

GS-Serie

Risikokartierung

Verkehrsinfrastrukturen

Allgemein versteht man unter Verkehr die Ortsveränderung von Gütern und Personen. Die Nachfrage nach Verkehr ist eine abgeleitete Größe. Das heißt, dass sie sich aus der Nachfrage nach anderen, räumlich vom Ausgangsort entfernten Dingen ergibt, wie zum Beispiel Freizeitaktivitäten, Einkaufen oder Arbeit. Um die Nachfrage zu befriedigen, werden sowohl fixe Produktionsmittel (z. B. Straßen) als auch mobile Produktionsmittel (z. B. Fahrzeuge) benötigt. Die Anbieter von Verkehrsleistungen für Personen und Güter nennt man Verkehrsträger. Dazu gehören der Straßen-, Schienen-, Luft- und Schiffverkehr, aber auch unmotorisierte Individualverkehrsträger wie das Fahrrad oder die Füße. Die Verkehrsmittelwahl hängt sehr stark vom Anlass der Verkehrsnachfrage sowie der Verfügbarkeit der Verkehrsträger ab. Das Straßennetz hat sowohl im überregionalen als auch im regionalen deutschen Verkehr eine herausragende Bedeutung. Das flächendeckende Netz, die Nutzungsmöglichkeit von verschiedenen Fahrzeugen sowie die große Flexibilität bei Abfahrtszeiten machen diesen Verkehrsträger sowohl für den Güter- als auch für den Personenverkehr im täglichen Leben unentbehrlich. So sind über 80 % aller beförderten Personen und circa 70 % der Güterverkehrsleistung dem Straßenverkehr zuzuordnen (vgl. Statistisches Bundesamt 2005). Was passiert, wenn die Verfügbarkeit des Straßenverkehrsnetzes beispielsweise durch ein Naturereignis eingeschränkt wird, verdeutlichen einige Beispiele aus der Vergangenheit. Im Sommer 2006 tötete ein Felssturz vor dem Gotthardtunnel mehrere Menschen. Daraufhin wurden die Autobahn und der Tunnel für einige Tage in beide Richtungen gesperrt. Der Alpentransitverkehr staute sich in den Tagen danach kilometerlang auf der Ausweichstrecke, was erhöhte Schadstoffausstoße und Umwegkosten zur Folge hatte. Im Januar 2007 blockierten aufgrund des Sturms „Kyrill“ umgestürzte Bäume in vielen Regionen Mitteleuropas Autobahnen und Straßen über mehrere Stunden, der gesamte Bahnverkehr wurde weitestgehend eingestellt und viele Flüge fielen aus oder wurden umgeleitet. Die Schäden des Sturms durch lange Wartezeiten, unterbrochene Lieferketten etc. sind kaum bezifferbar. Die Beispiele verdeutlichen die Abhängigkeit der

Menschen von einem funktionierenden Verkehrsnetz und die Wichtigkeit des Straßennetzes für den reibungslosen Ablauf der Wirtschafts- und Privataktivitäten. Diese Abhängigkeit bringt eine hohe Verwundbarkeit mit sich. Um potenzielle Schäden so gering wie möglich zu halten ist es daher notwendig, das Verkehrsnetz im Hinblick auf seine Verwundbarkeit zu analysieren und Schadensminderungsmaßnahmen zu identifizieren.

Die Verwundbarkeit eines Netzabschnittes hängt von vielen Faktoren ab. Der Bauzustand der Infrastruktur (z. B. Brücken), die umgebende Natur (z. B. Bäume) oder Bebauung (z. B. Häuser) sind ausschlaggebend für die strukturelle Verwundbarkeit. Der Einsturz von Bauwerken sowie Geröll oder Bäume auf dem Fahrweg können die Verfügbarkeit eines Netzteilabschnittes signifikant einschränken. Dazu kommen Kosten für die Räumungsarbeiten sowie die Wiederherstellung von Bauten. Die funktionale Verwundbarkeit bezieht sich auf die Einschränkung der Aktivitäten auf einem Netzabschnitt. Ist ein Bereich gesperrt, müssen größtenteils längere Umwege gefahren werden und Wartezeiten können durch Überlastung von Ausweichstrecken entstehen. Gegen die strukturelle Verwundbarkeit gibt es Bauvorschriften und es werden regelmäßig Roudungen oder Baumbeschneidungen vorgenommen. Die Folgen der funktionalen Verwundbarkeit eines Streckenabschnittes hängen von der Anzahl der betroffenen Fahrzeuge sowie der verfügbaren Ausweichstrecken ab. Die Konsequenzen sind also dann besonders gering, wenn entweder nur wenige Fahrzeuge eine Strecke nutzen beziehungsweise attraktive, redundante Fahrstrecken vorhanden sind. Um herauszufinden, welche Strecken in dieser Hinsicht besonders wichtig sind, wurde eine Analyse der Autobahnen und Bundesstraßen (hier: im Raum Baden-Württemberg) vorgenommen. Es gibt verschiedene Berechnungsmethoden für die relative Wichtigkeit eines Netzabschnittes. Diese erfordern ein Verkehrsmodell, welches die Verkehrsflüsse von und zu den jeweiligen Verkehrszonen abbildet und für diese Flüsse eine Routenwahl vornimmt. Für jeden Netzabschnitt werden dabei die betroffene Personenzahl und die Umwegkosten im Falle der Nicht-Verfügbarkeit dieses Abschnittes ermittelt und anhand einer Formel die relative Wichtigkeit in Bezug auf das gesamte Netz und seine Aktivitäten berechnet. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Wichtigkeitsberechnung nach Nagurney, A. und

Qiang, Q. (2007) für Autobahnen und Bundesstraßen in Baden-Württemberg. Das Risiko für den Ausfall eines Netzteilabschnittes ist das Produkt aus seiner Verwundbarkeit, der Konsequenzen und der Gefährdung. Die Gefährdung wird durch die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses ausgedrückt, zum Beispiel eines starken Erdbebens. Erdbeben können die Ursache für Hangrutsche, Felsstürze oder das Einstürzen beziehungsweise die Beschädigung von wichtigen Bauwerken wie Brücken sein. Die Schäden können teilweise extreme Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen haben. Im Heft 166 vom April 2007 gab es einen Beitrag von Tyagunov, S. über das Erdbebenrisiko (siehe auch Tyagunov, S. et al., 2006). Die Gefährdungswerte dieses Beitrags für eine Wiederkehrperiode von 475 Jahren wurden nun herangezogen und mit der Wichtigkeit der Netzteilabschnitte überlagert. In Abbildung 1 sind die Ergebnisse dargestellt. Das Risiko ist über Baden-Württemberg unterschiedlich verteilt. Die kritischsten Infrastrukturelemente befinden sich in stark erdbebengefährdeten Zonen und sind besonders wichtig für die Aufrechterhaltung der Netzaktivitäten. Die Bundesstraße (B27) südlich von Tübingen ist ein Beispiel für solch einen kritischen Infrastrukturabschnitt. Es kann sein, dass selbst bei einer hohen Erdbebengefährdung ein Netzteilabschnitt für das Verkehrsgeschehen relativ unkritisch ist, da nur wenige Personen betroffen sind oder die Umwegkosten bei einem Ausfall der Strecke vernachlässigbar sind.

Literatur

Nagurney, A. und Qiang, Q. (2007). *A Transportation Network Efficiency Measure that Captures Flows, Behaviours, and Costs with Applications to Network Component Importance Identification and Vulnerability*. In: *Proceedings of the POMS 18th Annual Conference*. POMS (Production and Operations Management Society) 18th Annual Conference. 1–22.

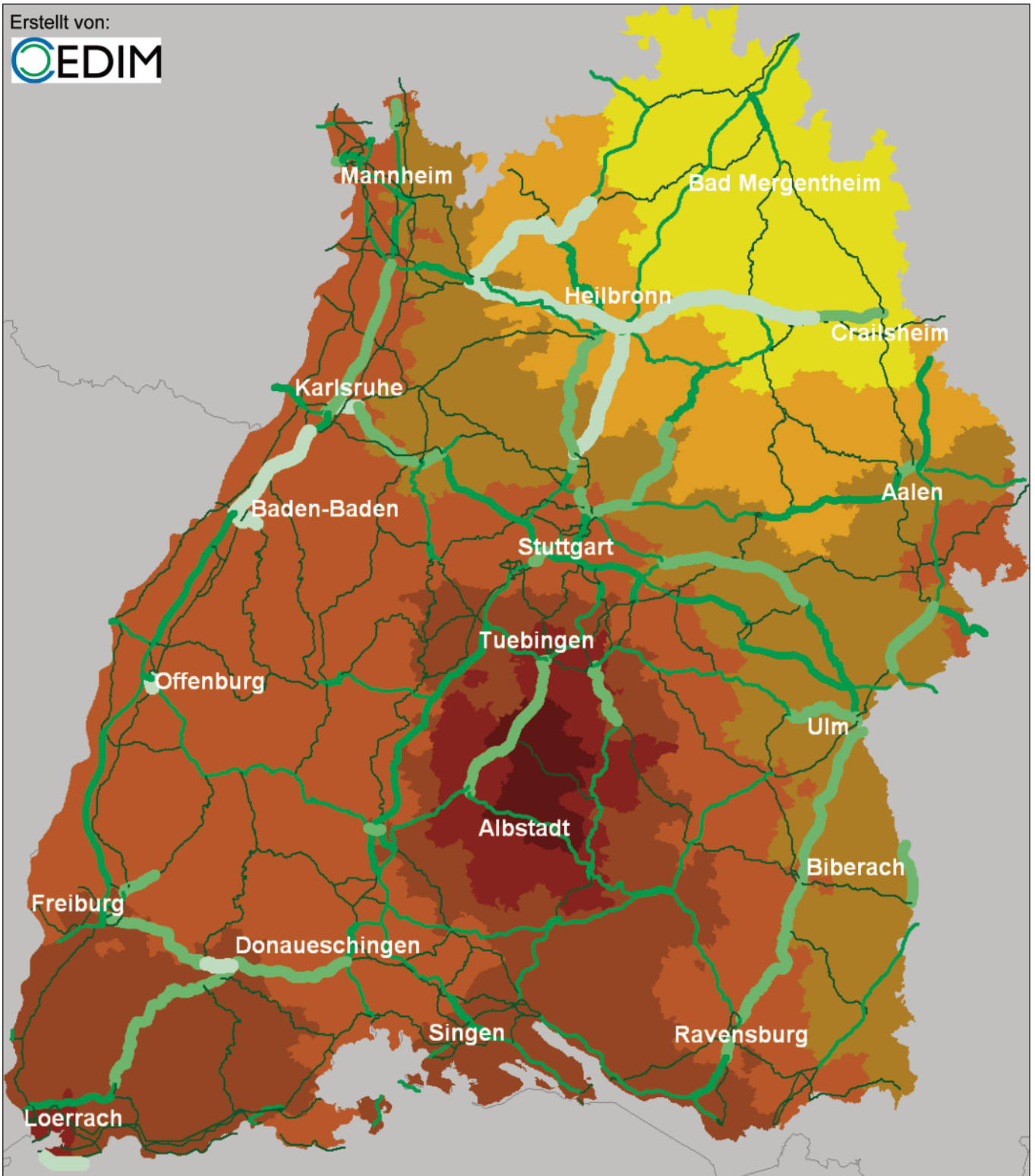
Statistisches Bundesamt (2005). *Amtliche Verkehrstatistik*. (Verfügbar unter: www.destatis.de)

Tyagunov, S., Grünthal, G., Wahlström, R., Stempniewski, L. und Zschau, J. (2006). *Seismic risk mapping for Germany*. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 6 573–586.

Anschrift der Verfasserin

Dipl.-Wi.-Ing. Carola Schulz, Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM), Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW), Sektion Verkehr und Kommunikation, Geb. 20.14, Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe

Erstellt von:



Erdbebengefährdung [MMI]



Straßenabschnitte nach Wichtigkeit



Datengrundlage:
Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung: ETIS, 2000

Abb. 1