

Kurzbeschreibung:

Visualisierung der Kritischen Infrastruktur einer Stadt (qualitative und quantitative Modellierung) mit dem Consideo Modeler

Friedmar Fischer
Karlsruher Institut für Technologie
K.I.T. (Campus Nord), IKET
Mai 2011

Problembeschreibung:

Die Naturereignisse in Japan im März 2011 und die daraus folgende Kernkraftwerk-Katastrophe in Fukushima haben eine beklemmende Realität aufgezeigt:

Die hochgradige Gefährdung unsere Lebensbedingungen durch außerordentliches und fatales Zusammenwirkungen von Naturereignissen und komplexer Technik.

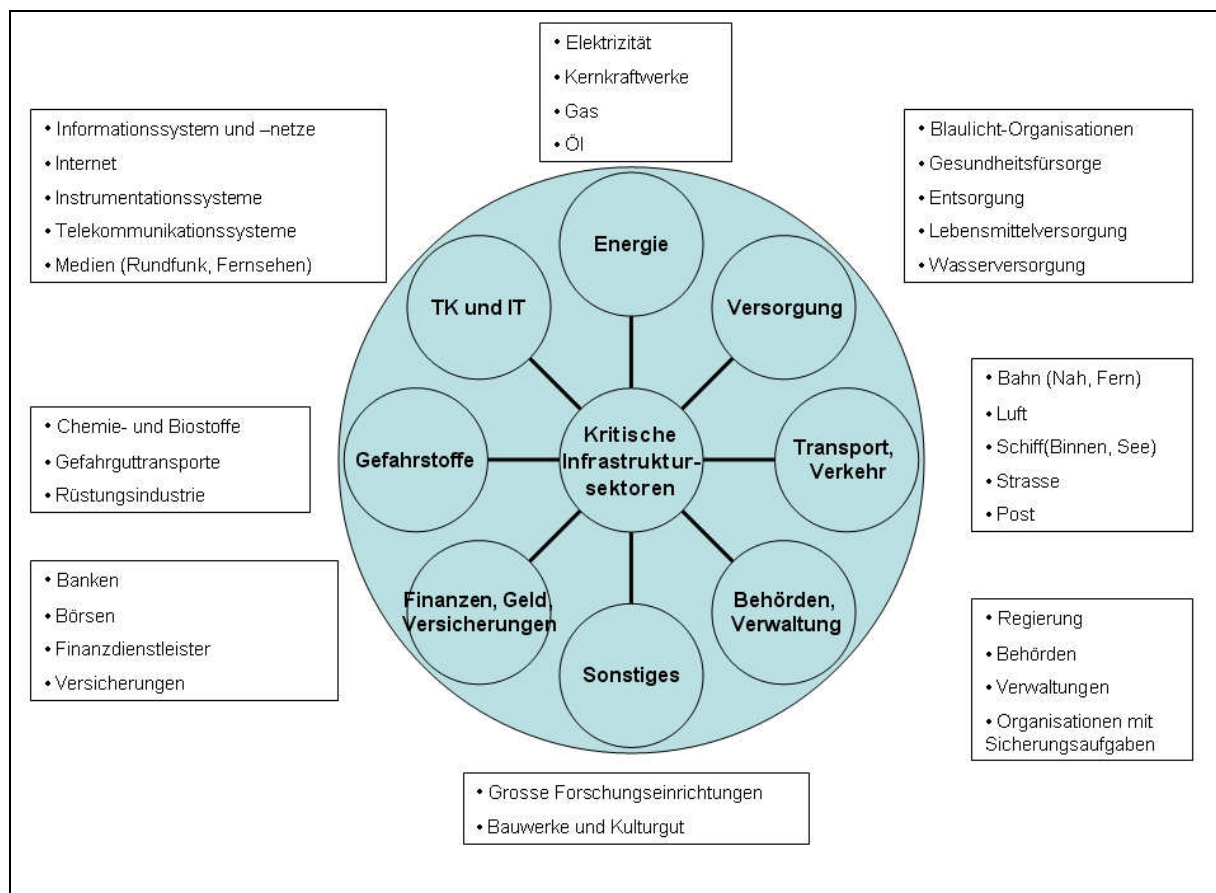


Abbildung 1: Die acht Infrastruktur-Sektoren in der Bundesrepublik

Es ist nahezu unmöglich, die zahlreichen Einflussfaktoren, Abhängigkeiten und Vernetzungen wichtiger Kritischer Infrastrukturbereiche unseres Zusammenlebens korrekt zu erfassen, geschweige denn abschließend zu bewerten. Kritische Infrastrukturen (siehe die Grafik) wie z.B. das Gesundheitswesen, Telekommunikation/IT, das Verkehrswesen, das Versorgungswesen (Lebensmittel, Wasser, Energie) usw. sind untereinander vernetzt und sehr empfindlich in Bezug auf Störungen des Gleichgewichts. Gegebenenfalls bedingen die zahlreichen Abhängigkeiten sogar Dominoeffekte für den Ausfall bisher unberührter Infrastrukturbereiche.

Das Modell bildet anhand eines Wetter-Herbst-Szenarios die Kritischen Infrastrukturen einer Stadt nach:

- Unwetter erreichen den Norden und Westen Deutschlands
- Betroffen sind die Stadt, umliegende Landkreise und Regierungspräsidien sowie angrenzende Bundesländer
- Schwerpunkte in der Stadt sind
 - Unwetter
 - Stromausfall
 - Verkehrsinfrastrukturprobleme – Transportprobleme durch Großereignisse am Wochenende (Messe, Fussballspiel im Stadion)
 - Ereignisse auf einem Flughafen

Zur Vertiefung (aktuelle Literatur):

- http://bit.ly/Krisenhandbuch_Stromausfall
- http://bit.ly/Verwundbarkeit_Kritischer_Infrastrukturen
- Studie: „Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Stromausfalls der Stromversorgung“, TAB-141, <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u137.html>
- T. Petermann: „»Alles easy« – der Bürger und die Katastrophe“, TAB-Brief Nr. 38, Dez. 2010, 29-31, <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/tab-brief/TAB-Brief-038.pdf>
- Gutachten: „Folgen eines großräumigen und lang andauernden Ausfalls der Stromversorgung“, Ernst Basler und Partner AG, Zürich, Feb. 2010

Ziele:

Es ist wünschenswert, die komplexen Wirkungsgefüge besser zu verstehen. Dazu werden insbesondere die Teilsektoren „Energie“, „Transport und Verkehr“ sowie „Versorgung und taktisch-operativer Bevölkerungsschutz“ der Kritischen Infrastrukturen als Beispiel herangezogen und die Funktionsfähigkeit/Verfügbarkeit der Kritischen Infrastrukturen einer Stadt in Abhängigkeit von bestimmten Einflussfaktoren untersucht. Einige der der acht zentralen Kritischen Infrastruktursektoren (Energie, Versorgung, Transport/Verkehr, Behörden/Verwaltung, Sonstiges, Finanzen/Geld/Versicherungen, Gefahrstoffe, TK/IT) spielen hier zusammen. Aus einer wetterbedingten aktuellen Gefährdungslage werden 7 Störfälle der kritischen Infrastruktur der Stadt angenommen. Zunächst wird aus qualitativ bewerteten Faktoren ein qualitatives, später dann ein quantitatives

Simulationsmodell erstellt zur Visualisierung der Komplexität des vernetzten Systems. Damit können Störfall-Szenarien durchgespielt werden.

Zeitraum:

2 Wochen (14 Tage mit jeweils 24 Stunden) = 336 Stunden

Systemgrenzen:

Das zu simulierende System wird durch Größen bestimmt und beschrieben, die relativ zu einem maximal möglichen Wert (zwischen 0 und 1, bzw. als Prozentwerte zwischen 0 und 100) definiert sind.

Das System befinde sich im Normalfall im Gleichgewicht. Veränderungen treten auf, wenn Störungen von außen einwirken. In der Realität wirken immer Störungen, die aber laufend durch innere ausgleichende Regelungen und Steuermechanismen ausgeglichen werden. Dadurch wird das System stabil. Nur außergewöhnliche Störungen vermögen instabile Zustände zu erzeugen, die aber auch wieder zu stabilen Zuständen führen sollten, wenn auch auf anderen Niveaus. Systemtheoretisch gesehen müssten daher eine Reihe von Wirkungsbeziehungen zu negativen Rückkopplungen führen. Dies ist jedoch nicht der Fall, alle Wirkungen wurden im Modell positiv definiert. Da zunächst nicht ersichtlich ist, welche Wirkungsgrößen einen stabilisierenden Effekt im Sinne einer negativen Rückkopplung haben, wird durchgehend angenommen, dass die Veränderung einer Größe in der Zeit von den Veränderungen aller anderen Größen abhängt, jedoch zeitverzögert entsprechend der Verzögerungszeiten aus dem Wirkungsgefüge und mit den dort definierten relativen Wirkungs“gewichten“.

Im Beispielmmodell werden als Beobachtungszeitraum zwei Wochen (336 Stunden=14 Tage, Zeiteinheiten sind Stunden) angenommen. Nur eventuelle Auswirkungen der im Modell dargestellten Kritischen Infrastruktursektoren werden berücksichtigt.

Bei den Schadensfällen SF1-SF7 bedeutet die Abkürzung GB= Grad der Beeinträchtigung (also eine Zahl zwischen 0 und 1).

Das Beispielmmodell soll lediglich die Möglichkeiten der qualitativen und quantitativen Visualisierung komplexer vernetzter System im Bereich Kritischer Infrastrukturen anreißen.

Interpretation der Simulation:

Ohne Unwetter wird angenommen, dass keiner der Schadensereignisse SF 1-7 eintritt, also deren jeweiliger „Grad der Beeinträchtigung (GB)“ auf das KI-System der Stadt gleich Null ist. Das Modellsystem spielt sich mit seiner Eigendynamik in der Simulation bei einer Verfügbarkeit von 76 Prozent ein.

(siehe oberste blaue Linie im Simulationsdiagramm)

Der Start der Zeitrechnung des Modells beginnt Samstag 00:00 Uhr, der Sturm beginnt erst so richtig am Sa 14:00. Das wird nachgebildet durch eine Einschränkung der Funktionsfähigkeit der Stromversorgung (KI-Sektor Energie), die von Stunde 14

bis 42 auf etwa 50 Prozent reduziert. Danach wird wieder die volle Funktionsfähigkeit des KI-Sektors Energie angenommen.

(siehe rote Linie (Senke zwischen T=14 und T=42) im Simulationsdiagramm und Tabellen-Manipulator unterhalb des Diagramms)

Störfälle mit ihren jeweiligen Graden der Beeinträchtigung (GB) werden gemäß Excel-Liste über die Tabellen-Manipulatoren für die Schadensereignisse SF 1 – 7 zusammen eingespielt. Nach Ablauf der starken Beeinträchtigungen wird dennoch angenommen, das ein gewisser Grad von Beeinträchtigung (GB=0.1 oder 0.2) über den Simulationszeitraum zu berücksichtigen ist.

(siehe grüne unterste Linie im Simulationsdiagramm)

		SF 1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7
	Grad der Beeinträcht.	Massenunfall Pkw	Flug Unfall	Panik Messe	BAB Unfall Aquaplaning	Gefahrgut Unfall	Passagierbef. Bahn(ICE)	Fabrik Schadstoffe
0	Samstag							
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8		0	0	0	0	0	0	0
9		Start 0.5						
10								
11								
12								
13		Ende 0.5						
14		0.1	Start 0.9	Start 0.8	Start 0.5	Start 0.7	Start 0.8	Start 0.1
15								
16								
17								
18	Sa 18:00							Freisetzung 0.8
19	Sa 19:00		Ende 0.9					
20			0.1					Schadstoffe, daher Beeinträchtigung
21								
22	Sa 22:00			Ende 0.8				
23				0.1				
24	Sonntag							
25								
26	So 02:00				Ende 0.5			
27								
28								
29								
30	So 06:00					Ende 0.7		Strom springt an 0.8
31						0.2		0.1
32								
33								
34								
35								
36	So 12:00						Ende 0.8	
37							0	
38	So 14:00					Brücke kaputt		
39						längere Beeintr.		
40								
41								
42	So 18:00							Ende 0.1