

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
2. Stand der Umsetzung auf Ebene des Bundes	6
2.1. Risikoanalyse „Erdbeben“	8
2.1.1 Szenario.....	8
2.1.2 Ergebnisse im Überblick.....	9
2.1.3 Erkenntnisse.....	11
2.1.4 Handlungsfelder	13
2.1.5 Leistungen des Bundes im Fall eines Erdbebens	19
3. Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern	30
4. Parallele Entwicklung auf internationaler Ebene	32
5. Ausblick	34
Quellenverweis	35
Anhang: Risikoanalyse	38

Vorwort

Die vorliegende Risikoanalyse befasst sich mit den Auswirkungen eines Erdbebens in der Niederrheinischen Bucht, insbesondere mit den Auswirkungen im Bereich der Großstadt Köln.

Erdbeben treten nicht nur an den geologischen Plattengrenzen, z. B. entlang der Pazifikküsten auf, sondern auch im sogenannten Intraplattenbereich wie in Mitteleuropa. Dabei sind die Bebenherde in Mitteleuropa und auch innerhalb Deutschlands nicht gleichmäßig verteilt, sondern in wenigen Zonen einer erhöhten Bebenaktivität konzentriert.

Eine für Deutschland hohe Bebenaktivität weist die Seismizitätszone entlang des Niederrheins auf. Diese erstreckt sich im Norden bis in die Niederlande, umfasst die gesamte Niederrheinische Bucht und reicht bis in die Region Köln/Bonn im Süden und Düren/Aachen/Maastricht im Westen und von dort in die Region Limburg.

Mit Fokus auf die Niederrheinische Bucht ist jährlich mit spürbaren Beben zu rechnen. Verantwortlich hierfür ist unter anderem der Erftsprung, westlich der Stadt Köln. Aufgrund der räumlichen Nähe zur Großstadtregion Köln besteht im Fall dieser Verwerfung (aktive tektonische Bruchfläche im Gestein) ein besonders hohes Risiko für den Verlust von Menschenleben bzw. ihre Verletzung sowie die Zerstörung von Funktionen der Infrastruktur und der Industrie sowie den Verlust materieller Werte.

Im Gegensatz zu anderen Gefahren wie Hochwasser, Sturzfluten und Stürmen fehlt es in Deutschland an kontinuierlicher Erfahrung im Umgang mit bzw. ein grundsätzliches Bewusstsein der Gefahr Erdbeben. Dies macht eine theoretische Vorbereitung auf Erdbebenereignisse aufgrund plausibler seismologischer Gefährdungsszenarien und deren Risikoanalysen umso wichtiger.

Dieser Bericht ist als fachliche Bestandsaufnahme dessen zu verstehen, womit bei Eintreten des hier angenommenen Erdbebenereignisses in Deutschland aus Sicht des Bevölkerungsschutzes zu rechnen ist.

Mit dem Bezugsgebiet „Bundesrepublik Deutschland“ hat die Risikoanalyse einen äußerst komplexen und in vielerlei Hinsicht heterogenen Raum zum Gegenstand ihrer Untersuchung. Daher ist einerseits eine ausreichend konkrete Ausarbeitung des Szenarios notwendig, um die zu erwartenden Auswirkungen des angenommenen Ereignisses auf die unterschiedlichen Schutzgüter (Mensch, Umwelt, Volkswirtschaft, Immateriell) belastbar abschätzen zu können. Andererseits ist eine generisch-abstrakte Betrachtung in angemessen grober räumlicher Auflösung aus Bundesperspektive angezeigt. Eine konkretere Abschätzung dazu, welche Schäden, Ausfälle oder Störungen auf kleinräumigerer Ebene vor Ort zu erwarten wären, kann nur auf der jeweiligen administrativen Ebene im eigenen Zuständigkeitsbereich ermittelt werden. Das Szenario der vorliegenden Risikoanalyse kann hierfür als Ausgangspunkt und Informationsgrundlage verwendet werden.

1. Einleitung

Aufgabe des Bevölkerungsschutzes¹ ist es, die Bevölkerung, ihre Wohnungen und Arbeitsstätten, lebens- oder verteidigungswichtige zivile Dienststellen, Betriebe, Einrichtungen und Anlagen sowie die Umwelt und das Kulturgut vor Schadensereignissen zu schützen und die Folgen von Schadensereignissen zu beseitigen oder zu mildern. Deutschland verfügt über ein leistungsfähiges, integriertes Hilfeleistungssystem², das auf dem Grundprinzip der Subsidiarität aufbaut und administrativ in allen Verwaltungsebenen verankert ist.

Die „Arbeitsteilung“ zwischen Bund und Ländern mit zahlreichen staatlichen, öffentlichen und privaten Akteuren und ihren ineinandergreifenden Aufgaben und Verantwortlichkeiten erfordert klar definierte Zuständigkeiten: Bund und Länder regeln die Aufgaben des aus Zivilschutz (Bund) und Katastrophenschutz (Länder) bestehenden Bevölkerungsschutzes durch jeweils eigene Gesetze für ihren originären Zuständigkeitsbereich. In die Länderzuständigkeit fallen zudem die im erweiterten Verständnis zum Bevölkerungsschutz zählenden Aufgaben wie Brandschutz, Technische Hilfe und Rettungsdienst. Die Zuständigkeiten für den Katastrophenschutz (Länder) und den Zivilschutz (Bund) werden durch die Katastrophenhilfe des Bundes (§§ 11 bis 15 des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes – ZSKG) und die gegenseitige Rechts- und Amtshilfe aller Behörden des Bundes und der Länder nach Artikel 35 Absatz 1 des Grundgesetzes (GG) ergänzt. § 16 ZSKG konkretisiert Artikel 35 Absatz 1 GG. Danach können Einrichtungen und Vorhaltungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), insbesondere im Bereich Lageerfassung und -bewertung sowie Nachweis und Vermittlung von Engpassressourcen, im Rahmen der Amtshilfe zur Unterstützung eines Landes verwendet werden. Zur Hilfe bei einer Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall können die Länder gemäß Artikel 35 Absatz 2 GG Polizeikräfte anderer Länder, Kräfte und Einrichtungen anderer Verwaltungen, wie z. B. das Technische Hilfswerk (THW), die Bundespolizei und der Streitkräfte anfordern. Gefährdet die Naturkatastrophe oder der Unglücksfall das Gebiet mehr als eines Landes, so kann die Bundesregierung, soweit es zur wirksamen Bekämpfung erforderlich ist, den Landesregierungen gemäß Artikel 35 Absatz 3 GG die Weisung erteilen, Polizeikräfte anderen Ländern zur Verfügung zu stellen, sowie Einheiten der Bundespolizei und der Streitkräfte zur Unterstützung der Polizeikräfte einsetzen.

Dieses integrierte Hilfeleistungssystem hat sich im Einsatz bewährt. Gleichwohl sieht sich die Gesellschaft einer Reihe möglicher Gefahrenereignisse gegenüber, deren Intensität und Komplexität auch den deutschen Bevölkerungsschutz vor große Herausforderungen stellen würde. Dabei ist einzuräumen, dass Risiken verbleiben, vor denen ein vollumfänglicher Schutz nicht möglich ist.

Gemäß § 18 Absatz 1 Satz 1 des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes erstellt der Bund im Zusammenwirken mit den Ländern eine bundesweite Risikoanalyse für den Zivilschutz. Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene dienen der vorsorglichen und strukturierten Beschäftigung mit möglichen bundesrelevanten Gefahren und den bei ihrem Eintritt zu erwartenden Auswirkungen auf die Bevölkerung, ihre Lebensgrundlagen und die öffentliche Sicherheit und Ordnung in Deutschland.³ Ihre Ergebnisse sollen als Informations- und Entscheidungsgrundlage dienen und somit eine verbesserte, risiko- und bedarfsorientierte Vorsorge- und Abwehrplanung im Zivil- und Katastrophenschutz ermöglichen.⁴

Ausgehend vom Risiko- und Krisenmanagementkreislauf folgt auf die Analyse von Risiken eine Risikobewertung (vgl. Abbildung 1). Die Risikobewertung ist ein Verfahren,

- mit dem festgestellt wird, in welchem Ausmaß das zuvor definierte Schutzziel im Falle eines Ereignisses erreicht wird,
- durch das entschieden werden kann, welches verbleibende Risiko akzeptabel ist, und
- mit Hilfe dessen entschieden wird, ob Maßnahmen zur Vermeidung und/oder Minimierung der Schadensausmaße ergriffen werden können oder müssen.⁵

¹ Der Bevölkerungsschutz beschreibt als Oberbegriff alle Aufgaben und Maßnahmen der Kommunen und der Länder im Katastrophenschutz sowie des Bundes im Zivilschutz (vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018): BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes).

² Das Integrierte Hilfeleistungssystem drückt als Begriff die Vernetzung der Ressourcen von Bund, Ländern und privaten Hilfsorganisationen zum Gesamtsystem „Bevölkerungsschutz“ aus (vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018): BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes).

³ Vgl. Deutscher Bundestag: Plenarprotokoll 17/162, S. 19293.

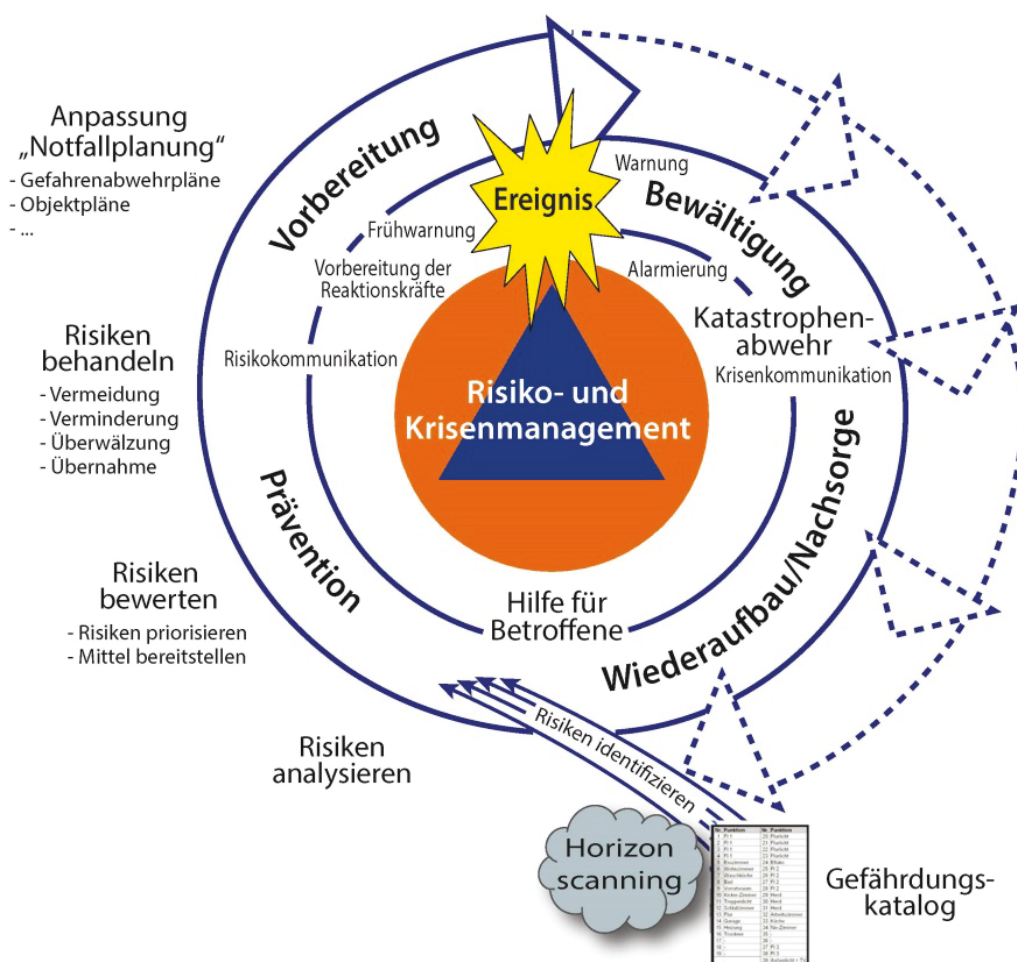
⁴ Vgl. Deutscher Bundestag (2011): Drucksache 17/8250, S. 2.

⁵ Vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018): BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes.

Das Verfahren der Risikobewertung besteht aus zwei Prozessen, einem fachlichen Prozess, in dem mit fachlicher Expertise ein SOLL/IST-Abgleich zwischen den Fähigkeitsanforderungen für die Bewältigung eines bestimmten Ereignisses (SOLL-Vorgaben) und den vorhandenen Fähigkeiten (IST-Zustand) durchzuführen ist und einem politischen Prozess, in dem durch die administrativ-politisch verantwortlichen Ebenen letztendlich Entscheidungen darüber getroffen werden müssen, ob und welche Maßnahmen zu den identifizierten Fähigkeitslücken getroffen werden sollen, um die zuvor bestimmten Schutzziele zu erreichen. In diesen Entscheidungsprozess fließen gesellschaftliche Werte und die jeweilige Risikoakzeptanz mit ein.

Abbildung 1

Der Kreislauf des Risiko- und Krisenmanagements



Quelle: BBK

Die Risikoanalyse ist somit das Kernelement im Risikomanagement und Ausgangspunkt für den notwendigen Diskurs der Risikobewertung in Politik und Gesellschaft. Sie liefert die Grundlage für die Entscheidung über mögliche präventive Maßnahmen des Bevölkerungsschutzes und im Sinne eines ganzheitlichen Risiko- und Krisenmanagement Ansatzes (vgl. Abbildung 1) die Basis für ein erfolgreiches Krisenmanagement im Ereignisfall. Der ganzheitliche Ansatz zwischen Risiko- und Krisenmanagement unterstützt ein flexibles, effizientes und effektives Handeln im Ereignisfall und ist im gemeinsamen Interesse aller Verantwortlichen zum Schutz der Bevölkerung weiterzuerfolgen.

Der vorliegende Bericht stellt den Sachstand der Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene vor. Auf die Berichte der Jahre 2010 bis 2018 wird Bezug genommen.⁶

⁶ Vgl. Deutscher Bundestag (2010 bis 2018): Drucksachen 17/4178, 17/8250, 17/12051, 18/208, 18/3682, 18/7209, 18/10850; 19/9520 und 19/9521.

In Kapitel 2 wird der Stand der Umsetzung der Risikoanalyse auf Bundesebene dargelegt. Die Risikoanalyse „Erdbeben“ wurde im Februar 2020 fertiggestellt. Kapitel 2.1 fasst die wesentlichen Erkenntnisse der Analyse zusammen, listet die nach derzeitigem Kenntnisstand von einem Erdbebenereignis in der Niederrheinischen Bucht betroffenen Handlungsfelder auf und stellt Handlungsoptionen vor. Eine vollumfängliche Risikobewertung ist damit noch nicht erfüllt.

Die Kapitel 3 und 4 stellen den Stand der Umsetzung der Risikoanalyse auf Länderebene sowie die parallelen Entwicklungen auf internationaler Ebene dar.

Der Bericht schließt in Kapitel 5 mit einem Ausblick auf die weiteren geplanten bzw. erforderlichen Schritte zur Optimierung und fortlaufenden Durchführung von Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz sowie zur Etablierung eines ganzheitlichen Risiko- und Krisenmanagementansatzes.

2. Stand der Umsetzung auf Ebene des Bundes

Die Risikoanalyse auf Bundesebene berücksichtigt Gefahren/Ereignisse, die eine potentielle Bundesrelevanz haben, d. h. bei deren Bewältigung der Bund in besonderer Weise im Rahmen seiner (grund-)gesetzlichen Verantwortung gefordert sein kann.

Für die strukturierte Durchführung der Risikoanalyse wurden 2011 ein Lenkungsausschuss der Bundesressorts (koordiniert durch das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat) sowie ein Arbeitskreis der mandatierten Geschäftsbereichsbehörden (koordiniert durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) eingerichtet. Der Lenkungsausschuss nimmt unter anderem die Auswahl der als bundesrelevant erachteten Gefahren/Ereignisse vor. Für diese werden in gefahrenspezifischen Arbeitsgruppen des Arbeitskreises Szenarien, in denen ein schädigendes Ereignis mit Blick auf dessen Intensität, räumliche Ausdehnung, Dauer, Ablauf usw. beschrieben wird, erarbeitet und analysiert. Die Szenarien stellen dementsprechend keine Prognose oder Vorhersage eines Ereignisses dar, sondern beschreiben einen möglichen fiktiven Ereignisverlauf eines denkbaren Extremereignisses (im internationalen Sprachgebrauch als „reasonable worst case“⁷ bezeichnet).

Folgende Risikoanalysen wurden seit 2012 durchgeführt:

- Extremes Schmelzhochwasser aus den Mittelgebirgen (2012),
- Pandemie durch Virus Modi-SARS (2012),
- Wintersturm (2013),
- Sturmflut (2014),
- Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Kernkraftwerk (2015),
- Freisetzung chemischer Stoffe (2016),
- Dürre (2018)⁸.

Ergänzende Hintergrundinformationen zu Grundlagen und Strukturen der Implementierung der Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene sowie zu den jeweiligen Ergebnissen der einzelnen Risikoanalysen finden sich in den Berichten der Jahre 2010 bis 2018.⁹

Mit Bericht von 2017¹⁰ erfolgte eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den seit 2012 erfolgreich durchgeführten sechs Risikoanalysen. Auf dieser Basis wurden im Bericht 2017 Erkenntnisse und erste Handlungsempfehlungen, die bisher aus den Risikoanalysen resultierten dargestellt sowie bestehende Erkenntnislücken in Bezug auf das Bevölkerungsschutzsystem aufgezeigt.

Die Auswertung der bisherigen Risikoanalysen zeigte, dass u. a. der Themenkomplex der „großflächigen physischen Zerstörung von Verkehrsinfrastrukturen und Bebauung“ durch die bisherigen Szenarien noch nicht betrachtet wurde. Vor diesem Hintergrund fiel die Entscheidung des Lenkungsausschusses auf die Durchführung einer Risikoanalyse zur Gefahr „Erdbeben“ im Jahr 2019. Die Betrachtung dieses Ereignisses und dessen Risikoanalyse leistet einen weiteren Beitrag zur Schließung der bereits identifizierten Erkenntnislücken und dient dem übergeordneten Ziel eines resilienten Bevölkerungsschutzsystems in Deutschland.

⁷ Die Kombination der Begriffe „reasonable“ (übersetzt: denkbar) und „worst case“ (übersetzt: schlimmster Fall, wird im Rahmen der Risikoanalyse mit dem Begriff „Extremereignis“ gleichgesetzt) bedeutet im Kontext der Risikoanalyse folgendes: Ausgehend von plausiblen und fachlich begründeten Annahmen wird dem Szenario ein Ereignis größtmöglicher Intensität bzw. ungünstigster Ausprägung zugrunde gelegt. „Bundesrelevanz“ bedeutet, dass der Bund bei der Ereignisbewältigung im Rahmen seiner (grund-)gesetzlichen Verantwortung in besonderer Weise gefordert sein kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Ereignis die Strukturen des deutschen Bevölkerungsschutzsystems so stark fordert, dass auch der (massive) Einsatz der Vorhaltungen, Kräfte und Fähigkeiten des Bundes (Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bundeswehr, Bundespolizei, Gemeinsames Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern, usw.) im Rahmen der Katastrophenhilfe notwendig würde, oder wenn es aufgrund einer politischen/gesellschaftlichen Brisanz eine nationale Krise hervorruft oder hervorrufen könnte. Darüber hinaus sind Fälle einer originären Zuständigkeit des Bundes denkbar.

⁸ Im Berichtsjahr 2017 wurde keine Risikoanalyse, sondern eine Zusammenfassung der Berichte der Jahre 2012-2016 für den Deutschen Bundestag gefertigt (vgl. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/9520).

⁹ Vgl. Deutscher Bundestag (2010 bis 2018): Drucksachen 17/4178, 17/8250, 17/12051, 18/208, 18/3682, 18/7209, 18/10850 und 19/9521.

¹⁰ Vgl. Deutscher Bundestag Drucksache 19/9520.

Die Herstellung resilienter ziviler Verkehrssysteme ist zudem auch eine der sieben Grundanforderungen der NATO, die die damaligen 28 Mitgliedstaaten¹¹ bereits im Februar 2016 als Mindestanforderung (Baseline Requirements) für eine effektive zivile Verteidigungsplanung (Civil Preparedness) in Form einer sog. Resilienz Richtlinie konsentiert haben.

Neben der Anforderung „Resiliente Zivile Verkehrssysteme“ wurden folgende Mindestanforderungen seitens der NATO konsentiert:

- Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen
- Resiliente Energieversorgung
- Fähigkeit zum effektiven Umgang mit ungesteuerten Bevölkerungsbewegungen
- Resiliente Nahrungs- und Wasserressourcen
- Fähigkeit zum Umgang mit einem Massenansturm von Verletzten
- Resiliente zivile Kommunikationssysteme

Die NATO sieht die Resilienz einer Gesellschaft als ein Kernelement der kollektiven Verteidigung. Im Rahmen der Umsetzung der Konzeption Zivile Verteidigung (KZV)¹² von August 2016 finden die „Baseline Requirements“ in den vier Säulen der Zivilen Verteidigung besondere Berücksichtigung. Die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz und die in diesem Zusammenhang erzielten Ergebnisse stehen insgesamt in engem Zusammenhang mit der in Bearbeitung befindlichen Umsetzung der KZV. Die KZV gibt den Rahmen für die notwendige Anpassung an ein sich wandelndes Sicherheitsumfeld und die damit einhergehenden Anforderungen an die zivile Verteidigung¹³ und die zivile Notfallvorsorge¹⁴ des Bundes vor.

Die in der KZV beschriebene Bedrohungseinschätzung auf der Basis des Weißbuches 2016 zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr¹⁵ stellt eine Erweiterung des bundesrelevanten Gefahrenspektrums dar, das seinerzeit ressortübergreifend als Grundlage für die Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene benannt wurde.

Gemeinsame Zielvorgabe von NATO und KZV ist es u. a. einen Überblick über die wichtigsten Infrastruktursektoren und Ressourcen im Bereich Verkehr zur Unterstützung einer nationalen Risikobewertung zu bekommen. Für die Generierung dieses Überblicks ist eine entsprechende Risikoanalyse unerlässlich.

Folglich sind die analysierten Szenarien und die erzielten Ergebnisse im Rahmen der Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene auch für den Umsetzungsprozess zur KZV von Bedeutung.

Der Lenkungsausschuss beschloss aufgrund des Bundestagsberichts 2017, der eine Zusammenfassung bisheriger Risikoanalysen beinhaltet, für das Jahr 2019 die Bearbeitung einer Risikoanalyse zur Gefahr „Erdbeben“. Bereits 2018 (parallel zur Durchführung der Risikoanalyse „Dürre“) wurde mit ersten Vorarbeiten zum Szenario begonnen. In diesem Zusammenhang fanden Treffen mit der fachlich federführenden Behörde, der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und Experten aus dem Deutschen GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) sowie dem Geologischen Dienst NRW und weiteren Experten aus Wissenschaft und Forschung im Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) statt. Das Szenario wurde bzgl. Verortung und Intensität des angenommenen Bebens bis Ende 2018 in einer Grobkonzeption fertig gestellt, sodass zu Beginn des Jahres 2019 die Arbeiten im Kreis der Arbeitsgruppe der mandatierten Geschäftsbereichsbehörden des Bundes sowie von Vertretern aus dem Land Nordrhein-Westfalen, hier vor allem die Bezirksregierung Köln, die Stadt Köln und der Rhein-Erft-Kreis, und weiteren Experten aus Wissenschaft und Forschung fortgeführt wurden. Die Arbeiten konnten im Februar 2020 abgeschlossen werden.

¹¹ Stand 01.06.2020: 30 NATO-Mitgliedsstaaten

¹² Vgl. Bundesministerium des Innern (Hrsg.) (2016): Konzeption Zivile Verteidigung (KZV).

¹³ Zivile Verteidigung: Nichtmilitärische Maßnahmen im Rahmen der Gesamtverteidigung (bestehend aus militärischer und ziviler Verteidigung), die sich auf Artikel 73 Absatz 1 Nummer 1 GG beziehen. Die Zivile Verteidigung unterteilt sich in folgende Aufgabebereiche: Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsgewalt, Versorgung der Bevölkerung und der Streitkräfte mit Gütern und Leistungen, Unterstützung der Streitkräfte und Zivilschutz.

¹⁴ Notfallvorsorge: Summe aller Maßnahmen, die auf die Zeit nach Eintritt eines Notfalls abzielen, die aber vorher ergriffen werden (vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018): BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes).

¹⁵ Vgl. auch Bundesministerium der Verteidigung (Hrsg.) (2016): Weißbuch 2016 zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr.

2.1. Risikoanalyse „Erdbeben“

Die Risikoanalyse „Erdbeben“ erfolgte unter fachlicher Federführung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungs-Zentrum (GFZ) und unter Mitwirkung unterschiedlicher Bundesbehörden¹⁶, dem Innenministerium Nordrhein-Westfalen, dem Landeserdbebendienst im Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen, der Bezirksregierung Köln, der Berufsfeuerwehr der Stadt Köln und dem Rhein-Erft-Kreis. Fachlich unterstützt wurde die Risikoanalyse durch die Bauhaus Universität Weimar, die Technischen Universität Kaiserslautern, die Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, die Fachhochschule Aachen, die Erdbebenstation Bensberg der Universität zu Köln, das Karlsruher Institut für Technologie, der DB Netz AG sowie durch Unternehmen der Energie und Wasserwirtschaft.

Die folgenden Ausführungen fassen die Ergebnisse der Risikoanalyse „Erdbeben“ zusammen.

2.1.1 Szenario

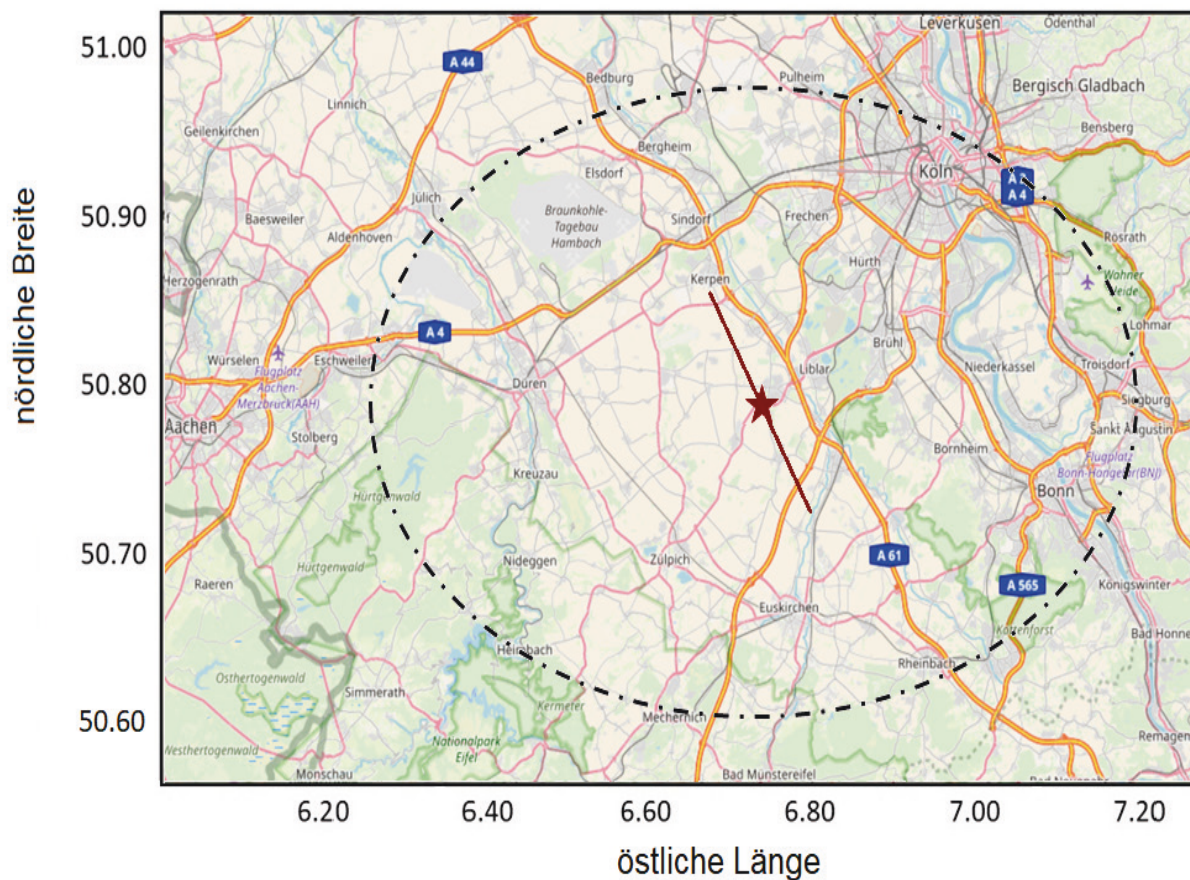
Das analysierte Szenario beschreibt ein Erdbeben mit einer Momentenmagnitude von 6,5 M_w ¹⁷ am Erftsprung in der Niederrheinischen Bucht, westlich von Köln. Die durch das Beben ausgelösten Erschütterungen sind in einem Umkreis von mehreren hundert Kilometern spürbar. Die Auswirkungen der Erdschütterungen sind dabei im sogenannten Epizentralgebiet, in dem ca. 2,4 Millionen Menschen leben, am höchsten. Innerhalb dieses Gebietes ist die Stadt Köln mit ihrem südlichen und westlichen Umland (Rhein-Erft-Kreis, nördlicher Kreis Euskirchen und nordöstlicher Rhein-Sieg-Kreis) besonders betroffen (vgl. Abb. 2).¹⁸ Dem Hauptbeben folgt eine Vielzahl, im Epizentralgebiet teils deutlich spürbarer Nachbeben. Einzelheiten zu den Grundlagen des Szenarios und zur auf ihm basierenden seismischen Risikoanalyse finden sich in Pilz et al. (2020).

¹⁶ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Bundesamt für Naturschutz, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bundesanstalt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Bundesamt für Justiz, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bundesnetzagentur, Bundespolizei, Kommando Streitkräftebasis der Bundeswehr, Robert-Koch-Institut.

¹⁷ Die Magnitude ist eine messtechnisch festgelegte physikalische Größe, die anhand von Aufzeichnungen der Bodenbewegung, sogenannter Seismogramme, bestimmt wird. Sie korreliert mit der Stärke des Erdbebens und mit der in Form seismischer Wellen abgestrahlten Energie. Es sind mehrere Magnitudenskalen gebräuchlich, die sich dadurch unterscheiden, welche Informationen aus dem Seismogramm zur Berechnung verwendet wurden. Dies erklärt unterschiedliche Magnitudenwerte, die häufig für gleiche Beben genannt werden. Für diese Risikoanalyse wurde die Momentenmagnitude (M_w) verwendet, die einen direkten Bezug zur Dimension der Bruchfläche des Bebens hat und die heute weltweit die bevorzugte Magnitudenskala ist.

¹⁸ Zu den ca. 2,4 Mio. Einwohnern des Epizentralgebietes kommen noch ein Einpendler-Überschuss insbesondere in den Großstädten Köln und Bonn sowie Touristen hinzu, sodass die Tagesbevölkerung zum Zeitpunkt des Ereignisses die Einwohnerzahl sehr wahrscheinlich noch übersteigen wird (vgl. hierzu auch Pendleratlas NRW des Statistischen Landesamtes NRW, Abrufbar unter <https://www.pendleratlas.nrw.de/>)

Abbildung 2



Der Kartenausschnitt zeigt das Gebiet, in dem die Auswirkungen des Bebens am stärksten sind. Das Epizentralgebiet ist durch die schwarze Ellipse gekennzeichnet. Innerhalb dieses Gebietes ist die Stadt Köln mit ihrem südlichen und westlichen Umland besonders betroffen. Der rote Stern markiert das Epizentrum, d. h. den Punkt an der Erdoberfläche, der direkt über dem Erdbebenherd, dem Hypozentrum liegt. Die rote Linie zeigt die Bruchfläche am Erftsprung, entlang derer ein Versatz stattfindet.

Innerhalb des Epizentralgebietes kommt es infolge der Erschütterungen zu Beschädigungen bis hin zum Einsturz von Gebäuden (in Abhängigkeit der vorhandenen Bausubstanz). Gleichzeitig kommt es neben Beschädigungen von Verkehrswegen auch zu Beschädigungen an der Stromnetzinfrastruktur. In der Folge kommt es im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland zu einem mehrere Tage anhaltenden Stromausfall. Insgesamt sind ca. 3 Millionen Menschen von diesem Stromausfall betroffen. Erst nach Überprüfung der Stromnetzinfrastruktur können Teile des betroffenen Gebietes nach ca. 3 bis 4 Tagen wieder zugeschaltet werden. Aufgrund von möglichen Nachbeben ist der Wiederaufbau des Stromnetzes erschwert, und es kommt auch noch wenige Wochen nach dem Hauptbeben immer wieder zu lokalen Stromausfällen im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland.

2.1.2 Ergebnisse im Überblick

Das generisch ermittelte anzunehmende Schadensausmaß für die Risikoanalyse ist in den nachstehenden Tabellen zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 1

Überblick Schadensausmaß. Zuordnungen der jeweiligen Schadensausmaß-Klasse gemäß aktueller Klassifikation des Schadensausmaßes für die Risikoanalyse Bevölkerungsschutz Bund (Vgl. Kapitel III. Schadensausmaß)

Schutzgut	Schadensparameter		Schadensausmaß				
			A	B	C	D	E
MENSCH	M ₁	Tote					
	M ₂	Verletzte, Erkrankte					
	M ₃	Hilfebedürftige					
	M ₄	Vermisste					
UMWELT	U ₁	Schädigung geschützter Gebiete					
	U ₂	Schädigung von Oberflächengewässern/Grundwasser					
	U ₃	Schädigung von Waldflächen					
	U ₄	Schädigung landwirtschaftlicher Nutzfläche					
	U ₅	Schädigung von Nutztieren					
VOLKS- WIRTSCHAFT	V ₁	Auswirkungen auf die öffentliche Hand					
	V ₂	Auswirkungen auf die private Wirtschaft					
	V ₃	Auswirkungen auf die privaten Haushalte					
IMMATERIELL	I ₁	Auswirkungen auf die öffentliche Sicherheit und Ordnung					
	I ₂	Politische Auswirkungen					
	I ₃	Psychosoziale Auswirkungen					
	I ₄	Schädigung von Kulturgut					

Quelle: BBK

Tabelle 2

Zugeordnete Schadensausmaß-Klassen

Schutzgut	Schadensausmaß-Klasse	
MENSCH	M ₁	D: > 1.000 - 10.000 Tote
	M ₂	E: > 10.000 Verletzte
	M ₃	E: > 100.000 Hilfebedürftige für > 1 Monat
	M ₄	C: > 100 - 1.000 Vermisste
UMWELT	U ₁	A: ≤ 0,005% der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
	U ₂	A: ≤ 0,01% der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
	U ₃	A: ≤ 0,01% der gesamten Waldfläche geschädigt
	U ₄	B: > 0,01% - 0,1 der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
	U ₅	B: > 1.500 - 15.000 Großvieheinheiten geschädigt
VOLKS- WIRTSCHAFT	V ₁	D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand haben einen so großen, überregionalen bis bundesweiten Umfang, dass der Bund aufgrund seiner gesamtstaatlichen Verantwortung kurz- bis mittelfristig begrenzte Finanzmittel zur Verfügung stellen muss. Umschichtungen im Haushalt können den Mittelbedarf nicht abdecken, ein Nachtragshaushalt auf Bundesebene muss verabschiedet werden. Das EU-Hilfsprogramm kann in Anspruch genommen werden.
	V ₂	D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft haben einen großen, überregionalen Umfang, und viele der betroffenen Unternehmen können diese nicht aus eigener Kraft tragen. Mittel- bis längerfristige Umsatzausfälle sind für die betroffenen Branchen bzw. Firmen zu erwarten. Zahlreiche Firmen gehen in die Insolvenz, weitere Firmen sind von Insolvenz bedroht; in einigen Branchen sind mittelfristige überregionale Auswirkungen (Zulieferfirmen) festzustellen. Der Bund ist gefordert, Wiederaufbauprogramme zu fördern. Rezession droht.
	V ₃	D: > 200.000 - 400.000 Haushalte betroffen
IMMATERIELL	I ₁	C: Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist auf regionaler bis überregionaler Ebene nur mit erhöhtem Aufwand möglich.
	I ₂	D: Große politische Auswirkungen bis auf Bundesebene
	I ₃	B: > 100.000 - 1.000.000 Personen betroffen
	I ₄	E: > 1% der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten Bauwerke beschädigt/zerstört

Quelle: BBK

Hinweis: Die in den Ausführungen zum Schadensparameter V1 (Auswirkungen auf die öffentliche Hand) beschriebene Bereitstellung von Mitteln des Bundes sowie der Verabschiedung eines Nachtragshaushaltes des Bundes setzen einen entsprechenden politischen Abstimmungs- und Entscheidungsprozess voraus.

2.1.3 Erkenntnisse

Die Betrachtung des Szenarios eines Erdbebens der Stärke 6,5 M_w am Erft-Sprung hat zu folgenden zentralen Erkenntnissen geführt:

- Es kommt mit großer Wahrscheinlichkeit im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland zu einem mehrere Tage andauernden Stromausfall mit entsprechenden Kaskadeneffekten.
- Aufgrund des Stromausfalls, sowie aufgrund von wahrscheinlichen Beschädigungen der Infrastruktur der öffentlichen Wasserversorgung, kommt es zu zeitweisem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Epizentralgebiet.
- Infolge der Erschütterungen kommt es insbesondere im Epizentralgebiet zu physischen Schäden an der Verkehrsinfrastruktur.
- Es kommt zu einer Überlastung der medizinischen Versorgung.
- Die flächendeckende spezifische Vorbereitung auf ein Erdbebenereignis in den gefährdeten Regionen ist aktuell nicht gegeben.
- Die aktuell unzureichenden Prognosemöglichkeiten über das Ausmaß eines schweren Erdbebens in Mitteleuropa, erschweren die Vorbereitungen auf ein solches Ereignis.
- Die Leistungen der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes stoßen nicht aufgrund von Fähigkeitslücken sondern aufgrund des anzunehmenden hohen Ressourcenbedarfes an ihre Grenzen.
- Mit der Beeinträchtigung der Grundwasser- und Bodenqualität durch austretendes Schmutzwasser aus geborstenen Abwasserleitungen oder Leck geschlagenen Chemikalien- und Öltanks ist insbesondere im Epizentralgebiet zu rechnen.
- Die Beeinträchtigungen der Luftqualität durch Havarien in Industrieanlagen verbunden mit dem Austritt giftiger, zumindest aber gesundheitsschädlicher Chemikalien ist insbesondere im Epizentralgebiet möglich.
- Mit der Beeinträchtigungen der Abfallentsorgung durch Ausfall von Entsorgungskapazitäten, insbesondere im Epizentralgebiet ist zu rechnen.
- Es kann zur Beeinträchtigung der Abwasseraufbereitung durch Ausfall/Zerstörung von Abwasserbehandlungsanlagen kommen.

Detaillierte Erkenntnisse lassen sich insbesondere für die Bereiche „Operatives und administratives Krisenmanagement“ und „Medizinischer Bevölkerungsschutz“ aus dieser Risikoanalyse ableiten. Diese sind nachstehend zusammenfassend aufgeführt:

Operatives und administratives Krisenmanagement

- Die Einsatzkräfte können auf Grund von Ausfällen der Kommunikationsinfrastruktur– trotz des funktionierenden Modulare Warnsystems MoWaS (dieses spricht nur die Leitstellen an) – teilweise nicht erreicht werden.
- Durch den Stromausfall wird eine Vielzahl von Notstromaggregaten benötigt. Die derzeit zur Verfügung stehende Anzahl wird nicht ausreichen, um alle wichtigen Bedarfe (z. B. öffentliche Trinkwasserversorgung, zentrale Tankstellen) zu decken. Hinzu kommt, dass die vorhandenen Aggregate in verschiedenen Planungen eingebunden (z. B. aufgrund geschlossener Verträge zwischen einigen Bedarfsträgern mit Verleihern von Notstromaggregaten) und daher im Krisenfall nicht frei verfügbar sind. In dem hier betrachteten Szenario ergibt sich eine Lage mit vielen konkurrierenden Bedarfsträgern.
- Bei der Trink- und Löschwasserversorgung ist mit Einschränkungen im Epizentralgebiet zu rechnen. Dies betrifft auch die Wasserversorgung von besonderen Einrichtungen wie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen.
- Es bestehen keine klaren und verbindlichen Regelungen zur Erfassung von Personen aus öffentlichen Einrichtungen wie z. B. Kindergärten.
- Verwaltungen sind häufig unzureichend auf Krisenlagen des hier beschriebenen Ausmaßes vorbereitet. Insbesondere die Aufrechterhaltung der eigenen Funktionsfähigkeit ist nicht sichergestellt.
- Es kommt zu einem erhöhten Bedarf an psychosozialer Unterstützung. Dies betrifft sowohl den Bedarf auf Seiten der Bevölkerung (PSNV-B) als auch auf Seiten der Einsatzkräfte (PSNV-E).

- Auf Grund der großflächigen physischen Schäden (bis hin zu Zerstörungen) entsteht ein hoher Bedarf an Fachkräften zur Begutachtung der Schäden.
 - Für die Begutachtung der Schäden sind spezialisierte Baufachberater¹⁹ notwendig. Diese sind u. a. bei den zuständigen Ämtern der Kommunen ansässig. Hinzu kommen die technischen Berater, die das THW stellen kann. Die Feuerwehren in der betroffenen Region haben keine eigenen Baufachberater.
 - Für den Einsatz von Baufachberatern gibt es keine Planungen. Aufgrund der Menge an zu begutachtenden Gebäuden und Infrastrukturen sind Baufachberater aus ganz Deutschland und dem Ausland notwendig und werden zur Mangelressource. Dies stellt ein erhebliches Problem dar und verzögert die notwendigen Begutachtungen immens. Die Integration der nicht deutschsprachigen Experten aus dem Ausland führt ebenfalls zu Verzögerungen (aufgrund von Sprachbarrieren).
- Die Einsatzkräfte müssen z. B. das Über- oder Unterfahren von Brücken, oder das Betreten von Gebäuden in einer eigenen Risikoabschätzung vornehmen, da die eigentlich notwendigen baulichen Begutachtungen hier mangels Experten, nicht in der für den Einsatz erforderlichen Zeit vorgenommen werden können.
- Es ist zu erwarten, dass aufgrund des Ereignisses der Bedarf an Anpassungen der Baunormen, ggf. der Prüfnormen und Baugenehmigungsverfahren öffentlich thematisiert wird.
- Aufgrund beschädigter oder unsicher gewordener Verkehrswege kommt es zu massiven Einschränkungen im Verkehrssektor. Neben Beschränkungen in der Nutzbarkeit (z. B. eingeschränkte Befahrbarkeit von Brücken) kommt es auch zu gezielten Sperrungen von Verkehrswegen. Die angespannte Verkehrslage stellt nicht zuletzt auch die Einsatzkräfte vor große Herausforderungen.
- In einer solchen Lage, wie sie sich im angenommenen Szenario darstellt, ist mit umfangreicher Nachbarschaftshilfe und der Unterstützung der Einsatzkräfte durch ungebundene Spontanhelfer zu rechnen. Erfahrungen aus anderen Katastropheneignissen haben gezeigt, dass eine Selbstorganisation der ungebundenen Helfer²⁰ erfolgt. Dies führt zu besonderen Herausforderungen und ggfs. Belastungen der Einsatzleitungen.

Medizinischer Bevölkerungsschutz

- Es kommt zu einer Überlastung der Behandlungskapazität der Krankenhäuser (personell wie materiell). Krankenhäuser müssen gemäß unterschiedlicher Regelungen im Krankenhausrecht in den Bundesländern (Vorschriften über den Krankenhausbetrieb), durch besondere Verordnungen oder baurechtliche Einzelfallentscheidungen eine Notstromversorgung für 24 Stunden vorhalten. Zeitgleich müssten sie den Ausfall vieler Arztpraxen kompensieren. Aufgrund der sehr hohen Zahl von Verletzten bei gleichzeitiger Einschränkung der Funktionalität der Krankenhäuser (z. B. bauliche Substanz, Wasser, Verkehrswege) in der betroffenen Region, ist davon auszugehen, dass Krankenhauskapazitäten (insbesondere intensiv-medizinische Behandlungen) in ganz Deutschland in Anspruch genommen werden müssen. Ggf. ist eine Verlagerung ins europäische Ausland notwendig.
- Als Folge muss im Krankenhaus eine ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der medizinischen Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung erfolgen („Triage“). Viele Ärzte sind erfahrungsgemäß mit diesem Verfahren nicht vertraut.
- Die im Alltag praktizierte individualmedizinische Versorgung schwerverletzter Patienten wird lageabhängig zugunsten einer verstärkten Anwendung katastrophenmedizinischer Standards zurückstehen müssen, wodurch letztlich mehr Patienten gerettet werden können.²¹
- Eine große Zahl von „Selbsteinweisern“ wird die Krankenhäuser zusätzlich belasten.
- Auch die außerklinische ambulante medizinische Versorgung (Hausarztssystem) wird eine starke Belastung erfahren.

¹⁹ Aus Gründen der Lesbarkeit verzichten wir darauf, konsequent jeweils eine geschlechtsspezifische Formulierung zu verwenden. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter.

²⁰ Vgl. Projekt KUBAS – https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2018/Projekt_KUBAS.html

²¹ Aktuell läuft zu dieser Thematik im Rahmen der Ressortforschung ein Forschungsvorhaben „Entwicklung von Katastrophenmedizinischen präklinischen Behandlungsleitlinien“ mit der Universitätsmedizin Mainz. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erstellung von präklinischen Behandlungsleitlinien und Handlungsempfehlungen für katastrophenmedizinische Schadenslagen, um das bestmögliche Behandlungsziel für die größtmögliche Anzahl von Patienten zu erreichen.

- Es besteht bei alledem ein hoher medizinischer Koordinationsbedarf.
- Der Umfang der Luftrettung und qualifizierten Patientenlufttransport steigt.
- Externe Hilfsteams (national, ggf. international) müssen untergebracht werden.
- Bei der Medikamentenversorgung wird es bei dieser großen Anzahl Verletzter zu (zumindest temporären) Engpässen kommen, sowohl bei Akutmedikamenten als auch bei Spezialmedikamenten.

2.1.4 Handlungsfelder

Die identifizierten Handlungsfelder ergeben sich aus den im Rahmen der Risikoanalyse gewonnenen Erkenntnissen. Die folgende Auflistung ist nicht als abschließend zu betrachten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- Administratives und operatives Krisenmanagement,
- Kritische Infrastrukturen,
- Forschung,
- Sonstige.

Nachfolgend werden auf Basis der Risikoanalyse Handlungsempfehlungen zu den o. g. Handlungsfeldern benannt. Hierbei handelt es sich um Maßnahmen, die von den an der Risikoanalyse beteiligten Fachbehörden des Bundes sowie des Innenministeriums Nordrhein-Westfalen, der Bezirksregierung Köln, der Stadt Köln, des Rhein-Erft-Kreises sowie der beteiligten Expertinnen und Experten aus der Wissenschaft und Wirtschaft aus fachlicher Sicht empfohlen werden.

Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind unabhängig von eventuell bereits geplanten oder erfolgten Umsetzungen von möglichen Maßnahmen, die im Zuständigkeitsbereich der Länder und Kommunen liegen, zu sehen. Die empfohlenen Maßnahmen sind das Ergebnis einer bereits sehr differenzierten Betrachtung der Risikoanalyseergebnisse, gleichwohl ist dies nicht mit der zwingend erforderlichen Risikobewertung gleichzusetzen.

Handlungsfeld: Administratives und operatives Krisenmanagement

Handlungsempfehlungen zur Stärkung des Selbstschutzes und der Selbsthilfe sowie zur Risikokommunikation

- Die Bevölkerung in den erdbebengefährdeten Regionen sollte vorbereitet werden. Dafür könnten entsprechende Maßnahmen in den Ratgeber des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe „Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen“²² aufgenommen werden.
- Diese Maßnahmen sollten auch im Schulunterricht bei der Thematisierung von Gefahren vorgestellt werden.
- Es wird empfohlen spezielle Flyer zum Schutz der Bevölkerung in Bezug auf Erdbeben, (ähnlich der Bevölkerungsinformation „Richtiges Handeln bei Unwetter, Hochwasser etc.“²² oder dem Muster der Schweiz²³) zu entwickeln und bereitzustellen.
- Grundsätzlich sollte eine Sensibilisierung in Bezug auf die Gefahren von Erdbeben stattfinden. Um die Bevölkerung im Vorfeld zu informieren muss das Thema in die Risikokommunikation aufgenommen werden, hierzu sind entsprechende Informationskampagnen zu entwickeln. Eine Orientierung dafür können Kampagnen aus dem amerikanischen Raum (Shake Out Day)²⁴ liefern, die auch in Deutschland (z. B. in Aachen) schon in unterschiedlichen Formaten umgesetzt wurden.²⁵

²² Vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018)⁶: Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen.

²³ Vgl. Schweizerischer Erdbebendienst und ETH Zürich (Hrsg.) (2016): Hilfe, die Erde bebt! – Was tun im Ereignisfall?

²⁴ „Shake Out Day“: Ursprünglich aus den USA kommender international gebräuchlicher Fachbegriff für eine Übung zur Vorbereitung auf ein Erdbebenereignis.

²⁵ Vgl. http://www.nug.rwth-aachen.de/index.php?main_action=detail&main_id=121&, abgerufen am 10.02.2020 und http://www.ge-overbund-abcj.de/SharedDocs/Meldungen/GEOVERBUND/DE/Meldungen/20151120_shake-out-day-aachen.html, abgerufen am 10.02.2020

Handlungsempfehlungen zu präventiven Maßnahmen für das administrative Krisenmanagement

- Es müssen auf allen administrativen Ebene Konzepte entwickelt oder überprüft werden, wie die eigene Funktionsfähigkeit in Krisenlagen, z. B. auch bei Wechsel der Liegenschaft und Ausfall der Stromversorgung, über längeren Zeitraum sichergestellt werden kann. Dazu sollten das Konzept zur Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen (erstellt im Rahmen der KZV) aufgegriffen und berücksichtigt werden.
- Die Konzepte zu Evakuierungen, Betreuung und zu den Personenauskunftsstellen (PASt) müssen inhaltlich aufeinander abgestimmt und Schnittstellen klar dargelegt werden. Dies betrifft insbesondere den Bereich der Erfassung und Registrierung betroffener Personen.
- In den KatS-Planungen sollten Anlaufstellen (sog. „Leuchttürme“) für die Bevölkerung vorgesehen werden, welche in die Verhaltensempfehlungen der MoWaS-Warnungen aufgenommen werden.
- Zentrale Behörden und Einrichtungen, die entweder für das Krisenmanagement und/oder deren Funktion für die Grundversorgung der Bevölkerung essentiell sind, sollten gesetzlich zum Einbau einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) und von Netzersatzanlagen, die einen autarken Betrieb von mind. 72 Stunden gewährleisten, verpflichtet werden.
- In die Planungen sollten Konzepte zum Tanken der Einsatzfahrzeuge bei Stromausfall und Nachtanken der Notstromaggregate aufgenommen werden.²⁶

Handlungsempfehlungen zu präventiven Maßnahmen für das operative Krisenmanagement

- Einsatzkräfte müssen soweit möglich für die besonderen Herausforderungen geschult werden und über mögliche Gefahren und Risiken aufgeklärt werden.
- Einsatzkräfte sollten darauf hingewiesen werden, dass sie sich bei Ausfall der Informations- und Kommunikationstechnik u.U. eigeninitiativ bei ihrer jeweiligen Organisation melden sollten.
- Digitale Alarmsysteme sollten Notstrom-gepuffert werden (Digitalfunk, Pager, u. ä.).
- Die Prüfung des Einsatzes von Systemen zur Schadensabschätzung und zur Entscheidungsunterstützung in Stäben wird generell empfohlen. Hier bestehen bereits weltweit Systeme, deren Erfahrungswerte zur Nutzung in die Prüfung mit eingeschlossen werden sollten.
- Die Einrichtung von Datenbanken mit Fachkräften, die im Ereignisfall unterstützen können (z. B. Statiker) wird empfohlen. Es gilt daher zu prüfen welche rechtlichen Vorgaben beachtet werden müssen (Versicherung) und ob bereits bestehende Strukturen vorhanden sind.
- Bei der Planung von Rettungswegen in den Plänen des Bevölkerungsschutzes sollte der Ausfall zentraler Brücken und Tunnel (durch physische Beschädigung) berücksichtigt werden.
- Eventuell vorhandene Vorbehaltsstraßennetze²⁷ sollten den operativen Entscheidungsträgern bekannt sein und durch diese bei der langfristigen Lagebewältigung berücksichtigt (Wiederherstellung des öffentlichen Lebens) werden. Dies gilt insbesondere bei Priorisierung von Schadensstellen, für deren Abarbeitung die „Mangelressource“ – wie Baufachberater- notwendig wird.
- Die Vorhaltung von Notstromaggregaten oder alternativen Stromversorgungssystemen im Rahmen der Katastrophenschutzplanungen sollte geprüft und ggf. angepasst werden, da im Fall eines großflächigen und langanhaltenden Stromausfalls eine Vielzahl von Bedarfen (Behörden, zentrale Tankstellen, Krankenhäuser, Einrichtungen der Wasserversorgung etc.) entstehen. Doppeleinplanungen der Notstromaggregate sind auszuschließen. Dies kann einerseits über normative Anpassungen zur Vorhaltung von Ersatzstrom

²⁶ Vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2017): Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden.

²⁷ Erläuterung: Das Vorbehaltsnetz ist als ein Netz von Verkehrsstraßen größerer Bedeutung zu verstehen, das zur reibungslosen Abwicklung des überörtlichen und innerstädtischen Durchgangsverkehrs, des öffentlichen Personennahverkehrs und des Wirtschaftsverkehrs dient. Es umfasst in der Regel die Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen, die Sammelstraßen und sonstige wichtige Verbindungsstraßen. Die Erarbeitung eines Vorbehaltsnetzes, mit dessen Definition das Netz zur Abwicklung des notwendigen Gesamtverkehrs festgelegt wird, schafft die entscheidende Voraussetzung für die Einrichtung von Tempo-30-Zonen flächenhaft im gesamten Stadtgebiet (vgl. <https://ratsinfo.muelheim-ruhr.de/buerger/vo020.asp?VOLFDNR=1866&options=4>).

geschehen, andererseits durch die Eigenvorsorge von Betreibern Kritischer Infrastrukturen (inklusive Verwaltung) und Hilfsorganisationen.²⁸

- Die Einbindung von Google und Facebook Diensten („Google Public Alerts“ und „Facebook Crisis Response“) als Warnmultiplikatoren in bestehende Prozesse sollte geprüft werden.
- Es sollte geprüft werden Durchfahrverbote durch Schutzgebiete ggf. aufzuheben um wichtige Güter und Einsatzkräfte innerhalb des Krisengebietes zu transportieren.

Handlungsempfehlungen zum Psychosozialen Krisenmanagement:

- Der Bedarf an psychosozialer Unterstützung, sowohl auf Seiten der Bevölkerung (PSNV-B) und auf Seiten der Einsatzkräfte (PSNV-E) erfordert entsprechende Strukturen vor allem zur Koordinierung (auf Landesebene). Diese sollten daher z. B. in Form von Landeszentralstellen PSNV ausgebaut bzw. geschaffen werden. Auch die Strukturen auf kommunaler Ebene sollten fortwährend ausgebaut werden, damit auch Spezialbereiche wie z. B. die psychosoziale Versorgung besonders vulnerabler Gruppen (Kinder, Jugendliche, Menschen mit Behinderung usw.) flächendeckend mit der für diese Zielgruppen notwendigen Fachexpertise gewährleistet werden kann.
- Die Einbindung von PSNV-Fachberatern in die kommunalen Krisenstäbe wird empfohlen, um eine Koordination lageangepasster PSNV-Maßnahmen sicherzustellen.
- Es wird empfohlen, Voraussetzungen für die Institutionalisierung einer zentralen Ansprechstelle im Inland sowie zentrale PSNV-Ansprechstellen in jedem Bundesland zu schaffen, um eine flächendeckende Koordinierung von Maßnahmen der PSNV sicherzustellen.
- Es wird die Einführung von psychosozialen Koordinierungsstellen für PSNV vor Ort empfohlen, die lageangepasst mit geeigneten Fachkräften für einen längeren Zeitraum (über die Dauer des eigentlichen Ereignisses hinaus) ausgestattet sind.
- Es wird empfohlen, Voraussetzungen für eine psychosoziale Akutversorgung zu schaffen, die neben der medizinischen Erstversorgung und in Evakuierungs- und Versorgungszentren hinzugezogen werden sollte.
- Es wird empfohlen, die Voraussetzungen für eine mittel- und langfristige Versorgung von psychosozialen Bedürfnissen der Bevölkerung (PSNV-B) zu schaffen, in dem die verfügbare Zahl von psychosozialen Fachkräften wie Traumazentrierten Fachberatern, niedergelassenen Psychotherapeuten und Psychotraumaambulanzen in der Fläche erfasst, Verfügbarkeiten überprüft und personelle Ressourcen angepasst bzw. erhöht werden können.

Handlungsempfehlungen zu Krisenkommunikation:

- Die Sicherstellung von Kommunikationswegen bei Strom- und Kommunikationsinfrastrukturausfall sollte gewährleistet werden. Dies sollte einerseits durch Sicherungsmaßnahmen der Anbieter erfolgen (ggf. sind Anpassungen der Bauvorschriften nötig zur Absicherung zentraler Stellen im Netz gegenüber Erdbeben und gegenüber Stromausfall). Andererseits sollten die im Krisenmanagement Beteiligten wie Verwaltung, KRITIS-Unternehmen, Hilfsorganisationen etc. Notfallsystemen vorhalten. Dies können beispielsweise Satellitentelefone sein. Technische Maßnahmen müssen dabei immer durch organisatorische (etablierte Prozesse, Übungen etc.) flankiert werden.
- Eine Auswertung der Sozialen Medien durch entsprechende Monitoring Systeme und entsprechend ausgebildetem Personal (z. B. „VOST – Virtual Operations Support Teams“) wird empfohlen.
- Zur Vorbereitung auf die Krisenkommunikation sollten die entsprechenden Akteure (Wissenschaft, Behörden, Gefahrenabwehr usw.) untereinander vernetzt und Kommunikationsprozesse geklärt sein.

Handlungsfeld Kritische Infrastrukturen

Handlungsempfehlungen zu Staat- und Verwaltung:

- Städte/Kreise sollten die kritischen Prozesse der eigenen Verwaltung herausarbeiten (z. B. Standesamt für Geburtsurkunden, Sterberegister, etc.).

²⁸ Der Leitfaden BBK 2015 gibt Hinweise zur Notstromversorgung in Behörden und Unternehmen.

- Behörden aller Ebenen sollten ihre kritischen Prozesse und Resilienz gem. den Empfehlungen des Bundes²⁹ überprüfen.
- Für Schulen (u. ä. Einrichtungen) in erdbebengefährdeten Regionen sollte eine Überprüfung der Erdbebensicherheit erfolgen.

Handlungsempfehlungen zu Gesundheitssystem:

- Krankenhäuser müssen über individuell auf ihr Haus zugeschnittene Krankenhausalarmpläne verfügen, die für den Fall einer Überlastung der Behandlungskapazitäten bei gleichzeitiger Einschränkung der Funktionalität entsprechende einzuleitende organisatorische und medizinische Maßnahmen beschreiben und regeln. Krankenhäuser in Erdbeben gefährdeten Gebieten sollten in ihren Planungen dieses Risiko ebenfalls berücksichtigen.
- Für Krankenhäuser in erdbebengefährdeten Regionen sollte eine Überprüfung auf Erdbebensicherheit stattfinden.
- Ärzte sollten über ein katastrophenmedizinisches (Grund-)Wissen, Kenntnisse und im besten Fall Handlungskompetenz im Bereich „Sichtung / Triage“ verfügen.
- Die Basisinfrastrukturen der Krankenhäuser (insbes. Strom, Wasser) sind zu „härten“ bzw. es sind Redundanzen zu schaffen.

Handlungsempfehlung zur Wasserversorgung und Wasserentsorgung:

- Die Betreiber des örtlichen Wasser- und Abwassernetzes sollten insbesondere ältere Hauptleitungen aus Gusseisen als mögliche Problembereiche identifizieren und die Folgen von Rohrbrüchen in entsprechende Notfallmanagementmaßnahmen einfließen lassen.

Handlungsempfehlung zur Abfallentsorgung:

- Die Sicherstellung der ordnungsgemäßen und schadlosen Einsammlung kritischer Abfälle (z. B. Krankenhausabfälle oder Infektiöser Abfälle) sollte im Rahmen der Katastrophenschutzplanung berücksichtigt werden.
- Die Sicherstellung der ordnungsgemäßen und schadlosen Beseitigung kritischer Abfälle (Abfallverbrennungsanlagen) durch Rückgriff auf Anlagen außerhalb des Epizentrums sollte im Rahmen der Katastrophenschutzplanung berücksichtigt werden.

Handlungsfeld Forschung

Handlungsempfehlungen zur Erfassung des Risikos und der bundesweiten Schadenspotenziale zum Szenario „Erdbeben“

1. Erdbebentätigkeit

- Es werden paläoseismische Untersuchungen im gesamten Bundesgebiet empfohlen.
- Es wird die Überarbeitung, Vervollständigung und Vereinheitlichung des historischen Teils der Erdbebenkataloge empfohlen, damit ein möglichst vollständiger Datensatz der Erdbebentätigkeit in historischer Zeit als Grundlage für die Abschätzung der Erdbebengefährdung in Deutschland herangezogen werden kann.
- Gewährleistung einer hochqualitativen seismologischen Registrierung durch die Erdbebendienste der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder und des Bundes und Erfassung auch kleiner Erdbeben, die Bruchprozesse im Untergrund anzeigen, sind ebenfalls wie die o. g. Punkte für eine belastbare statistische Auswertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schadenbeben unverzichtbar.

²⁹ Vgl. BMI (Hrsg.) (2018): VS-NfD Konzept zur Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen im Spannungs- und Verteidigungsfall, sowie BMI (Hrsg.) (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement, Leitfaden für Unternehmen und Behörden.

Hintergrund:

Unverzichtbare Datengrundlage zur Quantifizierung der Erdbebengefährdung ist der Erdbebenkatalog, der die Erdbeben­tätigkeit in der Region über Jahrtausende bis Jahrzehntausende möglichst vollständig abbildet. Für die zu untersuchenden Regionen werden dazu geologische bzw. paläoseismische Untersuchungen herangezogen sowie historische bzw. zeitgenössische Aufzeichnungen seit dem Jahr 800 bis etwa in die 1960er-Jahre und die instrumentellen Registrierungen von Erdbeben (etwa seit Mitte des 20. Jahrhunderts). Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die derzeit benutzten Erdbebenkataloge für Deutschland noch signifikante Wissenslücken aufweisen.

2. Erdbebengefährdung

- Es wird empfohlen, ein Messnetz, bestehend aus ingenieur­seismologischen Messstationen aufzubauen, und weitere methodische Arbeiten zur Übertragung von Kenntnissen aus anderen Gebieten der Erde auf die geologische Situation in Deutschland zu initiieren.

Hintergrund:

Die Analysen der Gefährdung basieren auf einer ausreichenden Kenntnis und Berechenbarkeit der Ausbreitung der seismischen Wellen in der Erdkruste. Diese Kenntnisse sind für Deutschland noch unzureichend, da es auf der einen Seite zu wenig ingenieur­seismologische Messstationen und auf der anderen Seite nur selten stärkere Erdbeben gibt.

- Die weitere Erforschung komplexer und nichtlinearer Standorte­effekte von Erdbeben wird empfohlen, um in zukünftigen Risikoanalysen verwendet werden zu können. Auch Nahfeldeffekte im Bereich des Erdbebenherds müssen weiter erforscht werden³⁰.

Hintergrund:

Die Gefährdung hängt sehr stark von den lokalen Untergrundbedingungen ab. Der Untergrund im Raum Köln hat einen einfachen geologischen Aufbau und er ist aufgrund sehr vieler Aufschlussbohrungen gut bekannt. Andere seismisch exponierte Gebiete erfordern methodisch und von der Untersuchung im Feld her eine weitaus differenziertere Betrachtung der lokalen Untergrundbedingungen.

3. Erdbebenrisiko

- Die standortspezifische Prognose­tauglichkeit der derzeit anwendbaren Prognose-Tools in der Erdbebenschadensmodellierung und ihre Weiterentwicklungen für Deutschland sind zu überprüfen.³¹

Hintergrund:

Die dem Szenario und seiner Analyse zugrunde liegenden Abschätzungen der Auswirkungen auf den Gebäudebestand der betroffenen Region³² repräsentiert in Hinblick auf die Kenntnis und Charakterisierung des Gebäudebestandes den aktuellen, aus Sicht der Ingenieure jedoch weiter zu entwickelnde Stand der Technik.³³ Die Stärke des Erdbebens (Momenten­magnitude $M_W = 6,5$) kennzeichnet allerdings ein sehr starkes Erdbeben für den Bereich von Mitteleuropa („reasonable worst case“), für das in dieser Region keine Erfahrungswerte vorliegen. Auch die wenigen Erfahrungswerte aus historischen Ereignissen in Mitteleuropa können im Hinblick auf die Schadenserwartung aufgrund qualitativer Veränderungen durch heutige Wohnansprüche, Materialangebot und infolge heutiger bauklimatischer und energieeffizienter Anforderungen nicht direkt auf die aktuelle Bauwerkssituation übertragen werden. Alle Prognosen sind daher

³⁰ Vgl. Pilz, M et al. (2020): Szenario zur seismischen Risikoanalyse in Deutschland.

³¹ Vgl. Maiwald, H. u. Schwarz, J. (2020): Simulative Erdbebenschadensmodellierung auf Grundlage der EMS-98 – Realitätsnähe und Prognose­tauglichkeit. In: Bautechnik 97, 04.

³² Diese Abschätzung wurde von einer Fachgruppe, die sich aus der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, dem Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungs­Zentrum, der Bauhaus Universität Weimar, der Technischen Universität Kaiserslautern, dem Karlsruher Institut für Technologie sowie dem Landes­erdbebedienst im Geologischen Dienst NRW zusammensetzte, erarbeitet.

³³ Hinweis: Für die Ausweisung der Konsequenzen infolge der Naturgefahr Erdbeben wurde im Rahmen dieser Analyse eine im Deutschen Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK) entwickelte Methodik erfolgreich zur Anwendung gebracht.

mit großen Unsicherheiten aufgrund unvollständiger Datenlage und aufgrund natürlicher Variabilität verbunden.

- Es wird empfohlen, die bisher vorliegenden wissenschaftlichen Modelle zur Ermittlung des Schädigungspotentials von Gebäuden weiter zu entwickeln.³⁴

Hintergrund:

Dies betrifft insbesondere die Kennzeichnung des Verhaltens großer, aus sehr unterschiedlichen Bauweisen und aus Einzelobjekten mit individuell unterschiedlichen Merkmalen bestehender Gebäudebestände. Weiter betrifft es die analytische Verletzbarkeitsbestimmung und die darauf basierenden Schadensprognosen, für die die erforderlichen Berechnungsmodelle für die typischen Bauweisen in deutschen Erdbebengebiete bereitzustellen sind, um den Bauwerksbestand auch flächendeckend abbilden zu können.

- Es wird die flächendeckende Erhebung des Bauwerksbestandes sowie der Kritischen Infrastrukturen (auch von über- und unterirdischen Rohrleitungen, in denen gefährliche Stoffe transportiert werden) in deutschen Erdbebengebieten hinsichtlich seiner Verletzbarkeit und des davon ausgehenden Risikos empfohlen.³⁵
- Es wird empfohlen, die Kompetenz universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen und deren Erfahrungen aus weltweiten Erkundungseinsätzen nach Katastrophenereignissen in Vorbereitung auf mögliche Erdbebenereignisse sowie im Ereignisfall selbst einzubinden sowie die im Bauingenieurwesen tätigen Experten. Hierfür sind effiziente Kommunikations- und Interaktionsabläufe zu entwickeln und zu verstetigen, mit denen sichergestellt wird, dass die in der Bundesrepublik vorhandene Expertise und das Know-How in Detailfragen eingebunden und als Entscheidungshilfen verfügbar sind.
- In diesem Zusammenhang wird empfohlen, dem Task Force-Erdbeben-Konzept³⁶ folgend, die Einbeziehung verschiedener Fachdisziplinen in die Ereignisauswertung zu gewährleisten und die föderale Zusammenarbeit, z. B. durch entsprechende Kooperationsvereinbarungen zu unterstützen.

Sonstige Handlungsfelder

Handlungsempfehlungen sonstiger Art:

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob der Aufbau eines Monitorings von unterirdischen Erdgasspeichern- und zentralen Verteilstationen möglich ist, um in einem Ereignisfall einen zeitnahen Überblick über mögliche Schäden generieren zu können.

Hinweis:

Für die Umsetzung wird vorgeschlagen, an geeigneten Stellen oberflächennah ein kombiniertes 2D-Sensorfeld aus schlauchförmigen Polymermembranen (empfindlich auf Methan) und faseroptischen Sensoren empfindlich auf mechanische Änderungen des Untergrundes zu vergraben. Ein solches 2D-Sensorfeld erlaubt in Echtzeit die ortsbezogene Detektion von Verwerfungen des Bodens und/oder Gasfreisetzungen. In einer Machbarkeitsstudie der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) wurde eine Sensorempfindlich-

³⁴ Lönhoff, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2017): Parameter zur Beschreibung des Schädigungspotenzials bei Erdbeben. In: Bauingenieur 92 D-A-CH-Mitteilungsblatt, S7 - S14.

³⁵ Vgl. Goldschmidt, K.; Mahsmouli, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2019): Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Bestimmung der Erdbebenschädigung. 16. D-A-CH Tagung Erdbebeningenieurwesen & Baudynamik (D-A-CH 2019), 679 – 686. Vgl. Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Beinersdorf, S. (2018a): Evaluation of the vulnerability of existing building stocks under single and Multi-Hazard impact, At the: 16th European Conference on Earthquake Engineering (ECEE), Thessaloniki, Greece, 18.-21. Juni 2018.

Vgl. Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Langhammer, T.; Beinersdorf, S. (2018b): Konzeptionelle Grundlagen und Tools zur Bewertung der Multi Hazard Verletzbarkeit von Bestandsbauten, In: Bautechnik, Volume 95 Issue 09, S. 639-652.

³⁶ Die Task Force-Erdbeben wurde gebildet, um die bei und nach Katastrophenbeben ablaufenden geophysikalischen Prozesse zu studieren. Weiter werden die entstandenen Schäden analysiert, um deren Ursachen zu klären und damit Grundlagenwissen für die langfristige Schadensbegrenzung zu sammeln. Diese Aktivitäten sind bzw. waren ein deutscher Beitrag zur „Internationalen Dekade zur Katastrophenvorbeugung“ (IDNDR, 1990 - 1999) bzw. des Nachfolgeprogramm ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) der UNESCO.

Das Task Force Konzept umfasst die intensive Vorbereitung eines möglichen Katastropheneinsatzes, die Sammlung und erste vor-Ort-Auswertung der Daten, sowie die umfangreiche Datenauswertung nach dem Einsatz. Die Ergebnisse und Erfahrungen vergangener Einsätze werden im Hinblick auf künftige Erdbebeneinsätze aufbereitet (vgl. <https://www.edac.biz/forschung/erdbeben/feld-einsatz-deutsche-taskforce-erdbeben/>).

keit gegenüber Methan (Bestandteil von Erdgas) mit einer Genauigkeit von 0,25 % Vol. über dem Messbereich von 0 bis 10 % Vol. gefunden. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes und im Einvernehmen mit dem Projektpartner auf den jeweiligen Standort anzupassen.

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob der Aufbau eines großflächigen Echtzeitmonitorings für kritische Erdbebewegungen/-stöße mittels faseroptischer Sensorik³⁷ in Erdbebengefährdeten Regionen umsetzbar ist.

Hinweis:

Im Boden unter der Großstadt Köln befinden sich hunderte Kilometer von Glasfaserkabeln mit nicht genutzten Einzelfasern, sog. „dark fiber“. Diese „dark fiber“ könnten als Sensor auf kritische Erdbebewegungen sensibilisiert werden. Meldungen aus den Fasern ließen sich in einer bereits bestehenden 24/7 besetzten Zentrale bündeln. Unmittelbar nach dem ersten Erdbebenschlag zeigen diese Informationen in Echtzeit die Betroffenheit einzelner Stadtteile und dienen zur Priorisierung des Einsatzes der Erkunder/Rettungskräfte. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes auf Köln anzupassen, d. h. das Auswerteprogramm hat zu lernen, zwischen den „alltäglichen“ (i. d. R. nicht spürbaren) Erschütterungen von Köln und seismischer Aktivität zu unterscheiden.³⁸

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob die Entwicklung und Anwendung risikobasierter, software-gestützter Entscheidungsunterstützungssysteme für das Katastrophenmanagement möglich ist.

Hinweis:

Direkt nach einem Erdbeben (oder anderen Naturkatastrophen bzw. Großschadensereignissen) müssen unter Zeitdruck Entscheidungen über Maßnahmen zur Minderung des Schadensausmaßes getroffen werden. In dieser Phase konzentrieren sich Entscheidungsträger beim Katastrophenmanagement auf den Schutz von Menschenleben und die Wiederherstellung kritischer Infrastrukturen (z. B. medizinische Versorgung, Energie- und Wasserversorgung, Telekommunikation, Transportinfrastruktur). Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) entwickelt risikobasierte software-gestützte Werkzeuge, um Entscheidungsträger zu unterstützen. Hierbei werden die Unsicherheiten z. B. bezüglich des Zustandes von Anlagen(teilen) oder der Tragfähigkeit von Bauwerken und der sich über die Zeit schnell veränderte Informationsstand berücksichtigt. Nach der akuten Phase können mit denselben Werkzeugen Entscheidungen zur Priorisierung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützt werden.

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob in Erdbebenregionen³⁹ in Deutschland eine verpflichtende Elementarschadenversicherung eingeführt werden sollte.
- Die Nutzung von Satellitendaten (z. B. Copernicus) sind für eine erste Abschätzung von Sachschäden sowie ökonomischer Schäden geeignet und werden entsprechend hierfür auch empfohlen. Vor der Veröffentlichung von auf Satelliteninformationen basierenden Aussagen sollten die erhobenen Daten jedoch zunächst einer eingehenden Prüfung und Bewertung unterzogen werden.

2.1.5 Leistungen des Bundes im Fall eines Erdbebens

Für das hier betrachtete Szenario eines „Erdbebens“ in der Niederrheinischen Bucht und in diesem Zusammenhang eintretende Schäden und Belastungen für den Menschen, die Umwelt und die Infrastrukturen hat der Bund Fähigkeiten und Ressourcen, die er den betroffenen Ländern und Kommunen, teilweise in Amtshilfe gemäß Artikel 35 GG, zur Verfügung stellt.

³⁷ Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat mit diesem Verfahren bereits mittels eines eigenen Prototyps seismische Messungen (für Verkehrsmonitoring) entlang bodenverlegter Telekommunikationskabel mit sehr hoher Empfindlichkeit durchgeführt.

³⁸ Erläuterung: Ein regionaler Telekommunikations-Anbieter, die Stadtwerke oder der Betreiber der Verkehrsüberwachung stellt jeweils in den eigenen Lichtwellenleiterkabeln ungenutzte Fasern („dark fiber“) zur Verfügung. Diese Lichtwellenleiter-Strecken werden an den Enden mit der nötigen Signalverarbeitungstechnik abgeschlossen. Aus der ständig anliegenden dynamischen Dehnung in Faserrichtung werden Beschleunigungen aus dem normalen Alltag einer Großstadt herausgefiltert und nur noch Systemantworten in der Stärke/Signalform aus seismischer Aktivität zur Anzeige gebracht. Über eine klassische IT-Netzwerkanbindung können seismische Ereignisse in eine Einsatzzentrale mit 24/7-Besetzung in Echtzeit und z.B. auf einer Stadtkarte visualisiert werden. Unmittelbar nach dem ersten Erdbebenschlag könnte so der Einsatz der Erkunder/Rettungskräfte entsprechend der Betroffenheit einzelner Stadtteile priorisiert werden. Auch ließe sich auf diesem Weg priorisieren, welche kritischen Gewerbe eine Warnung auf mögliche Schäden bekommen, damit diese von sich aus Erkundungsmaßnahmen zum Schadensausmaß einleiten.

³⁹ Erdbebenregionen sind Gebiete, die in der Erdbebenzonierungskarte DIN EN 1998-1/NA:2011-01 in Zone 1 oder höher liegen.

Hier stehen Fähigkeiten und Ressourcen zur Verfügung, die der Bund aufgrund eigener Zuständigkeit vorhält, wie z. B. die fachliche Beratung bei Erdbebenereignissen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hinzu zu zählen sind auch Ressourcen, die der Bund im Rahmen der ergänzenden Ausstattung des Landes-Katastrophenschutzes gem. § 13 ZSKG den Ländern für den Zivilschutz zur Verfügung stellt. Die ergänzende Ausstattung steht den Ländern zusätzlich für Aufgaben im Bereich des Katastrophenschutzes gem. dem Prinzip des Doppelnutzens zur Verfügung. Darüber hinaus verfügt der Bund zur Bewältigung der Auswirkungen von Erdbebenereignissen über Fähigkeiten und Ressourcen, wie z. B. die verschiedenen Fachgruppen des THW sowie besonders zur Hilfeleistung geeignete Fähigkeiten der Bundeswehr, die den betroffenen Kommunen und Ländern im Rahmen der Amtshilfe gem. Artikel 35 GG – auf Anforderung – ebenfalls zur Verfügung gestellt werden können.

Die Fähigkeiten und Ressourcen des Bundes für die Bewältigung des hier angenommenen Erdbebenereignisses werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt:

Die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)

Nach dem THW-Gesetz⁴⁰ leistet das THW auf Grundlage des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes technische Hilfe. Dies geschieht auf Anforderung im Rahmen der Amtshilfe der für die Gefahrenabwehr zuständigen Stellen.

Die Fähigkeiten des THW können aufgrund ihres modularen Aufbaus länderübergreifend abgerufen und lagebezogen zusammengesetzt werden. Die bundesweit verfügbaren Module sind nach einem einheitlichen Konzept strukturiert, so dass Personal und Material unabhängig voneinander ausgetauscht werden können, da sich Ausbildung und Material von Modulen mit derselben Fähigkeit gleichen.

Das THW kann bei der Bewältigung der Folgen eines Erdbebens nach dem Katalog der Einsatzoptionen des THW insbesondere in den Bereichen Orten, Retten und Bergen, Räumen, Führen sowie Material- und Verpflegungslogistik unterstützen.

Ein weiterer Bereich ist die Wiederherstellung der zerstörten Infrastruktur durch den Aufbau von temporären Ersatzstrukturen oder der Instandsetzung der betroffenen Struktur. Hier liegen die Kernfähigkeiten in den Bereichen Stromversorgung sowie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Das THW stellt auf allen Ebenen im Bereich der operativen Führungsebene eine Fachberatung zur Verfügung, die über die Aufgaben und Fähigkeiten des THW in Bezug auf das entsprechende Ereignis berät und Anforderungen in die Strukturen des THW einbringen kann.

Für den Fähigkeitsbereich Bergung kommen vor allem die universellen Bergungsgruppen (Anzahl der Gruppen: 728⁴¹) zum Einsatz, welche in der Lage sind, ein breites Aufgabenspektrum abzudecken und vielfältige Aufgaben wie Retten und Bergen von Mensch, Tieren und Sachwerten, Sicherung von Schadensstellen, Abstützarbeiten, leichte Räumarbeiten sowie die Errichtung von kleineren Wegen und Übergängen zu übernehmen.

Sie verfügen über die technische Ausstattung um sich Zugang zu verschütteten Personen zu verschaffen. Dazu gehören neben der klassischen Rettungsausstattung, Hebe- und Zugerätausstattung sowie Bohr- und Aufbrecherausstattung.

Darüber hinaus kann das THW Abstütz- und Aussteifmaßnahmen bei einsturzgefährdeten Objekten übernehmen. Dies ist mittels eines Einsatzgerüstsystems wie auch über ein spezielles Abstützsysteem aus Holz möglich.

Bei schweren Bergeaufgaben können zudem die Fachgruppen schwere Bergung (Anzahl Fachgruppen: 82) zum Einsatz kommen, diese ergänzen mit ihren Fähigkeiten die Bergungsgruppen durch ergänzende und leistungsfähigere Ausstattung. Hierzu zählen insbesondere eine Betonkettensäge sowie Kernbohrgeräte und zum größten Teil hydraulisch angetriebenen Technik. Teilweise verfügen diese Fachgruppen (Anzahl 9) zudem über einen Bagger, welcher sich per Rad aber auch mit hydraulischen Stützen über Trümmer bewegen kann.

Jeder der 668 Ortsverbände in Deutschland verfügt über mindestens eine Bergungsgruppe.

Ebenfalls dezentral verteilt und in fast jedem Ortsverband vorhanden sind die Fachgruppen Notversorgung/ Notinstandsetzung (Anzahl Fachgruppen: 638). Diese unterstützen die Fähigkeiten aller anderen Module des THW. Auch die weiteren verschiedenen Fachgruppen verfügen über Spezialfähigkeiten und erhalten dafür die entsprechende Ausbildung und Ausstattung. Unter der Berücksichtigung, dass das THW mit entsprechender Vorlaufzeit bundesweit Module entsenden kann, kann es in Folge des Erdbebens folgende Einsatzaufgaben übernehmen:

⁴⁰ Vgl. Gesetz über das Technische Hilfswerk; abrufbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/thw-helfrg/>

⁴¹ Anzahl der THW-Gruppen bezieht sich immer auf das gesamte Bundesgebiet.

- Ortungs-, Rettungs- und Bergungsmaßnahmen,
- Sicherungs- und Räumaufgaben,
- Einsatz von Baumaschinen (Radlader, Teleskoplader, Bagger), Umschlag- und Transportfahrzeugen (Stapler, Kipper, Kräne, Sattelzüge),
- Einsatz von Sprengtechnik,
- Infrastruktur-Maßnahmen,
- Sicherung von Verkehrswegen,
- Trinkwasserversorgung,
- Logistik (Errichtung und Betrieb von Bereitstellungsräumen, Mitwirkung bei der Einrichtung von Notunterkünften für evakuierte oder obdachlos gewordene Personen),
- Führung und Führungsunterstützung,
- Brückenbau,
- Lageerkundung,
- Gebäudesicherung und Einsturzüberwachung.

Hinzu kommen insbesondere folgende Fachgruppen zum Einsatz:

- Fachgruppen Ortung (Anzahl Fachgruppen: 104), mit Trümmersuchhunden und verschiedenem Technischem Ortungsgerät zur Ortung von Menschen und Tieren,
- Fachgruppe Räumen (Anzahl Fachgruppen: 178), mit großem Räumgerät (Bagger (Anzahl 50), Radlader (Anzahl 73), Teleskoplader (Anzahl 55)) zur Räumung großer Trümmerteile, Freiräumen von Straßen und Zufahrtswegen oder Errichtung behelfsmäßiger Übergänge,
- Die Fachgruppe Sprengen (Anzahl Fachgruppen: 43) kann gezielt bestimmte Zugänge freisprengen. Der Einsatz kann jedoch nur durchgeführt werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass sich Personen hinter dem Punkt der Sprengung befinden,
- Die Fachgruppe Infrastruktur (Anzahl Fachgruppen: 80), diese kann unmittelbar mit der Instandsetzung von Infrastruktureinrichtungen beginnen,
- Die Fachgruppe Führung und Kommunikation (Anzahl Fachgruppen: 66) übernimmt bei Bedarf Führungsaufgaben (z. B. Führung eines Einsatzabschnitts) im Auftrag der Einsatzleitung. Zudem baut sie Telekommunikationsverbindungen auf und betreibt diese. Zum Teil verfügt diese Fachgruppe über einen Weitverkehrstrupp (Anzahl: 5). Dieser ist in der Lage temporäre Telekommunikationsverbindungen und -netze einzurichten und zu betreiben,
- Die Fachgruppe Trinkwasserversorgung (Anzahl Fachgruppen: 13) ist in der Lage bis zu 15 m³ Trinkwasser pro Stunde aufzubereiten und zu fördern. Zudem gehören der Transport und die Verteilung von Trinkwasser zu den Aufgaben, die im Fall eines Erdbebens abgerufen werden können,
- Die Fachgruppe Elektroversorgung (Anzahl Fachgruppen: 114) kann die Notstromversorgung mit ihren 200 kVA Netzersatzanlagen sicherstellen und in vorhandene oder temporär aufgebaute Netze einspeisen,
- Der Trupp Einsatzstellensicherungssystem (Anzahl Trupps: 36), dieser kann die Überwachung von einsturzgefährdeten Gebäuden übernehmen und dienen somit der Sicherheit der Einsatzkräfte,
- Der Trupp Unbemannte Luftfahrzeuge (Anzahl Trupps: 28), dieser kann in Zusammenarbeit mit den Fachgruppe Führung und Kommunikation großflächige oder detaillierte Lageerkundung aus der Luft durchführen,
- Die Fachgruppe Brückenbau (Anzahl Fachgruppen: 16) errichtet bei Bedarf behelfsmäßige Brücken und Übergängen, eine Brücke z. B. über den Rhein kann jedoch nicht ersetzt werden,
- Die Fachgruppe Wassergefahren (Anzahl Fachgruppen: 118) kann mit ihren Booten und Pontonfähren Transportfahrten auf dem Wasser durchführen und schwimmende Arbeitsplattformen einrichten,
- Die Fachgruppe Logistik (Anzahl Fachgruppen: 66) übernimmt alle Aufgaben aus dem Bereich Materialerhaltung und Verpflegungslogistik, das heißt, sie setzte defekte Einsatzausstattung und Fahrzeuge in Stand,

führen Transportaufgaben durch, unterstützen bei der Kraftstoffversorgung, sowie der Versorgung von Einsatzkräften,

- Die Fachgruppe Notversorgung/Notinstandsetzung (Anzahl Fachgruppen: 638) kann die Einsatzlogistik sicherstellen, Einsatzstellen mit Ausstattung und Personal versorgen, Kraftstoff in kleinerem Umfang transportieren und abgesetzte Einsatzstellen mit Strom versorgen.

Das Ereignis wird die örtlichen und überörtlichen Einsatzkräfte über mehrere Tage bis hin zu einigen Wochen fordern. Das THW kann durch die Errichtung des Bereitstellungsrums 500⁴² die Unterbringung und Verpflegung der Einsatzkräfte außerhalb des Schadensgebietes sicherstellen.

Die Alarmierung und Einbindung des THWs erfolgt im Rahmen der Amtshilfe. Der Großraum Köln verfügt über rund 700 für den operativen Einsatz fähige THW-Einsatzkräfte. Diese ehrenamtlichen Einsatzkräfte werden aber ggf. selbst durch das Ereignis betroffen sein. Weitere Kräfte können aus ganz Deutschland mit Hilfe eines bundesweiten Leitungs- und Koordinierungsstabssystems zugeführt werden.

Bundesweit verfügt das THW über rund 80.000 Einsatzkräfte. Es ist damit grundsätzlich personell in der Lage auch über einen langen Zeitraum Hilfe zu leisten. In Bezug auf die Rettung von Personen besteht trotz der Durchhaltefähigkeit jedoch das Problem, dass eine erfolgreiche Rettung von Verschütteten zumeist in den ersten 72 Stunden erfolgen muss, um die Chancen auf Überleben der Verschütteten zu erhöhen. Aufgrund der massiven Zerstörungen und Größe des betroffenen Gebietes ist davon auszugehen, dass nicht das gesamte Schadensgebiet innerhalb dieses Zeitraums nach Überlebenden abgesucht werden kann. Zudem muss eine enge Zusammenarbeit mit den Hilfsorganisationen, insbesondere den Rettungshundestaffeln, erfolgen. Die tatsächlichen Fähigkeiten sind immer abhängig von der tatsächlichen Verfügbarkeit von Kräften und Material. Bei einem solchen Ereignis ist jedoch von einer großen bundesweiten emotionalen Betroffenheit und damit einhergehend mit einer hohen Einsatzbereitschaft zu rechnen.

Bundeswehr

Die Entscheidung über die Einbindung der Bw wird durch den Hauptverwaltungsbeamten (HVB)⁴³ getroffen und grundsätzlich als Hilfeleistungersuchen an die Bw herangetragen. Für die zeitnahe Einbindung der Bundeswehr (Bw) steht u. a. das Territoriale Netzwerk mit ebenengerechten Ansprechpartnern⁴⁴ zur Verfügung. Die Bw unterstützt im Rahmen der Amtshilfe⁴⁵ auf Anforderung mit verfügbaren Ressourcen. Diese sind teilweise für eine Hilfeleistung bei Erdbeben besonders geeignet⁴⁶, z. B. :

- Transport von Personen und Material mit Luft-, Wasser- und geländegängigen Landfahrzeugen,
- Ortungs-, Rettungs- und Bergungsmaßnahmen auch in schwierigem Gelände und aus der Luft
- Einrichten und Betreiben von Notunterkünften,
- Bereitstellung von Verpflegung, Trinkwasser und temporärer Stromversorgung,
- sanitätsdienstliche und notfallpsychologische Unterstützung,
- Instandsetzungsarbeiten an der Infrastruktur,
- Bau temporärer Wege und Brücken,
- Aufbau und Betrieb netzunabhängiger Nahbereichs- und Weitverkehrskommunikation,
- Schadensbeseitigung durch das Räumen/Sprengen von Trümmern und einsturzgefährdeten Gebäuden.

⁴² Vgl. <https://br500.thw.de/der-br-500/>

⁴³ Der Hauptverwaltungsbeamte (HVB) ist in Deutschland der Leiter der Verwaltung einer Gemeinde, eines Kreises oder einer kreisfreien Stadt. Im Katastrophenschutz kommt ihm regelmäßig eine besondere Bedeutung bei der Einsatzleitung zu, wobei er durch einen Stab unterstützt wird. Der Hauptverwaltungsbeamte führt in den Kreisen die Bezeichnung Landrat oder Oberkreisdirektor, in den Gemeinden und kreisfreien Städten Bürgermeister, Oberbürgermeister, Gemeindedirektor, Stadt- oder Oberstadtdirektor. Er führt in der Regel die Amtsgeschäfte der laufenden Verwaltung. Die Regelungen der Gemeinde- und Kreisordnungen der Bundesländer sind jedoch sehr unterschiedlich.

⁴⁴ Insbes. Bezirks- und Kreisverbindungskommandos (BVK/KVK), Landeskommmandos, Kommando Territoriale Aufgaben der Bundeswehr (KdoTerrAufBw), Kommando Streitkräftebasis. Dabei ist die Operationszentrale beim KdoTerrAufBw immer ansprechbar.

⁴⁵ Gem. Artikel 35 GG und den Vorgaben der Zentralen Dienstvorschrift A-2110/10 (öffentlich) Hilfeleistungen der Bundeswehr im Rahmen des Artikels 35 des GG (Amts- und Katastrophenhilfe) und der Zentralvorschrift A1-255/0-4 (VS-NfD) für Hilfeleistungen der Bundeswehr im Inland.

⁴⁶ vgl. Zentralvorschrift A1-255/0-5 (VS-NfD) „Einsatzoptionen, Kräfte und Fähigkeiten der Bundeswehr zur Hilfeleistung im Inland“.

Die Fähigkeiten der Bundeswehr (Bw) unterliegen dem Grundsatz der Subsidiarität, entsprechende Beiträge im Rahmen der zivilen Katastrophenhilfe werden nicht vorgehalten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)

Im BBK hat der Bund die wesentlichen Instrumente des Bund-Länder-Krisenmanagements bei großflächigen Schadenlagen zusammengefasst. Darunter fallen das Psychosoziale-Krisenmanagement und das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ). Auf Grundlage des § 16 ZSKG, hält der Bund Einrichtungen zur Lageerfassung und –bewertung sowie zum Nachweis und zur Vermittlung von Engpassressourcen vor. Diese werden im Rahmen der Amtshilfe auch zur Koordinierung von Hilfsmaßnahmen bereitgestellt. Dies wird in der Katastrophenlage des hier betrachteten Szenarios der Fall sein.

Ferner betreibt das BBK das Modulare Warnsystem (MoWaS) Über MoWaS können unterschiedliche Warmmultiplikatoren⁴⁷ angesteuert werden, über die – bei allen oben dargestellten Einschränkungen im Hinblick auf Vorwarnzeiten – eine Warnung an die Bevölkerung auf verschiedenen Kanälen ausgelöst werden kann.⁴⁸ Darüber hinaus kann MoWaS zur hochverfügbaren Textkommunikation auch bei Ausfall anderer Kommunikationssysteme verwendet werden.

Aufgaben und Leistungen des Gemeinsamen Melde- und Lagezentrums von Bund und Ländern (GMLZ) bei Erdbeben:

Das GMLZ nimmt auf Grundlage des § 16 ZSKG sowie Erlasslage BMI Aufgaben im Lagemanagement, als Nationale Kontaktstelle für Informations- und Warnverfahren (National-Contact-Point NCP) und im Ressourcenmanagement auf Bundesebene wahr.

Das GMLZ erstellt ein stets aktuelles und flächendeckendes Lagebild. Dazu nutzt es vornehmlich die durch die Bundesländer und Partnerbehörden zur Verfügung gestellten Informationen, recherchiert aber auch Medienmeldungen und in Fachportalen und nimmt Kontakt zu den beteiligten Behörden auf.

Ziel ist die Erstellung eines einheitlichen Lagebildes für den Bevölkerungsschutz auf Bundesebene, um damit zur Verbesserung der Zusammenarbeit und des Informationsaustausches zwischen Bundesländern, Bundesministerien sowie nationalen, supranationalen und internationalen Organisationen beizutragen.

Ebenfalls betrachtet das GMLZ die Auswirkungen auf das benachbarte Ausland und informiert die Anrainerstaaten, sowie die Europäische Union über die Lage des Bevölkerungsschutzes in Deutschland.

Für rund 20 nationale und internationale Informations- und Warnverfahren ist das GMLZ durch seine 24 stündige, an 365 Tagen vorhandene Erreichbarkeit zentrale Anlaufstelle der Bundesrepublik Deutschland. Hierzu gehört beispielsweise das Vermitteln und Alarmieren der Analytischen Task Force des Bundes (ATF) oder die Beratung zum und Aktivierung des Copernicus Notfallkartierungsdienstes der EU.

Im Bereich des Ressourcenmanagements erfolgt das Vermitteln von Engpassressourcen. So betreut und koordiniert das GMLZ auf Antrag das Verfahren zum Ressourcenmanagement zwischen den Ländern. Betroffene Länder können Anträge an das GMLZ stellen, welches dann mögliche Angebote national und bei Bedarf auch international recherchiert und dem Antragsteller aufbereitet zur Auswahl zur Verfügung stellt. Nach Bedarf kann das GMLZ in Kooperation mit weiteren Behörden auch die Koordination (Auswahl/Logistik) dieser Ressourcen übernehmen.

Hierzu ist das GMLZ rund um die Uhr besetzt. Ergänzt wird das Personal im Ereignisfall durch ausgebildete Verstärkungskräfte. Weiter werden Arbeitsplätze für Verbindungspersonen zu den Bundesländern und den anderen Bundesbehörden vorgehalten, die durch diese nach eigenem Ermessen besetzt werden.

Exkurs: Europäisches Erdbeobachtungsprogramm Copernicus

Durch das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus entsteht seit 2014 eine Infrastruktur für Erdbeobachtung und Geoinformation. Basierend auf den Copernicus Sentinel-Satelliten und anderer Aufnahmesysteme sowie durch Integration von Vor-Ort-Messdaten und Modellierungen werden durch sechs Kerndienste frei verfügbare Datenprodukte zu den Themenfeldern Land, Meer, Atmosphäre, Klimawandel, Sicherheit und Ka-

⁴⁷ Warnmultiplikatoren sind Behörden, Organisationen und Unternehmen (z.B. Rundfunk- und Telemedienanbieter), von denen die Warnmeldungen an die Bevölkerung über unterschiedliche Warnkanäle, wie z.B. die Warn-App NINA, ausgelöst werden.

⁴⁸ Mehr über das vom BBK betriebene Warnsystem in Deutschland unter: <https://warnung.bund.de/>

tastrophen- und Krisenmanagement bereitgestellt. In Deutschland sind die „Fachkoordinatoren“ die Ansprechpartner für Nutzende dieser Kerndienste. Das BBK ist Fachkoordinator des Copernicus Emergency Management Service (CEMS) in Deutschland. Das im BBK angesiedelte Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) ist die einzige autorisierte Stelle, über die Bedarfsträger die Produkte des CEMS anfordern können.

Der CEMS steht seit April 2012 operationell und 24/7/365 zur Verfügung. Der Dienst stellt auf Anfrage Kartenmaterial zu Notfallsituationen, wie Naturkatastrophen, technische Unfälle und humanitäre Katastrophen, kostenfrei und allgemeinzugänglich bereit. Der CEMS besteht aus zwei Servicekomponenten: Einem Kartierungsdienst (Notfallkartierungsmodus und Risikoanalysenmodus) und einer Frühwarn-Komponente zu den Themen Hochwasser, Waldbrand und Dürre.

Im Falle eines Erdbebens in Deutschland könnte der CEMS aktiviert werden, um basierend auf der Auswertung von Fernerkundungsdaten (z. B. von Satellit oder Befliegung) zeitnah Informationen über die Betroffenheit zu erstellen, z. B. Schadensanalysen an Gebäuden und Infrastrukturen. Die Anforderung erfolgt mittels Anforderungsformular über das GMLZ, das 24/7/365 besetzt ist und als Nationale Kontaktstelle benannt ist.

Anforderungsberechtigt sind deutsche Behörden, Regierungs- und Nicht-Regierungsinstitutionen. Bei der Anforderung sollte der Meldeweg über das Lagezentrum bzw. den Krisenstab des Landes eingehalten werden. Zusätzlich zu dem ausgefüllten Anforderungsformular ist das GMLZ über die im Formular angegebene Telefonnummer zu kontaktieren. Das GMLZ leitet die Anfragen für Deutschland gesammelt und koordiniert an das Lagezentrum der Europäischen Union weiter.

Exkurs: Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation – ZKI-DE Service:

Seit 2013 ermöglicht der ZKI-DE Service des Zentrums für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) Bundesbehörden die kurzfristige Beschaffung und Analyse aktueller Geoinformationen und bietet somit der öffentlichen Verwaltung neue Handlungsoptionen. Diese innovative Zusammenarbeit zwischen dem Bundesministerium des Innern (BMI) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bedient den Bedarf der Bundesbehörden nach aktuellen veredelten Fernerkundungsdaten in Krisenfällen und zur Unterstützung der zivilen und öffentlichen Sicherheit. Seit Ende des Jahres 2016 liegt ein neuer Rahmenvertrag zwischen dem BMI und DLR vor, der eine weitere vierjährige Zusammenarbeit (2017-2020) vorsieht. Ziel dieser 4 Jahre ist u. a. das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) für die Standardaufgaben des ZKI-DE Services zu befähigen.

Auf nationaler Ebene bietet der Satellitengestützte Krisen- und Lagedienst (SKD) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) hochaktuelle Geoinformationen auf Basis von Satellitendaten für Bundeseinrichtungen an (<https://www.bkg.bund.de/DE/Fernerkundungsdienste/SKD/SKD.html>).

Ziel ist, wichtige Beiträge in Krisensituationen, Einsatzlagen und bei der Bewertung von raumbezogenen Informationen für die Bundesverwaltung zu liefern. Diese nationale Ergänzung des Angebots des Copernicus Emergency Management Service ging aus dem ZKI-DE Service hervor. In den vergangenen Jahren wurde auf Basis eines Vertrags zwischen BMI und DLR das BKG dazu befähigt, große Anteile des bisherigen ZKI-DE Service eigenständig anzubieten. Über den SKD hinaus steht für speziellere Fragestellungen auch weiterhin die Expertise des ZKI zur Verfügung.

Ausstattungskonzept des Bundes

Gemäß ZSKG ergänzt der Bund die Ausstattung des Katastrophenschutzes der Länder in den Aufgabenbereichen Brandschutz, Betreuung, CBRN-Schutz und Sanitätswesen.

Brandschutz:

Für die Brandbekämpfung sind im zwischen Bund und Ländern abgestimmten Ausstattungskonzept des Bundes im Rahmen der zivilschutzbezogenen Ergänzung des Katastrophenschutzes der Länder insgesamt 955 Löschgruppenfahrzeuge (LF-KatS) und 466 Schlauchwagen für den Katastrophenschutz (SW-KatS) vorgesehen⁴⁹.

⁴⁹ Die Auslieferung dieser Fahrzeuge erfolgt fortlaufend. Über den aktuellen Stand bzw. die Planung der Auslieferungen der Fahrzeuge des Bundes an die Länder wird jährlich im Ausschuss für Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) des AK V der Innenministerkonferenz berichtet.

Mit diesen Fahrzeugen kann eine Wasserversorgung über lange Wegstrecken aufgebaut und Löschangriffe vorgetragen werden. Die Schlauchwagen ermöglichen in Verbindung mit den LF-KatS die Fortleitung von Löschwasser über eine Distanz von bis zu 2000 Meter und können damit insbesondere bei Problemen der Löschwasserbereitstellung durch beschädigte Wasserleitungen die örtliche Gefahrenabwehr unterstützen.

Betreuung und Sanitätswesen:

Im Bereich Betreuung sind bei der Belegung von Beherbergungsbetrieben als auch bei der Einrichtung oder Ertüchtigung anderer Liegenschaften für Unterkunftszwecke umfangreiche Maßnahmen erforderlich, um die Gebäude nutzbar zu machen. Dabei sind teilweise auch sog. „zeitkritische Mangelressourcen“ einzubringen, die nicht innerhalb der notwendigen Vorlaufzeiten von nur wenigen Tagen in der erforderlichen Anzahl aus der gewerblichen Wirtschaft beschafft werden können, z. B. geeignete Betten (sofern nicht vorhanden). Dies gilt in besonderem Maße für die Beschaffung der Ausstattung für mobile oder halbmobile Unterkunftssysteme, die nicht handelsüblich sind. Im Zuge der Planungen sind daher auch die vorsorgliche Beschaffung und Einlagerung dieser Materialien zu berücksichtigen.

Hier haben die Länder bereits jetzt entsprechende Mangelressourcen für den Katastrophenschutz vorzuhalten. Der Bund stattet die Länder basierend hierauf ergänzend für den Zivilschutz aus. Ergänzend hierzu setzt der Bund derzeit das Konzept „Labor Betreuung 5.000“ in einem Pilotprojekt um. Dazu soll für die kurzfristige gleichzeitige autarke Unterbringung von bis zu 5.000 betroffenen Menschen und deren Versorgung für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr in einem Pilotprojekt die erforderliche Ausstattung beschafft und erprobt werden sowie die Verfahren und Strukturen für den Aufbau, den Betrieb, die Lagerung erarbeitet, evaluiert und ggf. angepasst werden.

Ferner etabliert der Bund derzeit die Medizinische Task Force (MTF) des Bundes. Dabei handelt es sich um eine arztbesetzte sanitätsdienstlich taktische Einsatzabteilung, die überörtlich zur Bewältigung von komplexen katastrophenmedizinischen Schadenslagen folgende Einsatzzwecke erfüllen:

- medizinische Erstversorgung von Schwerverletzten und akut Erkrankten,
- Aufbau und Betrieb von Patientenablagen und Sichtungsstellen,
- Möglichkeit weiterer Behandlung bei verzögerter oder kurzfristig fehlender Transportmöglichkeit von Verletzten/akut Erkrankten in ein Krankenhaus,
- Aufbau und Betrieb von Sichtungsstellen vor Krankenhäusern.

61 dieser MTF-Einheiten werden bundesweit etabliert und bilden die sanitätsdienstliche Kernkomponente der ergänzenden Ausstattung des Bundes. Die speziellen zivilschutzbezogenen sanitätsdienstlichen Ausbildungen werden für die ehrenamtlichen Einsatzkräfte der MTF inhaltlich bereitgestellt, finanziert und in regelmäßigen Übungen auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Zur Qualitätssicherung werden im Rahmen von Forschungsvorhaben spezielle katastrophenmedizinische Fragestellungen beantwortet.

Bundespolizei

Die Bundespolizei kann im Falle von Naturkatastrophen (hier: Erdbeben) auf Anforderung, unter Berücksichtigung der Gewährleistung der gesetzlich zugewiesenen Aufgabenwahrnehmung, technische und polizeiliche Katastrophenhilfe sowie Notfallhilfe leisten.

Technische Katastrophenhilfe⁵⁰ umfasst Hilfeleistungen zur Rettung von Menschenleben und von Tieren sowie zur Erhaltung von für die Allgemeinheit wertvollem Material und lebenswichtigen Anlagen und Einrichtungen.

Polizeiliche Katastrophenhilfe⁵¹ umfasst die dem Polizeivollzugsdienst eines Landes gewährte Unterstützung zur Abwehr (aus der Naturkatastrophe) drohender Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung bzw. zur Beseitigung eingetretener Störungen. Dies gilt insbesondere für die Ausübung polizeilicher Befugnisse (Verkehrlenkung, Sperrungen etc.).

⁵⁰ Vgl. Definition gem. Allgemeine Verwaltungsvorschrift des Bundesministeriums des Innern über die Verwendung der Bundespolizei bei einer Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall sowie zur Hilfe im Notfall (BPOLKatHiVwV).

⁵¹ Vgl. Definition gem. Allgemeine Verwaltungsvorschrift des Bundesministeriums des Innern über die Verwendung der Bundespolizei bei einer Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall sowie zur Hilfe im Notfall (BPOLKatHiVwV).

Im Rahmen ihrer Katastrophenhilfe kann die Bundespolizei im dargestellten Szenario sowohl Personal als auch Kraftfahrzeuge, Luftfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Gerät, Material sowie Notunterkünfte und Einsatzküchen zur Verfügung stellen.

In Folge des Erdbebens denkbare Unterstützungsleistungen der Bundespolizei sind u. a.:

- Personelle und technische Unterstützung von Rettungs- und Bergungsmaßnahmen,
- Unterstützung der Brandbekämpfung,
- Unterstützung der temporären Versorgung mit Trinkwasser (mit Wasserwerfern), Verpflegung, Stromversorgung,
- Transport von Personen, Material oder besonderem Gerät mit Kraftfahrzeugen oder Hubschraubern,
- Technisches Gerät zur Aus-/Beleuchtung,
- Absperr-, Sicherungs- und Räumungsmaßnahmen,
- Errichten und Betreiben von Notunterkünften,
- Unterstützung von Evakuierungsmaßnahmen.

Aufgrund bundesweiter Dislozierung sind Vorlaufzeiten für einzelne Hilfsmaßnahmen einzuplanen.

In der Regel entsendet die Bundespolizei Verbindungsbeamte bzw. Fachberater in die Stäbe der zuständigen Katastrophenschutzbehörden um dort zielgerichtet und bedarfsorientiert zu den Fähigkeiten der Bundespolizei beraten zu können.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Die BGR ist eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Als Geologischer Dienst des Bundes ist die BGR die zentrale Forschungs- und Beratungseinrichtung der Bundesregierung auf den Gebieten Geowissenschaften und Rohstoffe und ihre Aufgaben umfassen:

- Die rohstoffwirtschaftliche und geowissenschaftliche Beratung der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft insbesondere zu der langfristigen Sicherung der Rohstoff- und Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland, den Georisiken, der Endlagerung radioaktiver Abfälle und dem nachhaltigen Georesourcenmanagement,
- Die Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft durch geowissenschaftliche Forschung und Entwicklung, Wissens- und Technologietransfer, Mitwirkung in der Hochschullehre, Beratung und Information,
- Die nationale und internationale geowissenschaftliche und technische Zusammenarbeit in den Bereichen Geowissenschaften, Rohstoffe, Boden und Grundwasser sowie Georisiken und Endlagerung radioaktiver Abfälle,
- Die Erhebung, Standardisierung, Harmonisierung und Bereitstellung geowissenschaftlicher und rohstoffwirtschaftlicher Fachdaten auf der Bundesebene sowie die dazu erforderlichen Koordinierungsarbeiten mit den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD) der Bundesländer,
- Den Erdbebendienst des Bundes.

So befasst sich die BGR als Erdbebendienst des Bundes mit der Registrierung, Auswertung und Charakterisierung von Erdbeben in Deutschland und benachbarten Regionen sowie weltweit. Zudem liegt ein weiterer Fokus ihrer Arbeiten auf Gefährdungsanalysen im Zusammenhang mit seismischen Ereignissen. Insgesamt umfassen die Arbeiten der BGR als Erdbebendienst des Bundes die gesamte Wertschöpfungskette von den seismologischen Beobachtungen bis zur detaillierten fachlich-wissenschaftlichen Analyse. Dabei ist eine der Kernaufgaben der BGR die schnelle Information der Ressorts und der Öffentlichkeit bei seismischen Ereignissen, insbesondere bei Erdbeben von bundesweitem Interesse. Dazu erfolgt an der BGR die seismologische Überwachung Deutschlands bisher mithilfe des Deutschen Seismologischen Regionalnetzes (German Regional Seismic Network – GRSN) mit knapp 50 breitbandigen Seismometerstationen. Damit und in Kooperation mit den Messnetzen der Erdbebendienste der SGD der Bundesländer sowie von Universitäten und Forschungseinrichtungen betriebenen Messsystemen können Erdbeben in Deutschland und benachbarten Regionen vollständig ab einer Lokalmagnitudo 2,0 mit mehr als 100 qualitativ hochwertigen Seismometerstationen erfasst werden. Da ein erhöhtes Informationsbedürfnis in der Öffentlichkeit für solche seismischen Ereignisse vorliegt, die primär oberflächennah auftreten und lokal begrenzte Auswirkungen haben können, sollen entsprechend schnelle und zielgerichtete Reaktionen seitens der BGR als dafür zuständige Behörde gewährleistet und die Informationen bundesweit einheitlich und nahezu in

Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Die BGR plant dazu die Errichtung eines Messnetzes mit bis zu 600 gleichmäßig über Deutschland verteilten Messstellen mit jeweils kostengünstigen Drei-Komponenten-Geophonen und Beschleunigungsmessern. Die Signale sollen unmittelbar zur Datenzentrale in Hannover übertragen und dort automatisch bearbeitet werden. Mit diesem engmaschigen Netz von Stationen kann die BGR seismische Ereignisse nicht nur schneller und zuverlässiger detektieren und lokalisieren, sondern auch unmittelbar nach der seismischen Erschütterung deren Einwirkung an der Oberfläche abschätzen. Diese Informationen sollen den Stellen für Krisenreaktionen bei Bund, Ländern und Kommunen zu Verfügung gestellt werden. In Kooperation mit den Erdbebendiensten der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder wird die BGR dafür sogenannte ShakeMaps bereitstellen, die als Karteninformation in nahezu-Echtzeit über die Einwirkungen (Maximalbeschleunigung und maximale Schwingungsgeschwindigkeiten) in der Epizentralregion anhand von Vorwärtsrechnungen und validierten Messungen an seismologischen Stationen für realistische Untergrundmodelle und invertierte Herdparameter (hierzu zählen insbesondere Ort, Tiefe, Stärke und Abstrahlcharakteristik) berechnet werden. Zudem wird ein solches engmaschiges Messnetz der Überwachung der Nachbebenetätigkeit nach einem moderaten oder stärkeren Erdbeben dienen, was wiederum weiterführende Hinweise über Einwirkungen an der Oberfläche in der Epizentralregion liefern wird.

Für Untersuchungen zur seismologischen Gefährdung pflegt die BGR als Erdbebendienst des Bundes einen Erdbebenkatalog für Deutschland, der neben den instrumentell bestimmten Hypozentren für Beben mit einer Lokalmagnitude von 2,0 vollständig ist, auch historische sowie paläoseismische Erdbeben umfasst. Diese Kataloge zusammen mit den genauen Kenntnissen der geologischen Struktur des Untergrundes stellen die zentrale Basis für die Abschätzung der seismischen Gefährdung und Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten, basierend auf statistischen und deterministischen Untersuchungen, von möglichen Schadenbeben dar. Neben der Bereitstellung der Fähigkeit zur Berechnung der seismischen Gefährdung werden an der BGR noch fokussierte Untersuchungen des Untergrundes für die Abschätzung seiner seismologischen Antwortfunktion punktuell durchgeführt.

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Präventive Maßnahmen unter BAM-Beteiligung:

Monitoring von unterirdischen Erdgasspeichern- und zentralen Verteilstationen:

Es besteht die Möglichkeit, an geeigneten Stellen oberflächennah ein kombiniertes 2D-Sensorfeld aufzubauen. Solch ein Sensorfeld kann zeitgleich ortsbezogen das Austreten von Methan (Hauptkomponente von Erdgas) und mechanische Verwerfungen des Bodens detektieren. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes und im Einvernehmen mit dem Projektpartner auf den jeweiligen Standort zu prüfen und anzupassen. Diese Technik kann prinzipiell durch die BAM angeboten werden, sie ist jedoch im Rahmen eines Projektes auf den jeweiligen Standort zu prüfen und anzupassen.

Großflächiges Echtzeitmonitoring auf kritische Erdbewegungen/-stöße

Im Boden unter der Großstadt Köln befinden sich hunderte Kilometer von Glasfaserkabeln mit nicht genutzten Einzelfasern, sog. „dark fiber“. Diese „dark fiber“ könnten als Sensor auf kritische Erdbewegungen sensibilisiert werden. Meldungen aus den Fasern ließen sich in einer bereits bestehenden 24/7 besetzter Zentrale bündeln. Unmittelbar nach den ersten Erschütterungen zeigen diese Informationen in Echtzeit die Betroffenheit einzelner Stadtteile und dienen zur Priorisierung des Einsatzes der Erkunder/Rettungskräfte. Die Technik ist prinzipiell verfügbar und kann über die BAM im Rahmen eines Projektes abgerufen und auf Köln angepasst werden. Das Auswerteprogramm hat in einem ersten Schritt zu lernen, zwischen den „alltäglichen“ (i. d. R. nicht spürbaren) Erschütterungen von Köln und seismischer Aktivität zu unterscheiden.

Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen für das Katastrophenmanagement

Direkt nach einem Erdbeben (oder anderen Naturkatastrophen bzw. Großschadensereignissen) müssen unter Zeitdruck Entscheidungen über Maßnahmen zur Minderung des Schadensmaßes getroffen werden. In dieser Phase konzentrieren sich Entscheidungsträger beim Katastrophenmanagement auf den Schutz von Menschenleben und die Wiederherstellung kritischer Infrastrukturen (z. B. medizinische Versorgung, Energie- und Wasserversorgung, Telekommunikation, Transportinfrastruktur). Die BAM entwickelt risikobasierte software-gestützte Werkzeuge, um Entscheidungsträger zu unterstützen. Hierbei werden die Unsicherheiten z. B. bezüglich des Zustandes von Anlagen(teilen) oder der Tragfähigkeit von Bauwerken und der sich über die Zeit schnell veränderte Informationsstand berücksichtigt. Nach der akuten Phase können mit denselben Werkzeugen Entscheidungen zur Priorisierung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützt werden.

Unterstützende Maßnahmen der BAM nach dem Erdbeben:

Erkundung mit unbemannten Luftfahrzeugsysteme (UAS):

Die BAM verfügt über diverse unbemannte Luftfahrzeugsysteme (UAS) als Trägerplattformen für Sensorik und entsprechend ausgebildeten Piloten. Nach einem Erbebenereignis kann Unterstützung zu folgenden Szenarien angeboten werden:

- Detektion von Gasaustritt aus dem Boden bzw. Lecksuche an gasführenden Rohrleitungen/Druckbehälter.

Zeitlich dem primären Ereignis folgend könnte durch externe Dienstleister zusätzlich übernommen werden:

- Optische Bauwerksprüfung/Inspektion,
- Objektvermessung.

Für die Kooperation mit Dritten bietet die BAM an, solche Verfahren zu validieren.

Chemische Umweltanalytik:

Unmittelbar nach einem schweren Erdbebenshlag wird ein Großteil der technischen Infrastruktur zerstört sein. Zur Abwehr von Folgeschäden für Mensch und Umwelt wird über einen sehr langen Zeitraum eine hohe Kapazität an chemischer (Umwelt-)Analytik benötigt.

Die BAM kann mit einem breiten Spektrum an chemischen Referenzmessverfahren die örtlich tätigen chemischen Laboratorien in der Analytik von Boden- und Wasserproben unterstützen. Auch kann zu Fragen der Qualitätssicherung in der chemischen Analytik, insbesondere zur Bereitstellung/Verwendung von Zertifizierten Referenzmaterialien (ZRM)⁵² Hilfestellung gegeben werden.

Konkret können neben der organischen und anorganischen chemischen Analyse auch antikörperbasierten Screening-Tests angeboten werden. Nähere Informationen zu den Analyseverfahren können bei der BAM angefragt werden.

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ)

Das GFZ ist das nationale Forschungszentrum für Geowissenschaften in Deutschland. Ein Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf den Naturgefahren: Wie können Risiken erkannt und der menschliche Lebensraum geschützt werden? Wie können wir Naturgefahren, ihre Dynamik und ihre Auswirkungen besser verstehen und voraussagen?

Hierzu betreibt das GFZ einen Erdbeben-Monitoring-Dienst, der auf Daten von hundert eigenen seismischen Stationen des Netzwerks GEOFON und etwa 800 weiteren Stationen beruht und ein permanentes und sicheres Archiv für seismologische Daten bereitstellt. Darüber hinaus archiviert und erschließt es Daten von temporären Experimenten, die an deutschen Universitäten und Institutionen durchgeführt wurden. Mit Hilfe von Echtzeitdatenströmen ermittelt GEOFON schnelle automatische Standortsschätzungen für alle stärkeren Erdbeben, die in einem weiten Umkreis (und teilweise weltweit) registriert werden und bietet manuell überarbeitete Lösungen mit minimaler Verzögerung. Dieser Service stellt grundlegende, schnelle Erdbebeninformationen für Erdbeben- und Tsunami-Warnzentren weltweit, Regierungsbehörden, Katastrophenschutzteams, Nachrichtenmedien und Wissenschaftler zur Verfügung. Das Erdbebenüberwachungssystem GEOFON fungiert als zentraler Knotenpunkt für schnelle globale Erdbebeninformationen für das European Mediterranean Seismological Centre (EMSC) und als Hintergrund-Zentrum vieler Tsunami-Warnzentren im Indischen Ozean und im Mittelmeer.

Neben der Erstellung von Fachinformationen über das Hauptbeben kann das GFZ unterstützend im unmittelbaren Anschluss an ein Beben

- die Installation seismischer Stationen im Epizentralgebiet veranlassen, um die Nachbebenaktivität zu überwachen,

⁵² Warum braucht die chemische Analytik Zertifizierte Referenzmaterialien (ZRM)? Ein ZRM besteht aus einer Matrix (z.B. Trinkwasser, Flusswasser, Abwasser, Boden, Uferschlamm usw.) mit exakt qualitativ und quantitativ bekannten chemischen Verunreinigungen. ZRM haben zur Kalibrierung von modernen Analyseautomaten eine Schlüsselfunktion, denn mit ihrer Hilfe wird festgestellt, ob die Maschinen richtig arbeiten. Das ist deshalb so wichtig, weil die Wiederfindungsmenge von z.B. 1,000 mg „Heizöl“ in 1 Liter Trinkwasser, Flusswasser oder Abwasser verteilt, von Matrix zu Matrix unterschiedlich sein wird, d. h. die Matrix vermag den/die gesuchten Analyten unterschiedlich stark maskieren. Das gleiche gilt für die Matrix Boden, denn auch Böden können Umweltschadstoffe unterschiedlich stark maskieren und für die chemische Analyse teilweise unsichtbar machen.

- mittels mobiler batteriebetriebener Kamerabefahrung und mittels unbemannten Luftfahrzeugsystems (UAS) großräumig und schnell eine grobe Bewertung des aufgenommenen Gebäudebestands vornehmen,
- für kritische Gebäude eine kontinuierliche oder periodische Zustandsüberwachung durch den Einsatz von Sensoren im Rahmen des Structural-Health-Monitorings vornehmen.

Des Weiteren stellt das GFZ auch Informationen zum Selbstschutz und Verhaltensempfehlungen bei Erdbeben zur Verfügung.⁵³

Sonstige Leistungen des Bundes

Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI):

Der BMVI bevorratet im Rahmen seiner Notfallplanung Behelfsbrücken, um temporäre Rheinquerungen an neuralgischen Punkten zu gewährleisten.

Exkurs: Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (SGD)

Die Aufgabenspektren der SGD sind je nach Ausrichtung des jeweiligen Bundeslandes unterschiedlich. Im Wesentlichen beinhalten sie aber folgende Punkte:

- Geowissenschaftliche Landesaufnahme,
- Landesbezogene geowissenschaftliche Forschungen und Untersuchungen,
- Veröffentlichung von geowissenschaftlichen Karten, Daten, Berichten und Aufsätzen,
- Anlegung und Führung von geowissenschaftlichen Informationssystemen,
- Geowissenschaftliche Beratung, Gutachten und Stellungnahmen z. B. als Träger öffentlicher Belange.

Darunter fällt auch die Beurteilung von Georisiken wie Erdbeben.

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW)

Der GD NRW hat als SGD die Aufgabe, Fachinformationen über die Beschaffenheit des Untergrunds landesweit nach einheitlichen Verfahren zu erheben, zu bewerten, zu archivieren und aufzubereiten. Zentral ist hier die geowissenschaftliche Landesaufnahme, die im Auftrag der Landesregierung zur Daseins- und Risikovorsorge durchgeführt wird. Basierend auf den Aufnahmen werden geowissenschaftliche Daten, Karten und Fachveröffentlichungen erstellt.⁵⁴ Der GD NRW hat hier auch die Aufgabe, den Landeserdbebendienst zu betreiben und weiterzuentwickeln (s. Kap. 2.6 Behördliche Maßnahmen). Der GD NRW hat u. a. einen Flyer zur Reaktion auf Erdbeben herausgegeben⁵⁵.

⁵³ Vgl. http://bib.gfz-potsdam.de/pub/schule/merkblatt_erdbeben_0209.pdf, letzter Abruf 16.12.2019

⁵⁴ Vgl. https://www.gd.nrw.de/gg_le.htm, letzter Abruf 16.12.2019

⁵⁵ Abrufbar unter: https://www.gd.nrw.de/zip/gg_bebenverhalten.pdf, letzter Abruf 16.12.2019

3. Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern

Gemäß § 18 Absatz 1 Satz 1 des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes erstellt der Bund im Zusammenwirken mit den Ländern Risikoanalysen für den Zivilschutz.

Hieraus ergibt sich keine Verpflichtung der Länder zur Partizipation im Bereich der Risikoanalyse. Daher hat sich zwischen Bund und Ländern ein regelmäßiger fachlicher Austausch auf den unterschiedlichen Verwaltungsebenen mit den Vertretern der Landesinnenministerien bzw. -senatsverwaltungen etabliert. Die Szenarien, die den auf Bundesebene durchgeführten Risikoanalysen zugrunde liegen, genauso wie der gemeinsam entwickelte Leitfaden⁵⁶ für die Ebene Landkreise/kreisfreie Städte, werden den für den Katastrophenschutz zuständigen Stellen der Länder zur weiteren Verwendung bereitgestellt. Mit der aktuellen Risikoanalyse „Erdbeben“ ist es darüber hinaus erstmalig gelungen, alle politischen Ebenen (Bundes-, Landes- und kommunale Ebene) in den Analyseprozess zu integrieren.

Eine weitere enge Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern, findet aktuell im Zusammenhang mit der Aktualisierung der Katastrophenschutzplanungen in den Ländern Nordrhein-Westfalen und Berlin statt. Diese erfolgt vor dem Hintergrund der jeweils gültigen Gesetzeslage⁵⁷. Dabei ist die Schaffung einer Übersicht der potenziellen Risiken des Bezugsgebietes aber auch der Identifizierung der Potenziale zur Bewältigung von Krisensituationen auf Seiten der staatlichen Akteure sowie auch auf Seiten der Betreiber Kritischer Infrastrukturen essenziell.

Hierbei gilt es u. a. zu klären ab welchem Zeitpunkt von den Betreibern Kritischer Infrastrukturen Unterstützung durch die Gefahrenabwehr bzw. den Katastrophenschutz benötigt wird und ob ggf. betriebseigene Ressourcen und Fähigkeiten (der Betreiber Kritischer Infrastrukturen) als Unterstützung für die Gefahrenabwehr bzw. den Katastrophenschutz genutzt werden können.

In diesem Zusammenhang unterstützt das BBK drei Regierungsbezirke in NRW und das Land Berlin in der Anwendung des vom BBK entwickelten Ansatzes eines Integrierten Risikomanagements für den Schutz der Bevölkerung. Ziel dieses Ansatzes ist es die Katastrophenschutzplanung zu optimieren, indem ein systematischer Austausch zwischen staatlichen Akteuren (insbesondere Länder und Kommunen) und privaten Akteuren (insbesondere Betreiber Kritischer Infrastrukturen) etabliert wird. Das Integrierte Risikomanagement für den Schutz der Bevölkerung orientiert sich dabei an der anerkannten Vorgehensweise im Risikomanagementprozess, beispielsweise an der DIN ISO 31000⁵⁸ und formuliert konkrete Bedarfe und Fragen, die von der Initiierung und Vorplanung, über die Risikoanalyse und -bewertung, sowie die gemeinsame Notfallplanung bis hin zu einem optimierten gemeinsamen Krisenmanagement von Bedeutung sind (vgl. Abbildung 3).⁵⁹

Die konkrete methodische Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt auf Basis der vom BBK herausgegebenen Praxisleitfäden zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz⁶⁰, zur Identifizierung Kritischer Infrastrukturen⁶¹ und zum Risikomanagement innerhalb Kritischer Infrastrukturen⁶².

⁵⁶ BBK (Hrsg.) (2016): Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz – Ein Stresstest für die Allgemeine Gefahrenabwehr und den Katastrophenschutz. In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 16.

Vgl. hierzu auch Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/10850, S. 18.

⁵⁷ Das Gesetz über Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG) in Nordrhein-Westfalen bzw. das Gesetz über die Gefahrenabwehr bei Katastrophen (Katastrophenschutzgesetz-KatSG) des Landes Berlin.

⁵⁸ Vgl. ISO 31000 (2009) Risk management: principles and guidelines.

⁵⁹ Für eine nähere Beschreibung des Ansatzes zum Integrierten Risikomanagement wird auf den Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 (Drucksache 19/9521) verwiesen.

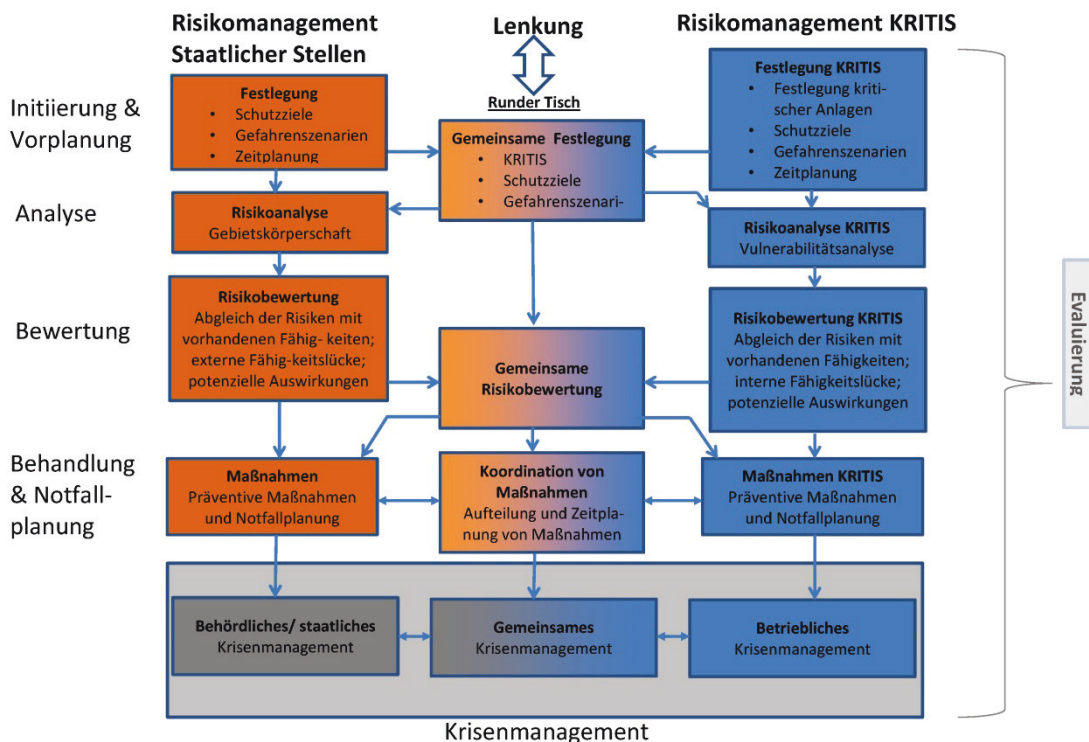
⁶⁰ BBK (Hrsg.) (2016): Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz – Ein Stresstest für die Allgemeine Gefahrenabwehr und den Katastrophenschutz. In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 16.

⁶¹ BBK (Hrsg.) (2019): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Identifizierung in sieben Schritten. In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 20.

⁶² Bundesministerium des Innern (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement, Leitfaden für Unternehmen und Behörden.

Abbildung 3

Beispielhafte Darstellung der Schnittstellen zwischen staatlichen Akteuren und Betreibern der Kritischen Infrastrukturen im Integrierten Risikomanagement für den Schutz der Bevölkerung



Quelle: BBK

Der Ansatz des Integrierten Risikomanagements für den Schutz der Bevölkerung wurde durch eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern von Behörden, Betreibern Kritischer Infrastrukturen sowie Vertretern aus der Wissenschaft in einer DIN Spezifikation⁶³ (Vorstufe zu einer DIN Norm) standardisiert und im Anschluss 2019 veröffentlicht.

⁶³ Vgl. DIN SPEC 91390:2019-12, Integriertes Risikomanagement für den Schutz der Bevölkerung.

4. Parallele Entwicklung auf internationaler Ebene

Deutschland misst der gemeinsamen Befassung mit Fragen der Erarbeitung und Anwendung von Risikoanalysen auf europäischer Ebene große Bedeutung bei. Die bi- und multilateralen Aktivitäten der EU-Kommission zum Schutz der Bevölkerung stellen dabei den richtigen Ansatz dar, um den Gedanken der Prävention im gesamten Bereich der Europäischen Union unter Wahrung des Subsidiaritätsprinzips zu verankern und zu stärken. Hierzu zählt auch der Austausch von Informationen und Methoden sowie bewährten Verfahrensweisen. In diesem Kontext arbeitet die Bundesregierung eng mit anderen Mitgliedstaaten sowie mit der Europäischen Kommission zusammen.

Mit Beschluss Nr. 1313/2013/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über ein Katastrophenschutzverfahren der Union (Unionsverfahren)⁶⁴ wurde eine neue Rechtsgrundlage zur gemeinschaftlichen Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten der Europäischen Union im Katastrophenschutz geschaffen. Mit diesem Verfahren wird angestrebt, im Bereich des Katastrophenschutzes die Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Union und den Mitgliedstaaten zu verstärken und die Koordinierung zu erleichtern, um die Wirksamkeit der Präventions-, Vorsorge- und Bewältigungssysteme für Naturkatastrophen und vom Menschen verursachte Katastrophen zu verbessern. Gemäß der Artikel 5 und 6 des Unionsverfahrens umfasst die Zusammenarbeit unter anderem ein regelmäßiges Berichtswesen seitens der Mitgliedstaaten im Bereich des Risikomanagements. Bis dato wurden der Europäischen Kommission von deutscher Seite folgende Berichte durch das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat vorgelegt:

- Risikobewertung: Im Jahr 2015 wurde erstmals eine Zusammenfassung der einschlägigen Punkte der Risikobewertungen auf nationaler und geeigneter subnationaler Ebene gemäß Artikel 6 Buchstabe a des Beschlusses 1313/2013/EU⁶⁵ erstellt und der Europäischen Kommission am 22. Dezember 2015 übermittelt. Eine Aktualisierung dieses Berichtes erfolgte 2018 in Abstimmung mit den Ländern.
- Bewertung der nationalen Risikomanagementfähigkeiten: Im Jahr 2018 war erstmals, drei Jahre nach Fertigstellung der entsprechenden Richtlinien durch die Europäische Kommission, gemäß Artikel 6 Buchstabe c des Beschlusses 1313/2013/EU ein Bericht zur Bewertung der Risikomanagementfähigkeiten der Mitgliedstaaten auf nationaler oder geeigneter subnationaler Ebene zu fertigen. Der Bericht zur Bewertung der Risikomanagementfähigkeiten Deutschlands orientierte sich in seiner Struktur an den vier Handlungsprioritäten des Sendai Rahmenwerks für Katastrophenvorsorge (2015 bis 2030) der Vereinten Nationen. Das Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction) wurde 2015 unter deutscher Beteiligung auf der dritten Weltkonferenz zur Reduzierung von Katastrophenrisiken im japanischen Sendai verabschiedet⁶⁶. Die Umsetzung des Rahmenwerks zielt darauf ab, bis 2030 die von Katastrophen verursachte weltweite Sterblichkeit, die Anzahl von Katastrophen betroffener Menschen und verursachter wirtschaftlicher Schäden sowie katastrophengebundene Beschädigungen von Kritischen Infrastrukturen und Ausfälle von Versorgungsleistungen zu verringern. Durch Katastrophenrisikomanagement sollen Risiken natürlicher und menschengemachter Gefahren verringert, die Entstehung neuer Risiken vermieden und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen erhöht werden. Um diese Ziele zu erreichen, sind im Rahmenwerk vier Handlungsprioritäten formuliert: Um das Katastrophenrisiko zu verstehen, sollten Risiken umfassend analysiert und Informationen

⁶⁴ Amtsblatt der Europäischen Union L 347/924 vom 20.12.2013: Beschluss Nr. 1313/2013/EU Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013 über ein Katastrophenschutzverfahren der Union.

⁶⁵ Auszug, vgl. Amtsblatt der Europäischen Union L 347/924 vom 20.12.2013: Beschluss Nr. 1313/2013/EU Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013 über ein Katastrophenschutzverfahren der Union:

Artikel 6 Risikomanagement

Zur Förderung eines wirksamen und kohärenten Ansatzes bei der Katastrophenprävention und -vorsorge durch den Austausch nicht sensibler Informationen, namentlich Informationen, deren Preisgabe nicht den wesentlichen Sicherheitsinteressen der Mitgliedstaaten widersprechen würde, und durch den Austausch bewährter Vorgehensweisen im Rahmen des Unionsverfahrens gehen die Mitgliedstaaten wie folgt vor:

- a) Sie erstellen Risikobewertungen auf nationaler oder geeigneter subnationaler Ebene und stellen der Kommission bis zum 22. Dezember 2015 und danach alle drei Jahre eine Zusammenfassung der einschlägigen Punkte dieser Risikobewertungen zur Verfügung;
- b) sie entwickeln und verfeinern ihre Katastrophenrisikomanagementplanung auf nationaler oder geeigneter subnationaler Ebene;
- c) sie stellen der Kommission nach der endgültigen Erarbeitung der einschlägigen Leitlinien gemäß Artikel 5 Absatz 1 Buchstabe f alle drei Jahre und jedes Mal, wenn bedeutende Änderungen vorliegen, die Bewertung ihrer Risikomanagementfähigkeit auf nationaler oder geeigneter subnationaler Ebene zur Verfügung, und sie nehmen auf freiwilliger Basis an gegenseitigen Begutachtungen der Bewertung ihrer Risikomanagementfähigkeit teil.“

⁶⁶ Resolution 69/283 der Generalversammlung, verabschiedet am 3. Juni 2015.

verbreitet werden.⁶⁷ Katastrophenvorsorge sollte sektor- und ebenenübergreifend gesteuert werden⁶⁸, Maßnahmen sollten sektorübergreifend risikoinformiert umgesetzt werden, um die Resilienz gegenüber Katastrophen zu steigern⁶⁹. Die vierte Handlungspriorität im Sendai Rahmenwerk zielt auf die Verbesserung der Vorbereitung, um im Ereignisfall wirksamer zu reagieren und für die Rehabilitation und den Wiederaufbau das Prinzip des „besser wiederaufbauen“ zu verfolgen, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen nachhaltig zu steigern.⁷⁰ Die Synergien, die sich aus dem Umsetzungsprozess des Sendai Rahmenwerkes in Deutschland und der Bewertung der Risikomanagementfähigkeiten im Zuge des Unionsverfahrens ergeben, wurden für die Berichterstellung genutzt.

Mit Inkrafttreten des Änderungsbeschlusses zum Unionsverfahren am 21. März 2019⁷¹ hat auch das Berichtswesen gemäß Artikel 6 einige maßgebliche Änderungen erfahren. Demzufolge ist der Europäischen Kommission durch die Mitgliedstaaten – erstmalig bis zum 31. Dezember 2020 und darauffolgend im Dreijahresrhythmus, oder wann immer es zu bedeutenden Änderungen kommt – ein Bericht vorzulegen, der die folgenden Elemente zu umfassen hat:

- eine Zusammenfassung der relevanten Elemente der Risikobewertungen sowie der Risikomanagementfähigkeiten der Mitgliedstaaten auf nationaler und geeigneter subnationaler Ebene, mit Schwerpunkt auf sogenannten zentralen Risiken („key risks“) sowie
- eine Beschreibung der prioritären Präventions- und Vorsorgemaßnahmen der Mitgliedsstaaten in Bezug auf zentrale Risiken mit grenzüberschreitenden Auswirkungen sowie ggfs. Risiken mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit aber schwerwiegenden Auswirkungen.

Zur Erleichterung und Vereinheitlichung des Berichtswesens haben sich Europäische Kommission und Mitgliedstaaten auf Leitlinien für die Berichterstattung über das Katastrophenrisikomanagement⁷² verständigt, die am 20. Dezember 2019 veröffentlicht wurden und einen unverbindlichen Charakter aufweisen.

Der Prozess der Berichtslegung 2020 durch Bund und Länder hat bereits begonnen. Die Abgabefrist am 31. Dezember 2020 fällt in den Zeitraum der deutschen EU-Ratspräsidentschaft, welche auch den Themen Prävention und Risikomanagement ein besonderes Augenmerk widmen wird.

⁶⁷ Vereinte Nationen (Hrsg.) (2015): Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (2015-2030), Handlungspriorität 1, Absatz 23.

⁶⁸ Vereinte Nationen (Hrsg.) (2015): Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (2015-2030), Handlungspriorität 2, Absatz 26.

⁶⁹ Vereinte Nationen (Hrsg.) (2015): Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (2015-2030), Handlungspriorität 3, Absatz 29.

⁷⁰ Vereinte Nationen (Hrsg.) (2015): Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (2015-2030), Handlungspriorität 4, Absatz 32.

⁷¹ Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union L 77 I/1 vom 20.03.2019: Beschluss (EU) 2019/420 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. März 2019 zur Änderung des Beschlusses Nr. 1313/2013/EU über ein Katastrophenschutzverfahren der Union.

⁷² Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union C 428/8 vom 20.12.2019: Bekanntmachung der Kommission: Leitlinien für die Berichterstattung über das Katastrophenrisikomanagement, Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe d des Beschlusses Nr. 1313/2013/EU

5. Ausblick

Mit Abschluss der Risikoanalyse „Erdbeben“ wurden seit Beginn der szenariobasierten Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz auf Bundesebene im Jahr 2012 insgesamt acht Risikoanalysen durchgeführt, die Gefahren und ihre Auswirkungen auf 16 Schadensparameter unter Einbeziehung von bis zu 29 Branchen der Kritischen Infrastrukturen sowie die Berücksichtigung potentieller Kaskadeneffekte darstellten.

Auf ihrer Grundlage konnte ein Überblick über Fähigkeiten und Ressourcen des Bevölkerungsschutzes aus Bundessicht generiert, und sich daraus ergebende Handlungsfelder aus Expertensicht benannt werden. Auch konnte das Zusammenwirken von Bund und Ländern im Verlauf der letzten Jahre intensiviert werden. Mit der Risikoanalyse Erdbeben ist es durch das Engagement Nordrhein-Westfalens zudem erstmalig gelungen, auch die kommunale Ebene in den Analyseprozess zu integrieren.

Im Rahmen der Erarbeitung der jeweiligen Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz des Bundes hat sich darüber hinaus ein fruchtbares behörden- und ebenenübergreifendes Netzwerk etabliert. Die Ergebnisse der Risikoanalysen werden auch über die beteiligten Behörden hinaus von Organisationen und Akteuren aus der Wissenschaft und Wirtschaft wertgeschätzt.

Die bisherigen Ergebnisse der Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz haben in der Gesamtschau gezeigt, dass die Bevölkerung, aber auch bestimmte Branchen Kritischer Infrastrukturen und Versorgungseinrichtungen ursachenunabhängig denselben Schadenswirkungen mit entsprechenden Kaskadeneffekten ausgesetzt sind. Diese kaskadierenden Effekte haben unmittelbare Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch, indem sie dessen Betroffenheit und Vulnerabilität nochmals steigern. Exemplarisch können in diesem Zusammenhang insbesondere die Kaskadeneffekte, die auf einen Stromausfall zurückzuführen sind, genannt werden. Die Risikoanalysen Hochwasser (2012), Sturm (2013), Sturmflut (2014), Dürre (2018) sowie die vorliegende Risikoanalyse Erdbeben haben gezeigt, dass ein lang anhaltender und großflächiger Stromausfall der jeweils betrachteten Gefahr als unmittelbarer Effekt immanent ist. Die Kaskadeneffekte eines Stromausfalls und die damit verbundenen komplexen Auswirkungen und Fragestellungen konnten im Rahmen der bisherigen Risikoanalysen benannt, jedoch nicht detailliert analysiert werden. Um die Auswirkungen von Kaskadeneffekten auf das zentrale Schutzgut „Mensch“ besser zu verstehen bedarf es einer detaillierteren Analysetiefe als bisher. Ziel ist es einen konkreten Erkenntnisgewinn für notwendige Handlungsfelder zu generieren und damit einen Beitrag zu einer risiko- und bedarfsorientierten Vorsorge- und Abwehrplanung im Zivil- und Katastrophenschutz zu ermöglichen.

Die Konkretisierung des methodischen Vorgehens, sowie die Frage welche Parameter es zur Umsetzung bedarf, soll im Jahr 2020 zwischen den Bundesbehörden sowie mit interessierten Ländern erörtert werden. Der Bundestagsbericht 2020 wird die Ergebnisse dieses fachlichen Diskurses darstellen.

Quellenverweis

- Amtsblatt der Europäischen Union C 428/8 vom 20.12.2019: Bekanntmachung der Kommission: Leitlinien für die Berichterstattung über das Katastrophenrisikomanagement, Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe d des Beschlusses Nr. 1313/2013/EU
- Amtsblatt der Europäischen Union L 77 I/1 vom 20.03.2019: Beschluss (EU) 2019/420 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. März 2019 zur Änderung des Beschlusses Nr. 1313/2013/EU über ein Katastrophenschutzverfahren der Union.
- Amtsblatt der Europäischen Union L 347/924 vom 20.12.2013: Beschluss Nr. 1313/2013/EU Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013 über ein Katastrophenschutzverfahren der Union.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2015): Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden. In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Bd. 13. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.kritis.bund.de/SharedDocs/Downloads/Kritis/DE/Notstromversorgung.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2016) Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz – Ein Stresstest für die Allgemeine Gefahrenabwehr u. den Katastrophenschutz). In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Bd. 16. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/PiB_16_Risikoanalyse_im_Bevoelkerungsschutz.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2017): Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/PiB_18_Treibstoffversorgung_bei_Stromausfall.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2018). BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Glossar_2018.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018)⁶: Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Buergerinformationen_A4/Ratgeber_Brosch.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2019): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Identifizierung in sieben Schritten. In: Praxis im Bevölkerungsschutz, Bd. 20. Abgerufen am 14.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/PiB_20_Schutz%20Kritischer_Infrastrukturen_Identifizierung%20in%20sieben%20Schritten.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.) (2009): Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf%20?__blob=publicationFile&v=3
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.) (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement, Leitfaden für Unternehmen und Behörden. Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/Schutz_KRITIS_Risiko_und_Krisenmanagement.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.) (2016): Konzeption Zivile Verteidigung (KZV). Abgerufen am 21.02.2020 von https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/bevoelkerungsschutz/konzeption-zivile-verteidigung.pdf;jsessionid=193AD870E330885B9D32E2DBC08AAAE5.2_cid364?__blob=publicationFile&v=1

- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.) (2018): VS-NfD Konzept zur Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen im Spannungs- und Verteidigungsfall.
- Bundesministerium der Verteidigung (Hrsg.) (2016): Weißbuch 2016 zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr.
- Bundeswehr: Zentralvorschrift A1-255/0-4 (VS-NfD) für Hilfeleistungen der Bundeswehr im Inland.
- Bundeswehr: Zentralvorschrift A1-255/0-5 (VS-NfD) „Einsatzoptionen, Kräfte und Fähigkeiten der Bundeswehr zur Hilfeleistung im Inland“.
- Deutscher Bundestag (2010): Drucksache 17/4178.
- Deutscher Bundestag (2011): Drucksache 17/8250.
- Deutscher Bundestag (2012): Plenarprotokoll 17/162.
- Deutscher Bundestag (2013a): Drucksache 17/12051.
- Deutscher Bundestag (2013b): Drucksache 18/208.
- Deutscher Bundestag (2014): Drucksache 18/3682.
- Deutscher Bundestag (2015): Drucksache 18/7209.
- Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/10850.
- Deutscher Bundestag (2017): Drucksache 19/9520.
- Deutscher Bundestag (2018): Drucksache 19/9521.
- DIN SPEC 91390:2019-12, Integriertes Risikomanagement für den Schutz der Bevölkerung.
- Goldschmidt, K.; Mahsmouli, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2019): Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Bestimmung der Erdbebenschädigung. 16. D-A-CH Tagung Erdbebeningenieurwesen & Baudynamik (D-A-CH 2019), 679 – 686.
- Lönhoff, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2017): Parameter zur Beschreibung des Schädigungspotenzials bei Erdbeben. In: Bauingenieur 92 D-A-CH-Mitteilungsblatt, S7 - S14.
- Maiwald, H. u. Schwarz, J. (2020): Simulative Erdbebenschadensmodellierung auf Grundlage der EMS-98 – Realitätsnähe und Prognosefähigkeit. In: Bautechnik 97, 04.
- Pilz, M., Nievas, C., Prehn, K., Razafindrakoto, H., Schorlemmer, D., Weatherill, G., Spies, T. & Lege, T. (2020): Seismic risk analysis in Germany: An example from the Lower Rhine Embayment, Scientific Technical Report GFZ
- Schweizerischer Erdbebendienst und ETH Zürich (Hrsg.) (2016): Hilfe, die Erde bebt! – Was tun im Ereignisfall? Abgerufen am 21.02.2020 von <http://www.seismo.ethz.ch/de/earthquakes/what-to-do/>
- Statistisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Pendleratlas NRW. Abgerufen am 21.02.2020 von <https://www.pendleratlas.nrw.de/>
- Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Beinersdorf, S. (2018a): Evaluation of the vulnerability of existing building stocks under single and Multi Hazard impact, At the: 16th European Conference on Earthquake Engineering (ECEE), Thessaloniki, Greece, 18-21 Juni 2018.
- Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Langhammer, T.; Beinersdorf, S. (2018b): Konzeptionelle Grundlagen und Tools zur Bewertung der Multi Hazard Verletzbarkeit von Bestandsbauten, In: Bautechnik, Volume 95 Issue 09, S. 639-652.
- ISO 31000 (2009) Risk management: principles and guidelines.
- Vereinte Nationen, Generalversammlung (2015). Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge (2015 – 2030).

Internetquellen:

http://www.nug.rwth-aachen.de/index.php?main_action=detail&main_id=121&, abgerufen am 10.02.2020.

https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2018/Projekt_KUBAS.html

http://www.geoverbund-abcj.de/SharedDocs/Meldungen/GEOVERBUND/DE/Meldungen/20151120_shake-out-day-aachen.html, abgerufen am 10.02.2020.

<https://ratsinfo.muelheim-ruhr.de/buerger/vo020.asp?VOLFDNR=1866&options=4>, abgerufen am 21.02.2020.

<https://www.edac.biz/forschung/erdbeben/feldeinsaetze-deutsche-taskforce-erdbeben/>, abgerufen am 21.02.2020.

<http://www.gesetze-im-internet.de/thw-helfrg/>, abgerufen am 21.02.2020.

<https://br500.thw.de/der-br-500/>, abgerufen am 21.02.2020.

http://bib.gfz-potsdam.de/pub/schule/merkblatt_erdbeben_0209.pdf, abgerufen am 21.02.2020.

https://www.gd.nrw.de/gg_le.htm, abgerufen am 21.02.2020.

<https://warnung.bund.de/>, abgerufen am 21.02.2020

Anhang

Risikoanalyse Bevölkerungsschutz Bund

**Risikoanalyse
Erdbeben**

Stand: Februar 2020

Die Risikoanalyse „Erdbeben“ wurde unter Mitwirkung folgender Bundesbehörden erstellt:

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK),
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), fachlich federführende Behörde
 - zusammen mit Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ),
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR),
- Bundesamt für Naturschutz (BfN),
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH),
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE),
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI),
- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW),
- Bundespolizei (BPOL),
- Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM),
- Kommando Streitkräftebasis (KdoSKB),
- Robert Koch-Institut (RKI),
- Bundesamt für Justiz (BfJ),
- Bundesnetzagentur (BNetzA),
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

Des Weiteren wirkten bei der Erstellung der Risikoanalyse mit:

- Innenministerium Nordrhein-Westfalen,
- Bezirksregierung Köln,
- Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb -, Landeserdbebendienst,
- Stadt Köln – Berufsfeuerwehr,
- Rhein-Erft-Kreis,
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen),
- Fachhochschule Aachen,
- Erdbebenstation Bensberg, Universität zu Köln,
- Bauhaus Universität Weimar,
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Technische Universität Kaiserslautern,
- Unternehmen der Energie- und Wasserwirtschaft,
- DB Netz AG.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	41
Tabellenverzeichnis	42
Ergebnis der Risikoanalyse im Überblick	43
I. Szenario	45
1. Definition der Gefahr/Ereignisart	49
2. Beschreibung des Ereignisses	50
2.1 Auftretensort/Räumliche Ausdehnung/Betroffene Bevölkerung	50
2.2 Zeitpunkt	51
2.3 Auslösende Ereignisse	51
2.4 Intensität, Verlauf und Dauer	52
2.5 Vorhersagbarkeit/Vorwarnung/Kommunikation	53
2.6 Behördliche Maßnahmen	54
2.7 Bevölkerung	56
3. Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung	58
II. Eintrittswahrscheinlichkeit	86
III. Schadenausmass	87
IV. Leistungen des Bundes	102
V. Erkenntnisse	112
VI. Handlungsfelder	115
1.1 Handlungsfeld: Administratives und operatives Krisenmanagement	115
1.2 Handlungsfeld Kritische Infrastrukturen	117
1.3 Handlungsfeld Forschung	118
1.4 Handlungsfelder sonstiger Art	120
VII. Literatur und weiterführende Informationen	122

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Die Seismizität in Mitteleuropa.....	45
Abbildung 2: Seismotektonische Situation im nördlichen Rheingebiet.....	46
Abbildung 3: Beobachtete kumulative Seismizitätsraten und Magnituden – Häufigkeitsverteilungen	47
Abbildung 4: Kurzfassung der Europäischen Makroseismischen Skala 1998	48
Abbildung 5: Skizze zur Beschreibung der Entstehung und Auswirkungen eines Erdbebens.....	49
Abbildung 6: Das Epizentralgebiet.....	51
Abbildung 7: Makroseismische Intensitäten nach EMS-98 für das Stadtgebiet Köln	53
Abbildung 8: Transportströme Binnenschiff, Bahn, Straße 2030.....	64
Abbildung 9: Masse der verschiedenen transportierten Waren über Köln Hbf und Köln Südbrücke.....	66
Abbildung 10: Güterverkehr Straßenbrücken/-strecken in Köln	68

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Überblick Schadensausmaß	44
Tabelle 2: Zugeordnete Schadensausmaß-Klassen	44
Tabelle 3: Viehbestände und Haltungen im Epizentralgebiet	75
Tabelle 4: Acker- und Gartenbaukulturen im Epizentralgebiet	75

Ergebnis der Risikoanalyse im Überblick**Eintrittswahrscheinlichkeit:**

Die Eintrittswahrscheinlichkeit des der Risikoanalyse zugrundeliegenden Ereignisses wird der Klasse B (unwahrscheinlich) zugeordnet. Es handelt sich um ein Ereignis, das statistisch in der Regel einmal in einem Zeitraum von 1.000 bis 10.000 Jahren auftritt.

Schadensausmaß:

Schutzgut	Schadensparameter		Schadensausmaß				
			A	B	C	D	E
MENSCH	M ₁	Tote	[Bar chart showing high impact]				
	M ₂	Verletzte, Erkrankte	[Bar chart showing high impact]				
	M ₃	Hilfebedürftige	[Bar chart showing high impact]				
	M ₄	Vermisste	[Bar chart showing high impact]				
UMWELT	U ₁	Schädigung geschützter Gebiete	[Bar chart showing low impact]				
	U ₂	Schädigung von Oberflächengewässern/Grundwasser	[Bar chart showing low impact]				
	U ₃	Schädigung von Waldflächen	[Bar chart showing low impact]				
	U ₄	Schädigung landwirtschaftlicher Nutzfläche	[Bar chart showing low impact]				
	U ₅	Schädigung von Nutztieren	[Bar chart showing low impact]				
VOLKS- WIRTSCHAFT	V ₁	Auswirkungen auf die öffentliche Hand	[Bar chart showing high impact]				
	V ₂	Auswirkungen auf die private Wirtschaft	[Bar chart showing high impact]				
	V ₃	Auswirkungen auf die privaten Haushalte	[Bar chart showing high impact]				
IMMATERIELL	I ₁	Auswirkungen auf die öffentliche Sicherheit und Ordnung	[Bar chart showing high impact]				
	I ₂	Politische Auswirkungen	[Bar chart showing high impact]				
	I ₃	Psychosoziale Auswirkungen	[Bar chart showing high impact]				
	I ₄	Schädigung von Kulturgut	[Bar chart showing high impact]				

Tabelle 1: Überblick Schadensausmaß: Zuordnungen der jeweiligen Schadensausmaß-Klasse gemäß aktueller Klassifikation des Schadensausmaßes für die Risikoanalyse Bevölkerungsschutz Bund (Vgl. Kapitel III. Schadensausmaß). (Quelle: BBK)

Schutzgut	Schadensausmaß-Klasse
MENSCH	M ₁ D: > 1.000 - 10.000 Tote
	M ₂ E: > 10.000 Verletzte
	M ₃ E: > 100.000 Hilfebedürftige für > 1 Monat
	M ₄ C: > 100 - 1.000 Vermisste
UMWELT	U ₁ A: ≤ 0,005% der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
	U ₂ A: ≤ 0,01% der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
	U ₃ A: ≤ 0,01% der gesamten Waldfläche geschädigt
	U ₄ B: > 0,01% - 0,1 der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
	U ₅ B: > 1.500 - 15.000 Großvieheinheiten geschädigt
VOLKS- WIRTSCHAFT	V ₁ D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand haben einen so großen, überregionalen bis bundesweiten Umfang, dass der Bund aufgrund seiner gesamtstaatlichen Verantwortung kurz- bis mittelfristig begrenzte Finanzmittel zur Verfügung stellen muss. Umschichtungen im Haushalt können den Mittelbedarf nicht abdecken, ein Nachtragshaushalt auf Bundesebene muss verabschiedet werden. Das EU-Hilfsprogramm kann in Anspruch genommen werden.
	V ₂ D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft haben einen großen, überregionalen Umfang, und viele der betroffenen Unternehmen können diese nicht aus eigener Kraft tragen. Mittel- bis längerfristige Umsatzausfälle sind für die betroffenen Branchen bzw. Firmen zu erwarten. Zahlreiche Firmen gehen in die Insolvenz, weitere Firmen sind von Insolvenz bedroht; in einigen Branchen sind mittelfristige überregionale Auswirkungen (Zulieferfirmen) festzustellen. Der Bund ist gefordert, Wiederaufbauprogramme zu fördern. Rezession droht.
	V ₃ D: > 200.000 - 400.000 Haushalte betroffen
IMMATERIELL	I ₁ C: Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist auf regionaler bis überregionaler Ebene nur mit erhöhtem Aufwand möglich.
	I ₂ D: Große politische Auswirkungen bis auf Bundesebene
	I ₃ B: > 100.000 - 1.000.000 Personen betroffen
	I ₄ E: > 1% der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten Bauwerke beschädigt/zerstört

Tabelle 2: Zugeordnete Schadensausmaß-Klassen, (Quelle: BBK)

I. Szenario

Aktualität und Hintergrund

Erdbeben treten nicht nur an den geologischen Plattengrenzen, z. B. entlang der Pazifikküsten auf, sondern auch im sogenannten Intraplattenbereich wie in Mitteleuropa. Abbildung 1 stellt die Verteilung von Epizentren von Erdbeben in Mitteleuropa mit Magnituden M_w^{73} zwischen 2,5 bis 7,0 dar, die im Zeitraum von 800 n.Chr. bis heute auftraten. Es wird klar, dass die Bebenherde in Mitteleuropa und auch innerhalb Deutschlands flächenmäßig nicht gleichmäßig verteilt sind, sondern sich in wenigen Zonen einer erhöhten Bebenaktivität konzentrieren.

Die höchste Bebenaktivität in Deutschland weist die Seismizitätszone entlang des Rheingebietes auf. Diese erstreckt sich im Norden bis in die Niederlande, umfasst die gesamte Niederrheinische Bucht und reicht bis in die Region Köln/Bonn im Süden und Düren/Aachen/Maastricht im Westen (und von dort in die Region Limburg). Entlang des Mittelrheins zeigt das Gebiet um Koblenz die höchste Bebenaktivität. Das nördliche Oberrheingebiet vom Raum Karlsruhe bis Mainz weist im nördlichsten und südlichsten Teil, d. h. im Gebiet Rheinstetten-Rastatt weitere Seismizitätsschwerpunkte auf. Der südliche Teil des Oberrheingrabens zeigt erhöhte Bebenaktivität im Raum Straßburg sowie in seinem südlichen Teil.

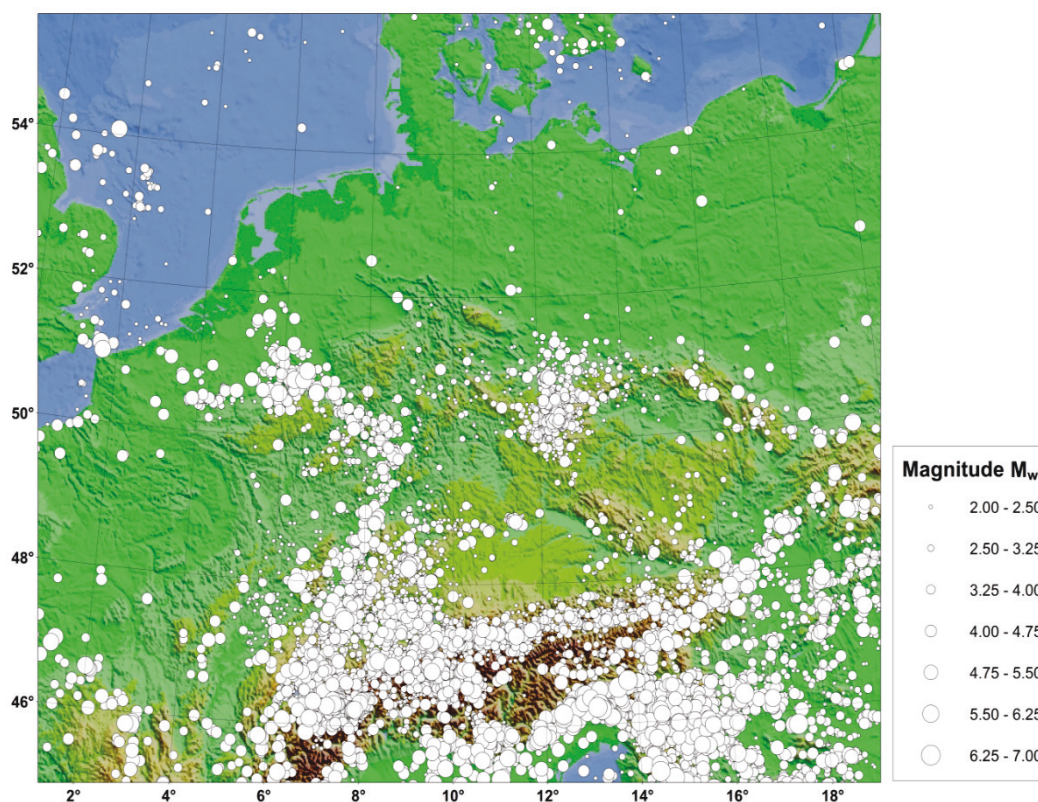


Abbildung 1: Die Seismizität in Mitteleuropa nach einer aktualisierten Datenbank von Leydecker (2011), Grünthal und Wahlström (2012) und Grünthal et al. (2018). Es werden nur tektonische Beben (weiße Kreise) angezeigt; Vor- und Nachbeben sind nicht dargestellt.

⁷³ Die Magnitude ist eine messtechnisch festgelegte physikalische Größe, die anhand von Aufzeichnungen der Bodenbewegung, sogenannter Seismogramme, bestimmt wird. Sie korreliert mit der Stärke des Erdbebens und mit der in Form seismischer Wellen abgestrahlten Energie. Es sind mehrere Magnitudenskalen gebräuchlich, die sich dadurch unterscheiden, welche Informationen aus dem Seismogramm zur Berechnung verwendet wurden. Dies erklärt unterschiedliche Magnitudenwerte, die häufig für gleiche Beben genannt werden. Für diese Risikoanalyse wird im weiteren Verlauf die Momentenmagnitude (M_w) verwendet, die einen direkten Bezug zur Dimension der Bruchfläche des Bebens hat und die heute weltweit die bevorzugte Magnitudenskala ist.

Demgegenüber beschreibt die Intensität (dieser Begriff wird im weiteren Verlauf noch eingeführt) die Schadenswirkung und -verteilung eines Bebens. Die Intensität bezieht sich immer auf ein bestimmtes räumliches Gebiet, d. h. für ein einzelnes Beben mit einer Magnitude gibt es räumlich unterschiedliche Intensitätswerte. Die Intensität wird u.a. bestimmt anhand einer Analyse der lokalen Schadenswirkungen in Abhängigkeit der betroffenen Gebäudetypen.

Im Fokus auf die Niederrheinische Bucht (vgl. Abb. 2) fällt auf, dass in diesem Gebiet im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland eine hohe⁷⁴ seismische Gefährdung vorhanden ist; es ist auch jährlich mit spürbaren Beben zu rechnen. Neben einigen untergeordneten Verwerfungen, die das Stadtgebiet und die Großstadtregion Köln direkt durchziehen, bildet das Erft-Störungssystem / der Erftsprung („ERF“ in Abb. 2) eine der Hauptverwerfungen in der Niederrheinischen Bucht westlich der Stadt Köln. Der Erftsprung bezeichnet hierbei die Grenze zwischen zwei Schollen der Niederrheinischen Bucht, der „Kölner Scholle“ im Osten und der „Erftscholle“ im Westen. In der Region zeichnet sich der Erftsprung insbesondere durch eine signifikant hohe Bewegungsrate und seine seismische Aktivität aus. In der Nähe des Erftsprungs liegt die Stadt Köln als eine der größten Städte bzw. Regionen in der Niederrheinischen Bucht in Hinblick auf Bevölkerung, Siedlungsgebiet und Wirtschaftskraft. Daher besteht hier ein besonders hohes Risiko für den Verlust von Menschenleben bzw. ihre Verletzung sowie für die Zerstörung von Funktionen der Infrastruktur und der Industrie sowie für den Verlust materieller Werte.

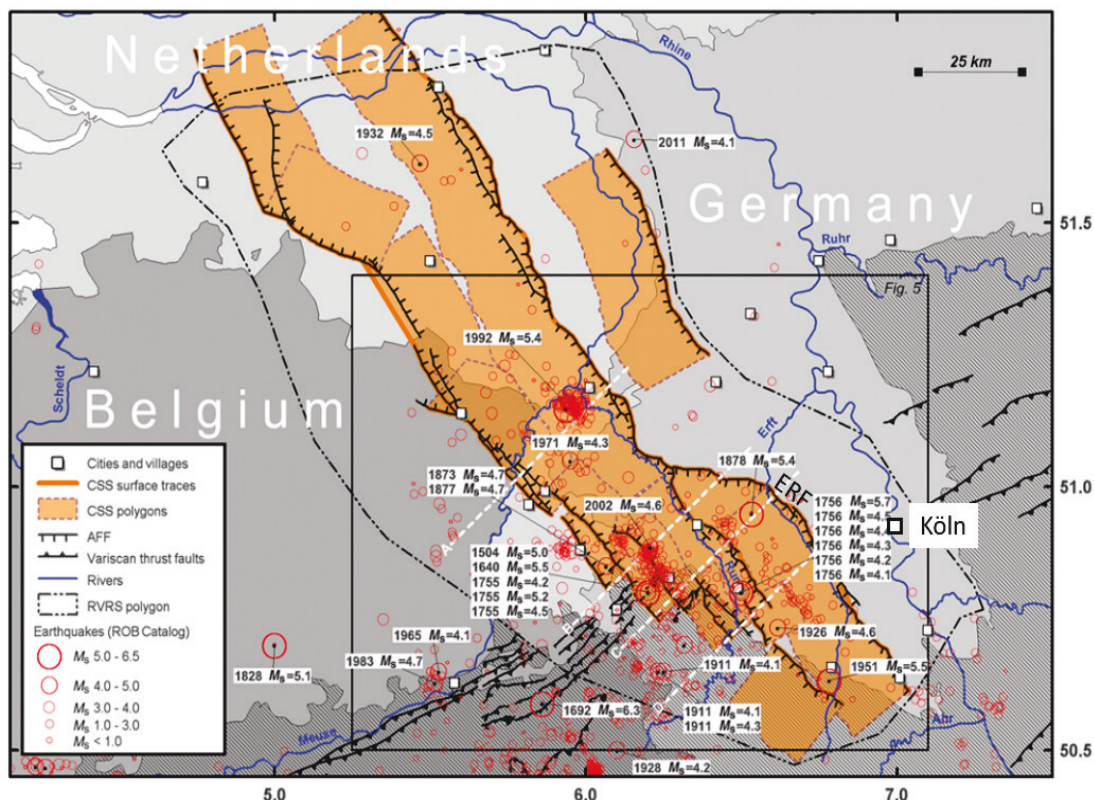


Abbildung 2: Seismotektonische Situation im nördlichen Rheingebiet (nach Vanneste et al. 2013). Rote Kreise markieren die Epizentren lokaler Erdbeben. Stärkere Beben sind mit Magnitude und Jahreszahl angegeben. Wesentliche seismisch aktive Verwerfungen sind als schwarze Linien mit einseitig anhaftenden Elementen eingezeichnet. „ERF“ bezeichnet den Erftsprung⁷⁵.

Statistische Analysen unter Berücksichtigung der großen damit einhergehenden Unsicherheiten (vgl. Abb. 3) haben gezeigt, dass in der Niederrheinischen Bucht rund alle 100 bis 300 Jahre mit einem Beben der Magnitude M_W um 5,5 und rund alle 1000 bis 3000 Jahre mit einem Beben der Magnitude M_W um 6,5 zu rechnen ist⁷⁶. Noch stärkere Beben können jedoch explizit nicht ausgeschlossen werden. Beispielsweise sind stärkere Erdbeben (M_W um 6,8) bei paläoseismologischen Untersuchungen in mehreren Aufschlüssen an Hauptverwerfungen der Niederrheinischen Bucht nachgewiesen worden. Nach Annahmen des Geologischen Dienstes Nordrhein-

⁷⁴ Hinweis: Im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland weist die Niederrheinische Bucht eine hohe Gefährdung auf, im globalen Vergleich ist die Gefährdung jedoch gering bis moderat.

⁷⁵ Hinweis: Der Erft-Sprung setzt sich im Paper von Vanneste et al. (2013) aus dem Swist-Sprung und dem Horremer Sprung zusammen. Ob dies eine einzelne Segmentengrenze darstellt und/oder zusammen veranschlagt werden kann, ist offen.

⁷⁶ Stromeyer, Grünthal (2015)

Westfalen (GD NRW), nach Vanneste et al. (2013) und nach Grünthal et al. (2018) liegt das maximal mögliche Beben für den Erftsprung bei einer Momentenmagnitude M_w 7,1, allerdings über wesentlich längere Zeiträume.

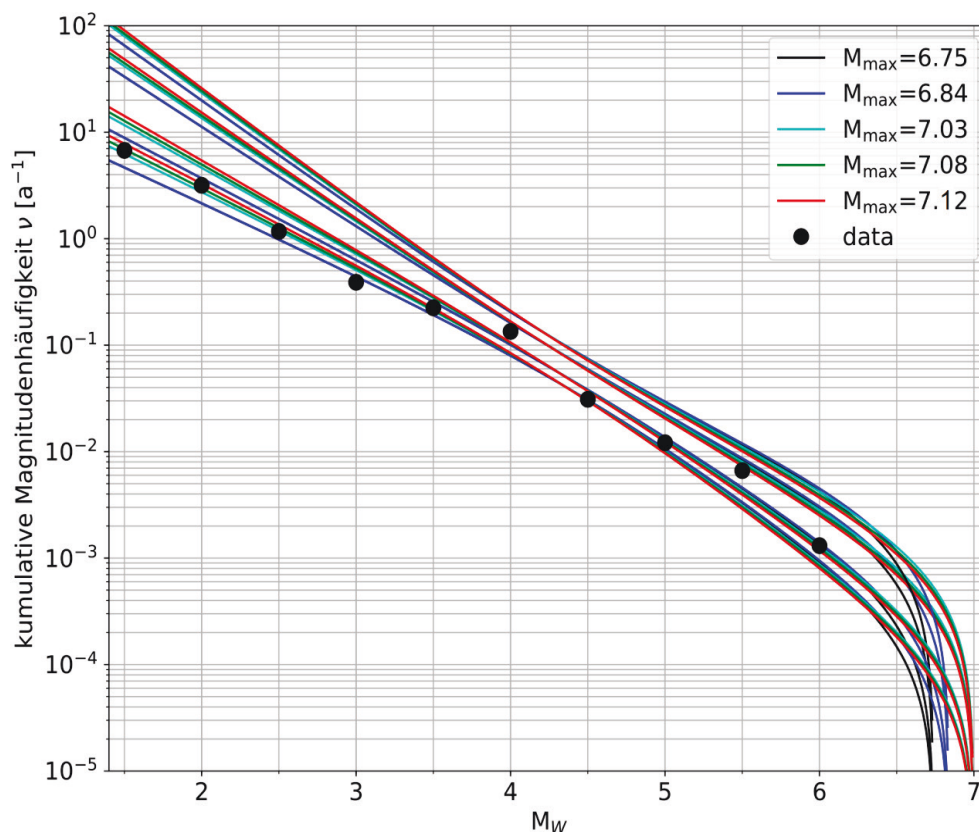


Abbildung 3: Beobachtete kumulative Seismizitätsraten (schwarze Kreise) und Magnituden-Häufigkeitsverteilungen für fünf verschiedene maximale Magnituden M_w (farbige Linien) für die gesamte Niederrheinische Bucht (large scale seismic source zone A12 in Grünthal et al. 2018). Dieses Modell basiert auf einer tektonischen Krustenblockeinteilung für Zentraleuropa. Mehr als 70 in der Zone aufgetretene Erdbeben wurden für die Erstellung der Magnitudenhäufigkeitsverteilung verwendet. Das Modell basiert auf einer doppelt abgeschnittenen exponentiellen Frequenzfunktion, um damit die kumulierten Seismizitätsraten durch verschiedene Häufigkeitsverteilungen darstellen zu können. Gleichfarbige Linien quantifizieren die Unsicherheiten der geschätzten Seismizitätsraten durch eine sogenannte Vier-Punkt-Diskretisierung. Für große Magnituden überlappen die türkise, die grüne und die roten Kurven.

Ergänzend muss erwähnt werden, dass die lokale seismische Einwirkung durch ein Erdbeben sowohl von der freigesetzten Energie des Erdbebens (d. h. seiner Magnitude) als auch von der Entfernung des Erdbebens vom untersuchten Standort und der Herdtiefe abhängt. Diese Faktoren bilden die Grundlage für die Ausarbeitung eines realistischen Szenarios. Weiterhin spielen die lokalen geologischen Gegebenheiten am Standort eine große Rolle, da sie die Erschütterungen in besonderer Weise verstärken sowie die Dauer der Bodenbewegung signifikant verlängern können. Im Rahmen der seismischen Gefährdungsanalyse erfolgt üblicherweise eine Angabe der Größe einer Bodenbewegung⁷⁷ bei vorgegebener Eintrittswahrscheinlichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraums.

Die regionale seismische Einwirkung, wie sie in der aktuellen seismischen Gefährdungsanalyse von Grünthal et al. (2018) beschrieben ist, stellt den aktuellen Wissensstand dar. Es kann jedoch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass in Zukunft durch Bewegungen an bislang nicht erkannten geologischen Störungen starke Beben ausgelöst werden können, die näher an der Stadt Köln liegen als der Erftsprung (d. h. eine Unterschätzung der seismischen Gefahr kann nicht ausgeschlossen werden). Verstärkend kommt hinzu, dass in der Region Köln großflächig geologisch ungünstige Gegebenheiten vorliegen (d. h. Sedimentschichten zwischen 300 m

⁷⁷ z. B. Peak Ground Acceleration (PGA) – Spitzenbodenbeschleunigung

bis 400 m Mächtigkeit), welche die Stärke der Bodenbewegung stark beeinflussen und die lokale Gefährdung erhöhen können (sog. Standorteffekte). Der Grund hierfür ist der große Kontrast der Gesteinseigenschaften zwischen den locker gelagerten Sedimentschichten und dem viel kompakteren, darunterliegenden Felsuntergrund. Dieser Kontrast führt zu einer Erhöhung der Bodenbewegungsamplitude an der Oberfläche im Vergleich zu der Bewegung, die an der Basis der Sedimentschichten eintritt, sowie zu einem Resonanzeffekt (d. h. die einfallende seismische Energie verbleibt aufgrund physikalischer Gesetze in den oberflächennahen Sedimentschichten).

Im Gegensatz zur physikalischen Beschreibung der Erdbebenstärke durch einen einzigen Magnitudenwert variiert die Intensität des Bebens an der Oberfläche. Die makroseismische Intensität eines Erdbebens ist hierbei ein Maß für die räumliche Schadenswirkung auf Bauwerke oder für die Wahrnehmung durch Menschen; zu deren Bestimmung sind keine Messgeräte erforderlich. Ähnlich wie bei der Windstärkenskala umfasst die in Europa verwendete Europäische Makroseismische Skala (EMS-98)⁷⁸ zwölf Stärkegrade, die meist in römischen Ziffern angegeben werden; eine Beschreibung liefert Abbildung 4.

EMS Intensität	Definition der Intensität	Beschreibung der maximalen Wirkungen (stark verkürzt)
I	nicht fühlbar	Nicht fühlbar.
II	kaum bemerkbar	Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
III	schwach	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern.
IV	deutlich	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türenklappern.
V	stark	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Wenige werden verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Gegenstände werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf oder zu.
VI	leichte Gebäudeschäden	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden wie feine Mauerrisse und das Abfallen von z. B. kleinen Verputzteilen.
VII	Gebäudeschäden	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen in großen Mengen aus Regalen. An vielen Häusern solider Bauart treten mäßige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
VIII	schwere Gebäudeschäden	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf; d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
IX	zerstörend	Allgemeine Panik unter den Betroffenen. Sogar gut gebaute gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. Viele schwächere Bauten stürzen ein.
X	sehr zerstörend	Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
XI	verwüstend	Die meisten Bauwerke, selbst einige mit gutem erdbebengerechtem Konstruktionsentwurf und -ausführung, werden zerstört.
XII	vollständig verwüstend	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

Abbildung 4: Kurzfassung der Europäischen Makroseismischen Skala 1998 (EMS-98) nach Grünthal et al. (1998).

Unter seismischer Vulnerabilität (oder Verletzbarkeit) wird die Anfälligkeit von Bauwerken gegenüber Erdbebeneinwirkungen verstanden. „Hohe Vulnerabilität“ bedeutet, dass ein Bauwerk bereits bei geringer Erdbebeneinwirkung Schaden erleidet, wogegen ein Bauwerk mit „geringer Vulnerabilität“ bei gleicher Erdbebeneinwirkung dementsprechend weniger Schaden aufweist. Die Vulnerabilität ist somit ein wesentlicher Faktor in der

⁷⁸ Grünthal et al. (1998)

Schadensberechnung. Es sei angemerkt, dass die in Abbildung 4 gezeigte Skala EMS-98 von einer Schadensverteilung für den „normalen“⁷⁹ Gebäudebestand ausgeht.

Die Grundlage für die Berechnung der Verletzbarkeit stellt eine Gebäudestatistik dar, in der die Anzahl von Gebäuden in den einzelnen Stadtvierteln, nach Bauperioden unterteilt, aufgelistet ist. Für das Stadtgebiet von Köln wurden in der Vergangenheit im Projekt Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK) Untersuchungen hierzu durchgeführt⁸⁰. Diese Daten bilden die Grundlage für die hier durchgeführte Zuweisung der Verletzbarkeit.

Auf Basis vorliegender Daten und Erkenntnisse kann man schließen, dass die ungünstigen Faktoren, die bei verschiedenen vergleichbaren Ereignissen in der Vergangenheit aufgetreten sind und zu hohen Schäden geführt haben, sich auch für die Stadt Köln und ihr Umland (insbesondere das westliche Umland) feststellen lassen.

Einzelheiten zu den Grundlagen des Szenarios und zur auf ihm basierenden seismischen Risikoanalyse finden sich in Pilz et al. (2020).

1. Definition der Gefahr/Ereignisart

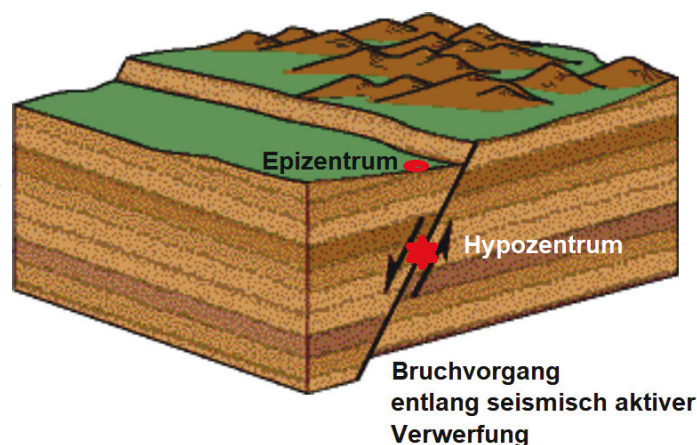


Abbildung 5: Skizze (nicht maßstabsgerecht) zur Beschreibung der Entstehung und Auswirkungen eines Erdbebens (der rote Stern markiert das Hypozentrum) aufgrund der Bewegung an einer aktiven geologischen Störung / Verwerfung (durch Pfeile markiert).

Erdbeben werden aufgrund spontaner Bruchvorgänge in der Erde ausgelöst. Gründe dafür sind tektonische Prozesse, die zuvor über lange Zeiträume zum Aufbau von starken Spannungen im Erdinneren geführt haben. Abbildung 5 zeigt exemplarisch, wie sich eine geologische Störungsfläche beim Bruchvorgang bewegen kann. Entlang der Bruchzone findet ein Versatz statt; diese Bruchfläche ist der Ausgangspunkt für seismische Wellen. Als Folge daraus treten Erschütterungen an der Erdoberfläche auf, die nicht nur durch den Bruchvorgang selbst charakterisiert sind, sondern die auch stark durch die oberflächennahen Erdschichten beeinflusst werden können (s. o.). Die Bruchfläche selbst kann bis zur Erdoberfläche reichen und dort zu einem permanenten Versatz führen (vgl. Abb. 5).

⁷⁹ Unter „normalem“ Gebäudebestand sind hier Gebäude der Gebäudeklassen 1, 2 und 4 gem. § 2 Abs. (3) BauO NRW gemeint. Nicht berücksichtigt wurden Sonderbauten gem. § 50 BauO NRW (z.B. Hochhäuser, Krankenhäuser, Büro- und Verwaltungsgebäude mit mehr als 3000 m² Geschossfläche).

⁸⁰ Schwarz et al. (2004a, 2004b, 2006), Grünthal et al. (2006)

Als Sekundäreffekte können die Erschütterungen Hangrutschungen generieren, und es können bei gewissen ungünstigen Untergrundbedingungen lokale Effekte wie Bodenverflüssigung⁸¹ (insbesondere in den südlichen Stadtgebieten von Köln nahe des Rheins) und Spaltenbildungen auftreten. Diese Effekte werden im Rahmen dieser Analyse jedoch nicht weiter betrachtet.

Durch ein Beben allein (Hauptbeben) wird gewöhnlich nicht die gesamte angestaute Deformationsenergie freigesetzt, d. h. es ist immer mit Nachbeben zu rechnen. Mehrere stärkere Nachbeben können über einen Zeitraum von Wochen bis zu mehreren Monaten nach dem Hauptbeben auftreten. Gewöhnlich nimmt die Zahl und Stärke der Nachbeben pro Zeiteinheit meistens rasch ab; es kann jedoch auch nicht ausgeschlossen werden, dass ein zweites Erdbeben von ähnlicher Stärke innerhalb von Stunden oder Tagen nach dem ersten, starken Erdbeben folgt.

2. Beschreibung des Ereignisses

Das vorliegende Szenario beschreibt ein Erdbeben in der Niederrheinischen Bucht westlich von Köln. Infolge dieses (Haupt-) Bebens kommt es zu großräumigen Beschädigungen bis hin zu Zerstörungen von Gebäuden und Infrastruktur in der Stadtregion Köln sowie ihrem Umland.

Es wird davon ausgegangen, dass nach dem Hauptbeben spürbare Nachbeben in der gleichen Herdregion noch mehrere Wochen auftreten. Ihre Häufigkeit und Stärke nimmt dabei i. d. R. im Laufe der Zeit immer stärker ab.⁸² Diese Nachbeben werden in der Folge im Szenario nicht weiter spezifiziert und nicht detaillierter betrachtet. In diesem Zusammenhang muss auch darauf hingewiesen werden, dass auch mögliche weitere Einflüsse, z. B. bestimmte Wetterlagen wie Sturm oder Starkniederschlag und sich daraus ergebende Kaskadeneffekte Auswirkungen haben. Diese können während und nach dem Erbebenereignis auftreten und entsprechend Einfluss auf die Ereignisbewältigung und/oder auf die Wiederaufbauphase nehmen. Zum Zweck der Handhabbarkeit der Analyse werden diese Einflüsse ebenfalls nicht weiter berücksichtigt bzw. thematisiert.

2.1 Auftretensort/Räumliche Ausdehnung/Betroffene Bevölkerung

Wo passiert das Ereignis / Welches Gebiet ist durch das Ereignis betroffen?

Das Erdbeben ereignet sich am Erftsprung, in der Niederrheinischen Bucht. Das Hypozentrum⁸³ liegt nahe der Oberfläche in einer Tiefe von nur ca. 4 km. Die ausgelösten Erschütterungen sind in einem Umkreis von mehreren hundert Kilometern spürbar. Die Auswirkungen der Erderschütterungen sind dabei im sogenannten Epizentralgebiet, in dem ca. 2,4 Millionen Menschen leben, am höchsten. Innerhalb dieses Gebietes ist die Stadt Köln mit ihrem südlichen und westlichen Umland (Rhein-Erft-Kreis, nördlicher Kreis Euskirchen und nordöstlicher Rhein-Sieg-Kreis, Abb. 6) besonders betroffen.⁸⁴ Dem Hauptbeben folgt eine Vielzahl, im Epizentralgebiet teils deutlich spürbarer Nachbeben.

⁸¹ Bodenverflüssigung kann infolge starker Erschütterungen bei wassergesättigten, locker gelagerten Bodenschichten durch ein Erdbeben stattfinden, insbesondere wenn das Grundwasser oberflächennah ansteht. Im Kölner Stadtgebiet liegt der Grundwasserspiegel in Rheinnähe bei rund 6 Metern unter Flur und steigt nach Westen und Osten stark an; hier sind teilweise auch Flurabstände von über 15 bis zu 20 Metern unter Flur möglich.

⁸² Nach stärkeren Ereignissen ist in den meisten Fällen das Auftreten von Nachbeben zu beobachten, deren Magnituden oft etwa eine Skaleneinheit geringer sind als beim Hauptbeben. Diese Nachbebenaktivität kann – abhängig von der Stärke der Ereignisse – noch über Tage bis etliche Monate in der gleichen Herdregion anhalten.

⁸³ Das Hypozentrum bezeichnet den Erdbebenherd, also den Punkt von dem ein Erdbeben ausgeht (vgl. Abb. 5 und Abb. 6).

⁸⁴ Zu den ca. 2,4 Mio. Einwohnern des Epizentralgebietes kommen noch ein Einpendler-Überschuss insbesondere in den Großstädten Köln und Bonn und Touristen hinzu, sodass die Tagesbevölkerung zum Zeitpunkt des Ereignisses die Einwohnerzahl sehr wahrscheinlich noch übersteigen wird (vgl. hierzu auch <https://www.pendleratlas.nrw.de/>)

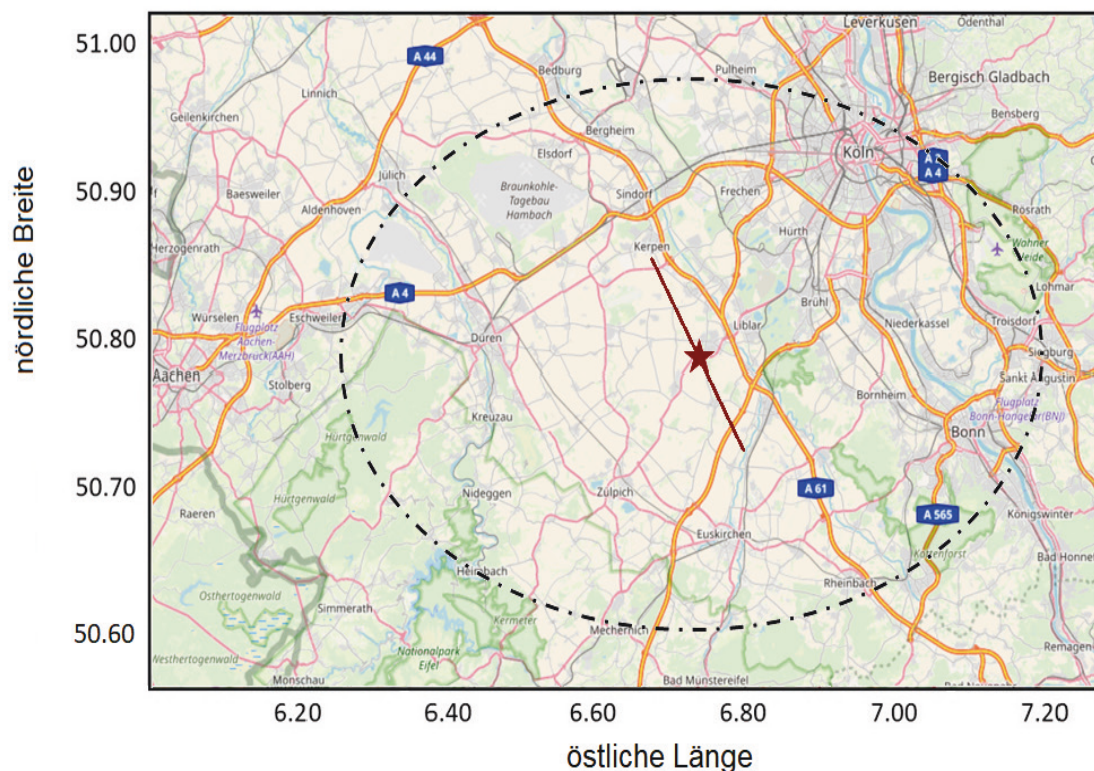


Abbildung 6: Der Kartenausschnitt zeigt das Gebiet, in dem die Auswirkungen des Bebens am stärksten sind. Das Epizentralgebiet ist durch die schwarze Ellipse gekennzeichnet. Innerhalb dieses Gebietes ist die Stadt Köln mit ihrem südlichen und westlichen Umland besonders betroffen. Der rote Stern markiert das Epizentrum, d. h. den Punkt an der Erdoberfläche, der direkt über dem Erdbebenherd, dem Hypozentrum liegt. Die rote Linie zeigt die Bruchfläche am Erftsprung, entlang der ein Versatz stattfindet.

2.2 Zeitpunkt

Wann passiert das Ereignis?

Das Erdbeben ereignet sich an einem Montagvormittag im Mai gegen 08:30 Uhr. Zu dieser Zeit befinden sich viele Personen noch auf dem Weg zur Arbeit. Das Verkehrsaufkommen („Rush Hour“) ist daher sehr hoch. Die Schulen und Kindergärten haben bereits mit dem Unterricht bzw. mit der Kinderbetreuung begonnen.

2.3 Auslösende Ereignisse

Wodurch wird das Ereignis ausgelöst?

Auslöser für das Erdbeben ist eine Überschreitung der Festigkeitsgrenzen im Untergrund aufgrund langsam wachsender tektonischer Spannungen. Der plötzliche Abbau dieser Spannungen bedingt Erschütterungen des Erdbodens.

2.4 Intensität, Verlauf und Dauer

Wie stark ist das Ereignis?

Das Szenario umfasst ein Beben der Momentenmagnitude $M_w = 6,5$ am Erftsprung westlich von Köln. Für ein solches Beben werden folgende Parameter für die Verwerfung auf Basis von Wells und Coppersmith (1994) angenommen⁸⁵:

Momenten-magnitude M_w	Länge der Verwerfung, entlang der ein Versatz auftritt [in km]	Starkbebendauer [in s] nach Trifunac und Brady (1975)
6,5	25 (ca. 380 km ²)	10

Das Beben bewirkt im Epizentralgebiet (Rhein-Erft-Kreis und südwestliche Siedlungsgebiete von Köln) makroseismische Intensitäten um VIII (schwere Gebäudeschäden) bis IX (zerstörend) (vgl. Abb. 4). Für das Stadtgebiet Köln werden Intensitäten zwischen VII und VIII erwartet (vgl. Abb. 7). Eine solche Intensität schließt ein, dass viele „normale“ Gebäude⁸⁶ beschädigt werden und einige dieser Gebäude auch zusammenfallen. Abhängig von der Bausubstanz gibt es auch Gebäude ohne nennenswerte Schäden.

Mit zunehmender Entfernung zum Epizentralgebiet nimmt die Intensität immer weiter ab. Für weiter entfernte Gebiete (ab rund 30 bis 40 km Entfernung zum Epizentralgebiet) werden Intensitäten zwischen VII (Gebäudeschäden, Mauerrisse, Möbel werden verschoben, viele Gegenstände fallen aus Regalen und offenen Schränken, Fensterscheiben bersten, nahezu alle Leute erschrecken) und VI (leichtere Gebäudeschäden, kleine Gegenstände fallen herunter) erwartet.

Die Erschütterungen die durch das Erdbeben ausgelöst werden, führen zu physischen Beschädigungen der Stromnetzinfrastruktur im Epizentralgebiet. In der Folge kommt es im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland zu einem mehrere Tage anhaltenden Stromausfall. Insgesamt sind ca. 3 Millionen Menschen von diesem Stromausfall betroffen. Erst nach Überprüfung der Stromnetzinfrastruktur können Teile des betroffenen Gebietes nach ca. 3-4 Tagen wieder zugeschaltet werden. Aufgrund von möglichen Nachbeben ist der Wiederaufbau des Stromnetzes in der Folge erschwert, und es kommt auch noch wenige Wochen nach dem Hauptbeben immer wieder zu lokalen Stromausfällen im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland.

Weitere, deutlich spürbare Nachbeben treten in der Folge noch mehrere Wochen auf.⁸⁷ Ihre Intensität nimmt dabei im Laufe der Zeit immer stärker ab.⁸⁸

⁸⁵ Wells und Coppersmith (1994) haben empirische Beziehungen zwischen der Momentenmagnitude und den Bebenherdparametern auf Grundlage einer weltweiten Datenbasis erstellt.

⁸⁶ Vgl. Fußnote 79

⁸⁷ Schwächere Nachbeben können über einen noch längeren Zeitraum auftreten. Nach Gardner und Knopoff (1974) beträgt die Nachbebendauer für ein Hauptbeben der Magnitude $M_w 6,5$ rund zwei Jahre.

⁸⁸ Aus Erdbebengebieten ist bekannt, dass Gebäude, die während des Hauptbebens „nur“ (leicht) beschädigt wurden, durch die weitere Erschütterungen der Nachbeben doch noch einstürzen bzw. noch erheblich zusätzlich geschädigt werden können. In dieser Risikoanalyse kann beider Schadensermittlung dieser Effekt nicht weiter berücksichtigt werden.

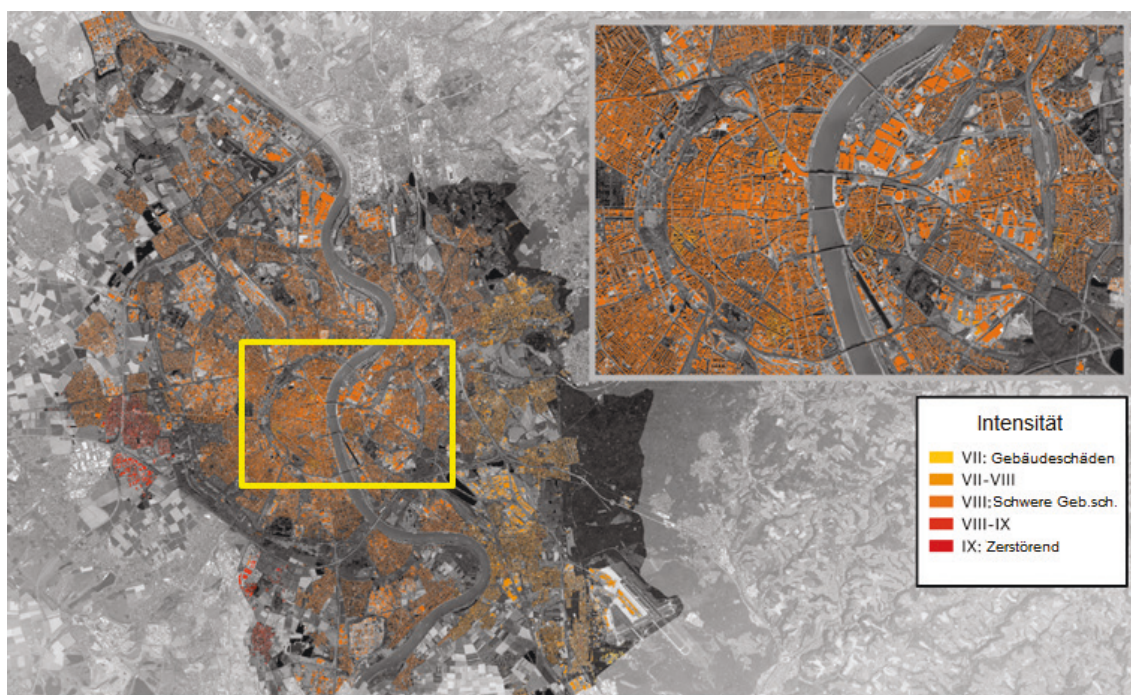


Abbildung 7: Makroseismische Intensitäten nach EMS-98 für das Stadtgebiet Köln (dunkel gekennzeichnet) für ein Szenarioerdbeben der Magnitude (Momentenmagnitude M_w) 6,5 am Erftsprung (Hypozenrum bei $50,79^\circ$ N, $6,74^\circ$ E in einer Tiefe von ca. 4 km).

Wie verläuft das Ereignis und wie lange dauert es an?

Der Bruchprozess des Hauptbebens selbst dauert nur einige Sekunden, die an der Oberfläche spürbaren und wirksamen Erschütterungen des Bodens dauern hingegen im Stadtgebiet Köln einige Zehnersekunden an. Kurz nach Auftreten des Bebens wird mit der Bergung von Verschütteten, dem Löschen von Bränden und der Unterbindung der Freisetzung gefährlicher Stoffe begonnen. Die erste Ereignisphase, geprägt durch Chaos und Rettungsarbeiten, dauert rund vier Tage; die Nachbebenaktivität erschwert die Arbeiten der Einsatzkräfte.

Die technischen Betriebe fangen mit der Organisation der dringend notwendigen Reparaturen von ausgefallenen Strom- und Telekommunikationsinfrastrukturen, der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung an.

Es wird mit der Wiederherstellung der Infrastruktur und der Gebäude begonnen. Erst nach mehreren Jahren sind die zerstörten Bauten und Infrastrukturen wieder vollständig aufgebaut.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das hier betrachtete Szenario in seiner Dimension außerhalb allem was zur normalen Katastrophenschutzplanung gehört, liegt.

2.5 Vorhersagbarkeit/Vorwarnung/Kommunikation

Ist das Ereignis erwartet?

Ort und Zeitpunkt des Eintretens von Erdbeben können nicht vorausgesagt werden. Weiterhin kann eine Regelmäßigkeit in der Abfolge von Vorbeben, Hauptbeben und Nachbeben innerhalb eines Herdgebiets nicht belastbar festgestellt werden. Vorbeben können vor dem Eintritt des stärkeren Ereignisses nicht als solche klassifiziert werden, so dass keine Warnung vor später auftretenden stärkeren Erdbeben ausgesprochen werden kann, wohl aber vor Folgegefahren (Produktfreisetzungen, etc.). Nach stärkeren Ereignissen ist in den meisten Fällen das Auftreten von Nachbeben zu beobachten, deren Magnituden oft etwa eine Skaleneinheit geringer sind als beim Hauptbeben. Diese Nachbebenaktivität kann – abhängig von der Stärke der Ereignisse – noch über Tage bis zu mehreren Monaten⁸⁹ in der gleichen Herdregion anhalten. Es können jedoch in der Folge eines Bebens auch weitere Beben auftreten, die ähnlich große Magnituden aufweisen. Prominente Beispiele für solche Fälle traten

⁸⁹ Schwächere Nachbeben können über einen noch längeren Zeitraum auftreten. Nach Gardner und Knopoff (1974) beträgt die Nachbebedauer für ein Hauptbeben der Magnitude M_w 6,5 rund zwei Jahre.

z. B. 2012 in Italien und 2018 in Indonesien auf. Auch in der Niederrheinischen Bucht sind solche unregelmäßigen Abfolgen dokumentiert.

Inwiefern können sich die Behörden auf das Ereignis vorbereiten?

Frühwarnsysteme sind in einigen Gegenden der Erde im Einsatz (z. B. in Mexiko, Japan). Hier werden die ersten schwächeren seismischen Signale eines Erdbebens registriert und automatisch bewertet, so dass für entfernt liegende Orte Warnungen veranlasst werden können, noch bevor die stärkeren, Schaden verursachenden, seismischen Wellen dort eintreffen. In der hier betrachteten Region der Niederrheinischen Bucht liegen die Herdregionen von Erdbeben und die betroffenen Orte in sehr kurzer räumlicher Distanz. Entsprechend beträgt die Zeit zwischen dem Beginn eines Erdbebens und dem Eintreffen der zerstörerischen Erdbebenwellen für Ereignisse im Kölner Raum in der Größenordnung von nur maximal wenigen Sekunden. In diesem kurzen Zeitintervall können weder Erdbebenauswertungen vor dem Eintritt der Bebenwirkungen durchgeführt noch rechtzeitige Warnungen der Bevölkerung eingeleitet werden. Kurzfristige, automatisierte Maßnahmen an Elementen der Infrastruktur können im besten Fall lokal durch eine aufwändige Bauwerksüberwachung getroffen werden. Dies kann dazu benutzt werden, technische Systeme mit großem Schadenpotenzial (z. B. Gasleitungen) beim Eintreten größerer Erdbebenwirkungen automatisch abzuschalten oder zu sperren.

Kommunikation

Eine Kommunikation seitens der Behörden findet aufgrund der sehr geringen/nicht vorhandenen Vorwarnzeit im Vorfeld des Ereignisses nicht statt.

Eine kontinuierliche Kommunikation ist aufgrund eines möglichen Stromausfalls nicht sicher gegeben. Zentrale Stellen (z. B. das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, das Lagezentrum der Landesregierung NRW, die operativen Einrichtungen des BBK, die Leitstellen der Kreise u. kreisfreien Städte) können aufgrund der vorhandenen Treibstoffvorräte der Notstromversorgung ohne nachzutanken bis zu einem Monat kommunizieren. An bestimmten Punkten ist zusätzlich eine Satellitenkommunikation per Inmarsat vorgesehen. Eine dauerhafte Abdeckung des Stromausfallgebietes mit Informationen durch das Radio ist nur bei einigen großen Sendern (ebenfalls ohne nachzutanken bis zu einem Monat) bzw. durch die empfangbaren Sender, die nicht im Stromausfallgebiet beheimatet sind, gewährleistet. Für kleinere, lokale Sender ist die Sendefähigkeit in einem solchen Fall unbekannt. Es ist in diesem Szenario davon auszugehen, dass innerhalb eines Monats nach dem Erdbeben, sollte die Regelversorgung nicht wieder hergestellt sein, ein Nachtanken der Notstromaggregate möglich sein wird. Somit können sowohl zentrale Stellen als auch Radiosender weiterhin kommunizieren.

2.6 Behördliche Maßnahmen

Die behördlichen Maßnahmen im Fall eines Erdbebens sind differenziert zu betrachten. Sie umfassen zum einen die wissenschaftlichen Fachbehörden, welche sich ereignisunabhängig insbesondere mit der Ermittlung der Auftretenswahrscheinlichkeit von Erdbeben und der damit verbundenen Gefährdungsabschätzung für exponierte Regionen beschäftigen, zum anderen die Behörden der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes, deren Aufgabe nicht nur die Krisenbewältigung nach einem Ereignis, sondern auch entsprechende Planungen vor einem Erdbeben beinhalten.⁹⁰

Der Landeserdbebendienst beim Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen betreibt das Erdbebenalarmsystem (EAS NRW), das Meldungen nach Erdbeben in Nordrhein-Westfalen ab einer Magnitude M_L ⁹¹ von 3 automatisch generiert. In diesen Alarmierungen werden Ort und Stärke des Erdbebens sowie mögliche betroffene Regionen benannt. Die Meldungen liegen etwa fünf Minuten nach dem Ereignis beim Lagezentrum der Landesregierung, der Landesleitstelle der Polizei sowie auf den öffentlichen Internetseiten des GD NRW⁹² vor. Mit dieser Maßnahme werden die Entscheidungsträger über das Auftreten und die Stärke des Bebens informiert. Die Meldungen werden im weiteren Ablauf manuell überprüft und aktualisiert. Anhand der vom EAS NRW generierten Alarmierungsmeldung können die BOS⁹³ Handlungsbedarfe prüfen, erforderlichenfalls erste Maßnahmen ein-

⁹⁰ Vgl. hierzu auch Kapitel IV „Leistungen des Bundes“

⁹¹ M_L = Lokalmagnitude M_L (Richter-Skala)

⁹² S. https://www.gd.nrw.de/gg_eas-meldungen.php

⁹³ BOS = Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

leiten und Auskünfte an die Bevölkerung erteilen. Anhand der Alarmierung des EAS NRW können Interessenten, z. B. Anlagenbetreiber, den Handlungsbedarf zur Sicherung von Bauwerken und Anlagen ereignisbezogen prüfen.

Maßnahmen der Gefahrenabwehr, der Katastrophenschutzbehörden und des Krisenmanagements

Einsatzkräfte und Behörden der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes können sich durch Übungen und Ausbildungen mit einem Erdbebenszenario im Vorfeld eines möglichen Ereignisses vertraut machen. Die Maßnahmen der Gefahrenabwehr und Katastrophenschutzbehörden beginnen allerdings bei einem realen Ereignis im Wesentlichen erst nach Eintritt des Erdbebens.

Die Maßnahmen des Katastrophenschutzes erfolgen in erster Zuständigkeit durch die Behörden der Gemeinden. Darüber hinaus sind die Kreise und kreisfreien Städte, die Bezirksregierungen und die Innenministerien (obere Katastrophenschutzbehörden) zuständig. Bis zum Ausrufen des Katastrophenalarms leitet der bestellte Einsatzleiter/ die bestellte Einsatzleiterin der Gemeinde die Maßnahmen. Erforderliche Einsatzkräfte und Einsatzmittel werden zunächst über die Leitstellen angefordert.

Die Ausrufung des Katastrophenalarms ist für das hier beschriebene Szenario anzunehmen und erfolgt durch den Hauptverwaltungsbeamten der Kreise und kreisfreien Städte auf Grundlage der landesrechtlich festgelegten Zuständigkeit.

In Folge des hier beschriebenen Szenarios wird von den oberen Katastrophenschutzbehörden überörtliche Hilfe angefordert. Einheiten aus dem gesamten Bundesgebiet unterstützen die lokalen Einsatzkräfte. Die Bundespolizei, die Bundeswehr und das Technische Hilfswerk (THW) leisten Amtshilfe.

Zu den vordringlichsten Maßnahmen, die unmittelbar im Nachgang zum Ereignis getroffen werden zählen u. a.:⁹⁴

- Die Einrichtung von Krisenstäben auf allen Verwaltungsebenen,
- die Bergung und Rettung von Verschütteten,
- der Transport von verletzten Personen zur Versorgung außerhalb des Schadensgebietes,

Hinweis: Eigensicherung der Einsatzkräfte vs. schnelle „Vor-Ort-Hilfe“

Die Unsicherheit bezüglich der Einsturzgefährdung von Gebäuden oder Verkehrsinfrastruktur stellt die Gefahrenabwehr/den Katastrophenschutz vor große Herausforderungen, da nach Vorgaben der Eigensicherung keine Gebäude oder weitere Bauten betreten werden dürfen, die einsturzgefährdet sind bzw. sein könnten. Da die Begutachtung durch Fachpersonal (Baufachberater) oft nicht in der notwendigen Geschwindigkeit erfolgen kann und um schnelle Hilfe vor Ort leisten zu können (z. B. im Fall von Unfällen oder bei in Gebäuden eingeschlossenen Personen) müssen vielfach individuelle, situationsabhängige „Vor-Ort-Entscheidungen“ in Abhängigkeit einer Gefahren- und Risikoeinschätzung durch die Einsatzleitung getroffen werden. Den Führungskräften sowie den Helfern selber obliegt demnach eine große eigene Verantwortung.

- Die Beurteilung der Standsicherheit von Gebäuden und der Verkehrsinfrastruktur,

Hinweis: Beurteilung der Standsicherheit von Gebäuden

Gebäude sollten ohne Freigabe durch entsprechende Fachleute (Baufachberater) nicht betreten werden. Aufgrund der Vielzahl an zu beurteilenden Gebäuden und der relativ geringen Anzahl an Fachkräften wird dies mehrere Tage bis Wochen in Anspruch nehmen.

Prioritär sollten KRITIS-Einrichtungen wie Krankenhäuser etc. begutachtet werden, um in Abhängigkeit der Beurteilung ggf. Evakuierungsmaßnahmen anzuordnen. Auch die Baubehörden stehen hier vor einer besonderen Herausforderung.

⁹⁴ Vgl. hierzu auch die Ausführungen zur Branche „Notfall-/Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz“ in Kapitel 3. „Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung“

- das Einrichten von Sammelplätzen und Bereitstellungsräumen außerhalb des Schadensgebietes,
- die Evakuierungen von Stadtteilen und einzelnen Einrichtungen⁹⁵,
- das Löschen von Bränden.

2.7 Bevölkerung

Kann sich die Bevölkerung auf das Ereignis einstellen?

Aufgrund der extrem kurzen Zeit bis zum Eintreffen der starken Erdbebenwellen (maximal sehr wenige Sekunden) können keine präventiven Maßnahmen ergriffen werden. Die Bevölkerung wird gegenwärtig in Deutschland nicht auf Reaktionen zum Eigenschutz bei einem Erdbeben vorbereitet (wie dies z. B. in Griechenland der Fall ist), weil vergleichbare Erdbebenereignisse wie in Südeuropa in Deutschland nicht so häufig vorkommen und somit nicht im Fokus der Bevölkerung stehen. Vorkehrungen werden demnach in der Regel nicht getroffen. Eine Warnung der Bevölkerung vor dem Eintreten des Ereignisses ist nicht möglich, sodass das Beben die Bevölkerung unverhofft treffen wird.

Auf die in Folge des Erdbebens auftretenden Stromausfälle kann die Bevölkerung vorbereitet sein. Hier bestehen umfangreiche Ratgeber und Hinweise. Dennoch ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Teil der Bevölkerung entsprechende Maßnahmen getroffen hat.

Auswirkungen auf die Bevölkerung

Durch die umfangreichen Schäden an Infrastruktureinrichtungen wird die Bevölkerung auch dann, wenn sie nicht selbst von den Schäden betroffen ist, erhebliche Auswirkungen des Bebens wahrnehmen. Die Überprüfung der Wohngebäude nimmt Tage bis Wochen in Anspruch, da viele Statikexperten erst rekrutiert werden und in das Zielgebiet gelangen müssen. Daraus folgt, dass eine Vielzahl von Personen vorübergehend oder auch längerfristig nicht an ihren Wohnort zurückkehren kann. Es wird davon ausgegangen, dass es einige Wochen dauern wird, bis diese Personen in einer Ersatzunterkunft untergebracht werden können.

In den Landkreisen des Epizentralgebietes stürzen während des Erdbebens einige Gebäude ein oder werden zum Teil massiv beschädigt – vor allem die westlich angrenzenden Landkreise werden besonders stark getroffen (massive Gebäude- und Infrastrukturschäden). Unter anderem wird der öffentliche Personenverkehr stark beeinträchtigt bzw. kommt komplett zum Erliegen, da Straßen und Schienen durch Trümmer blockiert sind und Tunnel sowie Brücken zunächst auf Ihre Standsicherheit hin begutachtet werden müssen.

Der großflächige und über mehrere Tage andauernde Stromausfall stellt neben den direkten Auswirkungen des Erdbebens die größte Herausforderung für die Bevölkerung dar. Neben dem Ausfall der Informations- und Kommunikationskanäle sind im Stadtgebiet von Köln und den umliegenden Landkreisen auch Engpässe bei Dienstleistungen wie medizinische Notfallversorgung, ambulante und stationäre ärztliche Versorgung und Krankenpflege oder Personentransport, zu verzeichnen. Versorgungsengpässe und –ausfälle können ebenfalls bei diversen Gütern wie Trinkwasser, Nahrungsmitteln, Medikamente, Strom, Heizenergie, Gas und Kleidung entstehen. Viele infrastrukturelle Schäden können erst nach Tagen bis Wochen notdürftig behoben werden.

Ein weiteres Problem stellt der Ausfall der Informations- und Kommunikationstechnik (ITK) dar. Die Menschen können keine Notrufe abgeben, da weder Fest- noch Mobilfunknetze funktionieren⁹⁶.

Nach einem eingetretenen Ereignis ist es möglich, über das Modulare Warnsystem und die daran angeschlossenen Warnmultiplikatoren die Bevölkerung über Folgegefahren (etwa Produktfreisetzungen, Störungen elektrischer Anlagen) zu informieren und Krisenkommunikation zu betreiben.

⁹⁵ Evakuierungen können von den Gefahrenabwehrbehörden für ganze Stadtteile angeordnet werden um die Versorgung der Personen sicherzustellen und vor möglichen Nachbeben zu sichern. Die Entscheidung zur Evakuierung einzelner Einrichtungen (z.B. Krankenhäuser) müssen durch die Betreiber selbst getroffen und in eigener Zuständigkeit durchgeführt werden. Die Unterstützung durch die örtliche Gefahrenabwehr erfolgt im Fall einer akuten Bedrohung für die Patienten.

⁹⁶ Vgl. Kapitel „Schadensausmaß → Schutzgut „Immateriell“ → „psychologische Auswirkungen“

Mögliche Reaktionen der Bevölkerung

Die Bevölkerung wird, begünstigt durch das geringe Risikobewusstsein, von dem Ereignis überrascht. Durch den abrupten Eintritt des Ereignisses und das Ausmaß der Schäden, insbesondere der beschädigten Infrastruktur, ist sie in der ersten Zeit weitgehend auf sich selbst gestellt, da die Hilfe durch die Gefahrenabwehr in der Anfangsphase nur langsam und mit zahlreichen Hindernissen anläuft.

Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Viele Personen werden wegen ihrer unbewohnbaren Wohnungen oder Häuser vorerst obdachlos oder müssen evakuiert werden. Die meisten können erst wieder in ihre Wohnungen oder Häuser zurückkehren, nachdem die Gebäude auf Schäden inspiziert und freigegeben worden sind. Etliche Menschen übernachten in den ersten Tagen, u. a. aus Angst vor Nachbeben, im Freien. Dennoch wird ein Großteil der Bevölkerung so lange wie möglich in der eigenen Wohnung bzw. dem Haus verbleiben (wollen), da ein Verlassen des Wohnorts logistisch aufwändig ist und die (vorübergehende) Aufgabe des eigenen Zuhauses für viele Menschen unangenehm ist und einen Verlust darstellt. Ein Teil der betroffenen Bevölkerung versucht sich selbst zu helfen und bei Freunden oder Verwandten außerhalb des betroffenen Gebietes unterzukommen. Die Selbstevakuierung stellt allerdings aufgrund der Beeinträchtigung des Verkehrssektors eine große Herausforderung für die Bevölkerung dar. Das Bedürfnis nach verständlichen Informationen zum Ereignis und zur Ursache sowie zur weiteren Entwicklung (z. B. Prognosen über weitere Beben) wird hoch sein.

3. Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung

Vorgehensweise:

Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind komplexe Systeme, von denen eine Vielzahl von Versorgungsfunktionen abhängen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Beeinträchtigung einzelner Infrastruktursektoren und -branchen auch Einfluss auf andere Infrastrukturen und ihre Versorgungsleistungen haben werden. Dieser Umstand kann in seiner Komplexität hier nicht abgebildet werden. Da die Risikoanalyse aus der übergeordneten Perspektive des Bundes erfolgt, werden die zu erwartenden Auswirkungen auf den Bereich KRITIS/Versorgung hier in generalisierter, qualitativer Weise dargestellt. Grundlage hierfür sind begründete Annahmen und Experteneinschätzungen der beteiligten Behörden auf Bundes- Landes- und kommunaler Ebene, sowie der Wissenschaft und der Wirtschaft.

HINWEIS:

Das hier betrachtete Szenario betrifft eine Region von ca. 25 bis 30 km um das Epizentrum (das sogenannte Epizentralgebiet, vgl. Abb. 6). Innerhalb dieser Region ist mit Schäden an kritischen Infrastrukturen zu rechnen. Die im Szenario angenommenen Nachbeben können zu weiteren Schäden führen⁹⁷. Auf eine nähere Betrachtung dieser Folgeschäden wird aufgrund der Handhabbarkeit der Analyse im weiteren Verlauf verzichtet.

Neben den unmittelbaren Auswirkungen des Erdbebens wurden die durch das Ereignis zu erwartenden Stromausfälle mit Ihren Folgen für die jeweiligen Branchen gesondert betrachtet.

Es werden ausgewählte Sektoren und Branchen der kritischen Infrastrukturen betrachtet, die im Stadtgebiet Köln und seinem Umland (insbesondere das westliche und südliche Umland) besonders betroffen sind (regionale Auswirkungen). Gleichzeitig wird in diesem Zusammenhang auch auf mögliche bundesweite Auswirkungen in diesen Sektoren und Branchen hingewiesen.

Sektor ENERGIE

Branche ELEKTRIZITÄT

Regionale Auswirkungen

Die Erschütterungen, die durch das Erdbeben ausgelöst werden, führen u. a. zu folgenden physischen Beschädigungen der Stromnetzinfrasturktur im Epizentralgebiet:

- Es treten Schäden an Transformatoren (z. B. Beschädigung von Buchholzrelais, Beschädigung von Fundamenten, Einsturz von Trennwänden, Beschädigung bzw. Einsturz des Gebäudes) ein, die zur Abschaltung bzw. Beschädigung der selbigen führen. Die Umspannwerke, bei denen es zu einer Beschädigung von Transformatoren kommt, werden vollständig vom Netz getrennt,
- Es kommt zu Beschädigungen von Erdkabeln und Strommasten im Stromnetz,
- Es kommt lokal zu Schwingungen der Freiluftkabel und in der Folge an einigen Stellen zu Berührungen der Kabel. Dies kann zu automatischen Sicherheitsabschaltungen der betroffenen Trassenabschnitte führen,
- Die Sensorüberwachungen von Kraftwerksturbinen schlagen an, was zum sofortigen Abschalten der Turbinen führt,
- Windkraftanlagen können aufgrund der Erschütterungen abgeschaltet und/oder beschädigt werden,

Als Folge dieser Schäden und Beeinträchtigungen kommt es im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland zu einem mehrere Tage anhaltenden Stromausfall. Insgesamt sind ca. 3 Mio. Menschen von diesem Stromausfall betroffen. Erst nach Überprüfung der Stromnetzinfrasturktur können Teile des betroffenen Gebietes nach ca. 3 bis 4 Tagen wieder zugeschaltet werden. Aufgrund von möglichen Nachbeben ist der Wiederaufbau des Stromnetzes erschwert und es kommt auch noch wenige Wochen nach dem Hauptbeben immer wieder zu lokalen Stromausfällen im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland.

⁹⁷ Hinweis: Auf die zusätzlichen Auswirkungen der Nachbeben kann in dieser Risikoanalyse nicht weiter eingegangen werden.

Die Diagnose der beschädigten und teilweise zerstörten Infrastrukturelemente ist aufgrund der Lage erschwert. Schaltwarten, die für die Steuerung und Diagnose des Netzbetriebes zuständig sind, sind selber vom Ereignis betroffen und müssen zunächst geräumt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Instandsetzung des Stromnetzes örtlich mehrere Tage bis wenige Wochen dauern wird, da Fachkräfte zur Reparatur bzw. Wiederherstellung des Netzbetriebes Mangelressource werden. In diesem Zeitraum kommt es immer wieder zu örtlichen Stromausfällen.

Bundesweite Auswirkungen

Da sich ebenfalls Warten eines Übertragungsnetzbetreibers im Epizentralgebiet befinden, muss davon ausgegangen werden, dass auch dessen Warten zumindest aus Personenschutzgründen geräumt werden müssen, bis die Standfestigkeit der Gebäude nachgewiesen ist. Während der Räumung kann der Übertragungsnetzbetreiber seine Überwachungs- und Steuerungsaufgabe im Übertragungsnetz nur eingeschränkt oder gar nicht ausführen. Kommt es in dieser Zeit zu Ereignissen im Übertragungsnetz, auf die das Wartenpersonal reagieren müsste aber nicht kann, muss davon ausgegangen werden, dass diese Fehler im Übertragungsnetz in einer Ausfallkaskade zu einem großflächigen Stromausfall in Deutschland oder Europa führen können.⁹⁸

Branche GAS

Regionale Auswirkungen

Die Erschütterungen führen zu Schäden bzw. Beeinträchtigungen der Gasversorgungsinfrastruktur im Epizentralgebiet:

- Es kommt zu Beschädigungen an Gebäuden sowie an Gasleitungen im lokalen Verteilnetz (auch an Freiluftleitungen, die z. B. über Brücken geführt werden) und in der Folge zu Gasaustritten an mehreren Stellen des betroffenen Gebietes. Insbesondere im städtischen Bereich kommt es lokal zu Bränden in Folge der Gasaustritte.
- Aufgrund nicht mehr vorhandener Anlagensicherheit (z. B. aufgrund von Gasaustritt) müssen Übernahmestationen und Verteilstationen außer Betrieb genommen werden. Das Gasnetz und damit die Gasversorgung werden automatisch abgeschaltet.
- Anschlussleitungen zwischen der Abzweigung von der Versorgungsleitung (Verteilnetz) bis zum Gasverbrauchsapparat (z. B. Boiler, Gasherd) werden beschädigt.
- Die Erschütterungen des Untergrundes führen dazu, dass in Folge der Untergrundbewegungen unbefestigte Gasverbrauchsapparate verrutschen können und hierdurch Zuführleitungen ab- oder zerreißen. Die Folge sind Gasaustritte sowie Brand- und Explosionsgefahr in diesen Bereichen.

Die Schäden an der Gasversorgungsinfrastruktur führen im Epizentralgebiet lokal zum Einstellen der Gasversorgung. Dies führt ebenfalls zu lokalen Einschränkungen bzw. zum lokalen Ausfall der Fernwärmeversorgung. Die vollständige Wiederherstellung der Gasversorgung dauert mehrere Monate, da jede Gasentnahmestelle von einem zugelassenen Monteur überprüft und eingeschaltet werden muss. Die darüber hinausgehende Instandsetzung/Reparatur der Schäden innerhalb von Gebäuden verläuft ebenfalls über mehrere Monate. Fachkräfte zur Reparatur bzw. Wiederherstellung der Gasversorgung (sowohl für Schäden am Verteilnetz, als auch für Schäden innerhalb von Gebäuden) werden zur Mangelressource.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- In den Stromausfallgebieten ist die Gasversorgung beeinträchtigt, da einige Komponenten des Gasnetzes auf Strom angewiesen sind (Gasdruckregel- und messstationen sowie Verdichterstationen, abhängig vom Bautyp).

⁹⁸ Ein Ausfall des gesamten Europäischen Stromnetzes kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, da sich im Epizentralgebiet mehrere Schaltwarten von Übertragungsnetzbetreibern und Verteilnetzbetreibern befinden. Durch deren Ausfall könnten sich automatische Sicherheitsabschaltungen im Netz zu großflächigen Ausfällen auswachsen. Die Versorgung würde innerhalb von ein bis zwei Tagen dezentral wieder aufgebaut.

- Mit Ausfall der Stromversorgung fallen in den betroffenen Gebieten auch Abnehmer aus, da sowohl private Haushalte, als auch öffentliche Einrichtungen und Industrie ohne Stromversorgung kein Gas nutzen können.
- Gaskraftwerke stellen ihren Betrieb ein, da sie keinen Strom in das beschädigte Stromnetz einspeisen können.
Da im Gasnetz auch nach Ausfall der Nachspeisung noch komprimiertes Gas vorhanden ist, können die wenigen Abnehmer, die über eine Notstromversorgung verfügen oder in einem nicht vom Stromausfall betroffenen Gebiet liegen, noch wenige Tage Gas entnehmen. Betroffene Leitstellen und Verdichterstationen von überregionaler Bedeutung müssten, sofern sie über keine eigenen Vorhaltungen verfügen, mit Notstromaggregaten sowie kontinuierlich mit Treibstoff versorgt werden. Da Notstromaggregate in dieser Lage schnell zur Mangelressource werden, kann von einer adäquaten Versorgung hier nicht ausgegangen werden.

Bundesweite Auswirkungen

Bei der angenommenen Stärke des Erdbebens ist damit zu rechnen, dass auch unterirdisch verlegte Fernleitungen (meist aus Stahl) beschädigt werden können.⁹⁹ Der bundesweite Gastransport ist durch die denkbaren lokalen Zerstörungen jedoch nicht gefährdet, da eine Umleitung über noch intakte Leitungen erfolgen kann. Daher ist mit einer bundesweiten Betroffenheit der Gasversorgung nicht zu rechnen.

Branche MINERALÖL

Vorbemerkungen

Bei Mineralölen ist zunächst zwischen Rohöl und Mineralölprodukten zu unterscheiden.

Rohöl wird per Pipeline oder Seeschiff zu den Raffinerien transportiert und dort zu Mineralölprodukten verarbeitet. Die Produkte gelangen von den Raffinerien über Produktpipelines, Binnenschiffe oder mit der Bahn per Kesselwagen zu Tanklagern.

Die Tanklager werden neben den inländischen Raffinerien auch zum Teil aus dem Ausland per Pipeline, Binnen- oder Seeschiff oder per Kesselwagenganzzug mit Mineralölprodukten versorgt. Von den Raffinerien und Tanklagern werden die Mineralölprodukte per Straßentankwagen zu den Endverbrauchern, z. B. den Tankstellen, Flughäfen (soweit diese nicht an die Pipeline-, Schiffs- oder Schienenlogistik angeschlossen sind) oder zu den Heizölkunden befördert.

Regionale Auswirkungen

- Aufgrund der Schädigungen der Mineralölinfrastrukturen wie Raffinerien, Tanklager, Pipelines und Tankstellen sind Beeinträchtigungen in der industriellen Wertschöpfungskette wie auch bei der Versorgung mit Kraftstoffen und Heizöl zu erwarten. Je nach Stärke des Erdbebens kann damit eine Versorgung der Bevölkerung mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen gefährdet sein.
- Grundsätzlich ist damit zu rechnen, dass in Folge des Bebens Pipelines¹⁰⁰, Raffinerien und Tanklager im Epizentralgebiet so stark beschädigt werden, dass diese Mineralölinfrastruktur bis zur Begutachtung und Behebung der Schäden für einen längeren Zeitraum nicht produzieren kann. Beeinträchtigungen in der industriellen Wertschöpfungskette wie auch bei der Versorgung mit Kraftstoffen und Heizöl sind zu erwarten. Entsprechend ist eine Gefährdung der Versorgung der Bevölkerung mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen im Epizentralgebiet, aber auch darüber hinaus (siehe „Bundesweite Auswirkungen“) möglich.
- Aufgrund von Schäden im Verkehrssektor (vgl. Branchen „Binnenschifffahrt“, „Straßenverkehr“ und „Schienenverkehr“) ist mit Einschränkungen in der Versorgung von Raffinerien, Tanklagern, Tankstellen, Haushalten und Unternehmen mit Kraftstoffen im Erdbebengebiet zu rechnen.

⁹⁹ Vgl. O'Rourke, M. J. & Liu, X. (1999); O'Rourke, (2003); Butenweg et al. (2014); Kuhlmann, W. (2004).

¹⁰⁰ Vgl. O'Rourke, M. J. & Liu, X. (1999); O'Rourke, M. J. (2003); Buttenweg, C., Schmitt, T. & Rosen, B. (2014); Kuhlmann, W. (2004)

Auswirkungen der lokalen Stromausfällen

- Durch die Stromausfallgebiete verlaufen Pipelines für Rohöl und Mineralölprodukte. Ferner befinden sich dort auch Raffinerien, Tanklager, Pumpstationen von Pipelines und weitere Einrichtungen, die für die Verarbeitung und den Transport von Mineralölen von Bedeutung sind. Raffinerien verfügen teilweise über eigene Kraftwerke, die unabhängig vom öffentlichen Stromnetz arbeiten und die Standorte versorgen können. Die Einspeisung in die Pipelines kann nur dort aufrechterhalten werden, wo die lokalen Pumpstationen nicht auf eine Stromversorgung im Stromausfallgebiet angewiesen sind. Einige, aber bei weitem nicht alle Tanklager verfügen über eine Notstromversorgung¹⁰¹.
- Die Erfahrungen mit dem Stromausfall 2005 im Münsterland zeigen, dass bei lediglich lokalen Störungen eine Mineralölversorgung aus angrenzenden Gebieten unproblematisch möglich ist, solange die Verkehrsinfrastruktur funktioniert.

Bundesweite Auswirkungen

- Im Epizentralgebiet liegt die Raffinerie Rheinland als eine der größten Raffinerien Deutschlands. Inwieweit die Raffinerie und Tanklager selbst geschädigt werden und/oder ob die vorhandenen Bestände der Raffinerie bzw. Tanklager ausgelagert werden können, hängt vom Ausmaß der Zerstörungen ab. Grundsätzlich gilt, dass Raffinerien das Herz jeglicher Rohölverarbeitung und Mineralölproduktherstellung sind. Ohne die Raffination werden keine Wertprodukte für Industrie, Mobilität und Haushalte erzeugt. Ein Ausfall von Raffinerien hätte eine Unterbrechung der industriellen Wertschöpfungskette und damit erhebliche Produktionseinschränkungen der Wirtschaft zur Folge.
- Aufgrund der möglichen Schäden der Infrastruktur der Mineralölversorgung im Epizentralgebiet sowie der Auswirkungen des Erbebenereignisses im Verkehrssektor in der betroffenen Region, ist von vorübergehenden Einschränkungen der deutschlandweiten Versorgung mit Mineralölprodukten auszugehen. Teile der strategischen Ölreserve des Erdölbevorratungsverbandes können in der Folge freigegeben werden.

Sektor INFORMATION UND TELEKOMMUNIKATION**Branche TELEKOMMUNIKATION****Regionale Auswirkungen**

- Im Epizentralgebiet wird die Telekommunikation beeinträchtigt, bzw. komplett ausfallen.
- Die vollständige Wiederherstellung der Telekommunikation wird mehrere Tage bis wenige Wochen dauern.
- Fachpersonal für Reparaturen wird zur Mangelressource.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Nach spätestens zwei Tagen, vielerorts bereits schon nach wenigen Stunden, sind die Notstromkapazitäten der meisten Ortsvermittlungsstellen und Basisstationen erschöpft, sodass der Großteil der Bevölkerung im Epizentralgebiet ab diesem Zeitpunkt nicht mehr in der Lage ist, per Telefon zu kommunizieren.
- Die Basisstationen von Schnurlostelefonen und die meisten ISDN-Anschlüsse fallen infolge des Stromausfalls sofort aus. Da die VoIP-Telefonie auf einen funktionierenden Internetzugang angewiesen ist, kommt es auch hier zu Ausfällen (→ Querverweis Informationstechnik).
- Die über terrestrische Kupferkabel direkt an die Vermittlungsstellen angeschalteten analogen Telefone werden über das Telefonnetz mit Strom versorgt und funktionieren daher zunächst noch. Die Kommuni-

¹⁰¹ Vgl: BBK (Hrsg.) (2017) Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden. Stand: Juli 2017; Bonn

kation über Satellitentelefone ist zwar während des gesamten Zeitraums möglich, sofern diese energiesparend eingesetzt werden, doch sind Satellitentelefone nicht sehr weit verbreitet und funktionieren nur im eigenen Netz.

- Fernvermittlungsstellen verfügen über eine ausdauerndere Notstromversorgung durch Dieselaggregate, deren Tankfüllung in der Regel für zwei Tage reicht. Für diese Einrichtungen bestehen Lieferverträge, die auch während des Ereignisses erfüllt werden können. Auch die wenigen betroffenen Repeater-Stationen zur Verstärkung der Signale in den Glasfaserkabeln können ihren Betrieb aufrechterhalten. Die überregionale Telekommunikation außerhalb der Stromausfallgebiete ist somit nicht beeinträchtigt. Generell ist allerdings aufgrund des hohen Informationsbedürfnisses und des schnellen Ausfalls anderer Kommunikations-/Informationsmöglichkeiten (→ Querverweis Informationstechnik) innerhalb kurzer Zeit mit einer Überlastung der Netze, insbesondere der Mobilnetze, zu rechnen.

Bundesweite Auswirkungen

Mit einer bundesweiten Betroffenheit der Telekommunikation ist nicht zu rechnen.

Branche INFORMATIONSTECHNIK

Regionale Auswirkungen

- Im Epizentralgebiet wird die Informationstechnik beeinträchtigt, bzw. komplett ausfallen.
- Die vollständige Wiederherstellung der ITK wird mehrere Tage bis wenige Wochen dauern.
- Fachpersonal für Reparaturen wird zur Mangelressource.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Auch die meisten Unternehmen und viele Behörden können in Ermangelung einer (ausreichenden) Notstromversorgung nicht mehr auf das Internet zugreifen. Mit dem Ausfall der elektronischen Datenverarbeitung und Kommunikation kommen viele Produktions-, aber auch Verwaltungsprozesse zum Stillstand, was zum Teil gravierende Auswirkungen in den meisten übrigen KRITIS-Branchen nach sich zieht.
- Der Zugriff auf das Internet über mobile Endgeräte ist zunächst noch möglich. Die unter der Branche „Telekommunikation“ angesprochene vielfach auftretenden Ausfälle und Überlastung der Mobilnetze schränken diese Möglichkeit jedoch ein. Nach spätestens zwei Tagen, vielerorts bereits schon nach wenigen Stunden, sind die Notstromkapazitäten der meisten Basisstationen erschöpft, sodass der Großteil der Nutzer in den Stromausfallgebieten ab diesem Zeitpunkt auch nicht mehr in der Lage ist, mobil auf das Internet zuzugreifen.
- Da die Fernvermittlungsstellen und Repeater-Stationen ihren Betrieb aufrechterhalten können (vgl. Branche „Telekommunikation“), die Internetknotenpunkte Redundanzen aufweisen und Umschaltungen möglich sind, ist die überregionale Informationstechnik indes nicht beeinträchtigt.

Bundesweite Auswirkungen

- Mit einer bundesweiten Betroffenheit der Informationstechnik ist nicht zu rechnen.
- Bei der Bundesverwaltung können jedoch bundesweiten Störungen und Ausfälle nicht ausgeschlossen werden, da das Informationstechnikzentrum Bund (ITZ) in Bonn eines seiner drei Master-Rechenzentren betreibt.

Sektor TRANSPORT UND VERKEHR**Branche LUFTFAHRT****Regionale Auswirkungen**

Der Flughafen Köln/Bonn liegt ca. 30 km vom Erdbebenzentrum entfernt.

Neben den Personenschäden während des Ereignisses sind folgende weitere Schäden zu verzeichnen:

- größere Schäden an der gesamten Flughafeninfrastruktur (z. B. Tanklager)
- besondere Auswirkung durch Schäden an Abfertigungs-, Luftsicherheits- sowie Luftsicherungsinfrastrukturen (z. B. Tower, Terminals, einschl. IT- und Kommunikationsanlagen, Wache und Führungs- und Einsatzmittel der Flughafenfeuerwehr). Die Infrastruktur wird für mehrere Wochen aufgrund der Schäden und der notwendigen Begutachtungen und Reparaturen für die Nutzung gesperrt.
- Schäden am Rollfeld und an den Start- und Landebahnen.

In Folge dieser umfangreichen Schäden kommt es zu einem sofortigen Ausfall aller geplanten Starts und Landungen, bis die Schäden ausgeschlossen bzw. behoben worden sind und die Luftsicherheit wieder vollumfänglich gewährleistet ist.

Nach Feststellung der Schäden wird durch mobile Einheiten ein sog. „Notbetrieb“ des Flughafens aufgebaut. D. h. dringende Reparaturen werden so ausgeführt, dass einzelne Flugzeuge starten und landen können. Dieser Notbetrieb wird z. B. für den Patiententransport und die Abwicklung von Spezialgütern eingerichtet. Der zivile Luftverkehr einschließlich Luftfracht fällt nicht unter diesen Notbetrieb.

Bundesweite Auswirkungen

- Als drittgrößter Frachtflughafen Deutschlands hat der Flughafen Köln/Bonn zentrale Bedeutung für die Logistik. 2017 wurden hier über 838.000 Tonnen Frachtgut und über 12 Millionen Fluggäste¹⁰² abgefertigt. Diese Waren und Passagiere müssen nun durch die umliegenden Großflughäfen (vor allem Frankfurt am Main und Düsseldorf) übernommen werden, diese haben auch eigene Kerosinversorgungsprobleme zu bewältigen (Anlieferung durch Binnenschiffe). Die Verlagerung stellt sowohl die übernehmenden Flughäfen als auch die gesamte Logistik-Branche (neben den ohnehin schon bestehenden Problemen durch den Ausfall der Rheintrasse für die Bahn und ausgefallene zentrale Autobahnachsen) vor erhebliche Kapazitäts- und organisatorische Probleme. (s.a. Branche „Logistik“).
- Neben dem zivilen Teil des Flughafens beherbergt dieser auch noch einen militärischen Teil, der u. a. als Standort der Flugbereitschaft des Bundesministeriums der Verteidigung bzw. der Bundesregierung dient. Da die Start- und Landebahnen nur im Notbetrieb nutzbar sind, ist auch hier nur ein eingeschränkter Betrieb möglich.

Branche BINNENSCHIFFFAHRT**Regionale Auswirkungen**

Das Erdbeben führt zu Schäden an Straßen, Schienen und Brücken, die über den Rhein bei und in Köln führen. Im Rahmen dieses Szenarios wird, auch ohne dies durch objektspezifische Untersuchungen konkret für eine Rheinbrücke belegen zu können, davon ausgegangen, dass Teile einer Rheinbrücke in den Rhein stürzen und diese Trümmer die Fahrrinne blockieren. Die Beseitigung der Trümmer wird mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Ebenso sind bei den anderen Rheinbrücken, neben der Reparatur der Erdbebenschäden, umfangreiche statische Prüfungen notwendig¹⁰³, in deren Folge Durch- bzw. Unterfahrverbote für die Schifffahrt an diesen Wasserstraßenabschnitten ausgesprochen werden.

¹⁰² <https://www.koeln-bonn-airport.de/unternehmen/daten-fakten.html> (2019)

¹⁰³ Dies gilt für jegliche Art von Brücke im Erdbebengebiet. Aufgrund des zeitlichen Aufwandes kann es bis zur Freigabe aller Brücken eine ganze Zeit dauern.

Bundesweite Auswirkungen

Aufgrund der längerfristigen Einstellung der Binnenschifffahrt im Verlauf des Szenarios, ist mit folgenden bundesweiten Auswirkungen zu rechnen:

- Ausfälle mit Verspätungen in der Frachtgutzustellung bis hin zu Totalausfällen beim Transport von Gütern auf den Binnenschifffahrtsstraßen treten ein. So müsste beispielsweise die Schwerindustrie ihre Produktion drosseln oder sogar einstellen, da weder die Versorgung mit Rohstoffen, noch der Versand der fertigen Produkte möglich wäre.
- Eine Verlagerung der Transportströme auf andere Verkehrsträger (Straße und Schiene) ist nur sehr beschränkt möglich, da sowohl für die große Menge an Gütern keine ausreichenden Kapazitäten zur Verfügung stehen, als auch aufgrund der Beschädigungen im Straßen- und Schienenbereich selber.
- Damit sind große wirtschaftliche Schäden in verschiedenen Branchen in ganz Deutschland verbunden.
- Es kommt zu Produktverteuerungen (teilweise sehr schnell wie z. B. bei Mineralölerzeugnissen wie Heizöl).

Fallbeispiel Rhein

Im Jahr 2030 werden voraussichtlich insgesamt mehr als 4,8 Mio. Tonnen an Mineralölerzeugnissen, Kohle, chemischen Erzeugnissen sowie Erdöl und Erdgas mit Binnenschiffen in Köln und den Rhein-Erft-Kreis eingeführt und mehr als 6,7 Mio. Tonnen ausgeführt.¹⁰⁴

Eine längerfristige Störung der Rheinschifffahrt würde zur Folge haben, dass insbesondere Verkehr von und zu den ARA-Häfen (Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen) nicht mehr per Binnenschiff stattfinden könnten. Eine dauerhafte Unterbrechung der Verbindungen ohne Substitution durch die Bahn würde zu massiven Versorgungsengpässen in den südlichen Regionen Deutschlands sowie in der Schweiz im Bereich des Massengutes führen.

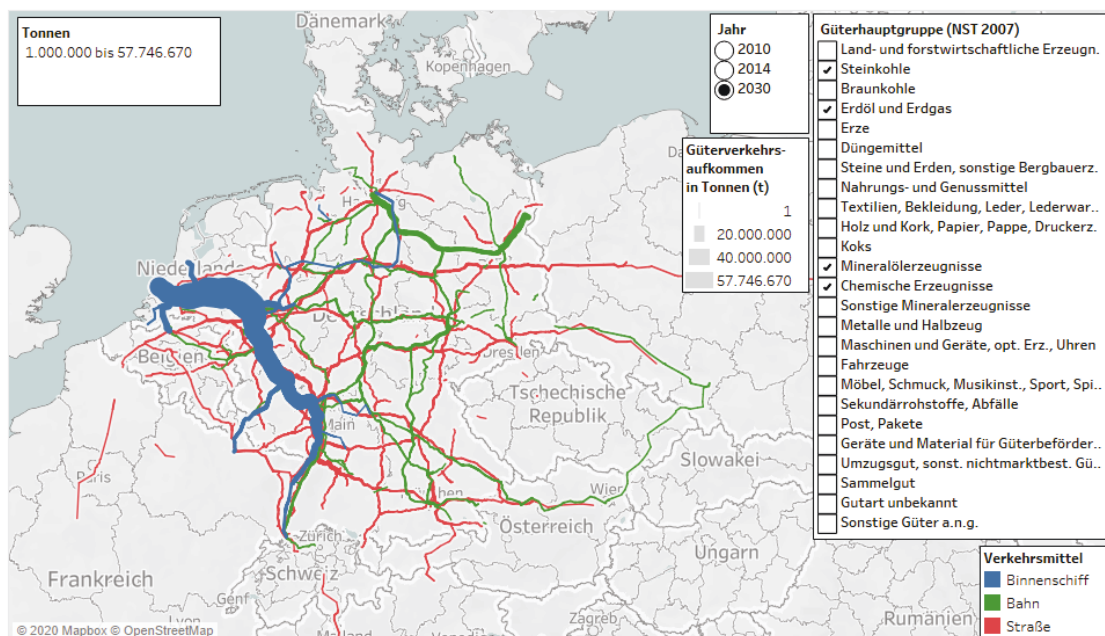


Abb. 8: Transportströme Binnenschiff, Bahn, Straße 2030 – Erdöl, Erdgas, und Kohle, Mineralölerzeugnisse, chemische Erzeugnisse¹⁰⁵

Strukturelle Schäden an den Hafenanlagen am Rhein bei und in Köln sind ebenfalls zu erwarten. Dies hat zur Folge, dass das Beladen der Schiffe und das Löschen der Fracht für mehrere Wochen nur eingeschränkt möglich sind, bis die Schäden begutachtet bzw. behoben wurden. Abhängig von der Art der Ladung – insb. für Raffinerieanlagen und chem. Erzeugnisse bei Wesseling südl. von Köln – hat dies wiederum Auswirkungen auf andere Branchen.

Branche SCHIENENVERKEHR**Regionale Auswirkungen**

- Schäden an Brücken, die über den Rhein bei und in Köln führen (Fern- und Nahverkehr, U- und S-Bahnen), wie auch an sonstigen Brücken im Epizentralgebiet sowie Schäden in U-Bahntunnel¹⁰⁶ sind zu erwarten. Da das Erdbeben während der Rushhour stattfindet, ist bei den Tunneln vermehrt mit eingeschlossenen Personen zu rechnen.
- Aufgrund der unklaren statischen Situation der augenscheinlich noch intakten Brücken bzw. der Tunnel, werden das Befahren der Brücken und die Nutzung von U-Bahntunnel nicht mehr möglich sein bzw. müssen aus Sicherheitsgründen verboten werden bis Schäden ausgeschlossen bzw. behoben worden sind. Zur Überprüfung der U-Bahntunnel¹⁰⁷ werden Tunnelscanner benötigt, wovon jedoch nur wenige Exemplare in Deutschland zur Verfügung stehen. Die Freigabe von Streckenabschnitten wird daher mindestens mehrere Tage bis wenige Wochen in Anspruch nehmen.
- Brücken, die nicht von Erdbebenschäden betroffen sind und als Ausweichbrücken dienen können sind:
 - Nördlich von Köln:
 - Hammer Eisenbahnbrücke: Verbindung zwischen Neuss und Düsseldorf (VzG¹⁰⁸ 2550 und 2525)
 - Hochfelder Eisenbahnbrücke: Verbindung zwischen Rheinhausen und Duisburg (VzG 2505)
 - Haus-Knipp-Eisenbahnbrücke: Verbindung zwischen Moers und Oberhausen West (VzG 2331)
 - Südlich von Köln:
 - Urmitzer Eisenbahnbrücke: Verbindung zwischen Neuwied und Koblenz (VzG 3011)
 - Horchheimer Eisenbahnbrücke: Verbindung zwischen Koblenz Hbf und Koblenz-Ehrenbreitstein bzw. Niederlahnstein (VzG 3710)
 - Mainz Kaiserbrücke: Verbindung zwischen Mainz Hbf und Wiesbaden Hbf (VzG 3525)
- Darüber hinaus muss mit Schädigungen an den Schienennetzen gerechnet werden. Deren Wiederherstellung wird unterschiedlich lange dauern (Schotterstrecken lassen sich vergleichsweise leicht mit Gleisreparaturzügen instand setzen. Schäden in festen Fahrwegen sind vermutlich nur mit deutlich größerem zeitlichem und finanziellem Aufwand zu beheben).
- Auf einigen Strecken des Regional- und Fernverkehrs wird kurzfristig Busersatzverkehr eingerichtet. Dieser kann aber nur einen Bruchteil der notwendigen Kapazitäten ersetzen.
- Neben der Branchenbetroffenheit ist auch hier von einer großen Zahl direkt betroffener Menschen auszugehen. U-Bahnen und Fernzüge verunglücken oder bleiben stehen (Stromausfälle). Die Verletzten und/oder eingeschlossenen Menschen müssen befreit/evakuiert werden.
- Nach der NST 23/72/80 der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) Verflechtungsprognose, wird im Jahr 2030 kein Güterverkehr mehr über Köln Hbf transportiert werden. Der Hauptanteil der auf Schienen transportierten Waren werden über die Köln Südbrücke transportiert werden.

¹⁰⁶ Anmerkung: Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels und der ungünstigen Bodenschichten unterhalb Kölns können Bodenverflüssigungen auftreten. Im schlimmsten Fall ist mit dem Einsturz einiger Tunnelabschnitte zu rechnen, wobei dies als eher unwahrscheinlich anzusehen ist.

¹⁰⁷ Anmerkung: Generell sind Tunnelbauwerke aufgrund der Einbettung im Boden weniger anfällig für Erdbeben als Hochbauten, da diese einen Schutz gegen mögliche freie Schwingungen liefert (vgl. Vrettos 2009). Die Tunnelbauwerke sind jedoch nicht oder nur für sehr viel geringere Erdbebenlasten ausgelegt.

¹⁰⁸ VzG-(Streckennummern) steht für Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten. Dies sind interne Unterlagen der Regionalbereiche der DB Netz, in der für jede Strecke des entsprechenden Regionalbereiches die maximal zulässige Geschwindigkeit abschnittsweise verzeichnet ist. Sie dient als Arbeitsgrundlage für die Fahrplanveröffentlichung (Buchfahrplan) für die Triebfahrzeugführer. Die VzG-Streckenummerierung erfolgt nach dem Bundesland des Streckenbeginnes (NRW: 2XXXX).

GH	Richtung / Jahr									
	Köln Bonntor -> Köln Südbrücke			Köln Hbf -> Köln Messe/Deutz		Köln Messe/Deutz -> Köln Hbf		Köln Südbrücke -> Köln Bonntor		
	2010	2014	2030	2010	2014	2010	2014	2010	2014	2030
Land- und forstwirtschaft..	371.403	57.003	158.893		608		2.159	153.104	35.798	174.615
Steinkohle	646.971	929.364	239.833	183.256			18.635	183.275		619.019
Braunkohle	557.545	455.990	174.689					75	3	1.418
Erdöl und Erdgas	15.857	4.718	15.838					3.030		2.710
Erze	122	6.059.114	663.940					54	106.678	49
Düngemittel	894	787	2.093					122.715	82.091	143.544
Steine und Erden, sonstig..	307.157	231.741	345.771		917		2.535	240.710	483.725	248.904
Nahrungs- und Genussmit..	93.685	42.208	148.362					77.076	97.143	75.996
Textilien, Bekleidung, Led..	676	1.088	11.049						23	11.600
Holz und Kork, Papier, Pap..	453.369	214.041	274.316				4.721	390.182	334.086	362.490
Koks	16.655	112.191	15.058		89.868				93.896	83.659
Mineralölzeugnisse	425.648	664.471	351.465	23.721			27.259	242.707	561.014	269.039
Chemische Erzeugnisse	2.750.775	2.365.914	3.298.567	25.794	24.776	225.820	303.829	1.634.147	1.749.133	2.385.852
Sonstige Mineralerzeugni..	186.565	40.820	126.776	152.657	827			406.015	71.279	70.974
Metalle und Halbzeug	1.839.673	1.594.203	1.702.121	60.154	6.825		181.789	2.771.379	3.194.664	4.041.616
Maschinen und Geräte, op..	84.505	73.032	96.598				45	19.889	12.466	57.437
Fahrzeuge	209.045	186.218	189.948	1.382			14.053	363.742	661.279	503.179
Möbel, Schmuck, Musikin..	3.184	773	17.810					2.791	649	26.630
Sekundärrohstoffe, Abfälle	284.715	290.165	272.665		4.888		3.658	246.340	118.601	230.588
Geräte und Material für G..	52.443	227.019	156.023		10	198	5.871	337.649	108.506	623.172
Umzugsgut, sonst. nichtm..	2.073	481	4.136					888	2.560	2.970
Sammelgut	140.410	35.663	89.841					17.152	47.632	46.527
Gutart unbekannt	2.856.926	3.233.537	7.795.024		49	187.713	636.218	4.756.988	2.663.517	7.389.811
Sonstige Güter a.n.g.		32.510							8.664	
Gesamtsumme	11.300.296	16.853.051	16.150.816	446.964	128.768	413.731	1.200.772	11.969.908	10.433.407	17.371.799

Abb. 9: Masse der verschiedenen transportierten Waren über Köln Hbf und Köln Südbrücke in den Jahren 2010, 2014 und 2030¹⁰⁹

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

In den Stromausfallgebieten fällt die Stromversorgung der Oberleitungen umgehend aus¹¹⁰. Nach kurzer Zeit fallen auch Stellwerke, Betriebszentralen, Signale und Weichen aus, die zunächst mit Netzersatzanlagen weiterbetrieben werden konnten. In der Folge kommt der gesamte Schienenverkehr (auch U-Bahn) in den Stromausfallgebieten zum Erliegen. Dies stellt sowohl die Logistik als auch den öffentlichen Personennah- sowie den Fernverkehr vor große Herausforderungen.

Bundesweite Auswirkungen

- Der zentrale Personenverkehr Westdeutschlands auf der Schiene läuft über den Kölner Hauptbahnhof. Mit über 300.000 Reisenden¹¹¹ täglich zählt er zu den meistfrequentierten Bahnhöfen Deutschlands. Ein – wenn auch in Gänze nur tageweiser – Komplettausfall hat erhebliche Bedeutung für den Reiseverkehr in Deutschland (auch der internationale Verkehr NL, FR, CH, I, A wird stark in Mitleidenschaft gezogen).
- Neben dem Kölner Hauptbahnhof sind Rangierbahnhöfe um Köln betroffen. Deren (Teil-)Ausfall führt zu verkehrsträgerübergreifenden Problemen in Deutschland. Auch kann es zu Lieferengpässen bei Kohlekraftwerken in der Umgebung kommen, da diese über die betroffenen Rangierbahnhöfe mit Kohle beliefert werden. Dies kann sich u.U. auch auf die Stromversorgung auswirken.
- Beide Rheinstrecken sind hochfrequentierte Verkehrsadern. Sowohl für die linke Rheinstrecke (Köln – Bonn – Koblenz – Bingen – Mainz), Verkehrsarten sind hier Schienenpersonenfernverkehr (SPFV), überregionaler und regionaler Schienenpersonennahverkehr (SPNV) sowie Schienengüterverkehr (SGV), als auch für die rechte Rheinstrecke (Troisdorf – Bonn-Beuel – Unkel – Neuwied – Koblenz – Wiesbaden). Verkehrsarten sind hier SGV sowie überregionaler und regionaler SPNV. Eine komplette

¹⁰⁹ Quelle: BBSR TraViMo, nach einheitlichem Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik 2007, kurz NST 2007 (steht für: *Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport*).

¹¹⁰ Hinweis: Im Bereich der Eisenbahn besteht aufgrund der im Bahnstromnetz verwendeten Frequenz von 16,7 Hz – ein vom übrigen Versorgungsnetz getrenntes Netz. Somit ist nicht automatisch in jedem Fall mit einem Ausfall zu rechnen, auch wenn die öffentliche Stromversorgung betroffen ist. Aufgrund des überregionalen Bahnstromnetzes können Ausfälle einzelner Kraftwerke oder Leitungen kompensiert werden, sofern die hierfür benötigten Schaltanlagen nicht zerstört wurden. Im Rahmen dieses Szenarios wird angenommen, dass es zu Stromausfällen im Bereich der Eisenbahn und damit zu entsprechenden Einschränkungen kommen wird.

¹¹¹ <https://www.handelsdaten.de/deutschsprachiger-einzelhandel/travel-retail-taegliche-anzahl-besucher-reisenden-bahnhoefe> (2019)

Verlagerung des Verkehrs vom einen auf den anderen Strang ist nicht in vollem Umfang möglich. Es ist in Folge des Szenarios mit erheblichen Kapazitätseinschränkungen zu rechnen.

- Auf der östlichen Seite bieten sich weiträumigere Umleitungsstrecken zumindest für die teilweise Aufnahme von Zügen des SGV an, z. B. die Relation Ruhrgebiet – Siegen – Gießen – Frankfurt (Main).
- Die Ausfälle und Verzögerungen im Schienenverkehr, die teilweise bis zu mehrere Monate andauern, müssen über andere Verkehrs- und Transportmittel kompensiert werden, was aufgrund der generellen Beeinträchtigung der Transport- und Verkehrsmittel in den ersten Wochen deutlich erschwert ist. Die Ausfälle und Verzögerungen im Schienenverkehr wirken sich entsprechend deutlich auf den Sektor Logistik aus (→ Querverweis Logistik).

Branche STRAßENVERKEHR

Regionale Auswirkungen

Es ist mit gravierenden Schäden an Rheinbrücken und mit deren temporären Ausfall zu rechnen, die Wahrscheinlichkeit eines Totalversagens ist jedoch aufgrund der Robustheit der Brücken und dem gutmütigen Verhalten insbesondere der Tragseilbrücken bei Erdbeben gering.

Aufgrund der nach dem Ereignis zunächst unklaren statischen Situation der augenscheinlich noch intakten Brücken bzw. Tunnel werden das Befahren der Brücken und die Nutzung von Tunneln nicht mehr möglich bzw. aus Sicherheitsgründen verboten sein. Dieser Zustand wird solange andauern bis Schäden ausgeschlossen bzw. behoben worden sind. Zur Überprüfung und Freigabe der Tunnel werden Fachleute benötigt. Diese Untersuchungen können Tage bis Wochen in Anspruch nehmen.

- Problematisch an Straßen sind die hiermit verbundenen Bauwerke, wie z. B. Brücken (auch kleine Unterführungen), Hochstraßen, Böschungen, etc. Ein Versagen von „Böschungsbauwerken“¹¹² ist möglich, wodurch die hierdurch betroffenen Straßen teilweise oder vollständig unpassierbar werden können. Gerade im Bereich von Autobahnauf- und -abfahrten sind meist Böschungen oder kleine Brücken vorhanden. Falls diese Schaden nehmen, kann der Zugang zur Brücke erschwert oder blockiert sein.
- Neben den Brücken und Tunnelbauwerken werden aber auch eine Vielzahl von Straßen (alle Straßentypen: Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Landstraßen und kommunale Straßen) nicht oder nur eingeschränkt nutzbar sein.
- Aufgrund des Erdbebens werden Straßenbeläge reißen, aufplatzen, sodass je nach Ausmaß nur eine langsame Befahrbarkeit (durch umfahren der Schäden) möglich sein wird. Daher wird eine Befahrbarkeit durch normale PKWs/LKWs nicht mehr gegeben sein.
- Insgesamt kommt es zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen auf den Straßen durch den Ausfall anderer Transportmöglichkeiten.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Die Stromausfälle im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland haben zur Folge, dass sämtliche Lichtsignalanlagen und die Verkehrsleitsysteme sofort ausfallen. Dies führt insbesondere an belebten Kreuzungen zu Unfällen. In den ersten Stunden nach dem Stromausfall treten vermehrt Staus auf. Auch die Straßenbeleuchtung und Verkehrsleitzentralen fallen aus. In Straßentunneln reicht die Notstromversorgung nur für eine Stunde, um verbleibenden Personen und Fahrzeugen ein sicheres Verlassen von Tunneln zu ermöglichen. Da die Notstromversorgung in der Regel Pumpen und Ventilatoren nicht mitversorgt, werden Tunnel bei Stromausfall zumeist gesperrt. Soweit es erforderlich ist und vertretbar erscheint, können die Tunnel unter Anbringung besonderer Gefahrenhinweise und ggf. mit verkehrlichen Einschränkungen (z. B. Blockabfertigung) wieder freigegeben werden.

¹¹² Unter „Böschungsbauwerke“ werden sowohl Erdbauwerke (Dämme, Böschungen, u.ä.) als auch Ingenieurbauwerke wie Stütz- und Ankerwände o.ä. verstanden, wobei bei den Ingenieurbauwerken dies aufgrund ihrer massiven Bauweise eher unwahrscheinlich ist.

- Auch wenn die Überprüfung der Brücken und Tunnel abgeschlossen sein wird, so werden Sperrungen aufgrund verschiedenster „Reparaturarbeiten“ (kaputte Straßendecke, Lecks, Sicherheitsabsperungen, Beseitigung von Trümmern, ...) noch einige Monate (stellenweise mehrere Jahre) zu zusätzlichen Staus im Epizentralgebiet führen.

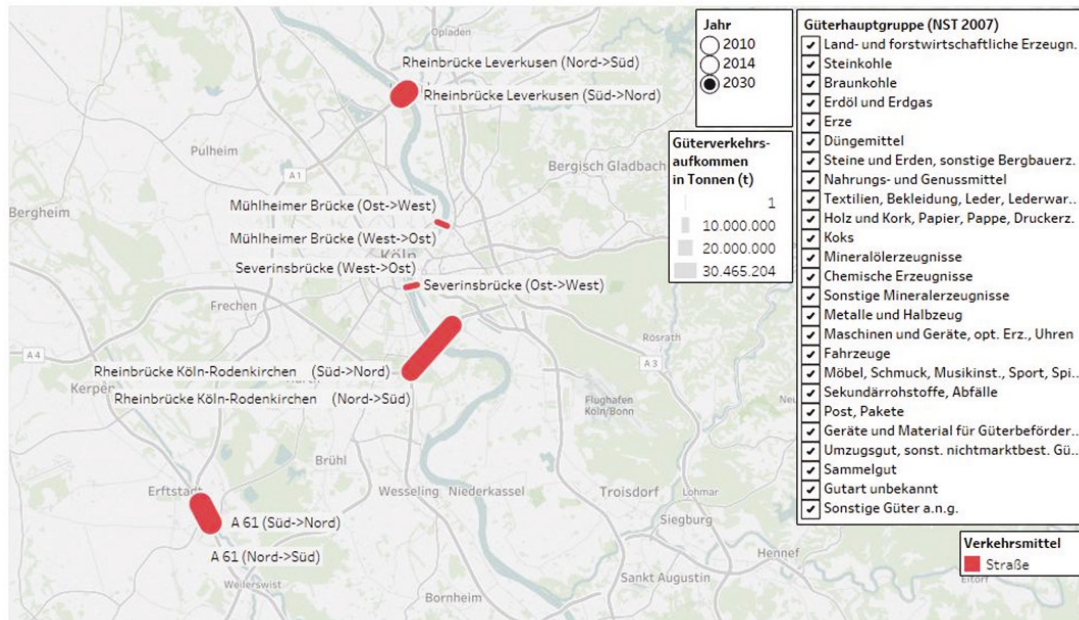


Abb. 10: Darstellung der vom Güterverkehr am voraussichtlich stärksten benutzten Straßenbrücken/-strecken in Köln im Jahr 2030¹¹³

Bundesweite Auswirkungen

Waren, die aus dem Ausland oder anderen Bundesländer über die betroffenen Autobahnen, Bundes- und Landstraßen transportiert werden müssen, erreichen Ihren Bestimmungsort zunächst nicht bzw. mit erheblicher Zeitverzögerung. Es kommt somit in der gesamten deutschen Wirtschaft (besonders die Standorte in der betroffenen Region) für Monate zu Verzögerungen in der Produktion bis hin zu Produktionsausfällen. Neben der Wirtschaft sind ebenso Handel und letztlich die Bevölkerung in ganz Deutschland betroffen.

¹¹³ Quelle: BBSR TraViMo, nach einheitlichem Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik 2007, kurz NST 2007 (steht für: *Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport*).

Branche LOGISTIK**Regionale Auswirkungen**

- Die Standorte der Logistik-Branche im Epizentralgebiet verzeichnen Schäden an der Gebäudeinfrastruktur (insb. Lagerhallen). In deren Folge werden Zutrittsverbote zu den Lagerhallen ausgesprochen, solange bis Schäden ausgeschlossen bzw. behoben worden sind. Neben den strukturellen Gebäudeschäden sind auch aufgrund des Stromausfalls viele Standorte nicht nutzbar.
- Da alle Transportwege (Schiene, Straße, Wasser und Luft) erheblich beeinträchtigt sind (s. entsprechende Auswirkungen auf die Branchen „Luftfahrt“, „Binnenschifffahrt“, „Schienen- und Straßenverkehr“) ist an vielen Stellen die Lieferkette unterbrochen.
- Aus diesen Gründen kommt es zu erheblichen Verzögerungen bei der Zulieferung von Gütern.
- Waren, die aus dem Ausland oder anderen Bundesländern für die Region bestimmt sind erreichen ihren Bestimmungsort nicht bzw. mit erheblicher Zeitverzögerung.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

Die Logistik-Branche arbeitet nahezu ausschließlich mit PC-gestützter Logistik-Software. Durch den Stromausfall sind Zugriffe auf ITK nicht möglich, sodass geplante Routen, Lieferstandorte nicht mehr nachvollzogen werden können. Zusätzlich wird in Kühllhäusern (ohne Notstromversorgung) verderbliche Ware nicht mehr nutzbar sein.

Bundesweite Auswirkungen¹¹⁴

Das Rheinland ist der zentrale Verkehrsknoten im Westen Deutschlands (s. entsprechende Auswirkungen auf die Branchen „Luftfahrt“, „Binnenschifffahrt“, „Schienen- und Straßenverkehr“). Waren die aus dem Ausland bspw. über den Flughafen Köln/Bonn, den Güterbahnhof Eifeltor bzw. die Bahntrassen entlang des Rheins, den Rhein selber oder die Autobahnen transportiert werden müssen, erreichen Ihren Bestimmungsort zunächst nicht bzw. mit erheblicher Zeitverzögerung. Hervorzuheben sind hierbei im Epizentralgebiet gelegene, eingeschränkte Logistikstandorte von Einzelhandelsunternehmen sowie bedeutende Standorte der Chemiebranche. Es kommt somit in der gesamten Deutschen Wirtschaft zu Verzögerungen in der Produktion bis hin zu Produktionsausfällen. Neben der Wirtschaft sind ebenso Handel und letztlich die Bevölkerung in ganz Deutschland betroffen.

Sektor GESUNDHEIT**Branche MEDIZINISCHE VERSORGUNG****Regionale Auswirkungen**

- Es ist bei allen Einrichtungen der Gesundheitsversorgung (Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime, Arztpraxen, Medizinische Versorgungszentren, Spezialkliniken (z. B. Köln-Merheim) mit Schäden an der Gebäudeinfrastruktur, bis hin zum Teil- oder Totalversagen der Gebäudestruktur zu rechnen. In Folge dessen sind diese Einrichtungen nicht nutzbar. Die neben den nicht nutzbaren Gebäuden sicherheitshalber erteilten Zutrittsverbote zu augenscheinlich noch nutzbaren Gebäuden (bis Schäden begutachtet und die Gebäude wieder freigegeben werden) führen zu erheblichen Problemen bei der Gesundheitsversorgung, aber auch der klinischen Patientenversorgung der vielen Verletzten aufgrund des Erdbebens.
- Die Krankenhäuser haben entweder keine Erdbebenauslegung oder sind nur für erheblich geringere Erdbebenlasten ausgelegt. Die meisten größeren Krankenhäuser in und um Köln wurden im Laufe der Jahre stetig erweitert, sodass hier eine inhomogene Bausubstanz vorhanden ist, was die Verletzlichkeit nochmals erhöht. Insbesondere die älteren Gebäudeteile sind extrem gefährdet. An vielen Gebäuden

¹¹⁴ Vgl. auch Auswirkungen auf den Binnenschifffahrts-, Schienen-, Luft- und Straßenverkehr.

sind Schäden zu erwarten und der Einsturz einiger Krankenhäuser ist möglich bzw. nicht auszuschließen.

- Krankenhäuser sind auf Fahrstühle¹¹⁵ angewiesen, die nach einem Erdbeben bei möglichen Schäden an der Gebäudestruktur nicht mehr verwendet werden sollten. Die Funktionalität des Krankenhauses ist bei einem Ausfall der Fördertechnik gefährdet¹¹⁶. Gleichzeitig enthalten Krankenhäuser viel sensible Technik. Selbst wenn das Gebäude das Szenario ohne Schäden übersteht, ist mit Schäden der Inneneinrichtung (Herunter- oder Umfallen von Gegenständen, Bewegung von Rollbetten) zu rechnen. Dies kann die Funktionalität eines Krankenhauses erheblich einschränken (Dies trifft ebenfalls auf Alten- und Pflegeeinrichtungen zu).
- Krankenhäuser im Katastrophengebiet erhalten eine doppelte Belastung zum einen durch die Anfälligkeit der eigenen Infrastruktur sowie durch Verletzte aus der Umgebung, die nach dem Erdbeben eingeliefert werden.
- Insgesamt befinden sich 63 Krankenhäuser im Epizentralgebiet, hiervon 37 in direkter Nähe zum Epizentrum (< 20 km). Diese sind daher erhöhten Belastungen ausgesetzt. Beispielsweise in der Stadt Köln sind dies 22 Krankenhäuser mit rd. 7.000 Betten¹¹⁷. Bezugnehmend auf die zu erwartende Gebäudeschäden bzw. Nutzungseinschränkungen kann angenommen werden, dass 10 % der Betten nicht mehr belegt werden können (= ca. 700 Betten), sodass bei einer durchschnittlichen Auslastung von rd. 80 %¹¹⁸ eines Krankenhauses sofort über 500 Patienten in Krankenhäuser im Umland zusätzlich zu den vielen Verletzten verlegt werden müssen. Aufgrund der teilweise nicht passierbaren Zuwege zu einzelnen Krankenhäusern ist der Zu- und Abtransport erschwert. Mancherorts müssen zunächst Trümmer beseitigt werden, um das Krankenhaus überhaupt zu erreichen.
- Patientendaten können aufgrund von Zerstörungen von Servern und Computern verloren gehen.
- Im Epizentralgebiet ist infolge der eingeschränkten Verkehrswege und hohen Auslastung der Rettungskräfte nur ein stark reduzierter Rettungsdienst für nicht evakuierte Personen möglich (Verlängerung der Hilfsfristen).
- Im Rahmen der Evakuierungsmaßnahmen kommt es aufgrund der Ausnahmesituation, insbesondere bei Menschen mit schweren, lebensbedrohlichen Erkrankungen zu Todesfällen und Verletzten. Diese Situation bringt für die Betroffenen und für die Einsatzkräfte eine hohe physische und psychische Belastung mit sich.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Krankenhäuser sind i. d. R. nicht vollständig Notstrom versorgt. Altenheime, Medizinische Zentren u. Arztpraxen sind allenfalls eingeschränkt nutzbar.
- Personen, die bislang im Erdbeben- bzw. Stromausfallgebiet zu Hause gepflegt oder betreut wurden, werden teilweise evakuiert werden müssen. Wo notwendig, werden Patienten, deren stationärer Aufenthalt verkürzt werden kann, entlassen, nicht lebensnotwendige Operationen werden verschoben. Dort, wo spezialisierte Krankenhäuser oder Abteilungen von überregionaler Bedeutung ausfallen (z. B. Verbrennungszentren oder Kompetenz- und Behandlungszentren zur Versorgung von hochkontagiösen und lebensbedrohlichen Erkrankungen), werden durch die Verlegung von Material und Fachkräften soweit möglich geeignete Ausweichmöglichkeiten in den nächstgelegenen, nicht betroffenen Gebieten geschaffen.

Bundesweite Auswirkungen

- Aufgrund der Ausfälle der Krankenhäuser im Epizentralgebiet sind mehrere Hundert Patienten in Krankenhäuser im Umland, teilweise in andere Bundesländer zu verlegen. Das gilt ebenso für Bewohner von Alten- und Pflegeheimen.

¹¹⁵ Vgl. Joint Research Centre der EU Kommission (Hrsg.) (2013).

¹¹⁶ „The functionality of the whole conveying system of a hospital is jeopardised if more than half of the elevators fail.“ (Joint Research Centre der EU Kommission (2013), S. 125.

¹¹⁷ <https://www.ksta.de/koeln/koelner-kliniken-weniger-betten-und-patienten-31175114> (2019)

¹¹⁸ https://www.dki.de/sites/default/files/downloads/2016-03-8_dki_analyse_der_bettenauslastung_-_teil_1.pdf (2019)

Branche ARZNEIMITTEL UND IMPFSTOFFE**Regionale Auswirkungen**

- In der betroffenen Region befinden sich mehrere Großlager von Pharmagroßhändlern (bspw. Frechen, Köln-Süd). Es ist davon auszugehen, dass mindestens ein Großlager aufgrund von Gebäudezerstörungen nicht zur Verfügung steht. Die verbliebenen Großlager sind (gem. § 52 b Arzneimittelgesetz) verpflichtet, ein vollständiges, herstellerneutral gestaltetes Sortiment an apothekenpflichtigen Arzneimitteln für einen Durchschnittsbedarf für zwei Wochen vorzuhalten, so dass grundsätzlich insgesamt für die Region ausreichend Waren bereitstehen. Hier handelt es sich aber um eine Katastrophenlage die Spezialbedarfe an Medikamenten fordert, sodass hier einzelne Medikamente schnell zur Mangelressource werden, die nur durch die Beschaffung aus anderen Regionen kompensiert werden kann. Die Stromausfälle (manche Stoffe zur Herstellung von Medikamente und Medikamente bedürfen einer durchgehenden Kühlung), der aufgrund der Eigenbetroffenheit beschränkte Personalstand und die zusätzlichen logistischen Probleme führen zusätzlich zu verzögerten Auslieferungen an die Apotheken.
- Parallel wird eine Ersatzversorgung über andere Lager (innerhalb weniger Tage) aufgebaut.
- Es ist neben der Betroffenheit der Lager auch mit dem Ausfall von Apotheken vor Ort zu rechnen. Wie lange eine Apotheke ausfällt, ist abhängig vom Grad und Umfang der Gebäudezerstörungen sowie der Betroffenheit durch die Strom- und Personalausfälle (s. u.).
- Aufgrund der „just-in-time“-Belieferung würde es dann in kurzer Zeit zu erheblichen Engpässen in der Arzneimittelversorgung kommen, wodurch auch gesundheitliche Schäden von Patienten nicht auszuschließen sind, zumal aufgrund der Situation gleichzeitig ein erhöhter Arzneimittelbedarf zu erwarten ist. Die Belieferungs- und Versorgungskette müsste dann unter Einbindung von Strukturen nicht betroffener Landesteile provisorisch aufgebaut werden.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Die Apotheken der Krankenhäuser, in denen Medikamente sowohl hergestellt als auch verwaltet (s.a. ausgefallene Kühlungen) und ausgegeben werden, sind nicht zwangsläufig an eine Notstromversorgung angeschlossen. Auch hier werden viele Vorgänge durch den Stromausfall erschwert oder unmöglich.
- Die bestehenden Einschränkungen in der Logistikbranche und die erschwerte Kommunikation und Abstimmung zwischen den beteiligten Stellen (Hersteller, Großhandel, Lager, Transportunternehmen, Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime, Apotheken, Arztpraxen usw.) machen die Versorgung der Menschen mit Arzneimitteln und Medizinprodukten in den Stromausfallgebieten teilweise schwierig.

Bundesweite Auswirkungen

- In der Erdbebenregion finden sich Standorte der pharmazeutischen Industrie (Bayer, Nattermann¹¹⁹), deren Erzeugnisse aufgrund des Ereignisses aber – und das betrifft grundsätzlich den Warentransport von pharmazeutischen Erzeugnissen – auch durch die allgemeine Problemlage in der Logistik, nicht in der gewohnten Zeit in Deutschland verteilt werden können. Es kann bei einzelnen Arzneimitteln zu Versorgungs-Engpässen kommen.
- Darüber hinaus wird auf die Risikoanalyse Sturmflut, BT-Drucksache 18/3682, 2014, verwiesen.

¹¹⁹ Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V./ Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. Forschungsstelle Pharmastandort Deutschland, (2015)

Sektor WASSER**Branche ÖFFENTLICHE WASSERVERSORGUNG****Regionale Auswirkungen**

- Die Wasserversorgung der betroffenen Region ist ein komplexes fest installiertes Wasserverteilungssystem bestehend aus vielen unterschiedlichen Komponenten. Dieses umfasst Einrichtungen zur Gewinnung und Reinigung, Speicherung, Drucksteigerung, Verteilung, Mengemessung und Entnahme.
- All diese Komponenten sind verbaut sowohl in Gebäuden, aber auch in der Erde, d. h. es gibt dort Bauteile, die in Abhängigkeit von der Exposition des Gebäudes oder der Bodenspitzenbeschleunigung und der entsprechenden Flexibilität der Leitungsarten betroffen sind.
- Es muss bei Gebäuden (z. B. Wasserwerke, Leitwarten) und Anlagen (z. B. Hochbehälter, Wassergewinnungsanlagen, Druckerhöhungsanlagen) mit teilweisem bis hin zum Komplettversagen der Konstruktion ausgegangen werden. Neben diesen physischen Einwirkungen werden auch Komponenten durch den Stromausfall bis zu dessen Wiederherstellung ausfallen. Diese Schadenslage setzt sich auch in den betroffenen Wohngebäuden fort.
- Bei den Leitungen stellen vor allem die ab Mitte des 19. Jahrhunderts verbauten Wasserrohre aus Gusseisen ein Problem dar. Die Stabilität solcher Wasserrohre kann nicht gewährleistet werden. Im Vergleich zu modernen Stählen und Polyethylen-(PE)-Rohren wurde beim Gusseisen eine deutlich geringere Duktilität (Schlagzähigkeit) festgestellt, so dass für das angenommene Szenario auch hier mit dem Versagen zu rechnen ist. Insbesondere kann Gusseisen durch Spongiose („Eisenschwamm“) – eine Sonderform der selektiven Korrosion – vorgeschädigt sein und bereits unter den normalen Betriebsbedingungen an Druck und Erschütterung spontan versagen. Seit den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts werden i. d. R. Gusseisen mit Kugelgraphit (duktiles Gusseisen) versetzt, so dass diese Leitungen weniger stark betroffen sein sollten.
- Durch die Schäden und Beeinträchtigungen (sowohl physische Beschädigung, als auch aufgrund der Stromausfälle) in der Infrastruktur der öffentlichen Wasserversorgung erhöht sich der Analysebedarf zur Prüfung der Wasserqualität gemäß Trinkwasserverordnung. Aufgrund der Betroffenheit von Laboren in der Erdbebenregion, müssen Analyseaufträge auf Labore in ganz Deutschland verteilt werden. Es kommt hierdurch zu Verzögerungen.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Neben den vom Erdbeben betroffenen Komponenten der Wasserver- und auch -entsorgung benötigen diese auch eine funktionierende Stromversorgung. Nicht alle Wasserwerke sind mit ortsgebundenen Notstromaggregaten ausgestattet. Sollte es nicht möglich sein ein Aggregat entsprechender Größe zu einem unversorgten Wasserwerk zu bringen, kann es abhängig von der vorgesehenen Pumpleistung zu enormen Engpässen in der Wasserversorgung kommen. Auch zur Inbetriebnahme von Notbrunnen sind Notstromaggregate notwendig. Somit sind eine entsprechende Vorlaufzeit und die Verfügbarkeit von Notstromaggregaten unabdingbar. Die Anzahl von Notstromaggregaten ist begrenzt, die Beschaffung aus anderen Regionen ist zeitaufwändig. Kläranlagen sind ebenfalls von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig. Nicht alle Anlagen sind notstromversorgt.
- Es ist im gesamten Epizentralgebiet für mehrere Tage bis zu mehreren Monaten mit großflächigem Ausfall¹²⁰ der öffentlichen Wasserver- und -entsorgung zu rechnen, weil die Wiederherstellung zerstörter Komponente v.a. die Versorgungsleitungen entsprechend umfangreich ist.

Notwasserversorgung¹²¹

Kann die leitungsgebundene Wasserversorgung durch die Wasserversorger nicht aufrechterhalten werden, ist die Zuständigkeit des Kreises/ der kreisfreien Stadt als örtliche Katastrophenschutzbehörde zur Ersatz- und Notversorgung der Bevölkerung gegeben. Das Gesundheitsamt ordnet dann eine leitungsungebundene Versorgung an. Diese kann z. B. durch den Einsatz von Wassertransportfahrzeugen oder durch die Nutzung von

¹²⁰ Vgl. Erdbeben Kobe, 1995, Yossi Sheffi „Worst Case Szenario“ S.29, 2006

¹²¹ Vgl. Bundestags Drucksache 19/9521: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Dürre, 2019

leitungsunabhängigen Brunnen (Holversorgung) erfolgen. Hier können ggfs. Anlagen der Trinkwassernotversorgung nach Wassersicherungsgesetz (WasSiG) genutzt werden. Die Vorgaben der TrinkwV sind hierbei zu beachten (siehe Hinweis unten).

Hinweis: Trinkwassernotversorgung des Bundes

Die Trinkwassernotversorgung des Bundes wird vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) gemeinsam mit den Ländern und den Kommunen nach dem Wassersicherungsgesetz (WasSiG) umgesetzt. Die Aufgabe der Trinkwassernotversorgung ist die Versorgung der Zivilbevölkerung im Verteidigungsfall mit lebensnotwendigem Wasser (Notwasser) über derzeit etwa 5.200 leitungsunabhängige Einzelbrunnen, die teilweise auch im Falle eines Stromausfalls über Notstromaggregate betrieben werden können. Diese ursprünglich für den Zweck des Zivilschutzes im Verteidigungsfall vorgesehene Trinkwassernotversorgung des Bundes kann gemäß § 8 WasSiG auch im Rahmen von Trinkwassernotständen in Friedenszeiten (z. B. im Rahmen eines Erdbebenereignisses) von den Behörden vor Ort (z. B. untere Katastrophenschutzbehörde) in Anspruch genommen werden. Voraussetzung hierfür ist die Genehmigung durch die zuständige Fachbehörde. Hierbei gilt jedoch folgendes zu beachten: Die Qualitätsanforderungen von Notwasser im Verteidigungsfall sind gemäß 1. Wassersicherungsverordnung geringer, als die der Trinkwasserverordnung (friedensmäßiger Nutzen). Daher gilt es bei dem Einsatz der Notbrunnen im Rahmen der Ersatzwasserversorgung zu prüfen, ob die Notbrunnen die strengeren Vorgaben der Trinkwasserverordnung, die auch im Krisen- oder Katastrophenfall gelten, einhalten und das Wasser an die Bevölkerung abgegeben werden darf. Unabdingbar ist eine Desinfektion oder Aufbereitung des Notwassers vor Abgabe des Wassers an die Bevölkerung.

Bundesweite Auswirkungen

Keine

Branche ÖFFENTLICHE ABWASSERBESEITIGUNG (inkl. Abfallentsorgung)

Regionale Auswirkungen

- Zu den Auswirkungen der physischen Infrastruktur ebenso wie auf die Auswirkungen aufgrund der Stromausfälle wird hier grundsätzlich auf die Ausführungen zur Branche „Öffentliche Wasserversorgung“ verwiesen.
- Es ist darüber hinaus davon auszugehen, dass teilweise Abwasserkanäle bersten, bzw. verschoben werden oder gänzlich einstürzen und somit das Abwasser nicht mehr überall ordnungsgemäß abtransportiert werden kann. Es besteht dadurch die Gefahr, dass Kanäle überlaufen und insbesondere bei zeitgleichen Regenfällen lokale Überflutungen entstehen und Keller und tiefliegenden Bauten wie U-Bahnen und Tiefgaragen volllaufen. Hieraus kann die Gefahr der Übertragung von Infektionskrankheiten¹²² sowie von Umweltbelastungen, etwa der Schädigungen des Grundwassers, des Bodens oder der Gewässerökologie, resultieren. Zudem kann sich ein verheerender Geruch breitmachen.
- Des Weiteren ist mit der Beeinträchtigung der Abfallentsorgung im Epizentralgebiet zu rechnen:
 - Die regelmäßige Einsammlung sowie schadlose Beseitigung insbesondere von Problemabfällen, wie aus den medizinischen Bereichen (Krankenhäusern, Arztpraxen) ist zur Vermeidung von Infektionskrankheiten von Bedeutung. Insbesondere im Epizentralgebiet sind Beeinträchtigung der Abfallentsorgung durch den Ausfall von Entsorgungskapazitäten wie das Einsammeln der Abfälle zu erwarten,
 - Im Falle eines Ereignisses können Abfallbehandlungsanlagen beschädigt bzw. zerstört werden. Dies kann auch Abfallverbrennungsanlagen betreffen, in denen gefährliche oder infektiöse Abfälle schadlos beseitigt werden.

¹²² Hinweis des Robert Koch-Instituts: Es wurde eine Risikobewertung zum Thema Infektionskrankheiten durchgeführt, die Infektionskrankheiten wurden aber in der Risikoanalyse „Erdbeben“ aufgrund des im Vergleich vernachlässigbaren Risikos nicht näher betrachtet.

Bundesweite Auswirkungen

Keine

Sektor ERNÄHRUNG**Branche ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT****Regionale Auswirkungen**

- In der betroffenen Region sind größere Betriebe der Lebensmittelindustrie wie Molkereien, Mühlen, Backwarenhersteller und Zuckerfabriken angesiedelt, die ihre Rohstoffe z. T. regional beziehen und überregionale Versorgungsbedeutung haben. Es ist zu erwarten, dass die Betriebe wegen Schäden an Gebäuden und Anlagenteilen, aber auch wegen des Ausfalls technischer Infrastrukturen (Energie- und Wasserversorgung, Entsorgung, Transport und Verkehr) und mangelnder Verfügbarkeit von Personal die Produktion einstellen müssen.
- In Abhängigkeit von der Wiederverfügbarkeit der erforderlichen Infrastrukturleistungen, der statischen/technischen Prüfungen und Reparaturarbeiten ist voraussichtlich ein Zeitraum von mehreren Wochen erforderlich bis die Produktion wiederaufgenommen werden kann. Im Fall gravierender Schäden an Gebäuden und Anlagentechnik ist auch mit einem mehrmonatigen Ausfall sowie der dauerhaften Schließung von Produktionsstätten zu rechnen.
- Im Bereich der Primärproduktion verursacht das Erdbeben Schäden z. B. an Stallungen, Lagereinrichtungen wie Silos sowie Gewächshausanlagen. Köln und die südwestlich gelegenen Landkreise sind zwar keine ausgeprägte Tierhaltungsregionen¹²³, doch ist mit verletzten und getöteten Nutztieren als Folge von Zerstörung und Schäden an Stallanlagen und -technik¹²⁴ zu rechnen.
- Bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung kann die Stalltechnik (Klimaführung, Fütterung, Melkanlagen etc.) i. d. R. nur noch kurzzeitig bzw. eingeschränkt aufrechterhalten werden. Zudem ist die (Kraft)futterbelieferung aufgrund von Transportproblemen (s. Logistik) gefährdet.
- Letztlich muss daher auch die Tötung von Tieren mangels Versorgungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden¹²⁵. Ein zeitnaher Abtransport und die fachgerechte Entsorgung von Tierkadavern in Tierkörperverwertungsanlagen ist nicht mehr gewährleistet.

¹²³ Bezogen auf den Viehbestand in Nordrhein-Westfalen hat die Region einen Anteil am Viehstand je nach Tierart von weniger als einem Prozent bis zu knapp 10 %; bezogen auf den Bestand in Deutschland liegt der Anteil bei unter einem bis gut einem Prozent (s. Tabelle. 3).

¹²⁴ Hinweis BLE: Hinsichtlich der Erdbebenvulnerabilität von Stallbauten liegen der BLE keine Informationen vor. Nach hiesiger Einschätzung weichen die Konstruktionen von Stallbauten z. T. erheblich von Wohn- und Industriegebäuden ab. Darüber hinaus dürfte der Anteil an Bauten jüngeren Datums (nicht älter als 10 bis 20 Jahre) bei Stallungen deutlich höher sein als im Wohngebäudebestand der Region.

¹²⁵ Im Fokus der Risikoanalyse steht der Bevölkerungsschutz, es muss aber auch berücksichtigt werden, dass Ereignisse wie ein Erdbeben mit seinen Schadensfolgen dazu führen, dass Tiere nicht mehr versorgt werden können und leiden (was im Sinne des Tierschutzes abzustellen ist). Beispielsweise können Kühe ohne Stromversorgung nicht mehr gemolken werden. Nach Frau Dr. Müller vom Institut für Tierwissenschaften der Universität Bonn sind die Auswirkungen je nach Phase der Laktation und Eutergesundheitssituation unterschiedlich. Sie reichen von leichten Schmerzen bei nur noch geringer Milchleistung (und gesundem Euter) und sehr schnellem Versiegen des Milchflusses bis hin zu sehr starken Euterentzündungen und Schmerzen bei Kühen, die bereits zu dem entsprechenden Zeitpunkt eine Euterinfektion haben, und/oder die sich in der Hochphase der Laktation befinden. Bei fehlender Behandlung (hierzu zählt auch das (Aus-)Melken des Euters!) könnten diese Kühe sogar an den Folgen verenden und hätten in der Zeit bis dahin sehr starke Schmerzen.

Viehbestände und Haltungen 2016														
	Rinder		davon Milchkuhe		Schweine		Schafe		Hühner		Gänse		Truthühner	
	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere	Betriebe	Tiere
Stadt Köln	5			1		1			5		3			
Rhein-Erft-Kreis	42	2.298	612	17	6.870	22	1.980	41	49.902	13	160	6	38.553	
Rhein-Sieg-Kreis	398	35.711	13.465	23	6.236	66	5.553	91	73.233	19	4.088	6	47	
Stadt Bonn	1			1		4	944	4	59	1				
Kreis Euskirchen	460	35.647	11.887	32	4.168	59	6.614	78	178.781	10	76			
Summe	906	73.656	25.964	74	17.274	152	15.091	219	301.975	46	4.324	12	38.600	
NRW	13.989	1.412.681		8.414	7.263.582	2.238	159.409	3.805	11.779.163	666	60.019	214	1.554.480	
% Summe Kreise zu NRW gesamt	6,5	5,2		0,9	0,2	6,8	9,5	5,8	2,6	6,9	7,2	5,6	2,5	
Deutschland		12.467.000			27.376.000		1.574.000		158.694.000		329.000		12.360.000	
% Summe Kreise zu Deutschland gesamt		0,6			0,1		1,0		0,2		1,3		0,3	

Quellen:
 Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2018); Statistische Berichte. Viehhaltungen und Viehbestände in Nordrhein-Westfalen am 1. März 2016. Düsseldorf.
 Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2018): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2018. Bonn.
 Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland, 2019.

Viehbestände Epizentralgebiet 2016									
GV									
	Rinder	davon Milchkuhe	Schweine	Schafe	Hühner	Gänse	Truthühner	Gesamt	
Summe in GV 1)	88387	31157	2418	1509	1027	36	857	93378	

1) verwendete Umrechnungssätze nach GV-Schlüssel KTBL (<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/gv-schluesel-ktbl-15638.html>, Abruf 08.11.2019)

Tabelle 3: Viehbestände und Haltungen im Epizentralgebiet (Datenbasis 2016)

- Das Epizentralgebiet ist Teil einer intensiven Gemüse- und Obstanbauregion sowie Zentrum der Zuckerrübenproduktion. Es umfasst rund 50 % der Obstanbau-, 20 % der Gemüse- und 25 % der Zuckerrübenanbaufläche Nordrhein-Westfalens (s. Tabelle Y). Obst und Gemüse werden überregional vermarktet.

Die Rüben werden in nahe gelegenen Zuckerfabriken verarbeitet. Unter den Szenariobedingungen ist die zeitnahe Vermarktung von Obst und Gemüse (Frischware) u. a. aufgrund von Transportproblemen nicht mehr gewährleistet. Die Problematik kann sich auch noch für die Getreideernte (ab Juli) stellen, zudem sind die Kapazitäten zur Getreidelagerung durch Schäden an Lagergebäuden eingeschränkt.

Epizentralgebiet:

- Stadt Köln
- Rhein-Erft-Kreis
- Rhein-Sieg-Kreis (Teilgebiet)
- Stadt Bonn (Teilgebiet)
- Kreis Euskirchen (Teilgebiet)

Bodennutzungshaupterhebung 2016				
Anbaufläche ha				
	Getreide zur Körnergewinnung	Zuckerrüben	Gemüse, Erdbeeren u.a. Gartengewächse zusammen	Baum- und Beerenobst (einschließlich Nüsse)
Deutschland	6.325.023	334.485	138.000	64100
Nordrhein-Westfalen	603.544	48.396	28.655	3.580
Bonn, krfr. Stadt	282	45	8	41
Köln, krfr. Stadt	3.746	992	229	7
Rhein-Erft-Kreis	16.214	5.732	2.283	110
Euskirchen, Kreis	14.540	2.321	887	83
Rhein-Sieg-Kreis	10.127	2.052	1.748	1.453
Summe Kreise/kreisf. Städte	44.908	11.142	5.155	1.693
% Summe Kreise zu NRW	7	23	18	47
% Summe Kreise zu Deutschland	0,7	3,3	3,7	2,6

Quellen:

- Regionaldatenbank IT.NRW, Düsseldorf (Abruf 06.11.2019)
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2018): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2018, Bonn.

Tabelle 4: Acker- und Gartenbaukulturen im Epizentralgebiet (Datenbasis 2016)

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

Ausführungen zu Auswirkungen von Stromausfällen auf die Branche ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT finden sich in der Risikoanalyse „Wintersturm“.¹²⁶

Bundesweite Auswirkungen

Bundesweite Engpässe bei Agrarrohstoffen und Lebensmitteln durch den Ausfall der Produktionsleistung im Erdbebengebiet sind nicht zu erwarten.

Branche LEBENSMITTELHANDEL**Regionale Auswirkungen**

- Im Epizentralgebiet sind mehrere Läger und Logistikzentren des Lebensmitteleinzelhandels angesiedelt. Über einen Teil der Läger/Logistikzentren wird die regionale Warenauslieferung an die angeschlossenen Filialen/ Märkte abgewickelt, ein weiterer Teil hat überregionale/ bundesweite Versorgungsbedeutung. Es ist davon auszugehen, dass die Warenverteilzentren aufgrund von Gebäude- und Anlagenschäden und/oder des Ausfalls technischer Infrastrukturen (s. o.) auf unbestimmte Zeit nicht funktionsfähig sind. Gleiches gilt für die Endverkaufsstellen des Lebensmitteleinzelhandels.
- Potentiell hat die Bevölkerung die Möglichkeit, sich durch Vorratshaltung im Haushalte auf einen Ausfall der Lebensmittelversorgung vorzubereiten. Von Seiten des Staates werden entsprechende Empfehlungen für einen Vorrat gegeben¹²⁷, allerdings ist es unter Szenariobedingungen fraglich, ob auf persönliche Vorräte zurückgegriffen werden kann, wenn Wohngebäude zerstört sind bzw. wegen zu klärender Schäden nicht betreten werden dürfen. Daher müssen Behelfseinrichtungen zur Abgabe/ zum Verkauf von Lebensmitteln/ Mahlzeiten an die Bevölkerung eingerichtet werden. Teilweise wird es auch erforderlich sein, dass Hilfskräfte Personen direkt in ihren Wohnhäusern versorgen.
- Es muss insbesondere die Versorgung von Säuglingen und Kleinkindern unter hygienischen Bedingungen sichergestellt werden.
- In den vom Ausfall der Strom- und Wasserversorgung betroffenen Gebieten muss das Lebensmittelsortiment der Ausgabe-/Verkaufsstellen auf die Notfallbedingungen (kaum Möglichkeit zur Zubereitung von Speisen, prekäre Hygiene) ausgerichtet werden, d. h. vorzugsweise verzehrfertige Lebensmittel. Hierzu ist es erforderlich, dass der Lebensmittelhandel nach Bedarfsmeldungen der Katastrophenschutzbehörden eine entsprechende Umdisponierung der Lieferungen vornimmt.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

Ausführungen zu Auswirkungen von Stromausfällen auf die Branche LEBENSMITTELHANDEL finden sich in der Risikoanalyse „Wintersturm“.¹²⁸

Bundesweite Auswirkungen

Aufgrund der Unterbrechungen der Nord-Süd-Achse durch Ausfall des Verkehrsknotenpunktes Großraum Köln auf allen Transportwegen ist mit Liefereinschränkungen bei Lebensmitteln zu rechnen (s. Sektor Transport und Verkehr insbesondere Branche Logistik). Eine längerfristige Unterbrechung der Rheinschifffahrt hätte Engpässe in der Versorgung mit Getreide und Ölsaaten der am südlichen Abschnitt des Rhein gelegenen Verarbeitungsbetriebe zur Folge (s. Sektor Verkehr Branche Binnenschifffahrt; vgl. Risikoanalyse Dürre – Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2019 Bundestagsdrucksache 19/9521 vom 12. April 2019).

¹²⁶ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/208

¹²⁷ Vgl. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019): www.ernaehrungsvorsorge.de; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018): Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen. Bonn.

¹²⁸ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/208

Sektor Finanz- und Versicherungswesen

Im Erdbebengebiet befinden sich zahlreiche Geschäftsstellen und Hauptsitze von Versicherungsunternehmen, Privat- und Genossenschaftsbanken, und Sparkassen, sowie von Finanzdienstleistern.

Köln ist nach München der zweitgrößte Versicherungsstandort in Deutschland. Für die Kölner Wirtschaft ist die Versicherungsbranche traditionell ein wichtiges Standbein: 75 Versicherungsunternehmen sind hier angesiedelt, davon 47 mit Hauptsitz. Sie beschäftigen gut 16.000 Mitarbeiter. Und bei 145 Banken sind weitere 13.500 Beschäftigte tätig¹²⁹.

An den Gebäuden des Finanz- und Versicherungswesens können Schäden, von kleineren Bränden bis hin zum Teil- oder Totalversagen der Gebäudestruktur oder dessen Infrastruktur (z. B. Strom- oder Datenleitungen) auftreten. In Folge dessen sind diese nicht nutzbar. Ebenso bewirken die Stromausfälle und die erteilten Zutrittsverbote (bis Schäden begutachtet und die Gebäude wieder freigegeben werden) erhebliche Verzögerungen bei der Bearbeitung der Dienstleistungen (vor allem dort, wo Prozesse bei den Hauptsitzen zentralisiert sind). Es ist auch mit Datenverlusten zu rechnen (Unterlagen, die noch nicht gescannt wurden). Teilweise sind auch Mitarbeiter betroffen (Eigenbetroffenheit → Personalausfälle), sodass auch diese Ausfälle zu verzögerter Bearbeitung führen. Da aber eine Vielzahl von Vorgängen „online“ abgewickelt werden kann, oder z. B. durch automatisch eingerichtete telefonische Weiterleitungen auf andere Geschäftsstellen in Deutschland Aufgaben verlagert werden, sind die damit verbundenen Einschränkungen für den Sektor insgesamt als beherrschbar und mit wenigen Folgeschäden zu bewerten. Für die betroffenen Kunden gilt dies in einer Gesamtschau ebenso.

Sektor Staat und Verwaltung

Vorbemerkung:

Das plötzlich und unerwartet auftretende Erdbeben stürzt alle Behörden zunächst in eine Chaosphase.

Es ist anzunehmen, dass ein Großteil der Beschäftigten sich bereits in den Dienstgebäuden befindet, oder im Außeneinsatz tätig ist. Somit ist mit einem nicht unerheblichen Anteil von Eigenbetroffenheit zu rechnen. Diese Eigenbetroffenheit (Mitarbeiter versterben, sind schwerverletzt oder so verletzt, dass Sie nicht ihren Dienst verrichten können) stellt alle vor große Herausforderungen. Neben dem Aufbau von Notbetrieben und Krisenstäben wird sich primär, aber auch parallel, um die Versorgung der Betroffenen (Beschäftigten) zu kümmern sein.

Geht man bspw. von der gleichen Betroffenheitsquote (Totalverlust bis nicht nutzbar) der Wohngebäude aus, dann sind mindestens 15 bis 20 % aller Dienstgebäude nicht mehr für den Dienstbetrieb geeignet. Ähnlich könnte man einen Ausfall der Mitarbeiter kalkulieren. Teilweise ist sogar mit einer höheren Ausfallquote zu rechnen, da viele Mitarbeiter aus verschiedenen Gründen nicht verfügbar sind. Eine Quote ist hier insgesamt aber schwer festlegbar.

Annahmen:

Für eine strategische Ressourcenplanung wird mit einem Gesamtausfall von 30 Prozent aller Mitarbeiter kalkuliert.

Da immer auch ein Teil der Mitarbeiter sich im Urlaub, in Krankheit oder auf Dienstreise befinden, muss u. U. mit 50 bis 60 Prozent an vorhandenen und einsatzfähigen Personal kalkuliert werden. Hierbei ist zu bedenken, dass auch viele Wissensträger und Experten nicht (mehr) einplanbar sind und Aufgaben durch anderes (unerfahreneres) Personal übernommen werden muss. Dies führt zu nicht unerheblichen Reibungsverlusten bis der Notbetrieb hergestellt ist. Aufgrund der Dimension des Ereignisses kann hier von einer Chaosphase von mindestens 12 Stunden ausgegangen werden.

¹²⁹ Vgl. https://www.ihk-koeln.de/Der_Bezirk_der_IHK_Koeln.AxCMS?ActiveID=1353

Branche REGIERUNG UND VERWALTUNG

Regierung:

Regionale Auswirkungen

- Rathäuser in der betroffenen Region bestehen teilweise aus sehr alter Bausubstanz (z. B. Köln) und somit ist hier eher mit schwerer Beschädigung bzw. Einsturz zu rechnen. Damit bleiben wichtige Entscheidungen der Räte bis zum Aufbau bzw. zur Einrichtung von „Ersatzräumlichkeiten“ für einige Tage liegen.
- Sollten auch die Datensicherungen im Rathaus aufbewahrt worden sein, sind diese ebenfalls verloren.

Auswirkungen den lokalen Stromausfälle

- Die netzunabhängige Notstromversorgung der Landes- und Kommunalbehörden funktioniert. Dort, wo physische Leitungsschäden in den Dienstgebäuden auftreten, fällt trotz unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) der Strom aus.
- Polizeidienststellen im Epizentralgebiet (in diesem Abschnitt wird nur die „Polizei“ behandelt. Für alle anderen Einsatzkräfte s. Abschnitt Branche NOTFALL-/RETTUNGSWESEN EINSCHLIESSLICH KATASTROPHENSCHUTZ) die von Stromausfällen betroffen sind, sind ggf. nur eingeschränkt einsatzfähig.
- Weitere Ausführungen zu Auswirkungen durch Stromausfälle in der Branche REGIERUNG UND VERWALTUNG finden sich in den Risikoanalysen „Wintersturm“¹³⁰ und „Sturmflut“¹³¹.

Bundesweite Auswirkungen

keine

Verwaltung:

Regionale Auswirkungen

- Die Verwaltungen der betroffenen Gemeinden, Städte und Kreise sind durch vielfältige Betroffenheit nur eingeschränkt handlungsfähig.
- Die Dienstgebäude sind teilweise stark beschädigt, teilweise eingestürzt oder aufgrund ausstehender statischer Begutachtungen für mehrere Wochen, teilweise Monate, nicht nutzbar.
- Die Krisenstäbe werden alle in nicht betroffenen Dienstgebäuden eingerichtet. Teilweise werden improvisierte Leitstellen und Krisenstabsräume eingerichtet, da die vorhandenen nicht alle nutzbar sind. Innerhalb von 8 Stunden nach dem Ereignis nehmen diese ihre Aufgaben wahr.
- Problematisch bleibt die Situation für Gebäude der Einsatzkräfte (in diesem Abschnitt wird nur die „Polizei“ behandelt. Für alle anderen Einsatzkräfte s. Abschnitt Branche Notfall-/Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz). Eine Vielzahl von Polizeidienststellen (alleine 7 von 14 in Köln) sind ebenfalls beschädigt und müssen für eine weitere Nutzung begutachtet werden, oder sind durch Stromausfälle nicht nutzbar. Die weiter nutzbaren Polizeidienststellen müssen die Aufgaben der ausgefallenen Dienststellen übernehmen.
- Auch die Autobahnpolizeiwachen übernehmen teilweise Aufgaben der ausgefallenen Polizeidienststellen. Ebenso verhält es sich mit den Wachen des Polizeipräsidiums Bonn, der Kreispolizeibehörden von Euskirchen, Düren, des Rhein-Sieg-Kreise und des Rhein-Erft-Kreises.
- Die Kräfte der Polizeien stehen (neben ihrer Eigenbetroffenheit) vor der Herausforderung, ein Verkehrschaos lenken zu müssen, damit Evakuierungen überhaupt ermöglicht werden, gleichzeitig aber auch die Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung gewährleisten zu müssen.

¹³⁰ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/208

¹³¹ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/3682

- Das vorhandene einsatzfähige Personal kann ohne Unterstützung aus anderen Bundesländern die Wahrung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung nicht sicherstellen. Es ist davon auszugehen, dass bis zum Eintreffen der entsprechenden Verstärkungskräfte einige Stunden vergehen werden.

Bundesweite Auswirkungen

- Im Erdbebengebiet befindliche Bundesbehörden wie das Bundesamt für Verfassungsschutz in Köln, mehrere Bundesministerien inklusive dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe mit dem Gemeinsamen Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) sind ebenfalls nur beschränkt handlungsfähig. Die Dienstgebäude sind teilweise stark beschädigt, teilweise eingestürzt oder aufgrund ausstehender statischer Begutachtungen für mehrere Wochen, teilweise Monate, nicht nutzbar.
- Die netzunabhängige Notstromversorgung der Bundesministerien und Bundesbehörden, funktionieren. Dort, wo physische Leitungsschäden in den Dienstgebäuden auftreten, fällt trotz Notstromversorgung der Strom aus.
- Die Bundesministerien können durch ihre weiteren (teilweise Haupt-)Dienstsitze in Berlin innerhalb weniger Stunden ihren zentralen Aufgaben nachkommen. Das Bundesamt für Verfassungsschutz verlagert wichtige Bereiche in andere Gebäude. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe verlagert das Gemeinsame Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) in den Ausweichsitz nach Bad Neuenahr-Ahrweiler, der nicht durch das Beben betroffen ist.
- Dem Bundesamt für Justiz (BfJ), Bonn, sind sowohl die Schriftleitungen der Bundesgesetzblätter als auch die des amtlichen Teils des Bundesanzeigers übertragen, in denen insbesondere Bundesgesetze sowie Verordnungen von wesentlicher oder dauernder Bedeutung veröffentlicht werden. Eine ordnungsgemäße Veröffentlichung fällt somit in den Aufgabenbereich des BfJ. Mit der Veröffentlichung ist der Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, beauftragt. Sowohl das BfJ als auch der Bundesanzeiger Verlag werden erst nach Wiederherstellung des (Dienst-)Betriebs ihre Aufgaben wieder wahrnehmen können.
- Weitere betroffene Bundesbehörden in Köln bzw. Bonn können bereits nach einigen Tagen einen Notbetrieb aufrechterhalten. Ebenso gelingt es den Landes- und Kommunalbehörden einen Notbetrieb (z. B. Standesämter) für die Grundversorgung einzurichten.

Branche JUSTIZEINRICHTUNGEN

Regionale Auswirkungen

Justizvollzugsanstalten:

Im Erdbebengebiet befinden sich vier Justizvollzugsanstalten mit rd. 2500 Insassen.¹³²

Aufgrund der massiven Bauweise sind die JVA'en meist nur von leichten und mittleren Gebäudeschäden betroffen. Da der tatsächliche Zustand der einzelnen Gebäude aber überprüft werden muss, wird angenommen, dass bis zur Klärung rund die Hälfte der Gefangenen in andere JVA'en verlegt werden müssen. Teilweise werden übergangsweise mehr Häftlinge in nicht betroffenen Bereichen und Mehrzweckräumen der Haftanstalten untergebracht. Nach wenigen Tagen können in die nur leicht beschädigten Gebäude wieder Häftlinge zurückgeführt werden. Logistische Probleme stellen sich hier beim Gefangenentransport, da sowohl Transportmittel als auch Begleitpersonal (Polizei) zunächst aus anderen Bundesländern herangeführt werden müssen, da die Kräfte NRW bereits anderweitig gebunden sind.

Gerichtbarkeit:

Mehrere Amts-, Land-, Verwaltungs-, Arbeits- und Sozialgerichte befinden sich in der stark betroffenen Zone. Manche Gerichtsgebäude sind schwer beschädigt, teilweise oder ganz zerstört oder von der Stromversorgung abgeschnitten. Daher wird über mehrere Wochen die Rechtspflege stark erschwert sein. Aufgrund der Regelungen zur sachliche und örtlichen Zuständigkeit der ZPO und StPO erscheint eine Verweisung an andere Gerichte nicht immer kurzfristig realisierbar. Darüber hinaus zu bedenken sind die begrenzten personellen und materiellen Ressourcen der noch intakten Gerichte, die anhängige Verfahren übernehmen sollen.

¹³² Vgl. https://www.justiz.nrw.de/Gerichte_Behoerden/anschriften/uebersichtskarten/justizvollzugsanstalten/index.php

Vor diesem Hintergrund können auch Verjährungsfragen im Raum stehen. Auch ist mit einigen Akten-/Datenverlusten aufgrund der Zerstörung der Gebäude zu rechnen.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Ausführungen zu Auswirkungen durch Stromausfälle in der Branche Justizeinrichtungen finden sich in den Risikoanalysen „Wintersturm“¹³³ und „Sturmflut“¹³⁴.

Bundesweite Auswirkungen

- JVA'en im ganzen Bundesgebiet werden um Aufnahme von Strafgefangenen aus der betroffenen Region gebeten
- Im Erdbebengebiet liegen das Bundesamt für Justiz (BfJ), Bonn, das das Bundeszentralregister, das Gewerbezentralregister und das Zentrale Staatsanwaltschaftliche Verfahrensregister betreibt. Als Notfallrechenzentrum für das BfJ ist insoweit das Bundesamt für Güterverkehr (BAG), Köln, vorgesehen. Beide Behörden werden durch ein Erdbeben in ihrem Dienstbetrieb erheblich beeinträchtigt sein. Durch die fehlende Auskunftsmöglichkeit ist insoweit von einem Stillstand der Rechtspflege in Strafverfahren auszugehen. Ferner könnten beispielsweise den Kommunen keine Auskünfte aus dem Gewerbezentralregister für Gewerbezulassungen erteilt werden. Ebenso kann der Ausfall des vom BfJ geführten Registers für Musterfeststellungsklagen gemäß § 609 ZPO zu einem partiellen Stillstand der Rechtspflege in den entsprechenden Zivilprozessen führen.

Branche NOTFALL-/RETTUNGSWESEN EINSCHLIESSLICH KATASTROPHENSCHUTZ

Regionale Auswirkungen

- Aufgrund der Unvorhersehbarkeit des Ereignisses können die Behörden und Organisationen der Branche Notfall-/Rettungswesen und des Katastrophenschutzes nicht explizit auf das Ereignis vorbereitet werden. Gezielte präventive Maßnahmen können nicht eingeleitet werden. Auch eine entsprechende Voralarmierung von Einsatzkräften oder Experten ist nicht möglich.
- Nach dem Erdbeben kommt es zu einem dauerhaften Einsatz aller verfügbaren Kräfte. Dabei muss davon ausgegangen werden, dass rund 50 Prozent der Einsatzkräfte gar nicht oder stark verzögert an den Feuer- und Rettungswachen ankommen. So wird ein Teil durch die eigene Betroffenheit ausfallen, andere werden aufgrund zerstörter Verkehrsinfrastruktur ihren Zielort nicht erreichen können. Dies betrifft sowohl die im operativen Einsatzgeschehen tätigen Einsatzkräfte von Feuerwehr- und Rettungsdienst, Polizei, THW, Hilfsorganisationen, als auch Mitarbeiter/innen der im Krisenmanagement tätigen administrativen Behörden und Akteure. Hiervon sind auch die nicht im Katastrophenschutz direkt tätigen, aber bei einem Erdbebenereignis wichtigen anderen Behörden, wie zum Beispiel der Landeserdbebendienst, betroffen.
- Die Eigenbetroffenheit der Branche Notfall-/Rettungswesen und Katastrophenschutz zeigt sich auf der einen Seite in der „Infrastruktur“, da Gebäude von Behörden und Organisationen ebenfalls von Schäden betroffen sein können. Eine erdbebensichere Bauweise zur Sicherstellung der eigenen Funktionsfähigkeit ist in den betroffenen Gebieten nicht vorgesehen. Die eigene Funktionsfähigkeit wird daher herabgesetzt werden. Darüber hinaus können Rettungskräfte die Einsatzorte aufgrund versperrter Straßen etc. zum Teil nur mit großer Verzögerung erreichen.
- Auf der anderen Seite können die MitarbeiterInnen genauso wie die ehrenamtlichen Einsatzkräfte selber betroffen sein. Bspw. durch Beschädigung der selbst bewohnten Gebäude bei dem Einsatzkräfte selber verletzt werden, oder sich um die Familie kümmern müssen, oder aus anderen Gründen zunächst nicht zur Verfügung stehen.
- Die Krisenstäbe der betroffenen Bundesbehörden werden alle in nicht betroffenen Dienstgebäuden eingerichtet. Teilweise werden improvisierte Krisenstabsräume eingerichtet, da die vorhandenen nicht alle nutzbar sind. Innerhalb von 8 Stunden nach dem Ereignis sind aber alle Stäbe eingerichtet und nehmen

¹³³ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/208

¹³⁴ Vgl. Bundestagsdrucksache 18/3682

ihre Aufgaben war. Aufgrund der ITK-Ausfälle können viele Einsatzkräfte nicht erreicht werden. Insbesondere die Kräfte, die mittels allgemeiner Kommunikationsmittel alarmiert werden (Bsp. SMS-Alarmierung). Dies gilt auch für Mitglieder der kommunalen Krisenstäbe. Eine Kommunikation zwischen den betroffenen Kommunen (z. B. Stab für außergewöhnliche Ereignisse – SAE) und der unteren Katastrophenschutzbehörde (Krisenstab des Landkreises) ist nicht gesichert möglich. Resiliente Systeme wie MoWaS sind nur bis zu den Leitstellen der Kreise und kreisfreien Städte nutzbar.¹³⁵

- Diese besondere Herausforderung trifft auch die Einsatzkräfte. Einsturzgefährdete Brücken und Gebäude verhindern nach Vorgaben der Eigensicherung die Abarbeitung von Schadensstellen. So müssen hier vielfach individuelle Entscheidungen in Abhängigkeit einer Gefahren- und Risikoeinschätzung getroffen werden. Eine generelle Entscheidung durch Führungskräfte kann nicht getroffen werden. Jedem Einzelnen obliegt demnach eine große eigene Verantwortung.
- Eine besondere Herausforderung besteht für die Sicherheit der Einsatzkräfte auch durch die in den folgenden Tagen erwartbaren schwereren Nachbeben, in dessen Folgen es zu weiteren Zerstörungen kommen kann.
- Vor allem die vorsorgliche Sperrung von Brücken und Tunneln sowie die Stromausfälle haben extreme Auswirkungen auf den Personentransport (insb. Einschränkungen der Pendlerströme), den Warentransport (vor allem Lebensmittel, Medikamente, Treibstoffe). Vor allem in der ersten Phase der Bewältigung des Ereignisses sind diese Transporteinschränkungen für Rettungsdienste/Katastrophenschutz/Gefahrenabwehr (KTW, Feuerwehr, Polizei, THW) ein erhebliches zusätzliches Probleme. Zunächst können daher die rechts- bzw. linksrheinischen Schadensgebiete nur von den vor Ort befindlichen Kräften versorgt werden. Darüber hinaus werden sich überall Staus bilden. Eingeschlossene Autofahrer müssen in ihren Fahrzeugen auf Hilfe warten.
- Insgesamt kann außerdem davon ausgegangen werden, dass es eine Vielzahl von Spontanhelfern geben wird, die in Form von Nachbarschaftshilfe unmittelbar nach dem Ereignis aktiv werden. Von einer negativen Beeinflussung der Maßnahmen des Katastrophenschutzes durch Spontanhelfende wird zunächst nicht ausgegangen.
- Brände:

In Folge des Erdbebens wird es zu einer Vielzahl an kleineren und größeren Bränden kommen.¹³⁶

Dabei ist davon auszugehen, dass die Ausbreitung in Abhängigkeit der Dichte und der Baustruktur erfolgen wird. Hier bestehen große Unterschiede zwischen der Nach- und Vorkriegsbebauung und der städtischen und ländlichen Siedlungsstruktur. Jedoch ist aufgrund der heutigen strengen Brandschutzvorschriften davon auszugehen dass sich die Brände größtenteils langsam ausbreiten. Mit Flächenbränden (z. B. ganzer Straßenzüge wie in San Francisco 1906) ist nicht zu rechnen. Neben der Anzahl an Bränden, wird der Druckverlust der Löschwasserversorgung, der durch physische Zerstörung der Wasserleitungen zu erwarten ist, zum Problem für die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr. Löschwasser muss den umliegenden öffentlichen Gewässern entnommen werden. Hier muss auf Unterstützungsleistungen, z. B. Wasserförderung über lange Wegstrecken, des THW und landeseigene Wasserförderzüge zurückgegriffen werden.

Auswirkungen der lokale Stromausfälle

- Der Stromausfall verstärkt die bestehenden Probleme. Hinzu kommt, dass eine Erreichbarkeit der Einsatzkräfte im Falle eines Strom- und Telekommunikationsausfalls nicht sichergestellt ist. Insbesondere bei Hilfsorganisationen des Katastrophenschutzes erfolgt eine Alarmierung via Telefon.
- Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich ein Großteil der Helfer aufgrund der insgesamt sichtbaren Auswirkungen des Ereignisses selbstständig zu ihren entsprechenden Organisationen auf den Weg machen.

¹³⁵ Hinweis: Die Feststellung, dass die Nutzbarkeit resilienter Systeme (s. MoWaS) nur bis zu den Leitstellen gesichert ist, gilt zunächst nur für Nordrhein-Westfalen. Ob diese Aussage auch auf andere Bundesländer übertragen werden kann war nicht Gegenstand dieser Risikoanalyse.

¹³⁶ Vgl. Japan 2011 u. 2018 (<https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2011-03/japan-erdbeben-tsunami/seite-2>; <https://www.rundschau-online.de/aus-aller-welt/dutzende-braende-mindestens-drei-tote-und-230-verletzte-bei-erdbeben-in-japan-30638448>); Kalifornien 2019 (<https://www.dw.com/de/schweres-erdbeben-ersch%C3%BCtert-s%C3%BCdkalifornien/a-49479774>)

- Durch den Stromausfall und den damit einhergehenden Ausfall weiterer Versorgungsleistungen sind die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben einerseits selbst betroffen, andererseits sind sie in höchstem Maße für die Bewältigung der Schadenslage gefordert. Leitstellen, Krisen- und Führungsstäbe verfügen in der Regel über Notstromaggregate bzw. werden mit diesen versorgt. Sie werden, ebenso wie Funk-Relaisstationen, mit ausreichend Treibstoff beliefert, Allerdings sind die Kommunikation und die Informationsbeschaffung stark eingeschränkt was dazu führt, dass Lagebilder nicht immer aktuell bzw. vollständig sind (→ Querverweis Branche „Regierung und Verwaltung“). Als kritisch erweist sich auch die Versorgung der Fahrzeuge und der Notstromaggregate der Einsatzkräfte mit Treibstoff¹³⁷, der absoluter Vorrang eingeräumt wird. Hierfür müssen zentrale Tankstellen mit Notstromaggregaten ausgestattet werden. Notstromaggregate werden, auch nicht zuletzt wegen dieser Bedarfslage, sehr schnell zur Mangelressource. Es ist fraglich, ob der benötigte Bedarf für den Betrieb von zentralen Tankstellen überhaupt gedeckt werden kann. Wenn ja, dann nur mit zeitlichem Verzug durch bundesweite Unterstützung.
- Treibstoffanlieferungen erfolgen aufgrund der erschwerten Kommunikation pauschal und undifferenziert, aber in ausreichender Zahl. Dort, wo dies logistisch sinnvoller erscheint, werden die Fahrzeuge in nicht betroffenen Gebieten betankt. Soweit machbar, werden an zentralen Punkten Meldeköpfe eingerichtet, die Alarmierungen entgegennehmen und per Funk weitergeben können, bzw. Streifenfahrten durchgeführt. Dies ist jedoch nicht flächendeckend möglich, und für allein lebende Personen, die auf ein Funktionieren des Hausnotruf-Systems angewiesen sind, keine adäquate Alternative. Die gesetzlichen Hilfsfristen werden in den meisten Fällen deutlich überschritten. Der Funkverkehr wird gebietsweise durch die Zerstörung von Relaisstationen beeinträchtigt.

Bundesweite Auswirkungen

- Da die lokalen Kräfte nicht ausreichen, werden Einheiten aus dem gesamten Bundesgebiet angefordert.
- Auch werden in Amtshilfe Unterstützungsleistungen durch die Bundespolizei, die Bundeswehr und das THW angefordert. Die betroffenen Regionen sind auf große Unterstützung insbesondere im Bereich Logistik, Errichten von Sammelplätzen und Bereitstellungsräumen außerhalb des Schadensgebietes aus den umliegenden Kreisen und kreisfreien Städten angewiesen.

Sektor Medien und Kultur

Branche RUNDFUNK (FERNSEHEN UND RADIO), GEDRUCKTE UND ELEKTRONISCHE PRESSE

Regionale Auswirkungen

Rundfunk und Fernsehen:

- In der Erdbebenregion befinden sich viele regionale und überregionale Rundfunk- und Fernsehanstalten. Neben dem größten öffentlich-rechtlichen Sender Deutschlands, dem WDR, und dem größten Privatsender Deutschlands, RTL, finden sich hauptsächlich in Köln nicht nur zentrale Produktionsstätten, wie bspw. das Hauptgebäude des WDR in der Kölner Innenstadt, sowie die von RTL auf dem Messegelände, sondern auch wichtige Sendeanlagen. Es ist davon auszugehen, dass die zentralen Produktionsstätten schwer beschädigt und teilweise einsturzgefährdet sind. Somit fallen die Sender für einige Wochen aus.
- Weitere Sendeanlagen (Colonus, KölnTurm, Telekom-Hochhaus Sternengasse, Pollonius) stehen zeitweise nicht zur Verfügung, was zur Folge hat, dass in manchen Ortsteilen Kölns bzw. des Umlandes auch andere Sender nicht empfangen werden können.
- Die ausgefallenen Produktionsstätten des WDRs werden durch Unterstützung der benachbarten ARD-Rundfunkanstalten (NDR, HR und SWR) nach einigen Tagen größtenteils kompensiert, sodass dann wieder eigene Beiträge des WDR erstellt werden können.
- Grundsätzlich ist nur eine geringe Versorgungseinschränkung zu beklagen.

¹³⁷ Vgl. Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden, BBK 2017

Printmedien:

- Die Versorgung der Region mit Lokalzeitungen (z. B. Kölner Express, Kölner Stadtanzeiger, Bonner General-Anzeiger) ist stark eingeschränkt bzw. kommt vollständig zum Erliegen, da durch die Beschädigung/teilweise Zerstörung der Druckhäuser bzw. der Nichtbenutzbarkeit der Druckstraßen diese zunächst nicht mehr gedruckt werden.
- Die Versorgung mit überregionalen Zeitungen hingegen ist am ersten Tage nach dem Beben zwar nicht flächendeckend aber grundsätzlich möglich, da die Bestückung der Einzelhändler aufgrund der teilweisen Einschränkungen bei der Benutzung der Straßen die Verteilung erschwert.

Digitale Medien:

- Elektronische Medien sind, sofern die Kommunikationsnetze funktionieren, verfügbar. Durch die hohe Belastung wegen der Katastrophenbewältigung wird in den ersten Tagen jedoch die Priorisierung (Bevorrechtigung) in den Netzen aktiviert, wodurch es zu Verzögerungen bei normalen Nutzern kommt.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

- Der Empfang anderer Radio- und TV-Sender in nicht vom Stromausfall betroffenen Gebieten ist weiterhin möglich. Über diese Medien verbreitete Informationen erreichen die Bevölkerung im Erdbebengebiet. Stromversorgungsunabhängige Geräte (Autoradios, Batterieradios) stellen in der Fläche überall die Erreichbarkeit der Bevölkerung sicher.

Bundesweite Auswirkungen

Keine.

Branche KULTURGUT**Regionale Auswirkungen**

Die betroffene Region ist reich an Kulturgütern, angefangen von Kirchen und Schlössern bis hin zu unzähligen Museen und Archiven.

Diese Risikoanalyse kann hier aufgrund der Vielzahl der betroffenen Kulturgüter und aufgrund unterschiedlicher Konstruktionen von Gebäuden keine spezifischen Aussagen treffen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein großer Teil der unbeweglichen Kulturgüter wie z. B. Sakralbauten betroffen sein werden, da deren architektonische Gestaltung häufig an die Grenzen der Bautechnik gehen. Es besteht also eine besondere Anfälligkeit für Erdbebenschäden. Zudem sind historische Bauten meist aus Natur- oder Backsteinen gebaut, die durch ihre große Masse und geringe Zugfestigkeit besonders ungünstig für das Verhalten des Baus bei Erdbeben sind. Hinzu kommt das oft hohe Alter der Kulturgüter, das zu einer Abnahme der Festigkeit der Baustoffe und damit auch zu einer geringeren Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben führt.¹³⁸ Im Rahmen des hier betrachteten Szenarios kann von den folgenden Auswirkungen ausgegangen werden:

- Es ist an einer Vielzahl von Gebäuden, je nach Bauausführung, individueller Situation des Baugrundes und Zustand des Gebäudes mit ernststen Schäden, bis hin zu Totalversagens der Gesamtkonstruktion, zu rechnen.
- Auch durch entstehende Brände und Versagen von Sprinkleranlagen werden einige Kulturgüter unwiederbringlich vernichtet.
- Es ist z. B. bei Museen teilweise mit Einstürzen und in der Folge mit aufwändigen Bergungs- und Wiederherstellungsarbeiten, aber auch hier mit unwiederbringlichen Totalverlusten, zu rechnen. (s. Kölner Stadtarchiv 2009)
- Allgemein muss darauf hingewiesen werden, dass die vor Ort befindlichen Mitarbeiter (falls nicht selber durch das Ereignis verletzt oder sogar getötet) zunächst mehr oder weniger auf sich alleine gestellt sind. Alle Einsatzkräfte sind mit der Abarbeitung von Problemen mit direkter Betroffenheit der Bevölkerung beschäftigt, sodass die ersten professionellen Unterstützungen, neben engagierten Spontanhelfern aus

¹³⁸ Vgl. BABS 2004, S. 18

der Bevölkerung, erst einige Tage nach dem Beben, zur Sicherung der Gebäude bzw. zur Bergung von Kulturgut, anlaufen.

Auswirkungen der lokalen Stromausfälle

Neben den strukturellen Gebäude-Problemen an den unbeweglichen Kulturgütern bzw. den Museen, ist mit einer Vielzahl von Problemen durch den überregionalen Stromausfall zu rechnen:

- Alarm- und Überwachungsanlagen funktionieren nicht, sodass vereinzelt mit Diebstählen gerechnet werden muss. Ebenso kann es zum Versagen von Klimageräten kommen, die für eine Vielzahl von Gemälden oder Schriften auch zu Folgeschäden führen.

Bundesweite Auswirkungen

Bei Totalverlusten von bundesrelevanten Kulturgütern (s.a. z. B. historische Dokumente) ist dieser Verlust in immateriellen aber auch materiellen Hinsicht für ganz Deutschland bedeutsam.

Branche SYMBOLTRÄCHTIGE BAUWERKE

Regionale Auswirkungen

- Als Weltkulturerbe-Bauwerk ist im Erdbebengebiet vor allem der Kölner Dom als symbolträchtiges Bauwerk betroffen. Bei einem Erdbeben der Stärke Mw 6.5 ist mit strukturellen Schäden am Dom (möglicherweise auch an den Türmen) zu rechnen. Insbesondere käme es wahrscheinlich zum Einsturz der Gewölbedecken und im schlimmsten Fall könnte auch ein Teil der Obergaden (obere Fensterreihen) und Maßwerkfenster kollabieren. Ebenfalls stark gefährdet ist der Übergangsbereich zwischen Türmen und Kirchenschiff. Im Bereich der Domplatte ist mit starkem Steinschlag zu rechnen.
- Neben dem Kölner Dom befinden sich auch noch die Schlösser von Brühl (sowie möglicherweise der Aachener Dom, ebenfalls Weltkulturerbe) im Erdbebengebiet. Auch hier ist mit Schäden zu rechnen.

Bundesweite Auswirkungen

Bei einer starken Beschädigung eines Weltkulturerbes wie dem Kölner Dom kann von einer bundesweiten Bedeutung ausgegangen werden. In der Folge müssten Spezialisten aus ganz Deutschland (teilweise aus der ganzen Welt) für den Wiederaufbau zusammengeführt werden. Der Wiederaufbau würde viele Jahre dauern. (vgl. Auswirkungen des Brandes der Kathedrale Notre-Dame, Paris, 2019)

4. Referenzereignisse

Als in der Region in der Vergangenheit aufgetretene stärkere Ereignisse können die Beben bei den Städten Verviers (Ardennen, Belgien) im Jahr 1692 (Momentenmagnitude $M_W = 6,0$ bis $6,1$ nach verschiedenen Quellen), Düren 1756 ($M_W = 5,6$ bis $5,9$), Tollhausen (bei Bergheim) am Erftsprung 1878 ($M_W = 5,3$ bis $5,7$), Euskirchen 1951 ($M_W = 5,1$ bis $5,6$), und Roermond 1992 ($M_W = 5,4$) angesehen werden. Für einige Beben sind auch Sekundäreffekte dokumentiert (ein Hangrutsch für das Düren-Beben sowie Bodenverflüssigungen und Spaltenbildung für das Roermond-Beben).

In der Niederrheinischen Bucht waren die Verluste an Menschenleben und Sachwerten in der Vergangenheit gering, da die betroffenen Regionen zur Zeit des Auftretens relativ dünn besiedelt waren, wenngleich die Vulnerabilität der Bausubstanz der früheren Jahrhunderte sehr hoch war und ist (historische bzw. alte Bausubstanz). Beim Beben von Roermond 1992 (s.o.) wurden in Nordrhein-Westfalen mehr als 30 Personen durch herabfallende Kamin- oder Dachziegel verletzt, sogar in weiter entfernten Städten wie Euskirchen (80 km) und Langenfeld (70 km, vgl. Meidow und Ahorner 1994, Pelzing 2008).

II. Eintrittswahrscheinlichkeit

Die im Szenario betrachtete Erdbebenregion liegt nicht an der Grenze zwischen zwei Kontinentalplatten, wo Erdbeben grundsätzlich häufig auftreten, wie z. B. in Japan. Jedoch gibt es auch in Mitteleuropa im Untergrund Druck- und Zugspannungen (Afrika bewegt sich nach Norden und drückt gegen Europa). Lösen sich diese Spannungen im Untergrund plötzlich auf, kommt es zum Bruch der Gesteine und Erdbebenwellen werden freigesetzt.

Mehrmals im Monat gibt es in der Niederrheinischen Bucht schwache Erdbeben, die in der Regel nicht spürbar sind. Ein Beben mit einer Magnitude von $M_w = 6,5$, wie in diesem Szenario angenommen, ist ein eher seltenes Ereignis und kann mit einer statistischen Eintrittswahrscheinlichkeit von 1:2000 Jahren¹³⁹ belegt werden, wenn gleich auch stärkere Ereignisse nicht ausgeschlossen werden können^{140,141}.

Gemäß aktueller Klassifikation für die Risikoanalyse Bevölkerungsschutz Bund fällt das betrachtete Erdbebenereignis damit in die Eintrittswahrscheinlichkeitsklasse B (statistisch gesehen 1 x in einem Zeitraum von 1.000 – 10.000 Jahren).

¹³⁹ Vgl. Kapitel I. Szenario

¹⁴⁰ Hinweis zur Statistik: Bei Zeiträume bis rund 100 Jahren sind größten Schäden / Opferzahlen in Köln durch Stürme und Überflutungen zu erwarten. Betrachtet man längere Zeiträume, fallen diese Schäden nicht mehr so stark ins Gewicht, da Erdbeben in diesen langen Zeiträumen für die größten Schäden verantwortlich sind.

¹⁴¹ Vgl. auch Grünthal et al. (2006).

III. Schadenausmass

Das durch die vorliegende Risikoanalyse ermittelte mögliche Schadensausmaß wird generalisiert als Summe der über die gesamte Dauer des Szenarios (Tag des Bebens und die erste Einsatzwoche) entstandenen erdbebenbedingten Schäden verstanden. Ebenfalls werden die sich aus den Kaskadeneffekten ergebenden Schäden (vor allem Schäden aufgrund der Stromausfälle) berücksichtigt. Die im Szenario beschriebenen teilweise mehrjährigen Auswirkungen (Wiederaufbau) sind nicht mehr Gegenstand der folgenden Abschätzungen.

Schutzgut MENSCH

Schadensparameter: Tote (M_1)

Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):

- A: ≤ 10 Tote
- B: $> 10 - 100$ Tote
- C: $> 100 - 1.000$ Tote
- D: $> 1.000 - 10.000$ Tote
- E: > 10.000 Tote

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier Personen, deren Tod – unabhängig vom Zeitpunkt seines Eintritts – kausal auf das schädigende Ereignis zurückzuführen ist.

Bei den Angaben handelt sich um Expertenschätzungen der AG. Adäquate (auch historische) Referenzdaten für Deutschland fehlen.

Herleitung:

- Es wird davon ausgegangen, dass sich die Zahl der Toten in Folge des Erdbebens (aufgrund eingestürzter Gebäude, bzw. Gebäudeteile, herabstürzende Gegenstände und Trümmer, Verkehrsunfälle, etc.) ergibt. Es ist weiterhin damit zu rechnen, dass Menschen bei Aufräumarbeiten, in den Trümmern zu Tode kommen. Die Gesamtanzahl wird im unteren bis mittleren Bereich der Klasse D (zwischen 1.000 u. 5.000) geschätzt.
- Tote infolge des Stromausfalls:
Annahme: ca. 100 Tote unmittelbar (z. B. durch weitere Autounfälle aufgrund ausgefallener Ampelanlagen) sowie zusätzlich ca. 250 Tote infolge von Pflegebedürftigkeit (0,2 % der ca. 120.000 vom Stromausfall betroffenen Pflegebedürftigen¹⁴² /Personen in häuslicher Pflege z. B. durch Evakuierungen, und kältebedingter erhöhter Herz-Kreislauf-Morbidität und ggf. -Mortalität aufgrund des Ausfalls von Heizungen)¹⁴³
- Von den Stromausfällen sind u. a. über 10.000 Patienten in Krankenhäusern, ca. 120.000 Pflegebedürftige betroffen,¹⁴⁴ die geringe Selbsthilfefähigkeit haben. Hier ist mit (frühzeitigen) Todesfällen z. B. infolge stressbedingter Erkrankungen etc. zu rechnen.

¹⁴² TAB-Bericht S. 162: Bspw. in Baden-Württemberg verfügt nur ca. ein Drittel der Alten- und Pflegeheime über eine Notstromversorgung.

¹⁴³ Vgl.: Risikoanalyse 2014 „Sturmflut“; Nievas et al. (2019); Nievas, C. I., Bommer, J. J., Crowley, H., & Van Elk, J. (2019). Global occurrence and impact of small-to-medium magnitude earthquakes: a statistical analysis. Bulletin of Earthquake Engineering, 1-35; CATDAT and Damaging Earthquakes Database – Daniell, J. E., Khazai, B., Wenzel, F., & Vervaeck, A. (2011) The CATDAT damaging earthquakes database. Natural Hazards and Earth System Sciences, 11(8), 2235-2251 and Earthquake Impact Database, www.earthquake-report.com
GEM Earthquake Data base – <https://storage.globalquakemodel.org/what/physical-integrated-risk/consequences-database/>

¹⁴⁴ Abschätzung auf folgender Grundlage: https://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Informieren/DE/ZahlenFakten/Pflegebeduerftige_Anzahl.html

Anmerkungen:

- Es ist davon auszugehen, dass die verantwortlichen Behörden alle Maßnahmen ergreifen, um das Leben und die Gesundheit der betroffenen Menschen zu schützen. Hierbei sind sie allerdings in hohem Maße auf Improvisation angewiesen und stehen vor der Herausforderung, unter erschwerten Bedingungen (Ausfälle in den Bereichen Information und Kommunikation, EDV, etc.) umfangreiche Krisenmanagement-Maßnahmen zu organisieren und zu koordinieren. Insbesondere zur Verlegung alter, kranker oder geschwächter Menschen würde auf jedes verfügbare Mittel zurückgegriffen werden, um den Transport so schnell und schonend wie möglich durchzuführen. Mit Blick auf die in Deutschland aktuell zur Verfügung stehenden Strukturen und Kapazitäten im Bereich der Gefahrenabwehr ist somit anzunehmen, dass der größte Teil der betroffenen Menschen aus den betroffenen Gebieten gerettet und in nicht betroffene Gebiete verlegt bzw., falls nötig, adäquat vor Ort versorgt werden könnte.
- Die zusätzliche Aufnahme einer großen Anzahl von betroffenen Personen bei gleichzeitig hochbelasteter, gestörter oder zerstörter Infrastruktur kann zur Folge haben, dass nicht immer und an allen Orten alle vorgegebenen und/oder üblichen Standards jederzeit eingehalten werden können. International geltende Standardbeschreibungen (z. B. Dokumente des SPHERE-Projektes¹⁴⁵, Shelter-Guidelines¹⁴⁶, Dokumente der Internationalen Rotkreuz- und Rothalbmondbewegung) können hierfür herangezogen und als Möglichkeiten von Standardanpassungen in Maßnahmenplänen festgelegt und verankert werden. Vulnerable Gruppen sind hierbei besonders zu berücksichtigen.

Schadensparameter: Verletzte/Erkrankte (M₂)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):**

- A:** ≤ 10 Verletzte/Erkrankte
- B:** > 10 - 100 Verletzte/Erkrankte
- C:** > 100 - 1.000 Verletzte/Erkrankte
- D:** > 1.000 - 10.000 Verletzte/Erkrankte
- E:** > 10.000 Verletzte/Erkrankte

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier Personen, die durch das Ereignis im Bezugsgebiet verletzt werden oder im Verlauf des Ereignisses bzw. in dessen Folge so erkranken, dass sie ärztlich oder im Gesundheitswesen betreut werden müssen.

Herleitung:

Im Epizentralgebiet wird von ca. 16.000 Verletzten unterschiedlicher Intensität ausgegangen. Es werden die Planungsgrößen der Sichtungskonsensuskonferenz von 2017 (20 %/30 %/50 %) ¹⁴⁷ angenommen.

- Annahme: 10 Prozent der Wohngebäude werden schwer beschädigt; das sind knapp 14.000 Gebäude. Jedes Gebäude mit Wohnnutzung (d. h. reine Wohngebäude und Gebäude mit Mischnutzung, d. h. Gewerbe im Erdgeschoss und Wohnungen darüber) hat im Mittel 6,13 Bewohner. Nimmt man an, dass jeder zehnte Bewohner verletzt wird, ergibt sich ein Wert von 8.500 Verletzten. Unter der Annahme, dass rund 30 % der Wohngebäude „mittelstarke“ beschädigt werden, hat dies rund 7.000 Verletzte zur Folge. In der Summe wären dies aufgerundet 16.000 Verletzte.

¹⁴⁵ SPHERE: Das Sphere Project wurde im Jahr 1997 von einer Gruppe von Nichtregierungsorganisationen und der Rotkreuz- und Rothalbmond-Bewegung mit dem Ziel initiiert, allgemein gültige Standards in zentralen Bereichen der humanitären Hilfe zu entwickeln. Das Sphere-Handbuch beschreibt die Humanitäre Charta und Mindeststandards in der humanitären Hilfe.

¹⁴⁶ Vgl. <https://www.sheltercluster.org/coordination-toolkit-2018-version>. Letzter Abruf: 06.01.2020.

¹⁴⁷ Hinweis: In vielen KatS-Planungen wird dies häufig nicht so angenommen. Meist sind es hier: 40%/20%/40%

Sichtungsklassen-Verteilung:

- leicht verletzt / erkrankt – SK III: (50 %) entspricht 8.000 Personen → Ambulante Behandlung
- schwer verletzt / erkrankt – SK II: (30 %) entspricht 4.800 Personen → Klinische Überwachung und Behandlung– Arzneimitteleinsatz
- Akute, vitale Bedrohung – SK I: (20 %) entspricht 3.200 Personen → Klinische Behandlung – Intensivmedizinische Betreuung
- Ohne Überlebenschance SK IV: Ist in Sichtungskategorie I erfasst.

Anmerkung:

Es ist bei dieser Anzahl davon auszugehen, dass Krankenhaus-Kapazitäten in ganz Deutschland in Anspruch genommen werden müssen, ggf. sogar im europäischen Ausland! Eine wie im Normalfall durchzuführende individualmedizinische Betreuung ist in den Krankenhäusern, aufgrund von Mangel an Ressourcen (personell und/oder materiell) nicht durchgehend mehr möglich. Hierbei gilt dann der Grundsatz der katastrophenmedizinischen Versorgung, bei der von der Individualmedizin abgewichen wird, um das bestmögliche Behandlungsziel für die größtmögliche Anzahl von Patienten zu erreichen.

Wichtig ist auch, dass eine sehr große Zahl von „Selbsteinweisern“ die Krankenhäuser zusätzlich extrem belasten.

- Typische Verletzungsmuster nach Erdbebenereignissen sind traumatische Verletzungen wie Prellungen, Schürf- und Schnittwunden, Knochenbrüche, Quetschverletzungen; bei länger Versütteten zusätzlich Unterkühlung, Dehydration. Dabei dominieren traumatische Verletzungen der unteren Extremitäten sowie Wirbelsäulenverletzungen, die spezielle chirurgische Personal- und Materialkapazitäten binden werden. Nach 48 Stunden werden die allgemeinmedizinischen Probleme zusätzliche Kapazitäten des Gesundheitssystems binden.¹⁴⁸
- Durch die im Epizentralgebiet zweitweise eingeschränkte Trink- und Abwasserversorgung kann es zu Häufungen von Magen-Darm-Erkrankungen kommen.
- Bei Unterbringung in Sammelunterkünften kann es u. a. zu Häufungen von respiratorischen und Magen-Darm-Erkrankungen kommen.
- Erkrankungen, die durch die Freisetzung von gesundheitsschädlichen Stoffen (z. B. bei Beschädigung von Industrieanlagen) hervorgerufen werden können, wurden im Rahmen dieser Analyse nicht weiter betrachtet und auch nicht in die Herleitung einbezogen. Gleichwohl ist es im Rahmen dieses Szenarios denkbar, dass es zur Freisetzung gesundheitsschädlicher Stoffe kommen kann. Die Auswirkungen von chemischen Stoffen auf die menschliche Gesundheit wurde u. a. in der Risikoanalyse 2016¹⁴⁹ (Freisetzung chemischer Stoffe) betrachtet.

¹⁴⁸ Vgl. Ramirez M, Peek-Asa C. Epidemiology of traumatic injuries from earthquakes. *Epidemiol Rev.* 2005;27:47–55. doi: 10.1093/epirev/mxi005.

¹⁴⁹ Vgl. Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/10850

Schadensparameter: Hilfebedürftige (M₃)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):**

- A:** 10.000 Hilfebedürftige für ≤ 1 Woche
- B:** ≤ 100.000 Hilfebedürftige für ≤ 1 Woche
oder ≤ 10.000 Hilfebedürftige für 1 - 4 Wochen
- C:** $\leq 1.000.000$ Hilfebedürftige für ≤ 1 Woche
oder ≤ 100.000 Hilfebedürftige für 1 - 4 Wochen
oder ≤ 10.000 Hilfebedürftige für > 1 Monat
- D:** $> 1.000.000$ Hilfebedürftige für ≤ 1 Woche
oder $\leq 1.000.000$ Hilfebedürftige für 1 - 4 Wochen
oder ≤ 100.000 Hilfebedürftige für > 1 Monat
- E:** $> 1.000.000$ Hilfebedürftige für > 1 Woche
oder **> 100.000 Hilfebedürftige für > 1 Monat**

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier Personen, die durch das Ereignis ohne Obdach sind oder in einer anderen Form der staatlichen Hilfe für das physische Überleben bedürfen.
- Für den Fall, dass zwei Klassen zutreffen, ist die höhere Klasse zu wählen.
- Entsprechend der Entwicklung können im Realfall auch mehr oder weniger Menschen betroffen sein.

Herleitung:

- Kurz und mittelfristige Evakuierungen für 10 % aller rund 147.000 Wohngebäude alleine in Köln und ein geringerer Prozentsatz aller rund 400.000 Gebäude im Rhein-Erft-Kreis und Rhein-Sieg-Kreis sind anzunehmen. Dementsprechend wird hier angenommen, dass rund 10 % der Wohnbevölkerung, also > 100.000 Menschen im Epizentralgebiet bis zur Begutachtung der weiteren Nutzung nicht in Ihre Häuser/Wohnungen können.
- Von diesen über 100.000 Personen müssen nicht alle durch staatliche Hilfe kurz- mittelfristig evakuiert/untergebracht werden, da ein Teil dieser Leute sich selber helfen wird.
- Weitere 6 % bis 9 % der Wohngebäude (Schadensklasse 4+5) sind wahrscheinlich längerfristig nicht mehr bewohnbar bzw. müssen sogar neu aufgebaut werden. Kalkulatorisch wären dies im Mittel rund 10.000 Wohngebäude, also rund 75.000 Personen (allein in Köln), die längerfristig unterzubringen wären. (vgl. Herleitung Schadensparameter Verletzte/Erkrankte). D. h. als kalkulatorischer Ansatz sind insgesamt ca. 7,5 % alleine der Bevölkerung Kölns zzgl. derer aus dem Umland zumindest einige Tage bis zu mehreren Monaten unterzubringen.
- Für die insgesamt vom Erdbeben betroffene Bevölkerung wird daher hier eine Gesamtzahl von rund 150.000 Personen kurz bis längerfristig außerhalb der eigenen Wohnungen unterzubringen sein.
- Aufgrund des großflächigen und langanhaltenden Stromausfalls wird hier mit weiteren 200.000 Hilfebedürftigen gerechnet, die aber größtenteils nicht außerhalb ihrer Wohnung unterzubringen sind. Hier ist die Unterstützung in Bezug auf medizinische Hilfe aber auch Warenlieferungen fokussiert.

Schadensparameter: Vermisste (M₄)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation** (bitte passende Klasse ankreuzen):

- A:** ≤ 10 Vermisste
- B:** > 10 - 100 Vermisste
- C:** > 100 - 1.000 Vermisste
- D:** > 1.000 - 10.000 Vermisste
- E:** > 10.000 Vermisste

Zugrunde gelegte Annahmen:

- In die Klassifikation fließen die Personen ein, die in Folge des Ereignisses mehr als 72 Stunden als vermisst gelten.

Herleitung:

- Es wird aufgrund der zunächst undurchsichtigen Lage von mehreren Hundert Vermissten ausgegangen. In der Chaosphase werden viele Menschen als vermisst gemeldet, die jedoch nicht als vermisst gelten (z. B. vermisste Person nicht zuhause angetroffen, da bereits in einer Notunterkunft untergekommen oder diese haben sich selber evakuiert).
- Die Selbstevakuierung geschieht in der Regel ohne durch die örtlichen Behörden erfasst zu werden, wodurch die Vermisstenstatistik verfälscht werden kann.
- Daher kann es in dieser Phase zusätzlich dazu kommen, dass viele Menschen fälschlicherweise als vermisst gemeldet werden.

Schutzgut UMWELT

Schadensparameter: Schädigung geschützter Gebiete (U₁)¹⁵⁰**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 0,005 % der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
- B: > 0,005 - 0,05 % der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
- C: > 0,05 - 0,5 % der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
- D: > 0,5 - 5 % der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt
- E: > 5 % der Gesamtfläche der geschützten Gebiete geschädigt

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier durch das Ereignis geschädigte Schutzgebiete (Naturschutzgebiete, Nationalparks, Biosphärenreservate, Landschaftsschutzgebiete, Naturparks) sowie Fauna (Wildtiere).

Herleitung:

- Im Epizentralgebiet und darüber hinaus liegen viele Schutzgebiete, die von diesem Szenario betroffen wären. Aufgrund des Erdbebens wäre mit einer physischen Neugestaltung des Untergrunds zu rechnen, welche Auswirkungen auf die Flora und Fauna des Gebietes hätte.
- Da es während des Erdbebens zu starken Erdschwankungen kommt, können diese zu Bodenversatz führen und sogar Bäume umwerfen. Hierdurch kommt es zu Veränderungen des Lebensraumes vieler Pflanzen und Tiere.
- Eine langfristige Folge für die Fauna ist die reduzierte Anzahl an Nistplätzen und Ruhestätten größerer Tiere.
- Aufgrund der starken Auswirkungen des Bebens muss wieder aufgeforstet werden.

Schadensparameter: Schädigung von Oberflächengewässern¹⁵¹/Grundwasser (U₂)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 0,01 % der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
- B: > 0,01 - 0,1 % der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
- C: > 0,1 - 1 % der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
- D: > 1 - 10 % der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt
- E: > 10 % der Gesamtfläche der Oberflächengewässer/des Grundwassers geschädigt

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier durch das Ereignis geschädigte bzw. belastete Oberflächengewässer (wie Flüsse, Kanäle, Bäche, Seen, Küstengewässer) sowie Grundwasser. Schädigung wird hier verstanden als mögliche Beeinträchtigung aquatischer Ökosysteme.

¹⁵⁰ Die Gesamtfläche der geschützten Gebiete in Deutschland beträgt ca. 200.000 km².

¹⁵¹ Die Gesamtfläche der Oberflächengewässer in Deutschland beträgt ca. 5.700 km².

Herleitung

Generell kann in Bezug auf das Szenario in Mengen- und / oder Qualitätsproblemen unterschieden werden. Im Einzelnen:

- In Folge von Schäden an Pipelines, Tanks oder anderen Lagereinrichtungen von umweltschädlichen Stoffen, kann es zu Verunreinigung von Oberflächengewässern und auch lokal des Grundwassers kommen.
- Sollte es in Folge von Brüchen von Talsperrenbauwerken¹⁵² zu einer Reduzierung der Wassermenge in stehenden Gewässern kommen kann von einer Einengung des Lebensraums ausgegangen werden, so dass z. B. Laichplätze nicht mehr erreicht werden können.

Schadensparameter: Schädigung von Waldflächen¹⁵³(U₃)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 0,01 % der gesamten Waldfläche geschädigt
- B: > 0,01 - 0,1 % der gesamten Waldfläche geschädigt
- C: > 0,1 - 1 % der gesamten Waldfläche geschädigt
- D: > 1 - 10 % der gesamten Waldfläche geschädigt
- E: > 10 % der gesamten Waldfläche geschädigt

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier durch das Ereignis geschädigte bzw. belastete Wälder. Schädigung meint hier eine direkte oder mittelfristige Beeinträchtigung des Baumbestandes in Form von direkter, physischer Schädigung des Baumbestandes oder durch Schaffung ungünstiger Gegebenheiten.

Herleitung:

- Während des Erdbebens kommt es zu starken Erdschwankungen. Diese können zu Erdaufrissen führen und weniger stark verwurzelte Bäume umwerfen.
- Lichte Stellen im Wald können zu veränderten, ungünstigen Umweltbedingungen für kleinere Pflanzen führen.
- Siehe auch Herleitung zu „Schädigung geschützter Gebiete (U1)“

Schadensparameter: Schädigung landwirtschaftlicher Nutzfläche¹⁵⁴(U₄)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 0,01 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
- B: > 0,01 - 0,1 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
- C: > 0,1 - 1 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
- D: > 1 - 10 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt
- E: > 10 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschädigt

¹⁵² Nicht alle Talsperrenbauwerke sind nach DIN 19700 überprüft worden.

¹⁵³ Die Gesamtfläche der Waldgebiete in Deutschland beträgt ca. 110.000 km².

¹⁵⁴ Die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland beträgt 16,7 Mio. ha.

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier durch das Ereignis geschädigte bzw. belastete landwirtschaftliche Nutzflächen. Schädigung meint hier eine direkte oder mittelfristige Beeinträchtigung des Anbaubodens sowie der Anbauprodukte in Form von direkter, physischer Schädigung oder durch Schaffung ungünstiger Gegebenheiten für die aktuellen oder zukünftigen Ernten.

Herleitung:

- In Folge von Schäden an Tanks oder anderen Lagereinrichtungen bzw. Leitungen von umweltschädlichen Stoffen, sowie aufgrund von Schäden an Öl- und Gasleitungen, kann es zur Kontaminierung von Grundwasser und Böden und damit zur Schädigung landwirtschaftlicher Nutzfläche kommen.
- Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt in Deutschland 16,7 Mio. ha. Auf die betroffenen Kreise und kreisfreien Städte [Bonn (2.248 ha); Köln (6.668 ha); Rhein-Erft-Kreis (36.420 ha); Kreis Euskirchen (57.838 ha); Rhein-Sieg Kreis (48.216 ha)] entfallen davon insgesamt 151.390 ha¹⁵⁵. Diese haben damit einen Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche von 0,91 %. Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Nutzflächen geschädigt sein werden. Es wird hier davon ausgegangen, dass das Schadensausmaß die Klasse B nicht überschreitet.

Schadensparameter: Schädigung von Nutztieren (U_S)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 1.500 Großvieheinheiten geschädigt
- B: > 1.500 - 15.000 Großvieheinheiten geschädigt
- C: > 15.000 - 150.000 Großvieheinheiten geschädigt
- D: > 150.000 - 1,5 Millionen Großvieheinheiten geschädigt
- E: > 1,5 Millionen Großvieheinheiten geschädigt

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet wird hier durch das Ereignis verletztes bzw. getötetes oder zu tötendes Nutztier. Die Betrachtung erfolgt in „Großvieheinheiten“ (GV)¹⁵⁶.

Herleitung

- Es fehlt die Datengrundlage für eine Schätzung der durch die unmittelbaren Auswirkungen des Erdbebens getöteten und verletzten Tiere. In Bezug auf die mittelbaren Folgen des Erdbebens (Stromausfall → Ausfall der Stalltechnik; Ausfall der Belieferung mit Futter) besteht das größte Risiko für Milchkuh-, Hühner- und Schweinebestände.
- Der gesamte Nutztierbestand im Epizentralgebiet beläuft sich auf ca. 93.000 GV, davon Milchkühe ca. 31.000 GV, Schweine 2.400 GV und Hühner 1000 GV, d. h. Summe der Gruppe mit hohem Schädigungspotential ca. 34.400 GV.
- Es wird hier davon ausgegangen, dass ca. 10 % der Nutztiere in der betroffenen Region zu Schaden kommen.

¹⁵⁵ Vgl.: www.it.nrw/datenbanken Regionaldatenbank NRW Bundesinformationszentrum Landwirtschaft: Statistisches Jahrbuch über Landwirtschaft und Forsten 2018

¹⁵⁶ GVE: Eine Großvieheinheit entspricht etwa 500 Kilogramm (so viel wiegt etwa ein ausgewachsenes Rind). Danach hat ein Kalb 0,4 GV, eine junge Kuh 0,6 GV, ein Eber 0,3 GV, ein Mastschwein 0,12 GV, ein Ferkel 0,01 GV, ein Pferd 1 GV, ein Schaf 0,1 GV und etwa 320 Legehennen entsprechen 1 GV.

Schutzgut VOLKSWIRTSCHAFT**Schadensparameter: Auswirkungen auf die öffentliche Hand (V₁)¹⁵⁷****Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand können vollständig durch das betroffene Land/die betroffenen Länder getragen werden, keine unmittelbaren Auswirkungen für den Bund. Vereinzelt werden geplante Maßnahmen des Bundes zur Unterstützung der betroffenen Region beschleunigt bearbeitet.
- B: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand können zum größten Teil durch das betroffene Land/die betroffenen Länder getragen werden. Umschichtungen im Haushalt können den Mittelbedarf abdecken. Einige Maßnahmen des Bundes werden beschleunigt bzw. vorgezogen.
- C: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand haben einen überregionalen Umfang. Sie können zum größten Teil nicht mehr durch das betroffene Land/die betroffenen Länder aus eigenen Mitteln getragen werden. Umschichtungen im Haushalt können den Mittelbedarf nicht abdecken, ein Nachtragshaushalt muss auf Landesebene verabschiedet werden. Aufgrund der gesamtstaatlichen Verantwortung sind Bundeshilfen notwendig.
- D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand haben einen so großen, überregionalen bis bundesweiten Umfang, dass der Bund aufgrund seiner gesamtstaatlichen Verantwortung kurz- bis mittelfristig begrenzte Finanzmittel zur Verfügung stellen muss. Umschichtungen im Haushalt können den Mittelbedarf nicht abdecken, ein Nachtragshaushalt auf Bundesebene muss verabschiedet werden. Das EU-Hilfsprogramm kann in Anspruch genommen werden.**
- E: Sehr große Auswirkungen. Durch das Ereignis verursachte Kosten für die öffentliche Hand haben einen solch erheblichen, überregionalen bis bundesweiten Umfang, dass der Bund aufgrund seiner gesamtstaatlichen Verantwortung mittel- bis langfristig umfangreiche Finanzmittel zur Verfügung stellen muss. Ein Nachtragshaushalt muss infolge des Ereignisses verabschiedet und auch die mittelfristige Finanzplanung muss erheblich nachgebessert werden. Dies hat Auswirkungen auf andere Bereiche des Bundeshaushaltes. EU-Hilfen sind erforderlich (EU-Solidaritätsfonds).

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier finanzielle Auswirkungen auf die Gebietskörperschaften Deutschlands (Bund, Land, Kommunen). Diese Auswirkungen können sein: Finanzmittelbedarf aufgrund Wiederaufbau von zerstörter (öffentlicher) Infrastruktur, aber auch Folgen für die Steuer(minder)einnahmen des Staats (in Folge von Insolvenzen bzw. Arbeitslosigkeit aufgrund des Ereignisses). Subventionsmaßnahmen für die betroffenen Gebiete und deren Bevölkerung werden hier ebenfalls berücksichtigt.

Herleitung:

- Im Epizentralgebiet ist mit einer großflächigen Beschädigung und Zerstörung der gesamten Infrastruktur zu rechnen. Gebäude sind stark beschädigt oder komplett zerstört, Untergrundleitungen sind geborsten, Straßen sind aufgerissen. Mit einer Instandsetzung der wichtigsten Teilbereiche derselben ist frühestens nach ein paar Tagen zu rechnen.
- Der Staat (Bund, Land, Kommunen) wird wahrscheinlich durch Subventionen die eingebrochene lokale bzw. regionale Wirtschaft unterstützen.
- Durch die hohe Schadenssumme (mehrere Milliarden EUR) können EU-Hilfsprogramme beansprucht werden.

¹⁵⁷ Die in den Ausführungen dieser Klassifikation beschriebene Bereitstellung von Mitteln des Bundes sowie der Verabschiedung von Nachtragshaushalten des Bundes setzen einen entsprechenden politischen Abstimmungs- und Entscheidungsprozess voraus.

Schadensparameter: Auswirkungen auf die private Wirtschaft (V₂)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft können annähernd vollständig durch die betroffenen Unternehmen getragen werden. Es gibt keine überregionalen Auswirkungen.
- B: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft können zum größten Teil durch die betroffenen Unternehmen getragen werden. Es gibt geringe überregionale Auswirkungen.
- C: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft haben einen überregionalen Umfang und ein Teil der betroffenen Unternehmen kann diese nicht aus eigener Kraft tragen. Kurz- bis mittelfristige Umsatzausfälle sind für die betroffenen Branchen bzw. Firmen zu erwarten. Einige Firmen gehen in die Insolvenz, weitere Firmen sind von Insolvenz bedroht; in einigen Branchen sind kurzfristige überregionale Auswirkungen (Zulieferfirmen) festzustellen.
- D: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft haben einen großen, überregionalen Umfang, und viele der betroffenen Unternehmen können diese nicht aus eigener Kraft tragen. Mittel- bis längerfristige Umsatzausfälle sind für die betroffenen Branchen bzw. Firmen zu erwarten. Zahlreiche Firmen gehen in die Insolvenz, weitere Firmen sind von Insolvenz bedroht; in einigen Branchen sind mittelfristige überregionale Auswirkungen (Zulieferfirmen) festzustellen. Der Bund ist gefordert, Wiederaufbauprogramme zu fördern. Rezession droht.**
- E: Durch das Ereignis verursachte Kosten für die Privatwirtschaft haben einen erheblichen, überregionalen Umfang, und ein Großteil der betroffenen Unternehmen kann diese nicht aus eigener Kraft tragen. Langfristige Umsatzausfälle sind für die betroffenen Branchen bzw. Firmen zu erwarten. Eine Vielzahl an Firmen geht in die Insolvenz, viele weitere Firmen sind von Insolvenz bedroht; in einigen Branchen sind bundesweite Auswirkungen (Zulieferfirmen) festzustellen. Die gesamte Volkswirtschaft gerät aufgrund des Ereignisses in eine Rezession, Konjunkturprogramme sind notwendig.

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier finanzielle Auswirkungen auf die private Wirtschaft Deutschlands. Diese Auswirkungen können sein: Finanzmittelbedarf aufgrund Wiederaufbaus, genauso wie Umsatzeinbußen aufgrund Produktionsausfälle bis hin zu Insolvenzen.

Herleitung:

- Im Erdbebengebiet sind alle Branchen gleichermaßen betroffen. Nach anfänglichem Betriebsausfall können einzelne Betriebe die Arbeit wieder aufnehmen oder manche Aufgaben verlagern (bei Betrieben/Firmen mit mehreren Standorten können dies z. B. Verwaltungstätigkeiten sein). Ein Großteil produzierende Gewerbes, sowie viele kleinere Betriebe (Handwerksbetriebe aber auch Dienstleister) müssen aufgrund der massiven Schäden Insolvenz anmelden, da sie Ihre Leistungen nicht oder nur zeitverzögert anbieten können. Auch schnelle staatliche Hilfe kann diese Insolvenzen nicht verhindern.
- Darüber hinaus ist mit finanziellen Auswirkungen für Industrie und Logistik zu rechnen. Diese ergeben sich beispielsweise aus erhöhten Transportkosten durch den teilweisen oder kompletten Ausfall der Verkehrsträger Straße oder Schiene oder Wasserstraße und zusätzliche Preiseffekte durch bestimmte Mangellagen (z. B. Treibstoffversorgung und Stromausfälle).
- Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft sehr schwer vorhersagbar.

Schadensparameter: Auswirkungen auf die privaten Haushalte (V₃)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation:**

- A: ≤ 4.000 Haushalte betroffen
- B: > 4.000 - 40.000 Haushalte betroffen
- C: > 40.000 - 200.000 Haushalte betroffen
- D: > 200.000 - 400.000 Haushalte betroffen**
- E: > 400.000 Haushalte betroffen

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier finanzielle Auswirkungen auf die privaten Haushalte Deutschlands. Diese Auswirkungen können sein u. a.: hoher Finanzmittelbedarf aufgrund Wiederaufbaus der eigenen Wohnung/des eigenen Hauses (nichtversicherte Schäden), genauso wie Verlust an Nettoeinkommen durch Arbeitslosigkeit aufgrund der Firmeninsolvenzen.
- „Betroffen“ bedeutet hier: Haushalte, die Wiederherstellung nicht aus eigener Kraft bewältigen können.

Herleitung

- Abgesehen von neuen, erdbebengerecht gebauten Gebäuden, werden viele Gebäude, die keine entsprechende Bauweise aufweisen im Epizentralgebiet stark beschädigt oder zerstört werden. In Nordrhein-Westfalen sind nur rd. 30 %¹⁵⁸ der Wohngebäude mit einer Elementarschadenversicherung abgesichert, auch in weiter entfernten Gebieten (30 bis 40 km) kann es noch zu starken Gebäudeschäden kommen, wodurch eine hohe Zahl von betroffenen Haushalte erreicht wird.
- Bei 2,4 Millionen wohnhaften Menschen im Epizentralgebiet (ca. 1,25 Mio. Haushalte¹⁵⁹) wird eine signifikante Betroffenheit von mehr als 200.000 Haushalten angenommen, sodass hier die Klasse „D“ erreicht wird.

Anmerkung:

Möglicherweise werden eine Vielzahl von Klageverfahren gegen Ingenieure und Baufirmen aufgrund der eingestürzten Bauwerke geführt, deren Ausgang und resultierende Folgen nicht absehbar sind.

¹⁵⁸ Vgl. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/260283/umfrage/abgeschlossene-elementarschadenversicherungen-nach-bundeslaendern/>

¹⁵⁹ Vgl. Statistisches Bundesamt – Haushalte und Familien, Stand 20.08.2019

Schutzgut IMMATERIELL

Schadensparameter: Auswirkungen auf die öffentliche Sicherheit und Ordnung (I₁)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation** (bitte passende Klasse ankreuzen):

- A:** Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist problemlos möglich.
- B:** Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist auf regionaler Ebene mit leicht erhöhtem Aufwand möglich.
- C:** **Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist auf regionaler bis überregionaler Ebene nur mit erhöhtem Aufwand möglich.**
- D:** Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist überregional mit großem Aufwand verbunden bzw. regional gefährdet.
- E:** Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung ist überregional bis bundesweit gefährdet.

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier Auswirkungen auf die Ressourcen und Belastungen der Einsatzkräfte der Ordnungsbehörden (insbesondere der Polizeien) betrachtet.

Herleitung:

- Unter Berücksichtigung der eigenen Betroffenheit der regional ansässigen Gefahrenabwehrbehörden und dem gleichzeitig erhöhten Aufkommen an Hilfeersuchen aus der Bevölkerung werden überregional zusätzliche Kräfte benötigt um die öffentliche Sicherheit und Ordnung auch in Folge der Ereignisse gewährleisten und aufrechterhalten (Durchhaltefähigkeit) zu können. Von Plünderungen oder eine signifikante Zunahme sonstiger krimineller Handlungen wird erfahrungsgemäß nicht ausgegangen. Vereinzelt ist aber mit zusätzlichen Diebstählen aufgrund der besonderen Lage zu rechnen.

Schadensparameter: Politische Auswirkungen (I₂)**Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):**

- A:** Politische Auswirkungen auf regionaler Ebene.
- B:** Politische Auswirkungen auf überregionaler bis Landesebene.
- C:** Politische Auswirkungen auf Landes- bis Bundesebene.
- D: Große politische Auswirkungen bis auf Bundesebene.**
- E:** Sehr große politische Auswirkungen bis auf Bundesebene.

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet werden hier Auswirkungen auf die politische Ebene ausgehend von der kommunalen Ebene (Bürgermeister, Landräte), über die Landesebene (Landesminister, Landesregierung) bis hin zur Bundesebene (Bundesminister, Bundesregierung). Insbesondere ist hier die kritische Berichterstattung (bis zu Rücktrittsforderungen oder tatsächlichen personellen Konsequenzen auf Seite der Verantwortlichen) aber auch die öffentliche Meinung in Bezug auf das Krisenmanagement der Verantwortlichen gemeint.
- Dem hier betrachteten Schadensparameter wird zugrunde gelegt, wie die Bevölkerung (bzw. die Presse) auf Maßnahmen der Verantwortlichen reagieren wird. Dies wird u. a. durch die Quantität und Qualität des Kommunikationsflusses, der Nachrichtenschaltung und der Menge an im Umlauf befindlichen Falschinformationen beeinflusst.
- Als politische Auswirkungen werden hier auch Veränderungen auf politischer Ebene im allgemeinen Denken und Handeln, sowie eine Änderung des Bürger-Politik-Verhältnisses angenommen.

Herleitung:

- Die politischen Auswirkungen werden in Folge eines solch unerwarteten Ereignisses vor allem von der Bewältigung abhängen. Die politische Ebene wird zumeist daran gemessen, wie sie mit einem solchen Ereignis umgeht.
- In der Folge ist es denkbar, dass Druck bspw. auf die Landesgesundheits- bis zum Bundesgesundheitsministers ausgeübt wird, weil deutlich erkennbar wurde, dass die seit Jahrzehnten vollzogene Reduzierung der klinischen Behandlungsmöglichkeiten (Abbau von Krankenhausbetten) aber auch die Verfügbarkeit von Medikamenten erhebliche Probleme in der Bewältigung darstellte. Es wird hier ein Umdenken gefordert, genauso wie die Diskussion insgesamt bis auf die EU-Ebene gehoben wird.
- Zum Beispiel eingestürzte Schulgebäude mit zahlreichen toten Kindern werfen Fragen nach der politischen Verantwortung auf.

Schadensparameter: Psychosoziale Auswirkungen (I₃)

Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):

- A: ≤ 100.000 Personen betroffen
- B: > 100.000 - 1.000.000 Personen betroffen**
- C: > 1.000.000 - 10.000.000 Personen betroffen
- D: > 10.000.000 - 40.000.000 Personen betroffen
- E: > 40.000.000 Personen betroffen

Zugrunde gelegte Annahmen:

Betrachtet wird hier das Ausmaß der Auswirkungen des Ereignisses auf das Empfinden/Verhalten der Bevölkerung, dies umfasst u. a. verändertes Arbeits-, Sozial- und Konsumverhalten. Psychosoziale Bedarfe beziehen sich dabei auf die ereignisbezogenen Bedarfe in Bezug auf das Psychosoziale Krisenmanagement (PsychKM) bzw. die Psychosoziale Notfallversorgung (PSNV), welche die entsprechenden Versorgungsstrukturen beanspruchen würden.

Herleitung:

- Das Ereignis hat sowohl auf unmittelbar vom Erdbeben und/oder Stromausfall Betroffene als auch auf die Gesamtbevölkerung psychosoziale Auswirkungen. Für viele Menschen bedeutet das Ereignis Stress und Belastung, auch wenn sie nicht unmittelbar betroffen sind (z. B. Sorge um Angehörige, Freunde, Bekannte und weitere nahestehende Personen).
- Durch den abrupten Eintritt des Ereignisses sind neben einer hohen Anzahl an Verletzten und Toten, psychosoziale Bedarfe zu erwarten.
- Auch im weiteren Verlauf sind psychosoziale Bedarfe zu erwarten durch den Ausfall von Strom- und Kommunikationsinfrastruktur, durch den plötzlichen Verlust der Personen, die durch das Ereignis verstorben sind, durch weiterhin vermisste bzw. vermissende Personen, durch Verletzte Personen, durch den Verlust des eigenen Wohnort / Arbeitsort usw., ggf. auch durch die Angst vor möglichen Nachbeben.
- Zu erwarten ist insgesamt, dass die Bevölkerung sich auch in Bezug auf psychosoziale Bedarfe in großen Teilen selbst helfen wird. Gegenseitige Unterstützung kann durch familiäre Bindungen und das soziale Umfeld angenommen werden. Eine Unterstützung durch psychosoziale Fachkräfte wird vor allem bei den direkt Betroffenen, den Hinterbliebenen, Vermissenden und direkten Augen- und Ohrenzeugen notwendig werden. Dies wird einen erhöhten Bedarf an psychosozialen Fachkräften entstehen lassen, sodass auf Strukturen der PSNV aus dem Umland bzw. der gesamten Bundesrepublik zurückgegriffen werden muss.
- Durch den Eintrittszeitpunkt (Montagmorgen, Rushhour = Familienverbände sind durch Arbeitsstellen, Kita, Schule usw. getrennt) wird davon ausgegangen, dass die Personen versuchen werden, sich wieder zusammen zu finden und Informationen über den Verbleib vermisster Personen zu erhalten.
- Der in Folge des Erdbebens auftretende Stromausfall wird den Bedarf an psychosozialer Betreuung nicht maßgeblich erhöhen.
- Das Ereignis führt teils zu erheblichen Einschränkungen und entsprechenden Auswirkungen auf das Arbeits-, Sozial- und Konsumverhalten im Epizentralgebiet, da z. B. Verkehrsmittel nicht mehr fahren und die Mobilität eingeschränkt ist.
- Viele Menschen nehmen das Ereignis sehr ernst und beschäftigen sich intensiv damit, sei es durch unmittelbare Betroffenheit als Bewohner des Erdbebengebietes bzw. der nahen Nachbarschaft, die Sorge um Verwandte oder Bekannte in den betroffenen Gebieten, die Heranziehung als Helfer oder die Aufnahme Evakuierter sowie aufgrund der gefühlten katastrophalen Ausmaße des Ereignisses.

- Durch unterbrochene Kommunikationssysteme kann unter Umständen kein Kontakt zu Angehörigen aufgenommen werden. Gleichzeitig besteht aber ein erhöhter Kommunikationsbedarf (u. a. ausgelöst durch den Kommunikationsausfall).
- Die Kapazität an Einsatzkräften (auch der PSNV) wird eingeschränkt sein, da Personen durch physische und/oder psychische Betroffenheit nicht einsatzfähig sind bzw. sich um die Versorgung der eigenen Angehörigen bzw. des eigenen sozialen Umfeldes und um das ggf. zerstörte oder beschädigte eigene Zuhause kümmern.
- Ferner ist davon auszugehen, dass ein – noch nicht da gewesenes – Extremereignis andere psychosoziale Auswirkungen hat, als regelmäßig auftretende/bekannte Ereignisse geringeren Ausmaßes.
- Ebenso kann mit prosozialen und unterstützenden Handlungen von Personen insgesamt, aber auch durch Personen, die weniger stark oder gar nicht (z. B. im Umland) betroffen sind, gerechnet werden. Denkbar sind z. B. Open Door-Initiativen für obdachlos gewordene Personen, Initiativen zum Wiederaufbau und zur Unterstützung durch Lebensmittel, Möglichkeiten zur Kommunikation und zum Informationsaustausch (in Sozialen Netzwerken).
- Die Bevölkerung wird das Bedürfnis nach klaren und verständlichen Informationen sowie Prognosen zur weiteren Entwicklung und das Bedürfnis nach Handlungsempfehlungen haben. Insbesondere die Frage nach der Ursache wird von Interesse sein. Das Erdbeben wird voraussichtlich ausführlich diskutiert werden (u. a. in den Sozialen Medien).

Schadensparameter: Schädigung von Kulturgut (I₄)

Zuordnung gemäß aktueller Klassifikation (bitte passende Klasse ankreuzen):

- A:** ≤ 0,05 % der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten/gelisteten Bauwerke beschädigt/zerstört
- B:** > 0,05 % - 0,1 % der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten/gelisteten Bauwerke beschädigt/zerstört
- C:** > 0,1 % - 0,5 % der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten/gelisteten Bauwerke beschädigt/zerstört
- D:** > 0,5 % - 1 % der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten/gelisteten Bauwerke beschädigt/zerstört
- E:** > 1 % der als Kulturgut gemäß Haager Konvention gekennzeichneten/gelisteten Bauwerke beschädigt/zerstört

Zugrunde gelegte Annahmen:

- Betrachtet wird hier das Ausmaß der Beschädigung bis hin zur Zerstörung des Kulturgutes nach Haager Konvention von 1954. Kulturgut ist definiert als „bewegliches oder unbewegliches Gut, das für das kulturelle Erbe der Völker von großer Bedeutung ist“.

Herleitung:

- 10.480 Kulturgüter in Deutschland befinden sich insgesamt auf der Liste der unbeweglichen Kulturgüter nach Haager Konvention. Davon befinden sich in NRW 1280. Bei einer angenommenen Gleichverteilung in NRW (34.110 km²) lägen im Epizentralgebiet (6.170 km²) etwa 18 % dieser Kulturgüter, also ca. 230 Stück. Aufgrund der starken Betroffenheit von Kulturgütern gegenüber anderen Gebäuden (s. oben), ist von einer zumindest Beschädigung bis Zerstörung von mehr als 1 % (> 105) der deutschlandweiten Kulturgüter auszugehen.

IV. Leistungen des Bundes

Für das hier betrachtete Szenario eines „Erdbebens“ in der Niederrheinischen Bucht und in diesem Zusammenhang eintretende Schäden und Belastungen für den Menschen, die Umwelt und die Infrastrukturen hat der Bund Fähigkeiten und Ressourcen, die er den betroffenen Ländern und Kommunen – teilweise in Amtshilfe gem. Artikel 35 des Grundgesetzes – zur Verfügung stellt.

Zum einen stehen hier Fähigkeiten und Ressourcen zur Verfügung, die der Bund aufgrund eigener Zuständigkeit vorhält, (wie die fachliche Beratung bei Erdbebenereignissen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). Hinzu zu zählen sind auch Ressourcen, die der Bund im Rahmen der ergänzenden Ausstattung des Landes-Katastrophenschutzes gemäß § 13 des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetzes (ZSKG) den Ländern auch zur Nutzung bei Katastrophenfällen überlässt. Darüber hinaus verfügt der Bund zur Bewältigung der Auswirkungen von Erdbebenereignissen über vielfältige Fähigkeiten und Ressourcen (wie z. B. die verschiedenen Fachgruppen des Technischen Hilfswerkes), die er den betroffenen Kommunen und Ländern im Rahmen der Amtshilfe gemäß Artikel 35 des Grundgesetzes – auf Anforderung – ebenfalls zur Verfügung stellt.

Die Fähigkeiten und Ressourcen des Bundes für die Bewältigung des hier angenommenen Erdbebenereignisses werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt:

Die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)

Nach dem THW-Gesetzten leistet das Technische Hilfswerk auf Grundlage des Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz technische Hilfe. Dies geschieht auf Anforderung der für die Gefahrenabwehr zuständigen Stellen.

Die Fähigkeiten des THW können aufgrund ihres modularen Aufbaus länderübergreifend abgerufen und lagebezogen zusammengesetzt werden. Die bundesweit verfügbaren Module sind nach einem einheitlichen Konzept strukturiert, so dass Personal und Material unabhängig voneinander ausgetauscht werden können, da sich Ausbildung und Material von Modulen mit derselben Fähigkeit gleichen.

Das THW kann bei der Bewältigung der Folgen eines Erdbebens nach dem Katalog der Einsatzoptionen des THW insbesondere in den Bereichen Orten-, Retten- und Bergen, Räumen, Führen sowie Material- und Verpflegungslogistik unterstützen.

Ein weiterer Bereich ist die Wiederherstellung der zerstörten Infrastruktur durch den Aufbau von temporären Ersatzstrukturen oder der Instandsetzung der betroffenen Struktur. Hier liegen die Kernfähigkeiten in den Bereichen Stromversorgung sowie Wasserver-/Abwasserentsorgung. Das THW stellt auf allen Ebenen im Bereich der operativen Führungsebene eine Fachberatung zur Verfügung, die über die Aufgaben und Fähigkeiten des THW in Bezug auf das entsprechende Ereignis berät und Anforderungen in die Strukturen des THW einbringen kann.

Für den Bereich Bergung kommen vor allem die universellen Bergungsgruppen (Anzahl der Gruppen: 728) zum Einsatz, welche in der Lage sind, ein breites Aufgabenspektrum abzudecken und vielfältige Aufgaben wie Retten und Bergen von Mensch, Tieren und Sachwerten, Sicherung von Schadensstellen, Abstützarbeiten, leichte Räumarbeiten sowie die Errichtung von kleineren Wegen und Übergängen zu übernehmen.

Sie verfügen über die technische Ausstattung um sich Zugang zu verschütteten Personen zu verschaffen. Dazu gehören neben der klassischen Rettungsausstattung, Hebe- und Zugerätausstattung sowie Bohr- und Aufbruchausstattung.

Darüber hinaus kann das THW Abstütz- und Aussteifmaßnahmen bei einsturzgefährdeten Objekten übernehmen. Dies ist mittels eines Einsatzgerüstsystems wie auch über ein spezielles Abstützsystem aus Holz möglich.

Bei schweren Bergeaufgaben können zudem die Fachgruppen schwere Bergung (Anzahl Fachgruppen: 82) zum Einsatz kommen, diese ergänzen mit ihren Fähigkeiten die Bergungsgruppen durch ergänzende und leistungsfähigere Ausstattung. Hierzu zählen insbesondere eine Betonkettensäge sowie Kernbohrgeräte und zum größten Teil hydraulisch angetriebenen Technik. Teilweise verfügen diese Fachgruppen (Anzahl 9) zudem über einen Bagger, welcher sich per Rad aber auch mit hydraulischen Stützen über Trümmer bewegen kann.

Jeder der 668 Ortsverbände in Deutschland verfügt über mindestens eine Bergungsgruppe.

Ebenfalls dezentral verteilt und in fast jedem Ortsverband vorhanden sind die Fachgruppen Notversorgung/ Notinstandsetzung (Anzahl Fachgruppen: 638). Diese unterstützen die Fähigkeiten aller anderen Module des THW. Auch die weiteren verschiedenen Fachgruppen verfügen über Spezialfähigkeiten und erhalten dafür die entsprechende Ausbildung und Ausstattung. Unter der Berücksichtigung, dass das THW mit entsprechender Vorlaufzeit bundesweit Module entsenden kann, kann es in Folge des Erdbebens folgende Einsatzaufgaben übernehmen:

- Ortungs-, Rettungs- und Bergungsmaßnahmen,

- Sicherungs- und Räumaufgaben,
- Einsatz von Baumaschinen (Radlader, Teleskoplader, Bagger), Umschlag- und Transportfahrzeugen (Stapler, Kipper, Kräne, Sattelzüge),
- Einsatz von Sprengtechnik,
- Infrastruktur-Maßnahmen,
- Sicherung von Verkehrswegen,
- Trinkwasserversorgung,
- Logistik (Errichtung und Betrieb von Bereitstellungsräumen, Mitwirkung bei der Einrichtung von Notunterkünften für evakuierte oder obdachlosgewordene Personen),
- Führung und Führungsunterstützung,
- Brückenbau,
- Lageerkundung,
- Gebäudesicherung und Einsturzüberwachung.

Hinzu kommen insbesondere folgende Fachgruppen zum Einsatz:

- Fachgruppen Ortung (Anzahl Fachgruppen: 104), mit Trümmersuchhunden und verschiedenem Technischem Ortungsgerät zur Ortung von Menschen und Tieren ,
- Fachgruppe Räumen (Anzahl Fachgruppen: 178), mit großem Räumgerät (Bagger (Anzahl 50), Radlader (Anzahl 73), Teleskoplader (Anzahl 55)) zur Räumung großer Trümmerteile, Freiräumen von Straßen und Zufahrtswegen oder Errichtung behelfsmäßiger Übergänge,
- Die Fachgruppe Sprengen (Anzahl Fachgruppen: 43) kann gezielt bestimmte Zugänge freisprengen. Der Einsatz kann jedoch nur durchgeführt werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass sich Personen hinter dem Punkt der Sprengung befinden,
- Die Fachgruppe Infrastruktur (Anzahl Fachgruppen: 80), diese kann unmittelbar mit der Instandsetzung von Infrastruktureinrichtungen beginnen,
- Die Fachgruppe Führung und Kommunikation (Anzahl Fachgruppen: 66) übernimmt bei Bedarf Führungsaufgaben (z. B. Führung eines Einsatzabschnitts) im Auftrag der Einsatzleitung. Zudem baut sie Telekommunikationsverbindungen auf und betreibt diese. Zum Teil verfügt diese Fachgruppe über einen Weitverkehrstrupp (Anzahl: 5). Dieser ist in der Lage temporäre Telekommunikationsverbindungen und -netze einzurichten und zu betreiben,
- Die Fachgruppe Trinkwasserversorgung (Anzahl Fachgruppen: 13) ist in der Lage bis zu 15 m³ Trinkwasser pro Stunde aufzubereiten und zu fördern. Zudem gehören der Transport und die Verteilung von Trinkwasser zu den Aufgaben, die im Fall eines Erdbebens abgerufen werden können,
- Die Fachgruppe Elektroversorgung (Anzahl Fachgruppen: 114) kann die Notstromversorgung mit ihren 200 kVA Netzersatzanlagen sicherstellen und in vorhandene oder temporär aufgebaute Netze einspeisen,
- Der Trupp Einsatzstellensicherungssystem (Anzahl Trupps: 36), diese können die Überwachung von einsturzgefährdeten Gebäuden übernehmen und dienen somit der Sicherheit der Einsatzkräfte,
- Der Trupp Unbemannte Luftfahrzeuge (Anzahl Trupps: 28), diese können in Zusammenarbeit mit den Fachgruppe Führung und Kommunikation großflächige oder detaillierte Lageerkundung aus der Luft durchführen,
- Die Fachgruppe Brückenbau (Anzahl Fachgruppen: 16) errichten bei Bedarf behelfsmäßige Brücken und Übergängen, eine Brücke über den Rhein kann jedoch nicht ersetzt werden,
- Die Fachgruppe Wassergefahren (Anzahl Fachgruppen: 118) kann mit ihren Booten und Pontonfähren Transportfahrten auf dem Wasser durchführen und schwimmende Arbeitsplattformen einrichten,
- Die Fachgruppen Logistik (Anzahl Fachgruppen: 66) übernehmen alle Aufgaben aus dem Bereich Materialerhaltung und Verpflegungslogistik, das heißt, sie setzen defekte Einsatzausstattung und Fahrzeuge in Stand, führen Transportaufgaben durch, unterstützen bei der Kraftstoffversorgung, sowie der Versorgung von Einsatzkräften,

- Die Fachgruppen Notversorgung/Notinstandsetzung (Anzahl Fachgruppen: 638) können die Einsatzlogistik sicherstellen, Einsatzstellen mit Ausstattung und Personal versorgen, Kraftstoff in kleinerem Umfang transportieren und abgesetzte Einsatzstellen mit Strom versorgen.

Das Ereignis wird die örtlichen und überörtlichen Einsatzkräfte über mehrere Tage bis hin zu einigen Wochen fordern. Das THW kann durch die Errichtung des Bereitstellungsraums 500¹⁶⁰ die Unterbringung und Verpflegung der Einsatzkräfte außerhalb des Schadensgebietes sicherstellen.

Die Alarmierung und Einbindung des THWs erfolgt im Rahmen der Amtshilfe. Der Großraum Köln verfügt über rund 700 für den operativen Einsatz fähige THW-Einsatzkräfte. Diese ehrenamtlichen Helferinnen und Helfer werden aber ggf. selbst durch das Ereignis betroffen sein. Weitere Kräfte können aus ganz Deutschland mit Hilfe eines bundesweiten Leitungs- und Koordinierungsstabssystems zugeführt werden.

Bundesweit verfügt das THW über rund 80.000 Helferinnen und Helfer. Es ist damit in der Lage auch über einen langen Zeitraum Hilfe zu leisten. In Bezug auf die Rettung von Personen besteht trotz der Durchhaltefähigkeit jedoch das Problem, dass eine erfolgreiche Rettung von Versütteten zumeist in den ersten 72 Stunden erfolgen muss, um die Chancen auf Überlebende zu erhöhen. Aufgrund der massiven Zerstörungen und Größe des betroffenen Gebietes ist davon auszugehen, dass nicht das gesamte Schadensgebiet innerhalb dieses Zeitraums nach Überlebenden abgesucht werden kann. Zudem muss eine enge Zusammenarbeit mit den Hilfsorganisationen, insbesondere den Rettungshundestaffeln, erfolgen. Die tatsächlichen Fähigkeiten sind immer abhängig von der tatsächlichen Verfügbarkeit von Kräften und Material. Bei einem solchen Ereignis ist jedoch von einer großen bundesweiten emotionalen Betroffenheit und damit einhergehend mit einer hohen Einsatzbereitschaft zu rechnen.

Bundeswehr:

Die Entscheidung über die Einbindung der Bw wird durch den Hauptverwaltungsbeamten (HVB)¹⁶¹ getroffen und grundsätzlich als Hilfeleistungersuchen an die Bw herangetragen. Für die zeitnahe Einbindung der Bundeswehr (Bw) steht u. a. das Territoriale Netzwerk mit ebenengerechten Ansprechpartnern¹⁶² zur Verfügung. Die Bw unterstützt im Rahmen der Amtshilfe¹⁶³ auf Anforderung mit verfügbaren Ressourcen. Diese sind teilweise für eine Hilfeleistung bei Erdbeben besonders geeignet¹⁶⁴, z. B. :

- Transport von Personen und Material mit Luft-, Wasser- und geländegängigen Landfahrzeugen,
- Ortungs-, Rettungs- und Bergungsmaßnahmen auch in schwierigem Gelände und aus der Luft
- Einrichten und Betreiben von Notunterkünften,
- Bereitstellung von Verpflegung, Trinkwasser und temporärer Stromversorgung,
- sanitätsdienstliche und notfallpsychologische Unterstützung,
- Instandsetzungsarbeiten an der Infrastruktur,
- Bau temporärer Wege und Brücken,
- Aufbau und Betrieb netzunabhängiger Nahbereichs- und Weitverkehrskommunikation,
- Schadensbeseitigung durch das Räumen/Sprengen von Trümmern und einsturzgefährdeten Gebäuden.

Die Fähigkeiten der Bundeswehr (Bw) unterliegen dem Grundsatz der Subsidiarität, entsprechende Beiträge im Rahmen der zivilen Katastrophenhilfe werden nicht vorgehalten.

¹⁶⁰ Vgl. <https://br500.thw.de/der-br-500/>

¹⁶¹ Der Hauptverwaltungsbeamte (HVB) ist in Deutschland der Leiter der Verwaltung einer Gemeinde, eines Kreises oder einer kreisfreien Stadt. Im Katastrophenschutz kommt ihm regelmäßig eine besondere Bedeutung bei der Einsatzleitung zu, wobei er durch einen Stab unterstützt wird. Der Hauptverwaltungsbeamte führt in den Kreisen die Bezeichnung Landrat oder Oberkreisdirektor, in den Gemeinden und kreisfreien Städten Bürgermeister, Oberbürgermeister, Gemeindedirektor, Stadt- oder Oberstadtdirektor. Er führt in der Regel die Amtsgeschäfte der laufenden Verwaltung. Die Regelungen der Gemeinde- und Kreisordnungen der Bundesländer sind jedoch sehr unterschiedlich.

¹⁶² Insbes. Bezirks- und Kreisverbindungskommandos (BVK/KVK), Landeskommandos, Kommando Territoriale Aufgaben der Bundeswehr (KdoTerrAufgBw), Kommando Streitkräftebasis. Dabei ist die Operationszentrale beim KdoTerrAufgBw immer ansprechbar.

¹⁶³ Gemäß Artikel 35 GG und den Vorgaben der Zentralen Dienstvorschrift A-2110/10 (öffentlich) Hilfeleistungen der Bundeswehr im Rahmen des Artikels 35 des GG (Amts- und Katastrophenhilfe) und der Zentralvorschrift A1-255/0-4 (VS-NfD) für Hilfeleistungen der Bundeswehr im Inland.

¹⁶⁴ vgl. Zentralvorschrift A1-255/0-5 (VS-NfD) „Einsatzoptionen, Kräfte und Fähigkeiten der Bundeswehr zur Hilfeleistung im Inland“.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)

Im BBK hat der Bund die wesentlichen Instrumente des neuen Bund-Länder-Krisenmanagements bei großflächigen Schadenlagen zusammengefasst. Darunter fallen das Psychosoziale-Krisenmanagement und das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ). Auf Grundlage des § 16 ZSKG, hält der Bund Einrichtungen zur Lageerfassung und –bewertung sowie zum Nachweis und zur Vermittlung von Engpassressourcen vor. Diese werden im Rahmen der Amtshilfe auch zur Koordinierung von Hilfsmaßnahmen bereitgestellt. Dies wird in der Katastrophenlage des hier betrachteten Szenarios der Fall sein.

Ferner betreibt das BBK das Modulare Warnsystem (MoWaS) nebst der daran angeschlossenen Warnmultiplikatoren, über die – bei allen oben dargestellten Einschränkungen im Hinblick auf Vorwarnzeiten – eine Warnung an die Bevölkerung auf verschiedenen Kanälen ausgelöst werden kann. Darüber hinaus kann MoWaS zur hochverfügbaren Textkommunikation auch bei Ausfall anderer Kommunikationssysteme verwendet werden.

Aufgaben und Leistungen des Gemeinsamen Melde- und Lagezentrums von Bund und Ländern (GMLZ) bei Erdbeben:

Das GMLZ nimmt auf Grundlage des § 16 ZSKG sowie Erlasslage BMI Aufgaben im Lagemanagement, als Nationale Kontaktstelle für Informations- und Warnverfahren (National-Contact-Point NCP) und im Ressourcenmanagement auf Bundesebene wahr.

Das GMLZ erstellt ein stets aktuelles und flächendeckendes Lagebild. Dazu nutzt es vornehmlich die durch die Bundesländer und Partnerbehörden zur Verfügung gestellten Informationen, recherchiert aber auch Medienmeldungen und in Fachportalen und nimmt Kontakt zu den beteiligten Behörden auf.

Ziel ist die Erstellung eines einheitlichen Lagebildes für den Bevölkerungsschutz auf Bundesebene, um damit zur Verbesserung der Zusammenarbeit und des Informationsaustausches zwischen Bundesländern, Bundesministerien sowie nationale und internationale Organisationen beizutragen.

Ebenfalls betrachtet das GMLZ die Auswirkungen auf das benachbarte Ausland und informiert die Anrainerstaaten, sowie die Europäische Union über die Lage des Bevölkerungsschutzes in Deutschland.

Für rund 20 nationale und internationale Informations- und Warnverfahren ist das GMLZ durch seine 24-stündige Erreichbarkeit zentrale Anlaufstelle für die Bundesrepublik Deutschland. Hierzu gehört beispielsweise das Vermitteln und Alarmieren der Analytischen Task Force des Bundes (ATF) oder die Beratung zum und Aktivierung des Copernicus Notfallkartierungsdienstes der EU.

Im Bereich des Ressourcenmanagements erfolgt das Vermitteln von Engpassressourcen. So betreut und koordiniert das GMLZ auf Antrag das Verfahren zum Ressourcenmanagement zwischen den Bundesländern. Betroffene Länder können Anträge an das GMLZ stellen, welches dann mögliche Angebote national und bei Bedarf auch international recherchiert und dem Antragsteller aufbereitet zur Auswahl stellt. Nach Bedarf kann das GMLZ in Kooperation mit weiteren Behörden auch die Koordination (Auswahl/Logistik) dieser Ressourcen übernehmen.

Hierzu ist das GMLZ rund um die Uhr besetzt. Ergänzt wird das Personal im Ereignisfall durch ausgebildete Verstärkungskräfte. Weiter werden Arbeitsplätze für Verbindungspersonen zu den Bundesländern und den anderen Bundesbehörden vorgehalten, die durch diese im eigenen Ermessen besetzt werden.

Exkurs: Europäisches Erdbeobachtungsprogramm Copernicus

Durch das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus entsteht seit 2014 eine Infrastruktur für Erdbeobachtung und Geoinformation. Basierend auf den Copernicus Sentinel-Satelliten und anderer Aufnahmesysteme sowie durch Integration von Vor-Ort-Messdaten und Modellierungen werden durch sechs Kerndienste frei verfügbare Datenprodukte zu den Themenfeldern Land, Meer, Atmosphäre, Klimawandel, Sicherheit und Katastrophen- und Krisenmanagement bereitgestellt. In Deutschland sind die „Fachkoordinatoren“ die Ansprechpartner für Nutzende dieser Kerndienste. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe ist Fachkoordinator des Copernicus Emergency Management Service (CEMS) in Deutschland. Das im BBK angesiedelte Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) ist die einzige autorisierte Stelle, über die Bedarfsträger die Produkte des CEMS anfordern können.

Der CEMS steht seit April 2012 operationell und 24/7/365 zur Verfügung. Der Dienst stellt auf Anfrage Kartenmaterial zu Notfallsituationen, wie Naturkatastrophen, technischen Unfällen und humanitäre Katastrophen,

kostenfrei und allgemeinzugänglich bereit. Der CEMS besteht aus zwei Servicekomponenten: Einem Kartierungsdienst (Notfallkartierungsmodus und Risikoanalysenmodus) und einer Frühwarn-Komponente zu den Themen Hochwasser, Waldbrand und Dürre.

Im Falle eines Erdbebens in Deutschland könnte der CEMS aktiviert werden, um basierend auf der Auswertung von Fernerkundungsdaten (z. B. von Satellit oder Befliegung) zeitnah Informationen über die Betroffenheit zu erstellen, z. B. Schadensanalysen an Gebäuden und Infrastrukturen. Die Anforderung erfolgt mittels eines Anforderungsformulars über das GMLZ, das 24/7/365 besetzt ist und als Nationale Kontaktstelle benannt ist.

Anforderungsberechtigt sind deutsche Behörden, Regierungs- und Nicht-Regierungsinstitutionen. Bei der Anforderung sollte der Meldeweg über das Lagezentrum bzw. den Krisenstab des Landes eingehalten werden. Zusätzlich zu dem ausgefüllten Anforderungsformular ist das GMLZ über die im Formular angegebene Telefonnummer zu kontaktieren. Das GMLZ leitet die Anfragen für Deutschland gesammelt und koordiniert an das Lagezentrum der Europäischen Union weiter.

Exkurs . Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation – ZKI-DE Service:

Seit 2013 ermöglicht der ZKI-DE Service des Zentrums für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) Bundesbehörden die kurzfristige Beschaffung und Analyse aktueller Geoinformationen und bietet somit der öffentlichen Verwaltung neue Handlungsoptionen. Diese innovative Zusammenarbeit zwischen dem Bundesministerium des Innern (BMI) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bedient den Bedarf der Bundesbehörden nach aktuellen veredelten Fernerkundungsdaten in Krisenfällen und zur Unterstützung der zivilen und öffentlichen Sicherheit. Seit Ende des Jahres 2016 liegt ein neuer Rahmenvertrag zwischen dem BMI und DLR vor, der eine weitere vierjährige Zusammenarbeit (2017-2020) vorsieht. Ziel dieser 4 Jahre ist u. a. das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) für die Standardaufgaben des ZKI-DE Services zu befähigen.

Auf nationaler Ebene bietet der Satellitengestützte Krisen- und Lagedienst (SKD) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) hochaktuelle Geoinformationen auf Basis von Satellitendaten für Bundeseinrichtungen an (<https://www.bkg.bund.de/DE/Fernerkundungsdienste/SKD/SKD.html>).

Ziel ist, wichtige Beiträge in Krisensituationen, Einsatzlagen und bei der Bewertung von raumbezogenen Informationen für die Bundesverwaltung zu liefern. Diese nationale Ergänzung des Angebots des Copernicus Emergency Management Service ging aus dem ZKI-DE Service hervor. In den vergangenen Jahren wurde auf Basis eines Vertrags zwischen BMI und DLR das BKG dazu befähigt, große Anteile des bisherigen ZKI-DE Service eigenständig anzubieten. Über den SKD hinaus steht für speziellere Fragestellungen auch weiterhin die Expertise des ZKI zur Verfügung.

Ausstattungskonzept des Bundes:

Gemäß Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz (ZSKG) ergänzt der Bund die Katastrophenschutzeinheiten der Länder in den Bereichen Brandschutz, Betreuung, CBRN Schutz und Sanitätswesen.

Brandbekämpfung:

Für die Brandbekämpfung sind im abgestimmten Ausstattungskonzept des Bundes im Rahmen der Ergänzung des Katastrophenschutzes der Länder insgesamt 955 Löschgruppenfahrzeuge für den Katastrophenschutz (LF KatS) und 466 Schlauchwagen für den Katastrophenschutz (SW-KatS) vorgesehen¹⁶⁵.

Mit diesen Fahrzeugen kann eine Wasserversorgung über lange Wegstrecken aufgebaut und Löschangriffe vortragen werden. Die Schlauchwagen ermöglichen in Verbindung mit den LF-KatS die Fortleitung von Löschwasser über eine Distanz von bis zu 2000 Meter und können damit insbesondere bei Problemen der Löschwasserbereitstellung durch beschädigte Wasserleitungen die örtliche Gefahrenabwehr unterstützen.

Betreuung und Sanitätswesen:

Im Bereich Betreuung sind bei der Belegung von Beherbergungsbetrieben als auch bei der Einrichtung oder Ertüchtigung anderer Liegenschaften für Unterkunftszwecke umfangreiche Maßnahmen erforderlich, um die

¹⁶⁵ Die Auslieferung dieser Fahrzeuge erfolgt fortlaufend. Über den aktuellen Stand bzw. die Planung der Auslieferungen der Fahrzeuge des Bundes an die Länder wird jährlich im Ausschuss für Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) des AK V der Innenministerkonferenz berichtet.

Gebäude nutzbar zu machen. Dabei sind teilweise auch sog. „Zeitkritische Mangelressourcen“ einzubringen, die nicht innerhalb der notwendigen Vorlaufzeiten von nur wenigen Tagen in der erforderlichen Anzahl aus der gewerblichen Wirtschaft beschafft werden können, z. B. geeignete Betten (sofern nicht vorhanden). Dies gilt in besonderem Maße für die Beschaffung der Ausstattung für mobile oder halbmobile Unterkunftssysteme, die nicht handelsüblich sind. Im Zuge der Planungen sind daher auch die vorsorgliche Beschaffung und Einlagerung dieser Materialien zu berücksichtigen.

Hier haben die Länder bereits jetzt entsprechende Mangelressourcen für den Katastrophenschutz vorzuhalten. Der Bund stattet die Länder basierend hierauf ergänzend für den Zivilschutz aus. Ergänzend hierzu setzt der Bund derzeit das Konzept „Labor Betreuung 5.000“ in einem Pilotprojekt um. Dazu soll für die kurzfristige gleichzeitige autarke Unterbringung von bis zu 5.000 betroffenen Menschen und deren Versorgung für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr in einem Pilotprojekt die erforderliche Ausstattung beschafft und erprobt werden sowie die Verfahren und Strukturen für den Aufbau, den Betrieb, die Lagerung erarbeitet, evaluiert und ggf. angepasst werden.

Ferner etabliert der Bund derzeit die Medizinische Task Force (MTF) des Bundes. Dabei handelt es sich um eine arztbesetzte sanitätsdienstlich taktische Einsatzabteilung, die überörtlich zur Bewältigung von komplexen katastrophenmedizinischen Schadenslagen folgende Einsatzzwecke erfüllen:

- medizinische Erstversorgung von Schwerverletzten und akut Erkrankten,
- Aufbau und Betrieb von Patientenablagen und Sichtungsstellen,
- Möglichkeit weiterer Behandlung bei verzögerter oder kurzfristig fehlender Transportmöglichkeit von Verletzten/akut Erkrankten in ein Krankenhaus,
- Aufbau und Betrieb von Sichtungsstellen vor Krankenhäusern.

61 dieser MTF-Einheiten werden bundesweit etabliert und bilden die sanitätsdienstliche Kernkomponente der ergänzenden Ausstattung des Bundes. Die speziellen zivilschutzbezogenen sanitätsdienstlichen Ausbildungen werden für die ehrenamtlichen Helferinnen und Helfer der MTF inhaltlich bereitgestellt, finanziert und in regelmäßigen Übungen auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Zur Qualitätssicherung werden im Rahmen von Forschungsvorhaben spezielle katastrophenmedizinische Fragestellungen beantwortet.

Bundespolizei:

Die Bundespolizei kann im Falle von Naturkatastrophen (hier: Erdbeben) auf Anforderung, unter Berücksichtigung der Gewährleistung der gesetzlich zugewiesenen Aufgabenwahrnehmung, technische und polizeiliche Katastrophenhilfe sowie Notfallhilfe leisten.

Technische Katastrophenhilfe¹⁶⁶ umfasst Hilfeleistungen zur Rettung von Menschenleben und von Tieren sowie zur Erhaltung von für die Allgemeinheit wertvollem Material und lebenswichtigen Anlagen und Einrichtungen.

Polizeiliche Katastrophenhilfe¹⁶⁷ umfasst die dem Polizeivollzugsdienst eines Landes gewährte Unterstützung zur Abwehr (aus der Naturkatastrophe) drohender Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung bzw. zur Beseitigung eingetretener Störungen. Dies gilt insbesondere für die Ausübung polizeilicher Befugnisse (Verkehrslenkung, Sperrungen etc.).

Im Rahmen ihrer Katastrophenhilfe kann die Bundespolizei im dargestellten Szenario sowohl Personal als auch Kraftfahrzeuge, Luftfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Gerät, Material sowie Notunterkünfte und Einsatzküchen zur Verfügung stellen.

In Folge des Erdbebens denkbare Unterstützungsleistungen der Bundespolizei sind u. a.:

- Personelle und technische Unterstützung von Rettungs- und Bergungsmaßnahmen,
- Unterstützung der Brandbekämpfung,
- Unterstützung der temporären Versorgung mit Trinkwasser (mit Wasserwerfern), Verpflegung, Stromversorgung,
- Transport von Personen, Material oder besonderem Gerät mit Kraftfahrzeugen oder Hubschraubern,

¹⁶⁶ Vgl. Definition gem. Allgemeine Verwaltungsvorschrift des Bundesministeriums des Innern über die Verwendung der Bundespolizei bei einer Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall sowie zur Hilfe im Notfall (BPOLKatHiVwV)

¹⁶⁷ Vgl. Definition gem. Allgemeine Verwaltungsvorschrift des Bundesministeriums des Innern über die Verwendung der Bundespolizei bei einer Naturkatastrophe oder bei einem besonders schweren Unglücksfall sowie zur Hilfe im Notfall (BPOLKatHiVwV)

- Technisches Gerät zur Aus-/Beleuchtung,
- Absperr-, Sicherungs- und Räumungsmaßnahmen,
- Errichten und Betreiben von Notunterkünften,
- Unterstützung von Evakuierungsmaßnahmen.

Aufgrund bundesweiter Dislozierung sind Vorlaufzeiten für einzelne Hilfsmaßnahmen einzuplanen.

In der Regel entsendet die Bundespolizei Verbindungsbeamte bzw. Fachberater in die Stäbe der zuständigen Katastrophenschutzbehörden um dort zielgerichtet und bedarfsorientiert zu den Fähigkeiten der Bundespolizei beraten zu können.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Die BGR ist eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Als Geologischer Dienst des Bundes ist die BGR die zentrale Forschungs- und Beratungseinrichtung der Bundesregierung auf den Gebieten Geowissenschaften und Rohstoffe und ihre Aufgaben umfassen:

- Die rohstoffwirtschaftliche und geowissenschaftliche Beratung der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft insbesondere zu der langfristigen Sicherung der Rohstoff- und Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland, den Georisiken, der Endlagerung radioaktiver Abfälle und dem nachhaltigen Georesourcenmanagement.,
- Die Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft durch geowissenschaftliche Forschung und Entwicklung, Wissens- und Technologietransfer, Mitwirkung in der Hochschullehre, Beratung und Information.,
- Die nationale und internationale geowissenschaftliche und technische Zusammenarbeit in den Bereichen Geowissenschaften, Rohstoffe, Boden und Grundwasser sowie Georisiken und Endlagerung radioaktiver Abfälle,
- Die Erhebung, Standardisierung, Harmonisierung und Bereitstellung geowissenschaftlicher und rohstoffwirtschaftlicher Fachdaten auf der Bundesebene sowie die dazu erforderlichen Koordinierungsarbeiten mit den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD) der Bundesländer,
- Den Erdbebendienst des Bundes.

So befasst sich die BGR als Erdbebendienst des Bundes mit der Registrierung, Auswertung und Charakterisierung von Erdbeben in Deutschland und benachbarten Regionen sowie weltweit. Zudem liegt ein weiterer Fokus ihrer Arbeiten auf Gefährdungsanalysen im Zusammenhang mit seismischen Ereignissen. Insgesamt umfassen die Arbeiten der BGR als Erdbebendienst des Bundes die gesamte Wertschöpfungskette von den seismologischen Beobachtungen bis zur detaillierten fachlich-wissenschaftlichen Analyse. Dabei ist eine der Kernaufgaben der BGR die schnelle Information der Ressorts und der Öffentlichkeit bei seismischen Ereignissen, insbesondere bei Erdbeben von bundesweitem Interesse. Dazu erfolgt an der BGR die seismologische Überwachung Deutschlands bisher mithilfe des Deutschen Seismologischen Regionalnetzes (German Regional Seismic Network – GRSN) mit knapp 50 breitbandigen Seismometerstationen. Damit und in Kooperation mit den Messnetzen der Erdbebendienste der SGD der Bundesländer sowie von Universitäten und Forschungseinrichtungen betriebenen Messsystemen können Erdbeben in Deutschland und benachbarten Regionen vollständig ab einer Lokalmagnitude 2,0 mit mehr als 100 qualitativ hochwertigen Seismometerstationen erfasst werden. Da ein erhöhtes Informationsbedürfnis in der Öffentlichkeit für solche seismischen Ereignisse vorliegt, die primär oberflächennah auftreten und lokal begrenzte Auswirkungen haben können, sollen entsprechend schnelle und zielgerichtete Reaktionen seitens der BGR als dafür zuständige Behörde gewährleistet und die Informationen bundesweit einheitlich und nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Die BGR plant dazu die Errichtung eines Messnetzes mit bis zu 600 gleichmäßig über Deutschland verteilten Messstellen mit jeweils kostengünstigen Drei-Komponenten-Geophonen und Beschleunigungsmessern. Die Signale sollen unmittelbar zur Datenzentrale in Hannover übertragen und dort automatisch bearbeitet werden. Mit diesem engmaschigen Netz von Stationen kann die BGR seismische Ereignisse nicht nur schneller und zuverlässiger detektieren und lokalisieren, sondern auch unmittelbar nach der seismischen Erschütterung deren Einwirkung an der Oberfläche abschätzen. Diese Informationen sollen den Stellen für Krisenreaktionen bei Bund, Ländern und Kommunen zu Verfügung gestellt werden. In Kooperation mit den Erdbebendiensten der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder wird die BGR dafür sogenannte ShakeMaps bereitstellen, die als Karteninformation in nahezu-Echtzeit über die Einwirkungen (Maximalbeschleunigung und maximale Schwingungsgeschwindigkeiten) in der Epizentralregion anhand von Vorwärtsrechnungen und validierten Messungen an seismologischen Stationen für realistische Untergrundmodelle und invertierte

Herdparameter (hierzu zählen insbesondere Ort, Tiefe, Stärke und Abstrahlcharakteristik) berechnet werden. Zudem wird ein solches engmaschiges Messnetz der Überwachung der Nachbebenetätigkeit nach einem moderaten oder stärkeren Erdbeben dienen, was wiederum weiterführende Hinweise über Einwirkungen an der Oberfläche in der Epizentralregion liefern wird.

Für Untersuchungen zur seismologischen Gefährdung pflegt die BGR als Erdbebendienst des Bundes einen Erdbebenkatalog für Deutschland, der neben den instrumentell bestimmten Hypozentren für Beben mit einer Lokalmagnitude von 2,0 vollständig ist, auch historische sowie paläoseismische Erdbeben umfasst. Diese Kataloge zusammen mit den genauen Kenntnissen der geologischen Struktur des Untergrundes stellen die zentrale Basis für die Abschätzung der seismischen Gefährdung und Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten, basierend auf statistischen und deterministischen Untersuchungen, von möglichen Schadenbeben dar. Neben der Bereitstellung der Fähigkeit zur Berechnung der seismischen Gefährdung werden an der BGR noch fokussierte Untersuchungen des Untergrundes für die Abschätzung seiner seismologischen Antwortfunktion punktuell durchgeführt.

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Präventive Maßnahmen unter BAM-Beteiligung:

- *Monitoring von unterirdischen Erdgasspeichern- und zentralen Verteilstationen:*

Es besteht die Möglichkeit, an geeigneten Stellen oberflächennah ein kombiniertes 2D-Sensorfeld aufzubauen. Solch ein Sensorfeld kann zeitgleich ortsbezogen das Austreten von Methan (Hauptkomponente von Erdgas) und mechanische Verwerfungen des Bodens detektieren. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes und im Einvernehmen mit dem Projektpartner auf den jeweiligen Standort zu prüfen und anzupassen. Diese Technik kann prinzipiell durch die BAM angeboten werden, sie ist jedoch im Rahmen eines Projektes auf den jeweiligen Standort zu prüfen und anzupassen.

- *Großflächiges Echtzeitmonitoring auf kritische Erdbewegungen/-stöße*

Im Boden unter der Großstadt Köln befinden sich hunderte Kilometer von Glasfaserkabeln mit nicht genutzten Einzelfasern, sog. „dark fiber“. Diese „dark fiber“ könnten als Sensor auf kritische Erdbewegungen sensibilisiert werden. Meldungen aus den Fasern ließen sich in einer bereits bestehenden 24/7 besetzten Zentrale bündeln. Unmittelbar nach den ersten Erschütterungen zeigen diese Informationen in Echtzeit die Betroffenheit einzelner Stadtteile und dienen zur Priorisierung des Einsatzes der Erkunder/Rettungskräfte. Die Technik ist prinzipiell verfügbar und kann über die BAM im Rahmen eines Projektes abgerufen und auf Köln angepasst werden. Das Auswerteprogramm hat in einem ersten Schritt zu lernen, zwischen den „alltäglichen“ (i. d. R. nicht spürbaren) Erschütterungen von Köln und seismischer Aktivität zu unterscheiden.

- *Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen für das Katastrophenmanagement*

Direkt nach einem Erdbeben (oder anderen Naturkatastrophen bzw. Großschadensereignissen) müssen unter Zeitdruck Entscheidungen über Maßnahmen zur Minderung des Schadensmaßes getroffen werden. In dieser Phase konzentrieren sich Entscheidungsträger beim Katastrophenmanagement auf den Schutz von Menschenleben und die Wiederherstellung kritischer Infrastrukturen (z. B. medizinische Versorgung, Energie- und Wasserversorgung, Telekommunikation, Transportinfrastruktur). Die BAM entwickelt risikobasierte softwaregestützte Werkzeuge, um Entscheidungsträger zu unterstützen. Hierbei werden die Unsicherheiten z. B. bezüglich des Zustandes von Anlagen(teilen) oder der Tragfähigkeit von Bauwerken und der sich über die Zeit schnell veränderte Informationsstand berücksichtigt. Nach der akuten Phase können mit denselben Werkzeugen Entscheidungen zur Priorisierung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützt werden.

Unterstützende Maßnahmen der BAM nach dem Erdbeben:

- *Erkundung mit unbemannten Luftfahrzeugsysteme (UAS):*

Die BAM verfügt über diverse unbemannte Luftfahrzeugsysteme (UAS) als Trägerplattformen für Sensorik und entsprechend ausgebildeten Piloten. Nach einem Erbebenereignis kann Unterstützung zu folgenden Szenarien angeboten werden:

- Detektion von Gasaustritt aus dem Boden bzw. Lecksuche an gasführenden Rohrleitungen/Druckbehälter.

Zeitlich dem primären Ereignis folgend könnte durch externe Dienstleister zusätzlich übernommen werden:

- Optische Bauwerksprüfung/Inspektion,

Für die Kooperation mit Dritten bietet die BAM an, solche Verfahren zu validieren.

- *Chemische Umweltanalytik:*

Unmittelbar nach einem schweren Erdbebenshock wird ein Großteil der technischen Infrastruktur zerstört sein. Zur Abwehr von Folgeschäden für Mensch und Umwelt wird über einen sehr langen Zeitraum eine hohe Kapazität an chemischer (Umwelt-)Analytik benötigt.

Die BAM kann mit einem breiten Spektrum an chemischen Referenzmessverfahren die örtlich tätigen chemischen Laboratorien in der Analytik von Boden- und Wasserproben unterstützen. Auch kann zu Fragen der Qualitätssicherung in der chemischen Analytik, insbesondere zur Bereitstellung/Verwendung von Zertifizierten Referenzmaterialien (ZRM)¹⁶⁸ Hilfestellung gegeben werden.

Konkret können neben der organischen und anorganischen chemischen Analyse auch antikörperbasierten Screening-Tests angeboten werden. Nähere Informationen zu den Analyseverfahren können bei der BAM angefragt werden.

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)

Das GFZ ist das nationale Forschungszentrum für Geowissenschaften in Deutschland. Ein Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf den Naturgefahren: Wie können Risiken erkannt und der menschliche Lebensraum geschützt werden? Wie können wir Naturgefahren, ihre Dynamik und ihre Auswirkungen besser verstehen und voraussagen?

Hierzu betreibt das GFZ einen Erdbeben-Monitoring-Dienst, der auf Daten von hundert eigenen seismischen Stationen des Netzwerks GEOFON und etwa 800 weiteren Stationen beruht und ein permanentes und sicheres Archiv für seismologische Daten bereitstellt. Darüber hinaus archiviert und erschließt es Daten von temporären Experimenten, die an deutschen Universitäten und Institutionen durchgeführt wurden. Mit Hilfe von Echtzeitdatenströmen ermittelt GEOFON schnelle automatische Standortsschätzungen für alle stärkeren Erdbeben, die in einem weiten Umkreis (und teilweise weltweit) registriert werden und bietet manuell überarbeitete Lösungen mit minimaler Verzögerung. Dieser Service stellt grundlegende, schnelle Erdbebeninformationen für Erdbeben- und Tsunami-Warnzentren weltweit, Regierungsbehörden, Katastrophenschutzteams, Nachrichtenmedien und Wissenschaftler zur Verfügung. Das Erdbebenüberwachungssystem GEOFON fungiert als zentraler Knotenpunkt für schnelle globale Erdbebeninformationen für das European Mediterranean Seismological Centre (EMSC) und als Hintergrund-Zentrum vieler Tsunami-Warnzentren im Indischen Ozean und im Mittelmeer.

Neben der Erstellung von Fachinformationen über das Hauptbeben kann das GFZ unterstützend im unmittelbaren Anschluss an ein Beben

- die Installation seismischer Stationen im Epizentralgebiet veranlassen, um die Nachbebenaktivität zu überwachen,
- mittels mobiler batteriebetriebener Kamerabefahrung und mittels unbemannten Luftfahrzeugsystems (AUS) großräumig und schnell eine grobe Bewertung des aufgenommenen Gebäudebestands vornehmen,
- für kritische Gebäude eine kontinuierliche oder periodische Zustandsüberwachung durch den Einsatz von Sensoren im Rahmen des Structural-Health-Monitorings vornehmen.

Des Weiteren stellt das GFZ auch Informationen zum Selbstschutz und Verhaltensempfehlungen bei Erdbeben zur Verfügung.¹⁶⁹

¹⁶⁸ Warum braucht die chemische Analytik Zertifizierte Referenzmaterialien (ZRM)? Ein ZRM besteht aus einer Matrix (z.B. Trinkwasser, Flusswasser, Abwasser, Boden, Uferschlamm usw.) mit exakt qualitativ und quantitativ bekannten chemischen Verunreinigungen. ZRM haben zur Kalibrierung von modernen Analyseautomaten eine Schlüsselfunktion, denn mit ihrer Hilfe wird festgestellt, ob die Maschinen richtig arbeiten. Das ist deshalb so wichtig, weil die Wiederfindungsmenge von z.B. 1.000 mg „Heizöl“ in 1 Liter Trinkwasser, Flusswasser oder Abwasser verteilt, von Matrix zu Matrix unterschiedlich sein wird, d. h. die Matrix vermag den/die gesuchten Analyten unterschiedlich stark maskieren. Das gleiche gilt für die Matrix Boden, denn auch Böden können Umweltschadstoffe unterschiedlich stark maskieren und für die chemische Analyse teilweise unsichtbar machen.

¹⁶⁹ Vgl. http://bib.gfz-potsdam.de/pub/schule/merkblatt_erdbeben_0209.pdf, letzter Abruf 16.12.2019

Sonstige Leistungen des Bundes

Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI):

Der BMVI bevorrätet im Rahmen seiner Notfallplanung Behelfs-brücken, um temporäre Rheinquerungen an neu-ralgischen Punkten zu gewährleisten.

Exkurs: Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (SGD)

Die Aufgabenspektren der SGD sind je nach Ausrichtung des jeweiligen Bundeslandes unterschiedlich. Im We-sentlichen beinhalten sie aber folgende Punkte:

- Geowissenschaftliche Landesaufnahme,
- Landesbezogene geowissenschaftliche Forschungen und Untersuchungen,
- Veröffentlichung von geowissenschaftlichen Karten, Daten, Berichten und Aufsätzen,
- Anlegung und Führung von geowissenschaftlichen Informationssystemen,
- Geowissenschaftliche Beratung, Gutachten und Stellungnahmen z. B. als Träger öffentlicher Belange.

Darunter fällt auch die Beurteilung von Georisiken wie Erdbeben.

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW)

Der GD NRW hat als SGD die Aufgabe, Fachinformationen über die Beschaffenheit des Untergrunds landesweit nach einheitlichen Verfahren zu erheben, zu bewerten, zu archivieren und aufzubereiten. Zentral ist hier die geo-wissenschaftliche Landesaufnahme, die im Auftrag der Landesregierung zur Daseins- und Risikovorsorge durch-geführt wird. Basierend auf den Aufnahmen werden geowissenschaftliche Daten, Karten und Fachveröffentli- chungen erstellt.¹⁷⁰ Der GD NRW hat hier auch die Aufgabe, den Landeserdbebendienst zu betreiben und wei- terzuentwickeln (s. Kap. 2.6 Behördliche Maßnahmen). Der GD NRW hat u. a. einen Flyer zur Reaktion auf Erdbeben herausgegeben¹⁷¹.

¹⁷⁰ Vgl. https://www.gd.nrw.de/gg_le.htm, letzter Abruf 16.12.2019

¹⁷¹ Abrufbar unter: https://www.gd.nrw.de/zip/gg_bebenverhalten.pdf, letzter Abruf 16.12.2019

V. Erkenntnisse

Die Betrachtung des Szenarios eines Erdbebens der Stärke 6,5 M_w am Erft-Sprung hat zu folgenden zentralen Erkenntnissen geführt:

- Es kommt mit großer Wahrscheinlichkeit im Epizentralgebiet und dem angrenzenden Umland zu einem mehrere Tage andauernden Stromausfall mit entsprechenden Kaskadeneffekten (s. S. 18, Kap. 2.4).
- Aufgrund des Stromausfalls, sowie aufgrund von wahrscheinlichen Beschädigungen der Infrastruktur der öffentlichen Wasserversorgung, kommt es zu zeitweisem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Epizentralgebiet.
- Infolge der Erschütterungen kommt es insbesondere im Epizentralgebiet zu physischen Schäden an der Verkehrsinfrastruktur.
- Es kommt zu einer Überlastung der medizinischen Versorgung.
- Die flächendeckende spezifische Vorbereitung auf ein Erdbebenereignis in den gefährdeten Regionen ist aktuell nicht gegeben.
- Die aktuell unzureichenden Prognosemöglichkeiten über das Ausmaß eines schweren Erdbebens in Mitteleuropa, erschweren die Vorbereitungen auf ein solches Ereignis.
- Die Leistungen der Gefahrenabwehr und des Katastrophenschutzes stoßen nicht aufgrund von Fähigkeitslücken sondern aufgrund des anzunehmenden hohen Ressourcenbedarfes an ihre Grenzen.
- Mit der Beeinträchtigung der Grundwasser- und Bodenqualität durch austretendes Schmutzwasser aus geborstenen Abwasserleitungen oder Leck geschlagenen Chemikalien- und Öltanks ist insbesondere im Epizentralgebiet zu rechnen.
- Die Beeinträchtigungen der Luftqualität durch Havarien in Industrieanlagen verbunden mit dem Austritt giftiger, zumindest aber gesundheitsschädlicher Chemikalien ist insbesondere im Epizentralgebiet möglich.
- Mit der Beeinträchtigungen der Abfallentsorgung durch Ausfall von Entsorgungskapazitäten, insbesondere im Epizentralgebiet ist zu rechnen.
- Es kann zur Beeinträchtigung der Abwasseraufbereitung durch Ausfall/Zerstörung von Abwasserbehandlungsanlagen kommen.

Detaillierte Erkenntnisse lassen sich insbesondere für die Bereiche „Operatives und administratives Krisenmanagement“ und „Medizinischer Bevölkerungsschutz“ aus dieser Risikoanalyse ableiten. Diese sind nachstehend zusammenfassend aufgeführt:

Operatives und administratives Krisenmanagement:

- Die Einsatzkräfte können aufgrund von Ausfällen der Kommunikationsinfrastruktur – trotz des funktionierenden Modulare Warnsystems MoWaS (dieses spricht nur die Leitstellen an) – teilweise nicht erreicht werden.
- Durch den Stromausfall wird eine Vielzahl von Notstromaggregaten benötigt. Die derzeit zur Verfügung stehende Anzahl wird nicht ausreichen, um alle wichtigen Bedarfe (z. B. öffentliche Trinkwasserversorgung, zentrale Tankstellen) zu decken. Hinzu kommt, dass die vorhandenen Aggregate in verschiedenen Planungen eingebunden (z. B. aufgrund geschlossener Verträge zwischen einigen Bedarfsträgern mit Verleihern von Notstromaggregaten) und daher im Krisenfall nicht frei verfügbar sind. In dem hier betrachteten Szenario ergibt sich eine Lage mit vielen konkurrierenden Bedarfsträgern.
- Bei der Trink- und Löschwasserversorgung ist mit Einschränkungen im Epizentralgebiet zu rechnen. Dies betrifft auch die Wasserversorgung von besonderen Einrichtungen wie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen.
- Es bestehen keine klaren und verbindlichen Regelungen zur Erfassung von Personen aus öffentlichen Einrichtungen wie z. B. Kindergärten.
- Verwaltungen sind häufig unzureichend auf Krisenlagen des hier beschriebenen Ausmaßes vorbereitet. Insbesondere die Aufrechterhaltung der eigenen Funktionsfähigkeit ist nicht sichergestellt.
- Es kommt zu einem erhöhten Bedarf an psychosozialer Unterstützung. Dies betrifft sowohl den Bedarf auf Seiten der Bevölkerung (PSNV-B) als auch auf Seiten der Einsatzkräfte (PSNV-E).

- Aufgrund der großflächigen physischen Schäden (bis hin zu Zerstörungen) entsteht ein hoher Bedarf an Fachkräften zur Begutachtung der Schäden.
 - Für die Begutachtung der Schäden sind spezialisierte Baufachberater¹⁷² notwendig. Diese sind u. a. bei den zuständigen Ämtern der Kommunen ansässig. Hinzu kommen die technischen Berater, die das THW stellen kann. Die Feuerwehren in der betroffenen Region haben keine eigenen Baufachberater.
 - Für den Einsatz von Baufachberatern gibt es keine Planungen. Aufgrund der Menge an zu begutachtenden Gebäuden und Infrastrukturen sind Baufachberater aus ganz Deutschland und dem Ausland notwendig und werden zur Mangelressource. Dies stellt ein erhebliches Problem dar und verzögert die notwendigen Begutachtungen immens. Die Integration der nicht deutschsprachigen Experten aus dem Ausland führt ebenfalls zu Verzögerungen (aufgrund von Sprachbarrieren).
- Die Einsatzkräfte müssen z. B. das Über- oder Unterfahren von Brücken, oder das Betreten von Gebäuden in einer eigenen Risikoabschätzung vornehmen, da die eigentlich notwendigen baulichen Begutachtungen hier mangels Experten, nicht in der für den Einsatz erforderlichen Zeit vorgenommen werden können.
- Es ist zu erwarten, dass aufgrund des Ereignisses der Bedarf an Anpassungen der Baunormen, ggf. der Prüfnormen und Baugenehmigungsverfahren öffentlich thematisiert wird.
- Aufgrund beschädigter oder unsicher gewordener Verkehrswege kommt es zu massiven Einschränkungen im Verkehrssektor. Neben Beschränkungen in der Nutzbarkeit (z. B. eingeschränkte Befahrbarkeit von Brücken) kommt es auch zu gezielten Sperrungen von Verkehrswegen. Die angespannte Verkehrslage stellt nicht zuletzt auch die Einsatzkräfte vor große Herausforderungen.
- In einer solchen Lage, wie sie sich im angenommenen Szenario darstellt, ist mit umfangreicher Nachbarschaftshilfe und der Unterstützung der Einsatzkräfte durch ungebundene Spontanhelfer zu rechnen. Erfahrungen aus anderen Katastrophenereignissen haben gezeigt, dass eine Selbstorganisation der ungebundenen Helfer¹⁷³ erfolgt. Dies führt zu besonderen Herausforderungen und ggfs. Belastungen der Einsatzleitungen.

Medizinischer Bevölkerungsschutz:

- Es kommt zu einer Überlastung der Behandlungskapazität der Krankenhäuser (personell wie materiell). Krankenhäuser müssen gemäß unterschiedlicher Regelungen im Krankenhausrecht in den Bundesländern (Vorschriften über den Krankenhausbetrieb), durch besondere Verordnungen oder baurechtliche Einzelfallentscheidungen eine Notstromversorgung für 24 Stunden vorhalten. Zeitgleich müssten sie den Ausfall vieler Arztpraxen kompensieren. Aufgrund der sehr hohen Zahl von Verletzten bei gleichzeitiger Einschränkung der Funktionalität der Krankenhäuser (z. B. bauliche Substanz, Wasser, Verkehrswege) in der betroffenen Region, ist davon auszugehen, dass Krankenhauskapazitäten (insbesondere intensiv-medizinische Behandlungen) in ganz Deutschland in Anspruch genommen werden müssen. Ggf. ist eine Verlagerung ins europäische Ausland notwendig.
- Als Folge muss im Krankenhaus eine ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der medizinischen Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung erfolgen („Triage“). Viele Ärzte sind erfahrungsgemäß mit diesem Verfahren nicht vertraut.
- Die im Alltag praktizierte individualmedizinische Versorgung schwerverletzter Patienten wird lageabhängig zugunsten einer verstärkten Anwendung katastrophenmedizinischer Standards zurückstehen müssen, wodurch letztlich mehr Patienten gerettet werden können.¹⁷⁴
- Eine große Zahl von „Selbsteinweisern“ wird die Krankenhäuser zusätzlich belasten.
- Auch die außerklinische ambulante medizinische Versorgung (Hausarztssystem) wird eine starke Belastung erfahren.
- Es besteht bei alledem ein hoher medizinischer Koordinationsbedarf.

¹⁷² Aus Gründen der Lesbarkeit verzichten wir darauf, konsequent jeweils eine geschlechtsspezifische Formulierung zu verwenden. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter.

¹⁷³ Vgl. Projekt KUBAS – https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2018/Projekt_KUBAS.html

¹⁷⁴ Aktuell läuft zu dieser Thematik im Rahmen der Ressortforschung ein Forschungsvorhaben „Entwicklung von Katastrophenmedizinischen präklinischen Behandlungsleitlinien“ mit der Universitätsmedizin Mainz. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erstellung von präklinischen Behandlungsleitlinien und Handlungsempfehlungen für katastrophenmedizinische Schadenslagen, um das bestmögliche Behandlungsziel für die größtmögliche Anzahl von Patienten zu erreichen.

- Der Umfang der Luftrettung und qualifizierten Patientenlufttransport steigt.
- Externe Hilfsteams (national, ggf. international) müssen untergebracht werden.
- Bei der Medikamentenversorgung wird es bei dieser großen Anzahl Verletzter zu (zumindest temporären) Engpässen kommen, sowohl bei Akutmedikamenten als auch bei Spezialmedikamenten.

VI. Handlungsfelder

Die identifizierten Handlungsfelder ergeben sich aus den im Rahmen der Risikoanalyse gewonnen Erkenntnissen. Die folgende Auflistung ist nicht als abschließend zu betrachten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- Administratives und operatives Krisenmanagement,
- Kritische Infrastrukturen,
- Forschung,
- Sonstige,

Nachfolgend werden auf Basis der Risikoanalyse Handlungsempfehlungen zu den o. g. Handlungsfeldern benannt. Hierbei handelt es sich um Maßnahmen, die von den an der Risikoanalyse beteiligten Fachbehörden des Bundes sowie des Innenministeriums Nordrhein-Westfalen, der Bezirksregierung Köln, der Stadt Köln, des Rhein-Erft-Kreises sowie der beteiligten Expertinnen und Experten aus der Wissenschaft und Wirtschaft¹⁷⁵ aus fachlicher Sicht empfohlen werden.

Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind unabhängig von eventuell bereits geplanten oder erfolgten Umsetzungen von möglichen Maßnahmen, die im Zuständigkeitsbereich der Länder und Kommunen liegen, zu sehen. Die empfohlenen Maßnahmen sind das Ergebnis einer bereits sehr differenzierten Betrachtung der Risikoanalyseergebnisse, gleichwohl ist dies nicht mit der zwingend erforderlichen Risikobewertung gleichzusetzen.

1.1 Handlungsfeld: Administratives und operatives Krisenmanagement

Handlungsempfehlungen zu Stärkung des Selbstschutzes und der Selbsthilfe sowie zur Risikokommunikation

- Die Bevölkerung in den erdbebengefährdeten Regionen sollte vorbereitet werden. Dafür könnten entsprechende Maßnahmen in den Ratgeber des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe „Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen“¹⁷⁶ aufgenommen werden.
- Diese Maßnahmen sollten auch im Schulunterricht bei der Thematisierung von Gefahren vorgestellt werden.
- Es wird empfohlen spezielle Flyer zum Schutz der Bevölkerung in Bezug auf Erdbeben, (ähnlich der Bevölkerungsinformation „Richtiges Handeln bei Unwetter, Hochwasser etc.“¹⁷⁷ oder dem Muster der Schweiz¹⁷⁸) zu entwickeln und bereitzustellen.
- Grundsätzlich sollte eine Sensibilisierung in Bezug auf die Gefahren von Erdbeben stattfinden. Um die Bevölkerung im Vorfeld zu informieren muss das Thema in die Risikokommunikation aufgenommen werden, hierzu sind entsprechende Informationskampagnen zu entwickeln. Eine Orientierung dafür können Kampagnen aus dem amerikanischen Raum (Shake Out Day) liefern, die auch in Deutschland (z. B. in Aachen) schon in unterschiedlichen Formaten umgesetzt wurden.¹⁷⁹

Handlungsempfehlungen zu präventiven Maßnahmen für das administrative Krisenmanagement

- Es müssen auf allen administrativen Ebene Konzepte entwickelt oder überprüft werden, wie die eigene Funktionsfähigkeit in Krisenlagen, z. B. auch bei Wechsel der Liegenschaft und Ausfall der Stromversorgung, über längeren Zeitraum sichergestellt werden kann. Dazu sollten das Konzept zur Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen (erstellt im Rahmen der KZV) aufgegriffen und berücksichtigt werden.

¹⁷⁵ Vgl. Mitwirkende an der Risikoanalyse Erdbeben (Deckblatt)

¹⁷⁶ Vgl.: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Buergerinformationen_A4/Ratgeber_Brosch.pdf?__blob=publicationFile

¹⁷⁷ Vgl. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2018)6: Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen.

¹⁷⁸ Vgl.: <http://www.seismo.ethz.ch/de/earthquakes/what-to-do/>

¹⁷⁹ Vgl. [http://www.nug.rwth-aachen.de/index.php?main_action=detail&main_id=121& \[zuletzt abgerufen am 10.02.2020\],](http://www.nug.rwth-aachen.de/index.php?main_action=detail&main_id=121& [zuletzt abgerufen am 10.02.2020],)
[http://www.geoverbund-abcj.de/SharedDocs/Meldungen/GEOVERBUND/DE/Meldungen/20151120_shake-out-day-aachen.html \[zuletzt abgerufen am 10.02.2020\]](http://www.geoverbund-abcj.de/SharedDocs/Meldungen/GEOVERBUND/DE/Meldungen/20151120_shake-out-day-aachen.html [zuletzt abgerufen am 10.02.2020])

- Die Konzepte zu Evakuierungen, Betreuung und zu den Personenenauskunftsstellen (PASt) müssen inhaltlich aufeinander abgestimmt und Schnittstellen klar dargelegt werden. Dies betrifft insbesondere den Bereich der Erfassung und Registrierung betroffener Personen.
- In den KatS-Planungen sollten Anlaufstellen (sog. „Leuchttürme“) für die Bevölkerung vorgesehen werden, welche in die Verhaltensempfehlungen der „MoWaS“-Warnungen aufgenommen werden.
- Zentrale Behörden und Einrichtungen, die entweder für das Krisenmanagement und/oder deren Funktion für die Grundversorgung der Bevölkerung essentiell sind, sollten gesetzlich zum Einbau einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) und von Netzersatzanlagen, die einen autarken Betrieb von mind. 72 Stunden gewährleisten, verpflichtet werden.
- In die Planungen sollten Konzepte zum Tanken der Einsatzfahrzeuge bei Stromausfall und Nachtanken der Notstromaggregate aufgenommen werden.¹⁸⁰

Handlungsempfehlungen zu präventiven Maßnahmen für das operative Krisenmanagement

- Einsatzkräfte müssen soweit möglich für die besonderen Herausforderungen geschult werden und über mögliche Gefahren und Risiken aufgeklärt müssen.
- Einsatzkräfte sollten darauf hingewiesen werden, dass sie sich bei Ausfall der Informations- und Kommunikationstechnik u.U. selbstständig bei ihrer jeweiligen Organisation melden sollten.
- Digitale Alarmsysteme sollten Notstrom-gepuffert werden (Digitalfunk, Pager, u. ä.).
- Die Prüfung des Einsatzes von Systemen zur Schadensabschätzung und zur Entscheidungsunterstützung in Stäben wird generell empfohlen. Hier bestehen bereits weltweit Systeme, deren Erfahrungswerte zur Nutzung in die Prüfung mit eingeschlossen werden sollten.
- Die Einrichtung von Datenbanken mit Fachkräften, die im Ereignisfall unterstützen können (z. B. Statiker) wird empfohlen. Es gilt daher zu prüfen welche rechtlichen Vorgaben beachtet werden müssen (Versicherung) und ob bereits bestehende Strukturen vorhanden sind.
- Bei der Planung von Rettungswegen in den Plänen des Bevölkerungsschutzes sollte der Ausfall zentraler Brücken und Tunnel (durch physische Beschädigung) berücksichtigt werden.
- Eventuell vorhandene Vorbehaltsstraßennetze¹⁸¹ sollten den operativen Entscheidungsträgern bekannt sein und durch diese bei der langfristigen Lagebewältigung berücksichtigt (Wiederherstellung des öffentlichen Lebens) werden. Dies gilt insbesondere bei Priorisierung von Schadensstellen, für deren Abarbeitung die „Mangelressource“ – wie den Baufachberaten – notwendig wird.
- Die Vorhaltung von Notstromaggregaten oder alternativen Stromversorgungssystemen im Rahmen der Katastrophenschutzplanungen sollte geprüft und ggf. angepasst werden, da im Fall eines großflächigen und langanhaltenden Stromausfalls eine Vielzahl von Bedarfen (Behörden, zentrale Tankstellen, Krankenhäuser, Einrichtungen der Wasserversorgung etc.) entstehen. Doppeleinplanungen der Notstromaggregate sind auszuschließen. Dies kann einerseits über normative Anpassungen zur Vorhaltung von Ersatzstrom geschehen, andererseits durch die Eigenvorsorge von Betreibern Kritischer Infrastrukturen (inklusive Verwaltung) und Hilfsorganisationen.¹⁸²
- Die Einbindung von Google und Facebook Diensten („Google Public Alerts“ und „Facebook Crisis Response“) als Warnmultiplikatoren in bestehende Prozesse sollte geprüft werden.
- Es sollte geprüft werden Durchfahrverbote durch Schutzgebiete ggf. aufzuheben um wichtige Güter und Einsatzkräfte innerhalb des Krisengebietes zu transportieren.

¹⁸⁰ Vgl. Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden, BBK 2017

¹⁸¹ Erläuterung: Das Vorbehaltsnetz ist als ein Netz von Verkehrsstraßen größerer Bedeutung zu verstehen, das zur reibungslosen Abwicklung des überörtlichen und innerstädtischen Durchgangsverkehrs, des öffentlichen Personennahverkehrs und des Wirtschaftsverkehrs dient. Es umfasst in der Regel die Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen, die Sammelstraßen und sonstige wichtige Verbindungsstraßen. Die Erarbeitung eines Vorbehaltsnetzes, mit dessen Definition das Netz zur Abwicklung des notwendigen Gesamtverkehrs festgelegt wird, schafft die entscheidende Voraussetzung für die Einrichtung von Tempo-30-Zonen flächenhaft im gesamten Stadtgebiet. (VEP-Analyseteil der Stadt Mülheim an der Ruhr, 1990)

¹⁸² Der Leitfaden BBK 2015 gibt Hinweise zur Notstromversorgung in Behörden und Unternehmen.

Handlungsempfehlungen zum Psychosozialen Krisenmanagement:

- Der Bedarf an psychosozialer Unterstützung, sowohl auf Seiten der Bevölkerung (PSNV-B) und auf Seiten der Einsatzkräfte (PSNV-E) erfordert entsprechende Strukturen vor allem zur Koordinierung (auf Landesebene). Diese sollten daher z. B. in Form von Landeszentralstellen PSNV ausgebaut bzw. geschaffen werden. Auch die Strukturen auf kommunaler Ebene sollten fortwährend ausgebaut werden, damit z. B. auch Spezialbereiche wie z. B. die psychosoziale Versorgung besonders vulnerabler Gruppen (z. B. Kinder, Jugendliche, Menschen mit Behinderung usw.) flächendeckend mit der für diese Zielgruppen notwendigen Fachexpertise gewährleistet werden kann.
- Die Einbindung von PSNV-Fachberatern in die kommunalen Krisenstäbe wird empfohlen, um eine Koordination lageangepasster PSNV-Maßnahmen sicherzustellen.
- Es wird empfohlen, Voraussetzungen für die Institutionalisierung einer zentralen Ansprechstelle im Inland sowie zentrale PSNV-Ansprechstellen in jedem Bundesland zu schaffen, um eine flächendeckende Koordinierung von Maßnahmen der PSNV sicherzustellen.
- Es wird die Einführung von psychosozialen Koordinierungsstellen für PSNV vor Ort empfohlen, die lageangepasst mit geeigneten Fachkräften für einen längeren Zeitraum (über die Dauer des eigentlichen Ereignisses hinaus) ausgestattet sind.
- Es wird empfohlen, Voraussetzungen für eine psychosoziale Akutversorgung zu schaffen, die neben der medizinischen Erstversorgung und in Evakuierungs- und Versorgungszentren hinzugezogen werden sollte.
- Es wird empfohlen, die Voraussetzungen für eine mittel- und langfristige Versorgung von psychosozialen Bedürfnissen der Bevölkerung (PSNV-B) zu schaffen, in dem die verfügbare Zahl von psychosozialen Fachkräften wie Traumazentrierten Fachberatern, niedergelassenen Psychotherapeuten und Psychotraumaambulanzen in der Fläche erfasst, Verfügbarkeiten überprüft und personelle Ressourcen angepasst bzw. erhöht werden können.

Handlungsempfehlungen zu Krisenkommunikation:

- Die Sicherstellung von Kommunikationswegen bei Strom- und Kommunikationsinfrastrukturausfall sollte gewährleistet werden. Dies sollte einerseits durch Sicherungsmaßnahmen der Anbieter erfolgen (ggf. sind Anpassungen der Bauvorschriften nötig zur Absicherung zentraler Stellen im Netz gegenüber Erdbeben und gegenüber Stromausfall). Andererseits sollten die im Krisenmanagement Beteiligten wie Verwaltung, KRITIS-Unternehmen, Hilfsorganisationen etc. Notfallsystemen vorhalten. Dies können beispielsweise Satellitentelefone sein. Technische Maßnahmen müssen dabei immer durch organisatorische (etablierte Prozesse, Übungen etc.) flankiert werden.
- Eine Auswertung der Sozialen Medien durch entsprechende Monitoring Systeme und entsprechend ausgebildetem Personal (z. B. „VOST – Virtual Operations Support Teams“) wird empfohlen.
- Zur Vorbereitung auf die Krisenkommunikation müssen die entsprechenden Akteure (Wissenschaft, Behörden, Gefahrenabwehr usw.) untereinander vernetzt und Kommunikationsprozesse geklärt sein.

1.2 Handlungsfeld Kritische Infrastrukturen**Handlungsempfehlungen zu Staat- und Verwaltung:**

- Städte/Kreise sollten die kritischen Prozesse der eigenen Verwaltung herausarbeiten (z. B. Standesamt für Geburtsurkunden, Sterberegister, etc.).
- Behörden aller Ebenen sollten ihre „kritischen Prozesse“ und „Resilienz“ gemäß den Empfehlungen des Bundes¹⁸³ überprüfen.
- Für Schulen (u. ä. Einrichtungen) in erdbebengefährdeten Regionen sollte eine Überprüfung der Erdbebensicherheit erfolgen.

¹⁸³ Vgl. BMI (Hrsg.) (2018): VS-NfD Konzept zur Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen im Spannungs- und Verteidigungsfall, sowie BMI (Hrsg.) (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement, Leitfaden für Unternehmen und Behörden.

Handlungsempfehlungen zu Gesundheitssystem:

- Krankenhäuser müssen über individuell auf ihr Haus zugeschnittene Krankenhausalarmpläne verfügen, die für den Fall einer Überlastung der Behandlungskapazitäten bei gleichzeitiger Einschränkung der Funktionalität entsprechende einzuleitende organisatorische und medizinische Maßnahmen beschreiben und regeln. Krankenhäuser in Erdbeben gefährdeten Gebieten sollten in ihren Planungen dieses Risiko ebenfalls berücksichtigen.
- Für Krankenhäuser in erdbebengefährdeten Regionen sollte eine Überprüfung auf Erdbebensicherheit stattfinden.
- Ärzte sollten über ein katastrophenmedizinisches (Grund-)Wissen, Kenntnisse und im besten Fall Handlungskompetenz im Bereich „Sichtung“ verfügen.
- Die Basisinfrastrukturen der Krankenhäuser (insbesondere Strom, Wasser) sind zu „härten“ bzw. es sind Redundanzen zu schaffen.

Handlungsempfehlung zur Wasserver- und -entsorgung:

- Die Betreiber des örtlichen Wasser- und Abwassernetzes sollten insbesondere ältere Hauptleitungen aus Gusseisen als mögliche Problembereiche identifizieren und die Folgen von Rohrbrüchen in entsprechende Notfallmanagementmaßnahmen einfließen lassen.

1.3 Handlungsfeld Forschung**Handlungsempfehlungen zur Erfassung des Risikos und der bundesweiten Schadenspotenziale zum Szenario „Erdbeben“****1. Erdbebentätigkeit**

- Es werden paläoseismische Untersuchungen im gesamten Bundesgebiet empfohlen.
- Es wird die Überarbeitung, Vervollständigung und Vereinheitlichung des historischen Teils der Erdbebenkataloge empfohlen, damit ein möglichst vollständiger Datensatz der Erdbebentätigkeit in historischer Zeit als Grundlage für die Abschätzung der Erdbebengefährdung in Deutschland herangezogen werden kann.
- Gewährleistung einer hochqualitativen seismologischen Registrierung durch die Erdbebendienste der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder und des Bundes und Erfassung auch kleiner Erdbeben, die Bruchprozesse im Untergrund anzeigen, sind ebenfalls wie die o. g. Punkte für eine belastbare statistische Auswertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schadenbeben unverzichtbar.

Hintergrund:

Unverzichtbare Datengrundlage zur Quantifizierung der Erdbebengefährdung ist der Erdbebenkatalog, der die Erdbebentätigkeit in der Region über Jahrtausende bis Jahrzehntausende möglichst vollständig abbildet. Für die zu untersuchenden Regionen werden dazu geologische bzw. paläoseismische Untersuchungen herangezogen sowie historische bzw. zeitgenössische Aufzeichnungen seit dem Jahr 800 bis etwa in die 1960er-Jahre und die instrumentellen Registrierungen von Erdbeben (etwa seit Mitte des 20. Jahrhunderts). Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die derzeit benutzten Erdbebenkataloge für Deutschland noch signifikante Wissenslücken aufweisen.

2. Erdbebengefährdung

- Es wird empfohlen, ein Messnetz, bestehend aus ingenieurseismologischen Messstationen aufzubauen, und weitere methodische Arbeiten zur Übertragung von Kenntnissen aus anderen Gebieten der Erde auf die geologische Situation in Deutschland zu initiieren.

Hintergrund:

Die Analysen der Gefährdung basieren auf einer ausreichenden Kenntnis und Berechenbarkeit der Ausbreitung der seismischen Wellen in der Erdkruste. Diese Kenntnisse sind für Deutschland noch unzureichend, da es auf der Seite zu wenig ingenieurseismologische Messstationen und auf der anderen Seite nur selten stärkere Erdbeben gibt.

- Die weitere Erforschung komplexer und nichtlinearer Standorteffekte von Erdbeben wird empfohlen, um in zukünftigen Risikoanalysen verwendet werden zu können. Auch Nahfeldeffekte im Bereich des Erdbebenherds müssen weiter erforscht werden (vgl. Pilz, M. et al. 2020).

Hintergrund:

Die Gefährdung hängt sehr stark von den lokalen Untergrundbedingungen ab. Der Untergrund im Raum Köln hat einen einfachen geologischen Aufbau und er ist aufgrund sehr vieler Aufschlussbohrungen gut bekannt. Andere seismisch exponierte Gebiete erfordern methodisch und von der Untersuchung im Feld her eine weitaus differenziertere Betrachtung der lokalen Untergrundbedingungen.

3. Erdbebenrisiko

- Die standortspezifische Prognosefähigkeit der derzeit anwendbaren Prognose-Tools in der Erdbebenschadensmodellierung und ihrer Weiterentwicklungen für Deutschland sind zu überprüfen (vgl. Maiwald und Schwarz 2020 u. Pilz, M. et al. 2020).

Hintergrund:

Die dem Szenario und seiner Analyse zugrunde liegenden Abschätzungen der Auswirkungen auf den Gebäudebestand der betroffenen Region¹⁸⁴ repräsentiert in Hinblick auf die Kenntnis und Charakterisierung des Gebäudebestandes den aktuellen, aus Sicht der Ingenieure jedoch weiter zu entwickelnde Stand der Technik.¹⁸⁵ Die Stärke des Erdbebens (Momentenmagnitude $M_W = 6,5$) kennzeichnet allerdings ein sehr starkes Erdbeben für den Bereich von Mitteleuropa („reasonable worst case“), für das in dieser Region keine Erfahrungswerte vorliegen. Auch die wenigen Erfahrungswerte aus historischen Ereignissen in Mitteleuropa können im Hinblick auf die Schadenserwartung aufgrund qualitativer Veränderungen durch heutige Wohnansprüche, Materialangebot und infolge heutiger bauklimatischer und energieeffizienter Anforderungen nicht direkt auf die aktuelle Bauwerksituation übertragen werden. Alle Prognosen sind daher mit großen Unsicherheiten aufgrund unvollständiger Datenlage und aufgrund natürlicher Variabilität verbunden.

- Es wird empfohlen, die bisher vorliegenden wissenschaftlichen Modelle zur Ermittlung des Schädigungspotentials von Gebäuden weiter zu entwickeln (vgl. Lönhoff und Sadegh, 2017).

Hintergrund:

Dies betrifft insbesondere die Kennzeichnung des Verhaltens großer, aus sehr unterschiedlichen Bauweisen und aus Einzelobjekten mit individuell unterschiedlichen Merkmalen bestehender Gebäudebestände. Weiter betrifft es die analytische Verletzbarkeitsbestimmung und die darauf basierenden Schadensprognosen, für die die erforderlichen Berechnungsmodelle für die typischen Bauweisen in deutschen Erdbebengebiete bereitzustellen sind, um den Bauwerksbestand auch flächendeckend abbilden zu können.

- Es wird die flächendeckende Erhebung des Bauwerksbestandes sowie der Kritischen Infrastrukturen (auch von über- und unterirdischen Rohrleitungen, in denen gefährliche Stoffe transportiert werden) in deutschen Erdbebengebieten hinsichtlich seiner Verletzbarkeit und des davon ausgehenden Risikos empfohlen (vgl. Goldschmidt und Sadegh, 2019, Schwarz et al., 2018a, b).
- Es wird empfohlen, die Kompetenz universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen und deren Erfahrungen aus weltweiten Erkundungseinsätzen nach Katastrophenereignissen in Vorbereitung auf mögliche Erdbebenereignisse sowie im Ereignisfall selbst einzubinden sowie die im Bauingenieurwesen tätigen Experten. Hierfür sind effiziente Kommunikations- und Interaktionsabläufe zu entwickeln und zu verstetigen, mit denen sichergestellt wird, dass die in der Bundesrepublik vorhandene Expertise und das Know-How in Detailfragen eingebunden und als Entscheidungshilfen verfügbar sind.

¹⁸⁴ Diese Abschätzung wurde von einer Fachgruppe, die sich aus der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, dem Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum, der Bauhaus Universität Weimar, der Technischen Universität Kaiserslautern, dem Karlsruher Institut für Technologie sowie dem Landeserdbebendienst im Geologischen Dienst NRW zusammensetzte, erarbeitet.

¹⁸⁵ Hinweis: Für die Ausweisung der Konsequenzen infolge der Naturgefahr Erdbeben wurde im Rahmen dieser Analyse eine im Deutschen Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK) entwickelte Methodik erfolgreich zur Anwendung gebracht.

- In diesem Zusammenhang wird empfohlen, dem Task Force-Erdbeben-Konzept¹⁸⁶ folgend, die Einbeziehung verschiedener Fachdisziplinen in die Ereignisauswertung zu gewährleisten und die föderale Zusammenarbeit, z. B. durch entsprechende Kooperationsvereinbarungen zu unterstützen.

1.4 Handlungsfelder sonstiger Art

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob der Aufbau eines Monitorings von unterirdischen Erdgasspeichern- und zentralen Verteilstationen möglich ist, um in einem Ereignisfall einen zeitnahen Überblick über mögliche Schäden generieren zu können.

Hinweis:

Für die Umsetzung wird vorgeschlagen, an geeigneten Stellen oberflächennah ein kombiniertes 2D-Sensorfeld aus schlauchförmigen Polymermembranen (empfindlich auf Methan) und faseroptischen Sensoren empfindlich auf mechanische Änderungen des Untergrundes zu vergraben. Ein solches 2D-Sensorfeld erlaubt in Echtzeit die ortsbezogene Detektion von Verwerfungen des Bodens und/oder Gasfreisetzungen. In einer Machbarkeitsstudie der BAM wurde eine Sensorempfindlichkeit gegenüber Methan (Bestandteil von Erdgas) mit einer Genauigkeit von 0,25 % Vol. über dem Messbereich von 0-10 % Vol. gefunden. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes und im Einvernehmen mit dem Projektpartner auf den jeweiligen Standort anzupassen.

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob der Aufbau eines großflächigen Echtzeitmonitorings für kritische Erdbebewegungen/-stöße mittels faseroptischer Sensorik¹⁸⁷ in Erdbebengefährdeten Regionen umsetzbar ist.

Hinweis:

Im Boden unter der Großstadt Köln befinden sich hunderte Kilometer von Glasfaserkabeln mit nicht genutzten Einzelfasern, sog. „dark fiber“. Diese „dark fiber“ könnten als Sensor auf kritische Erdbebewegungen sensibilisiert werden. Meldungen aus den Fasern ließen sich in einer bereits bestehenden 24/7 besetzten Zentrale bündeln. Unmittelbar nach dem ersten Erdbebenschlag zeigen diese Informationen in Echtzeit die Betroffenheit einzelner Stadtteile und dienen zur Priorisierung des Einsatzes der Erkunder/Rettungskräfte. Die Technik ist prinzipiell verfügbar, jedoch im Rahmen eines Projektes auf Köln anzupassen, d. h. das Auswerteprogramm hat zu lernen, zwischen den „alltäglichen“ (i. d. R. nicht spürbaren) Erschütterungen von Köln und seismischer Aktivität zu unterscheiden.¹⁸⁸

- Es wird die Prüfung der Entwicklung und Anwendung risikobasierter, softwaregestützter Werkzeuge für das Katastrophenmanagement empfohlen.

¹⁸⁶ Die Task Force-Erdbeben wurde gebildet, um die bei und nach Katastrophenbeben ablaufenden geophysikalischen Prozesse zu studieren. Weiter werden die entstandenen Schäden analysiert, um deren Ursachen zu klären und damit Grundlagenwissen für die langfristige Schadensbegrenzung zu sammeln. Diese Aktivitäten sind bzw. waren ein deutscher Beitrag zur „Internationalen Dekade zur Katastrophenvorbeugung“ (IDNDR, 1990 – 1999) bzw. des Nachfolgeprogramm ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) der UNESCO.

Das Task Force Konzept umfasst die intensive Vorbereitung eines möglichen Katastropheneinsatzes, die Sammlung und erste vor-Ort-Auswertung der Daten, sowie die umfangreiche Datenauswertung nach dem Einsatz. Die Ergebnisse und Erfahrungen vergangener Einsätze werden im Hinblick auf künftige Erdbebeneinsätze aufbereitet (vgl. <https://www.edac.biz/forschung/erdbeben/feld-einsaetze-deutsche-taskforce-erdbeben/>).

¹⁸⁷ Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat mit diesem Verfahren bereits mittels eines eigenen Prototyps seismische Messungen (für Verkehrsmonitoring) entlang bodenverlegter Telekommunikationskabel mit sehr hoher Empfindlichkeit durchgeführt.

¹⁸⁸ Erläuterung: Ein regionaler Telekommunikations-Anbieter, die Stadtwerke oder der Betreiber der Verkehrsüberwachung stellt jeweils in den eigenen Lichtwellenleiterkabeln ungenutzte Fasern („dark fiber“) zur Verfügung. Diese Lichtwellenleiter-Strecken werden an den Enden mit der nötigen Signalverarbeitungstechnik abgeschlossen. Aus der ständig anliegenden dynamischen Dehnung in Faserichtung werden Beschleunigungen aus dem normalen Alltag einer Großstadt herausgefiltert und nur noch Systemantworten in der Stärke/Signalform aus seismischer Aktivität zur Anzeige gebracht. Über eine klassische IT-Netzwerkanbindung können seismische Ereignisse in eine Einsatzzentrale mit 24/7-Besetzung in Echtzeit und z.B. auf einer Stadtkarte visualisiert werden. Unmittelbar nach dem ersten Erdbebenschlag könnte so der Einsatz der Erkunder/Rettungskräfte entsprechend der Betroffenheit einzelner Stadtteile priorisiert werden. Auch ließe sich auf diesem Weg priorisieren, welche kritischen Gewerbe eine Warnung auf mögliche Schäden bekommen, damit diese von sich aus Erkundungsmaßnahmen zum Schadensausmaß einleiten.

Hinweis:

Direkt nach einem Erdbeben (oder anderen Naturkatastrophen bzw. Großschadensereignissen) müssen unter Zeitdruck Entscheidungen über Maßnahmen zur Minderung des Schadenausmaßes getroffen werden. In dieser Phase konzentrieren sich Entscheidungsträger beim Katastrophenmanagement auf den Schutz von Menschenleben und die Wiederherstellung kritischer Infrastrukturen (z. B. medizinische Versorgung, Energie- und Wasserversorgung, Telekommunikation, Transportinfrastruktur). Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) entwickelt risikobasierte software-gestützte Werkzeuge, um Entscheidungsträger zu unterstützen. Hierbei werden die Unsicherheiten z. B. bezüglich des Zustandes von Anlagen(teilen) oder der Tragfähigkeit von Bauwerken und der sich über die Zeit schnell veränderte Informationsstand berücksichtigt. Nach der akuten Phase können mit denselben Werkzeugen Entscheidungen zur Priorisierung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützt werden.

- Es wird empfohlen zu prüfen, ob in Erdbebenregionen¹⁸⁹ in Deutschland eine verpflichtende Elementarschadenversicherung eingeführt werden sollte.
- Finanz- und Schadenseinschätzungen per Satellit (Copernicus) sind für einen ersten Überblick geeignet und werden entsprechend hierfür auch empfohlen. Vor der Veröffentlichung von hierauf basierenden Informationen müssen die erhobenen Daten jedoch zunächst einer eingehenden Prüfung und Bewertung unterzogen werden.

¹⁸⁹ Erdbebenregionen sind Gebiete, die in der Erdbebenzonierungskarte DIN EN 1998-1/NA:2011-01 in Zone 1 oder höher liegen.

VII. Literatur und weiterführende Informationen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), 2004: Erdbeben und Kulturgüter. Expertenbericht zur Erdbebenertüchtigung von immobilien und mobilen Kulturgütern von nationaler und internationaler Bedeutung auf dem Gebiet der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Online verfügbar unter http://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/fachinfos-daten/erdbeben_und_kulturgueter-expertenberichtbabskgs.pdf.download.pdf/, zuletzt geprüft am 10.12.2019.
- BBK (Hrsg.) (2015): Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden. Stand April 2015, Bonn
- BBK (Hrsg.) (2017) Treibstoffversorgung bei Stromausfall – Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden. Stand: Juli 2017; Bonn
- BBK (2018): Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen. Stand: September 2018; Bonn.
- BMI (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement (Leitfaden für Unternehmen und Behörden). Stand: Mai 2011; Berlin
- Bundestagsdrucksache 18/208: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Wintersturm, 2013
- Bundestagsdrucksache 18/3682: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Sturmflut, 2014
- Bundestagsdrucksache 18/7209: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Kernkraftwerk, 2015
- Bundestagsdrucksache 18/10850: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Freisetzung chemischer Stoffe, 2016
- Bundestagsdrucksache 19/9521: Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz: Dürre, 2019
- Bundeswehr (2019): Zentralvorschrift A1-255/0-4 (VS-NfD) für Hilfeleistungen der Bundeswehr im Inland
- Butenweg, C., Schmitt, T, Rosen, B. (2014): Seismische Einwirkungen auf erdverlegte Rohrleitungssysteme. In: Bauingenieur, Band 89, Juli/August, S. 316–324.
- Destatis (2019): Haushalte und Haushaltsmitglieder für Deutschland, das frühere Bundesgebiet und die Neuen Länder einschließlich Berlin nach der Haushaltsgröße, Stand: 20.08.2019
- Gardner, J. K., Knopoff, L. (1974): Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? In: Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 64 Issue5, S. 1363-1367.
- Goldschmidt, K.; Mahsmouli, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2019): Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Bestimmung der Erdbebenschädigung. 16. D-A-CH Tagung Erdbebeningenieurwesen & Baudynamik (D-A-CH 2019), 679 – 686.
- Grünthal, G. (1998): European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). European Seismological Commission, Subcommission on Engineering Seismology, Working Group Macroseismic Scales. Conseil de l'Europe. Cahiers du Center Européen de Géodynamique et de Séismologie, 15.
- Grünthal, G., Stromeyer, D., Bosse, C., Cotton, F., & Bindi, D. (2018): The probabilistic seismic hazard assessment of Germany—version 2016, considering the range of epistemic uncertainties and aleatory variability. In: Bulletin of Earthquake Engineering, Springer Netherlands, Volume 16 Issue 10, S. 4339-4395.
- Grünthal, G., Thieken, A. H., Schwarz, J., Radtke, K. S., Smolka, A., & Merz, B. (2006). Comparative risk assessments for the city of Cologne—storms, floods, earthquakes. Natural Hazards, Springer, Volume 38 Issue 1-2, S. 21-44.
- Grünthal, G., Wahlström, R. (2012): The European-Mediterranean earthquake catalogue (EMEC) for the last millennium. Journal of seismology, Springer, Volume 16 Issue3, S. 535-570.
- Joint Research Centre der EU Kommission (Hrsg.) (2013): Syner-G Reference Report 4: Guidelines for deriving seismic fragility functions of elements at risk 2013 ISBN 978-92-79-28966-8

- Kuhlmann, W. (2004): Gesamtkonzept zur Ermittlung der seismischen Vulnerabilität von Bauwerken am Beispiel unterirdischer Rohrleitungen. In: Mitteilungen des Lehrstuhls für Baustatik und Baudynamik, (Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen), Heft 9.
- Leydecker, G. (2011): Erdbebenkatalog für Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 bis 2008, Geologisches Jahrbuch Reihe E, Band E 59, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover.
- Lönhoff, M.; Schneider, L.; Sadegh-Azar, H. (2017): Parameter zur Beschreibung des Schädigungspotenzials bei Erdbeben. In: Bauingenieur 92 D-A-CH-Mitteilungsblatt, S7 - S14.
- Maiwald, H., Schwarz, J. (2019): Simulative Erdbebenschadensmodellierung auf Grundlage der EMS-98 – Realitätsnähe und Prognoseauglichkeit, In: Bautechnik, Stand: November 2019, Berlin
- Maiwald, H., Schwarz, J. (2020): Simulative Erdbebenschadensmodellierung auf Grundlage der EMS-98 – Realitätsnähe und Prognoseauglichkeit, In: Bautechnik, 97, 4.
- Meidow, H., Ahorner, L. (1994): Macroseismic effects in Germany of the 1992 Roermond earthquake and their interpretation. Kluwer Academic Publishers. *Geologie en Mijnbouw*, 73, 271-279.
- O'Rourke, M.J. (2003): Buried Pipelines. In: Chen, W.-F. & Scawthorn, C. (Hrsg.): *Earthquake Engineering Handbook*, S. 23-1 - S. 23-40; Boca Raton (CRC Press).
- O'Rourke, M.J., Liu, X. (1999): Response of Buried Pipelines Subject To Earthquake Effects. – MCEER Monograph No. 3, University at Buffalo (Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research).
- Pelzing, R. (2008): Erdbeben in Nordrhein-Westfalen. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen; Krefeld.
- Pilz, M., Nievas, C., Prehn, K., Razafindrakoto, H., Schorlemmer, D., Weatherill, G., Spies, T. & Lege, T. (2020): Seismic risk analysis in Germany: An example from the Lower Rhine Embayment, Scientific Technical Report GFZ.
- Ramirez M, Peek-Asa C. Epidemiology of traumatic injuries from earthquakes. *Epidemiol Rev.* 2005; 27:47–55. doi: 10.1093/epire/mxi005
- Schwarz, J., Langhammer, T., Maiwald, H., Smolka, A. (2004): Comparative seismic risk studies for German earthquake regions damage and loss assessment for the city of Cologne. In Proceedings of the: 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, Paper No. 238, 01-06 August 2004
- Schwarz, J., Maiwald, H., Raschke, M. (2004): Zu erwartende Erdbebenszenarien für deutsche Großstadträume und Quantifizierung der Schadenspotentiale. In: Risiken durch Naturgefahren. Abschlussbericht des BMBF-Verbundprojektes Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK) (Hrsg. B. Merz, H. Apel), In: Scientific Technical Report, Januar 2004.
- Schwarz, J., Raschke, M., Maiwald, H. (2006): Comparative seismic risk studies for German earthquake regions on the basis of the European Macroseismic Scale EMS-98, In: *Natural hazards*, Volume 38, Springer, S. 259-282.
- Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Beinersdorf, S. (2018): Evaluation of the vulnerability of existing building stocks under single and Multi Hazard impact, At the: 16th European Conference on Earthquake Engineering (ECEE), Thessaloniki, Greece, 18-21 Juni 2018.
- Schwarz, J.; Maiwald, H.; Kaufmann, C.; Langhammer, T.; Beinersdorf, S. (2018): Konzeptionelle Grundlagen und Tools zur Bewertung der Multi Hazard Verletzbarkeit von Bestandsbauten, In: *Bautechnik*, Volume 95 Issue 09, S. 639-652.
- Sheffi, Yossi (2006): Worst-Case-Szenario, mi-Fachverlag, S. 29, 2006
- Stromeyer und Grünthal, 2015
- TAB (2010): Was bei einem Blackout geschieht – Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls, Reihe: Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, S. 162.

- Trifunac, M. D., Brady, A. G. (1975): A study on the duration of strong earthquake ground motion, In: Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 65 Issue 3, S. 581-626.
- Vanneste, K., Camelbeeck, T., Verbeeck, K. (2013): A model of composite seismic sources for the Lower Rhine Graben, Northwest Europe. In: Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 103 Number 2A, S. 984-1007.
- Vanneste, K., Camelbeeck, T., Verbeeck, K., Demoulin, A. (2018): Morphotectonics and past large earthquakes in Eastern Belgium. In: Landscapes and Landforms of Belgium and Luxembourg; Springer, Cham; S. 215-236.
- Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V.(Hrsg.) / Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (2015): Die Pharmazeutische Industrie in Deutschland – Ein Branchenportrait, Forschungsstelle Pharmastandort Deutschland.
- Vrettos, C. (2009): Tunnelbauwerke unter Erdbebenbeanspruchung. In: Taschenbuch für den Tunnelbau.
- Wells, D. L., & Coppersmith, K. J. (1994): New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. In: Bulletin of the seismological Society of America, Volume 84 Issue 4, S. 974-1002.

Internet-Links:

- Geologischer Dienst NRW (2019): Landeserdbebendienst / Erdbebengefährdung. Abgerufen am 16.12.2019 von https://www.gd.nrw.de/gg_le.htm
- Geologischer Dienst NRW (2019): EAS NRW – Erdbebenalarmsystem. Abgerufen am 16.12.2019 von https://www.gd.nrw.de/gg_eas-meldungen.php
- Flughafen Köln/Bonn GmbH (2019): Daten & Fakten. Abgerufen am 16.12.2019 von <https://www.koeln-bonn-airport.de/unternehmen/daten-fakten.html>
- EHI Retail Institute (2017): Anzahl der Besucher und Reisenden ausgewählter Bahnhöfe in Deutschland pro Tag im Jahr 2017. Abgerufen am 16.12.2019 von <https://www.handelsdaten.de/deutschsprachiger-einzelhandel/travel-retail-taegliche-anzahl-besucher-reisenden-bahnhoefe>
- Kölner Stadtanzeiger (2018): Kölner Kliniken – Weniger Betten und Patienten. Abgerufen am 16.12.2019 von <https://www.ksta.de/koeln/koelner-kliniken-weniger-betten-und-patienten-31175114>
- Deutsches Krankenhausinstitut (DKI) (Hrsg.) (2016): Analyse der Bettenauslastung in Nordrhein-Westfalen. Abgerufen über: https://www.dki.de/sites/default/files/2019-01/2016-03-18_dki_analyse_der_bettenauslastung_-_teil_1.pdf
- Agenzia Fides (2011): Ozeanien/Neuseeland – Erdbeben in Christchurch: Armut nimmt zu, viele Menschen leiden unter Traumata. Abgerufen am 17.12.2019 von http://www.fides.org/de/news/28129-OZEANIEN_NEUSEELAND_Erdbeben_in_Christchurch_Armut_nimmt_zu_viele_Menschen_leiden_unter_Traumata
- BMEL (2019): Informationen auf der Internetseite: www.ernaehrungsvorsorge.de
- Justizportal Nordrhein-Westfalen: Justizvollzugsanstalten und Jugendarrestanstalten. Abgerufen am 17.12.2019 von https://www.justiz.nrw.de/Gerichte_Behoerden/anschriften/uebersichtskarten/justizvollzugsanstalten/index.php
- Zeit Online (2011): Erdbeben Japan – Riesige Flutwelle spült Trümmer übers Land. Abgerufen am 17.12.2019 von <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2011-03/japan-erdbeben-tsunami/seite-2>
- Kölnische Rundschau (2018): Dutzende Brände – Mindestens drei Tote und 230 Verletzte bei Erdbeben in Japan. Abgerufen am 17.12.2019 von <https://www.rundschau-online.de/aus-aller-welt/dutzende-braende-mindestens-drei-tote-und-230-verletzte-bei-erdbeben-in-japan-30638448>
- Deutsch Welle (2019): Schweres Erdbeben erschüttert Südkalifornien. Abgerufen am 17.12.2019 von <https://www.dw.com/de/schweres-erdbeben-ersch%C3%BCtert-s%C3%BCdkalifornien/a-49479774>

BiB (2019): Anzahl der Pflegebedürftigen steigt vor allem bei den Hochbetagten. Abgerufen am 17.12.2019 von https://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Informieren/DE/ZahlenFakten/Pflegebeduerftige_Anzahl.html

Landesdatenbank NRW: Informationen auf der Internetseite:
<https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online>

Abgeschlossene Elementarschadenversicherungen nach Bundesländern. Abgerufen am 20.01.2020.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/260283/umfrage/abgeschlossene-elementarschadenversicherungen-nach-bundeslaendern/>

BMEL (2018): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten – Jahrbuch 2018.
Abgerufen über: <https://www.bmel-statistik.de/archiv/statistisches-jahrbuch/>

<https://www.sheltercluster.org/coordination-toolkit-2018-version>. Letzter Abruf: 06.01.2020.

THW Bereitstellungsraum 500: Vgl. <https://br500.thw.de/der-br-500/> abgerufen am 04.02.2020

http://www.nug.rwth-aachen.de/index.php?main_action=detail&main_id=121& [zuletzt abgerufen am 10.02.2020], http://www.geoverbund-abcj.de/SharedDocs/Meldungen/GEOVERBUND/DE/Meldungen/20151120_shake-out-day-aachen.html [zuletzt abgerufen am 10.02.2020]

