsische Schweiz - Osterzgebirge	8670
3	Nordsachsen	>7000
4	Deggendorf	>6500
5	Leipzig	>6000
6	Elbe-Elster	>4000
7	Straubing-Bogen	ca. 3000
8	Dresden	2600
9	Meißen	1542
10	Vogtlandkreis	ca. 750
11	Dessau-Roßlau	ca. 640
12	Salzlandkreis	ca. 453
13	Magdeburg	>420
14	Mittelsachsen	396
15	Lüchow-Dannenberg	ca. 280
16	Wittenberg	ca.110
17	Passau	60
18	Jerichower Land	46
19	Pfaffenhofen a.d. Ilm	>32
20	Erzgebirgskreis	23
21	Zwickau	>11
22	Kelheim	9
23	Sigmaringen	>7

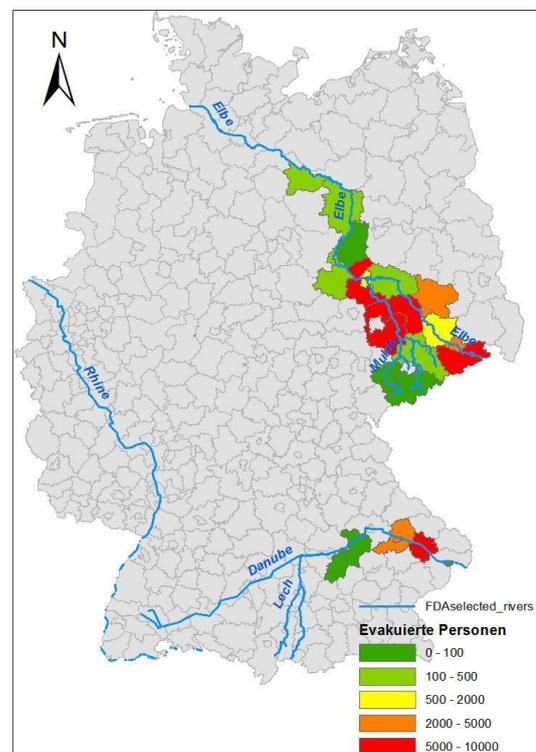


Abbildung 10: Landkreise: von Evakuierung betroffene Personen an den Hochwasser führenden Flüssen im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013

Tabelle 12: Verkehrsbehinderungen Gesamtindex je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen

Rang	Landkreis	Verkehrsbehinderungen - Gesamtindex
1	Erzgebirgskreis	1.0000
2	Rheingau-Taunus-Kreis	0.9000
3	Dresden	0.7000
4	Leipzig	0.7000
5	Mittelsachsen	0.7000
6	Ostallgäu	0.6000
7	Nordsachsen	0.5000
8	Karlsruhe	0.5000
9	Heidelberg	0.5000
10	Sächsische Schweiz - Osterzgebirge	0.4000
11	Meißen	0.4000
12	Zwickau	0.4000
13	Bergstraße	0.4000
14	Anhalt-Bitterfeld	0.3000
15	Deggendorf	0.3000
16	Salzlandkreis	0.3000
17	Chemnitz	0.3000
18	Passau	0.3000
19	Alb-Donau-Kreis	0.3000
20	Sigmaringen	0.3000

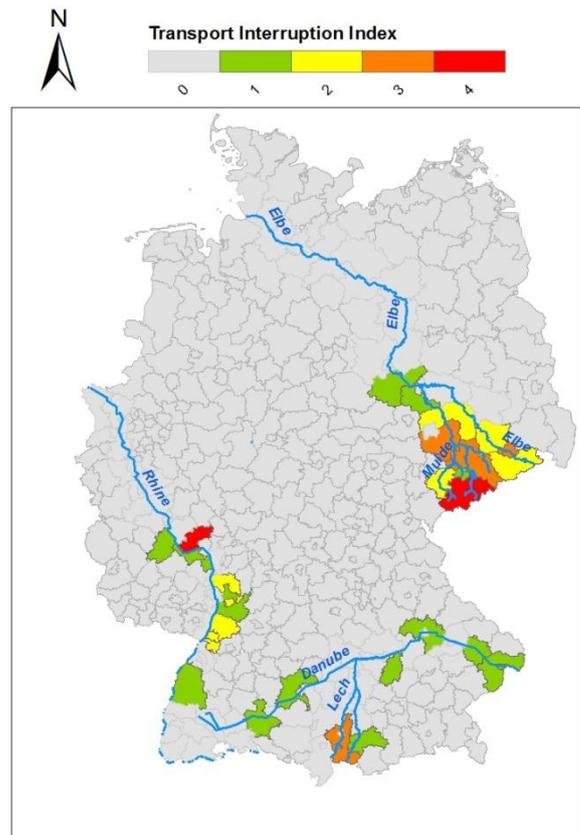


Abbildung 11: Verkehrsbehinderungen Gesamtindex je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 04.06.2013 auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen

Tabelle 13: Vorläufige Hochwasserauswirkungen nach maximal aufgetretenen Jährlichkeiten an den Hochwasser führenden Flüssen; Anzahl der in Evakuierungsmaßnahmen involvierten Personen; Verkehrsbehinderungen auf deutschen Bundesautobahnen und Bundesstraßen und Resilienz-Gesamtindex je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013

Rang	Landkreis	Hochwasserauswirkungen Index
1	Anhalt-Bitterfeld	0.8913
2	Sächsische Schweiz - Osterzgebirge	0.8451
3	Nordsachsen	0.7894
4	Dresden	0.7327
5	Erzgebirgskreis	0.7242
6	Leipzig	0.6878
7	Deggendorf	0.6276
8	Mittelsachsen	0.6253
9	Meißen	0.6008
10	Elbe-Elster	0.5982

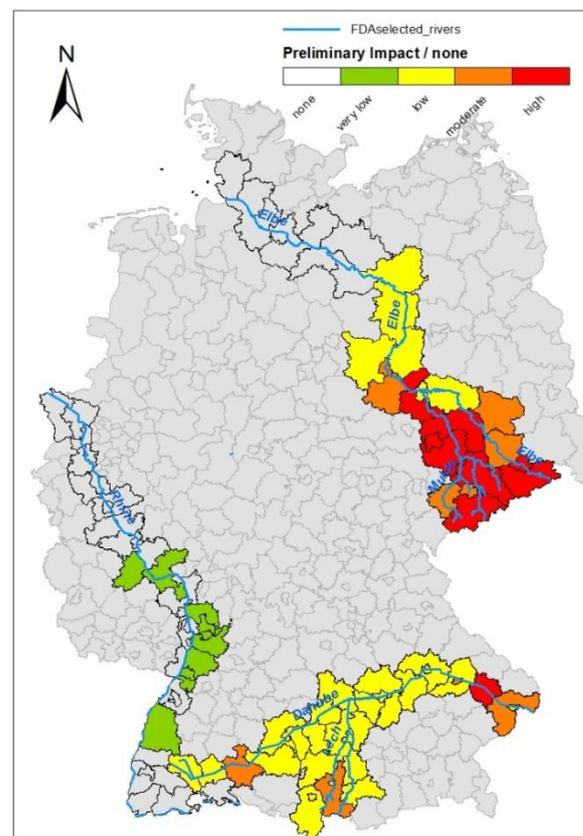


Abbildung 12: Vorläufige Hochwasser Auswirkungen je Landkreis im Zeitraum vom 31.05. bis 07.06.2013

3.4 Gegenüberstellung von Resilienzpotential und Evakuierungen

Vom 31.05.bis 07.06.2013 erlebten 23 Landkreise Hochwasser mit einer Jährlichkeit von 100 oder mehr. Da die Landkreise in Bezug auf die Hochwasserintensität in etwa vergleichbar sind, kann ein relativer Vergleich der Landkreise für den Resilienzindex entlang der drei Dimensionen - sozial, ökonomisch und institutionell – angestellt werden (siehe Abbildung 13).

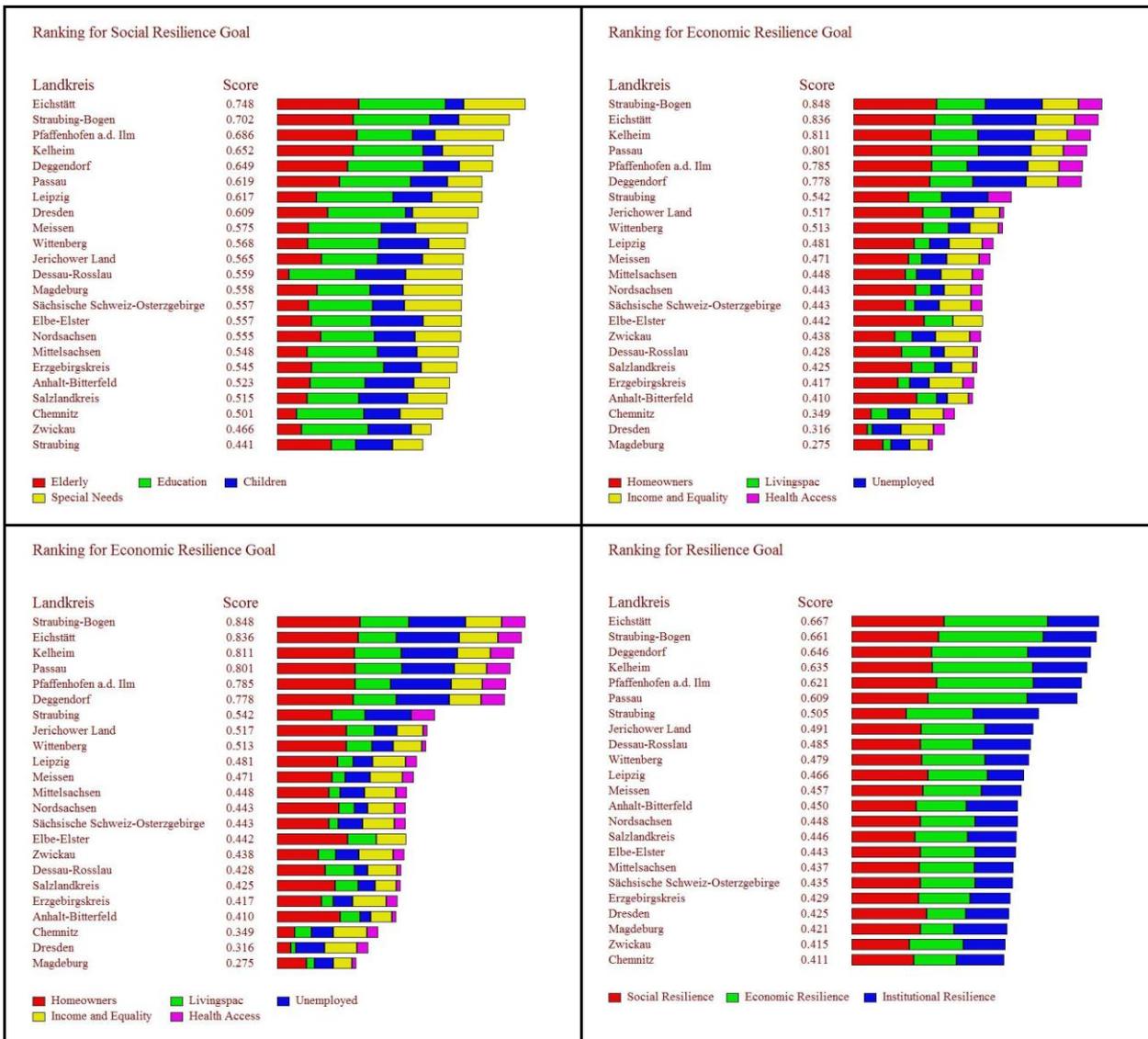


Abbildung 13: Ranking der Landkreise mit aufgetretenen Jährlichkeiten größer $T_n = 100$ Jahren, nach Indikatoren für soziale (oben links), ökonomische (oben rechts), institutioneller (unten links) Resilienz und Gesamtresilienzindex (unten rechts).

Sobald bessere Informationen zur Überflutungsfläche vorhanden sind, können auch die exponierten Elemente berücksichtigt und zur Normalisierung herangezogen werden. Zudem hängen die Evakuierungsmaßnahmen auch von Deichversagen ab, was derzeit in den Analysen noch nicht entsprechend berücksichtigt werden kann. Dennoch können als vorläufiger Überblick der Resilienzindex und die Anzahl von Evakuierung betroffenen Menschen gegenübergestellt werden (siehe Abbildung 14). Auch wenn das Muster nicht ganz eindeutig ist, scheinen die Landkreise mit höherem Resilienzindex weniger Evakuierungsmaßnahmen ergreifen zu müssen. Sobald in den nächsten Tagen mehr Informationen über Überflutungsflächen und Schäden bekannt werden, kann auch die räumliche Verteilung der Resilienz gemäß den Indikatoren validiert werden. Die Betrachtung von Evakuierungsmustern (z.B. Anzahl der von Evakuierung Betroffenen, Anzahl der in Notunterkünften untergebrachten Personen), Grad der Vorbereitung und Effektivität der Krisenbewältigung beim Hochwasser 2013 können helfen, durch weitere Forschung Faktoren und Trends der (Hochwasser-)Resilienz in Deutschland zu untersuchen zu verstehen und letztlich die Resilienz zu verbessern.

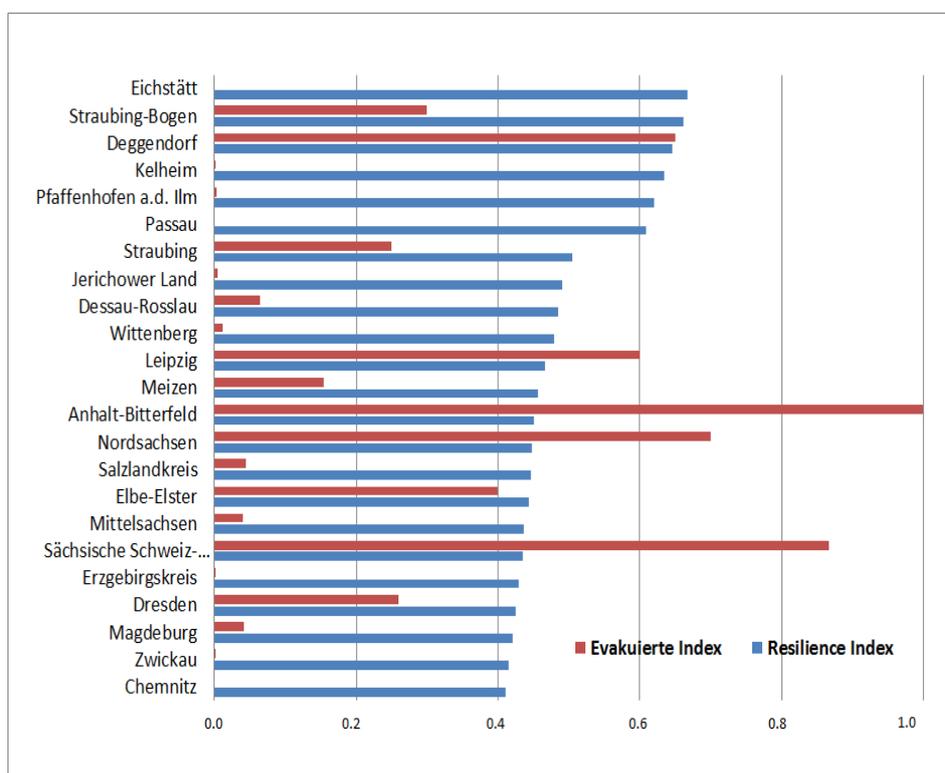


Abbildung 14: Gegenüberstellung von Personen in Evakuierungsmaßnahmen und Resilienzindex für Landkreise mit aufgetretenen Jährlichkeiten von $T_n > 100$ Jahre an den Hochwasserführenden Flüssen.

4 Literatur und Quellen

Cutter, S.; Burton, C.; Emrich, C. (2010): Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *J Homeland Security Emerg Manag* 7(1). doi:10.2202/1547-7355.1732

Fekete, A. (2009): Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Nat Hazards and Earth Syst Sci* 9: 393 - 403

Hiete, M., et al. (2012): "Trapezoidal fuzzy DEMATEL method to analyze and correct for relations between variables in a composite indicator for disaster resilience." *OR spectrum* 34.4 (2012): 971 - 995

ISDR (2002): *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Preliminary version, UN, Geneva.

Die Angaben zu Evakuierungen in Kapitel 5 basieren auf folgenden Quellen:

www.dresden.de

www.stadt-meissen.de

<http://www.landkreis-nordsachsen.de/r-aktuell-a-3133.html>

<http://www.landratsamt-pirna.de>

<http://www.kreis-meissen.org>

<http://www.landkreis-wittenberg.de>

<http://www.wittenberg.de/>

<http://www.hochwasservorhersage.sachsen-anhalt.de>

<http://www.sachsen-anhalt.de>

<http://www.dessau.de/>

<http://www.magdeburg.de/Start/B%C3%BCrger-Stadt/Aktuelles-Publikationen/Pressemeldungen>

<http://www.anhalt-bitterfeld.de>

<http://www.bitterfeld-wolfen.de/>

<http://www.salzlandkreis.de>

<https://www.lkj.de>

www.luechow-dannenberg.de/hochwasser
www.straubing.de/
http://www.landkreis-straubing-bogen.de/
http://www.landkreisleipzig.de
http://www.landkreis-zwickau.de
http://www.zwickau.de/de/aktuelles/pressemitteilungen/2013/06/s000.php
http://www.erzgebirgskreis.de
http://www.vogtland-anzeiger.de/Vogtland_Anzeiger/cms-nachrichten/vogtland/ticker-zum-hochwasser-im-vogtland.html&html2pdf_submit=1
http://www.deggendorf.de/
http://www.landkreis-deggendorf.de/
www.br.de
http://www.abendzeitung-muenchen.de
http://www.pnp.de/hochwasser/
http://www.spiegel.de

Diesen Bericht, weitere Berichte und Informationen zum Juni-Hochwasser 2013 sowie Updates finden Sie online auf www.cedim.de.

Zur Erklärung von Fachbegriffen stellt CEDIM das Glossar "Begriffe und Definitionen aus den Risikowissenschaften" www.cedim.de/download/glossar-gesamt-20050624.pdf zur Verfügung.