

Ringveranstaltung "Internet der Energien? Kontroversen  
über die soziale, technische und informationelle  
Architektur des künftigen Energiesystems"  
Universität Bremen, 23.10.2013



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Resilienz Kritischer Infrastrukturen gegenüber Extremereignissen

## - am Beispiel der Stromversorgung

PD Dr.-Ing. **Jörn Birkmann**  
Head of Section

**Claudia Bach**, M.A.  
Research Associate

UNITED NATIONS UNIVERSITY,  
Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS)  
Platz der Vereinten Nationen 1  
53113 Bonn

# Ergebnisse stammen zu großen Teilen aus...



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SHF-UN  
UNU-EHS

- **Projekttitel:**  
Kritische Infrastrukturen und Bevölkerung(sschutz) im Kontext klimawandelbeeinflusster Extremwetterereignisse (KIBEX)
- **Dauer:** Sept. 2009 - Dec. 2013
- **Auftraggeber:** Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)  
→ Ziel: Entwicklung eines Leitfadens für Kommunen zur Abschätzung lokaler Verwundbarkeit



# Empfehlungen für deutsche Städte/ Kommunen und Training Material für Indien

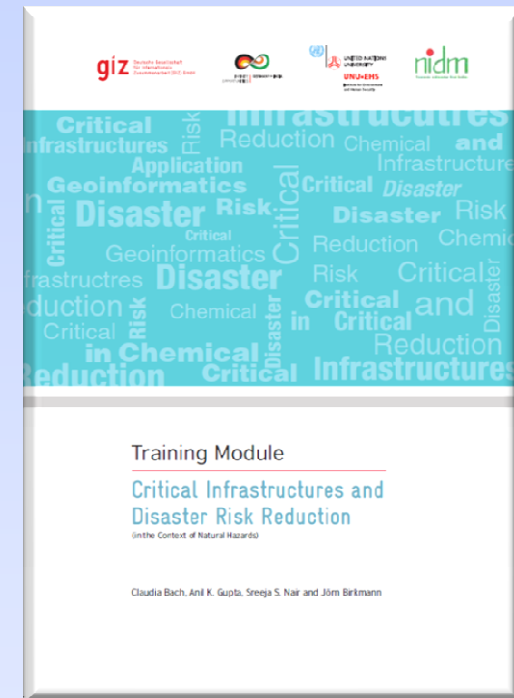
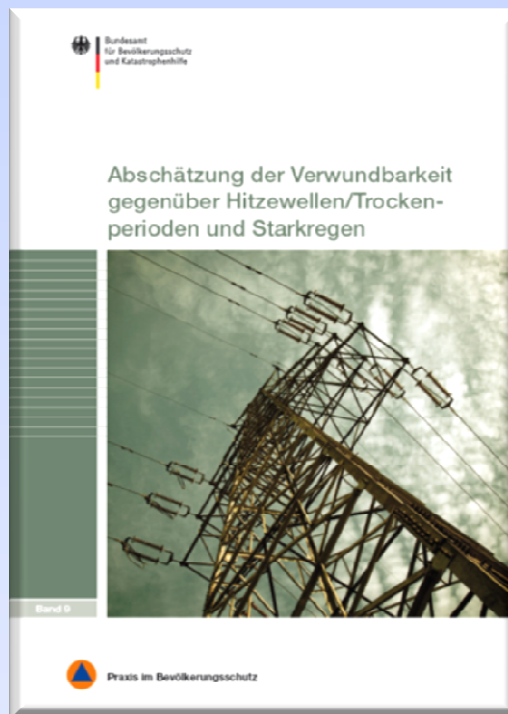


UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS



Die Verwundbarkeit der Bevölkerung und der Schutz  
von KRITIS sind auch in Indien zentrale Themen

1. *Das Leitbild „Resilienz kritischer Infrastrukturen (KRITIS)“ verlangt die Klärung dessen, was mit Resilienz gemeint ist*
2. *Die Sicherung von Grunddaseinsfunktionen ist heute ganz erheblich von der Funktionsfähigkeit von KRITIS abhängig*
3. *Extremereignisse (Stürme, Hochwasser etc.) führen nicht zwangsläufig zu extremen Auswirkungen*
4. *Vulnerabilität und Resilienz sind wichtige Konzepte, um soziale, technische und institutionelle Aspekte integriert zu betrachten.*





UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Was sind Kritische Infrastrukturen?



## CRITICAL INFRASTRUCTURE - Definition

**“Critical infrastructures consist of those physical and information technology facilities, networks, services and assets which, if disrupted or destroyed, would have a serious impact on the health, safety, security or economic well-being of citizens or the effective functioning of governments in the Member States. services.”**

Source: Commission of the European Communities (2004): Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Critical Infrastructure Protection in the fight against terrorism. Brussels.  
[http://ec.europa.eu/justice\\_home/doc\\_centre/criminal/terrorism/doc/com\\_2004\\_702\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/justice_home/doc_centre/criminal/terrorism/doc/com_2004_702_en.pdf)

# Elektrizitätsversorgung als KRITIS

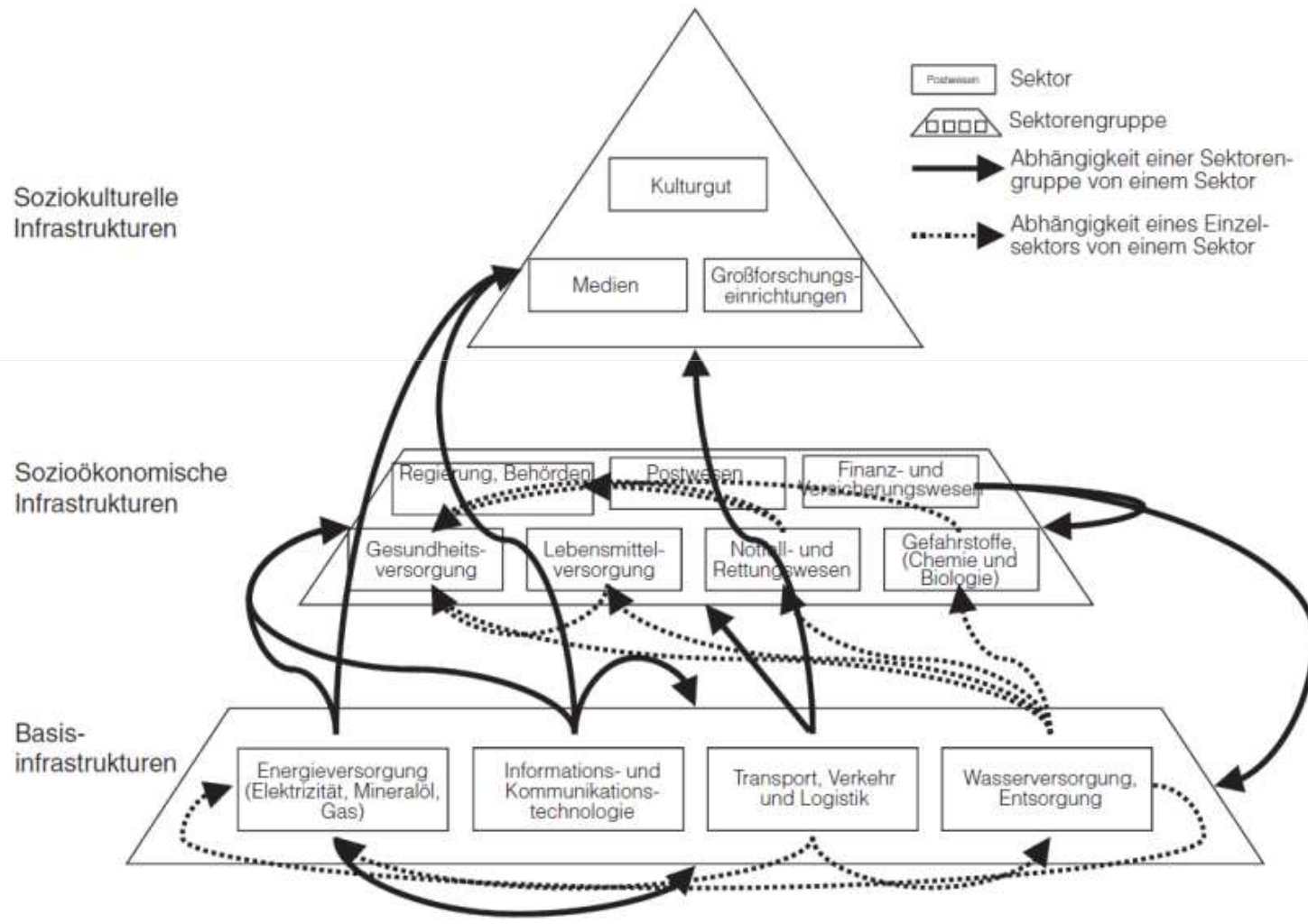


UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS



(Lauwe & Riegel 2008, S. 119)



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Resilienz



Resilience refers to ecosystem's stability and capability of tolerating disturbance and restoring itself. If the disturbance is of sufficient magnitude or duration, a threshold may be reached where the ecosystem undergoes a regime shift, possibly permanently.

(based on Holling 2001, Folke 2006)

„Eigenschaften oder Kapazitäten eines [...] Systems, die es ermöglichen, dass dieses System unter Schocks [...] wesentliche Funktionen aufrechterhält oder Unterbrechungen der Systemabläufe bzw. Funktionen sehr schnell nach dem Ereignis wieder schließen kann.“

(Birkmann 2008: 10)

# Resilienz sozial-ökologische Perspektive – ein Konzept für KRITIS?

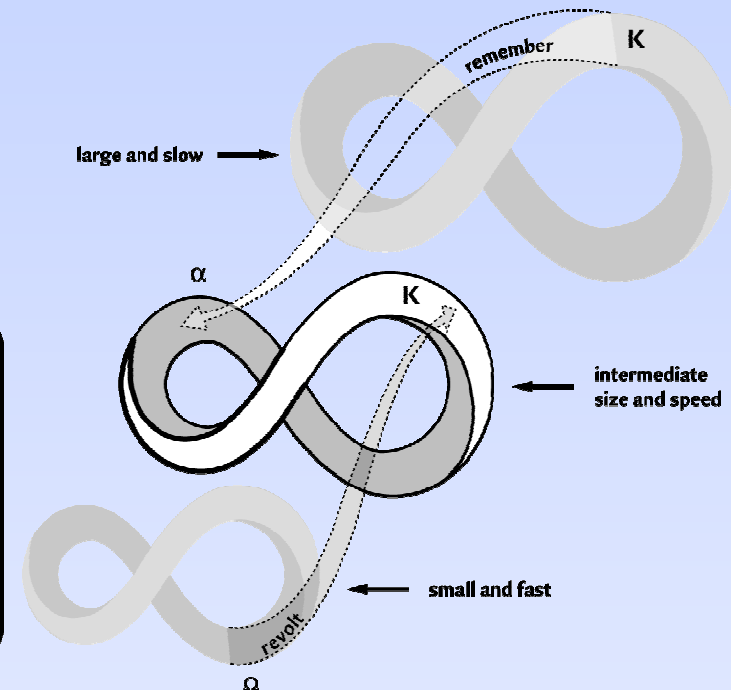
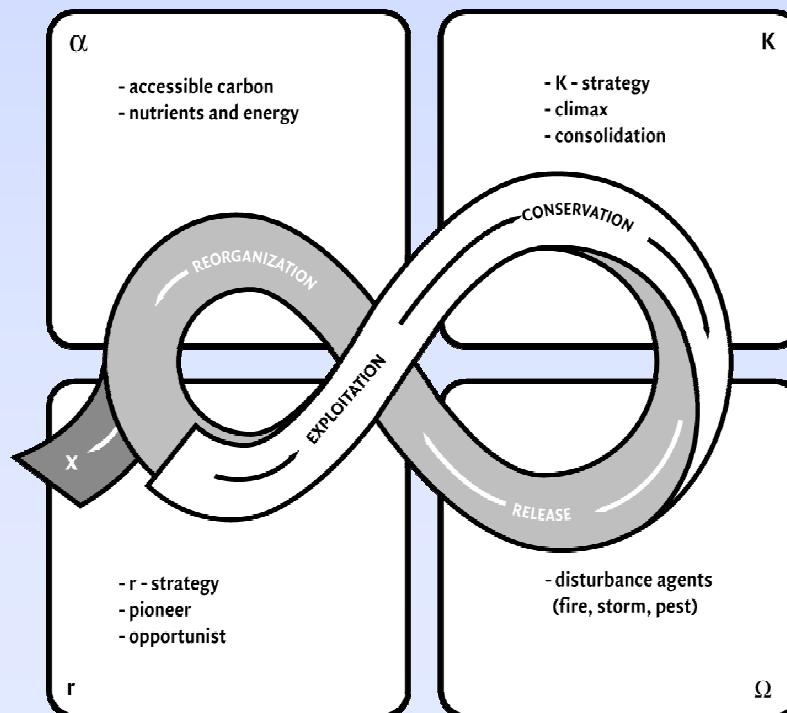


UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS



(Folke 2006: 258-259; Holling 2001: 391, 393-396)



# KRITIS Gefahrenspektrum



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

Naturereignisse	Technisches / menschliches Versagen	Terrorismus, Kriminalität, Krieg
Extremwetterereignisse u.a. Stürme, Starkniederschläge, Temperaturstürze, Hochwasser, Hitzewellen, Dürren	Systemversagen u.a. Unter- und Überkomplexität in der Planung, Hardware-, Softwarefehler	Terrorismus
Wald- und Heidebrände	Fahrlässigkeit	Sabotage
Seismische Ereignisse	Unfälle und Havarien	sonstige Kriminalität
Epidemien und Pandemien bei Mensch, Tier und Pflanzen	Organisatorisches Versagen u.a. Defizite im Risiko- und Krisen- management, unzureichende Koordi- nation und Kooperation	Bürgerkriege und Kriege
Kosmische Ereignisse u. a. kosmische Energiestürme, Meteoriten und Kometen		

(BMI 2009, S. 9)

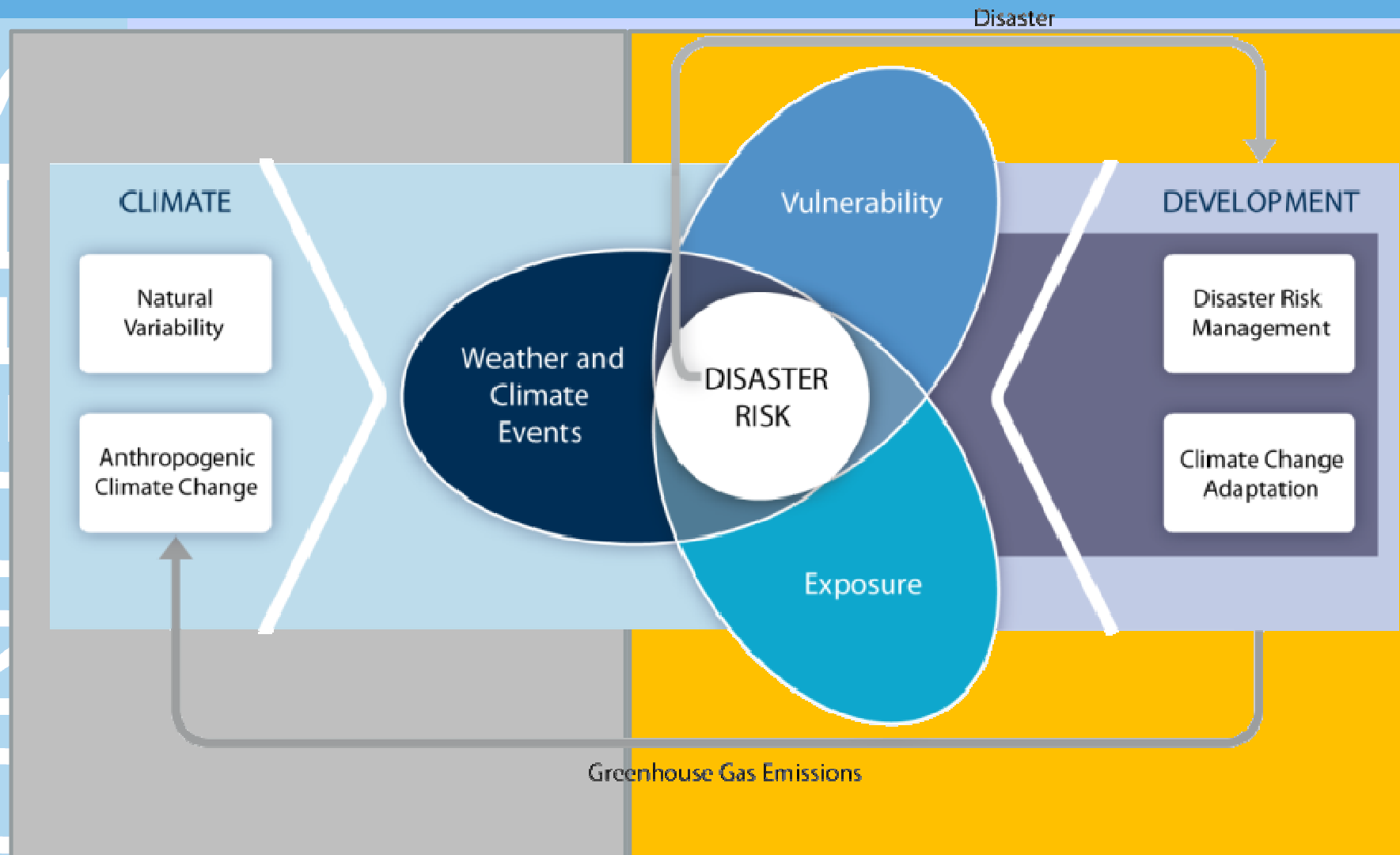
# Klimawandel und Entwicklungsprozesse beeinflussen die Resilienz von KRITIS



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security



(Source: IPCC 2012, slightly modified by Birkmann)



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Beispiele

## Ausfall KRITIS

# Auswirkungen von Naturgefahren – Beispiel Münsterland November 2005



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

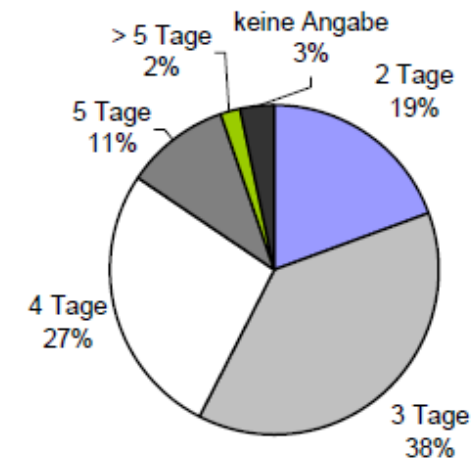
**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SHS  
UNU-EHS

- **Starker Schneefall in Verbindung mit heftigen Winböen**
- **Umknicken von Strommasten**
- **Betroffenheit von bis zu 250.000 Menschen in verschiedenen Kreisen**
- **97 % der Betroffenen blieben im Schadensgebiet**
- **55 % konnten nicht heizen**

**Dauer der Betroffenheit (gesamt)**  
(N = 591)



Quelle: Menski und Gardemann 2008, S. 43.

# Fukusima – ein Unfall?



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security



UN



# Sendai - Japan



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security





# Tsunami Impacts Japan 2011



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

UNU-EHS



# Auswirkungen von Naturgefahren – Beispiel Hurricane Katrina 2005



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

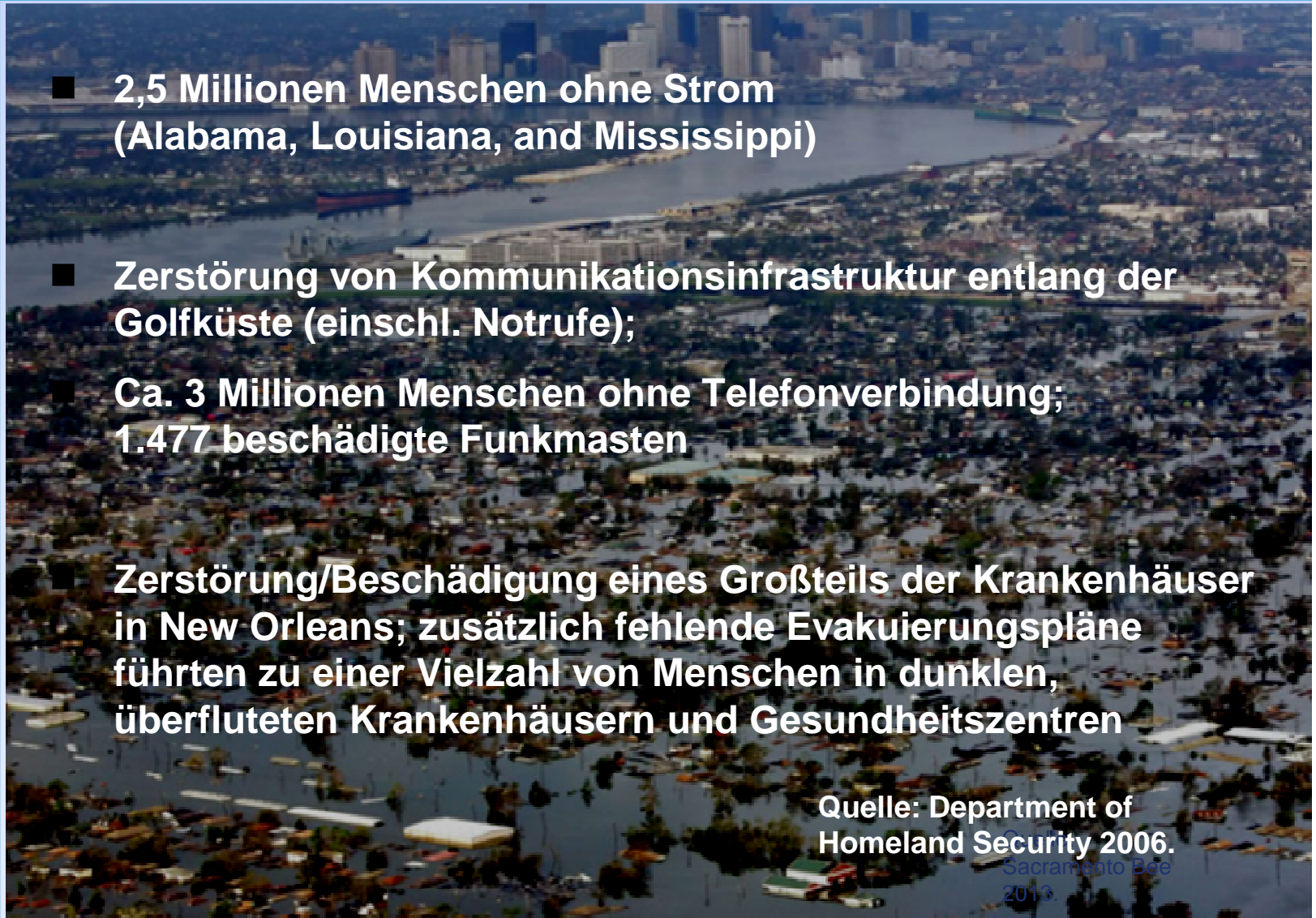
Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

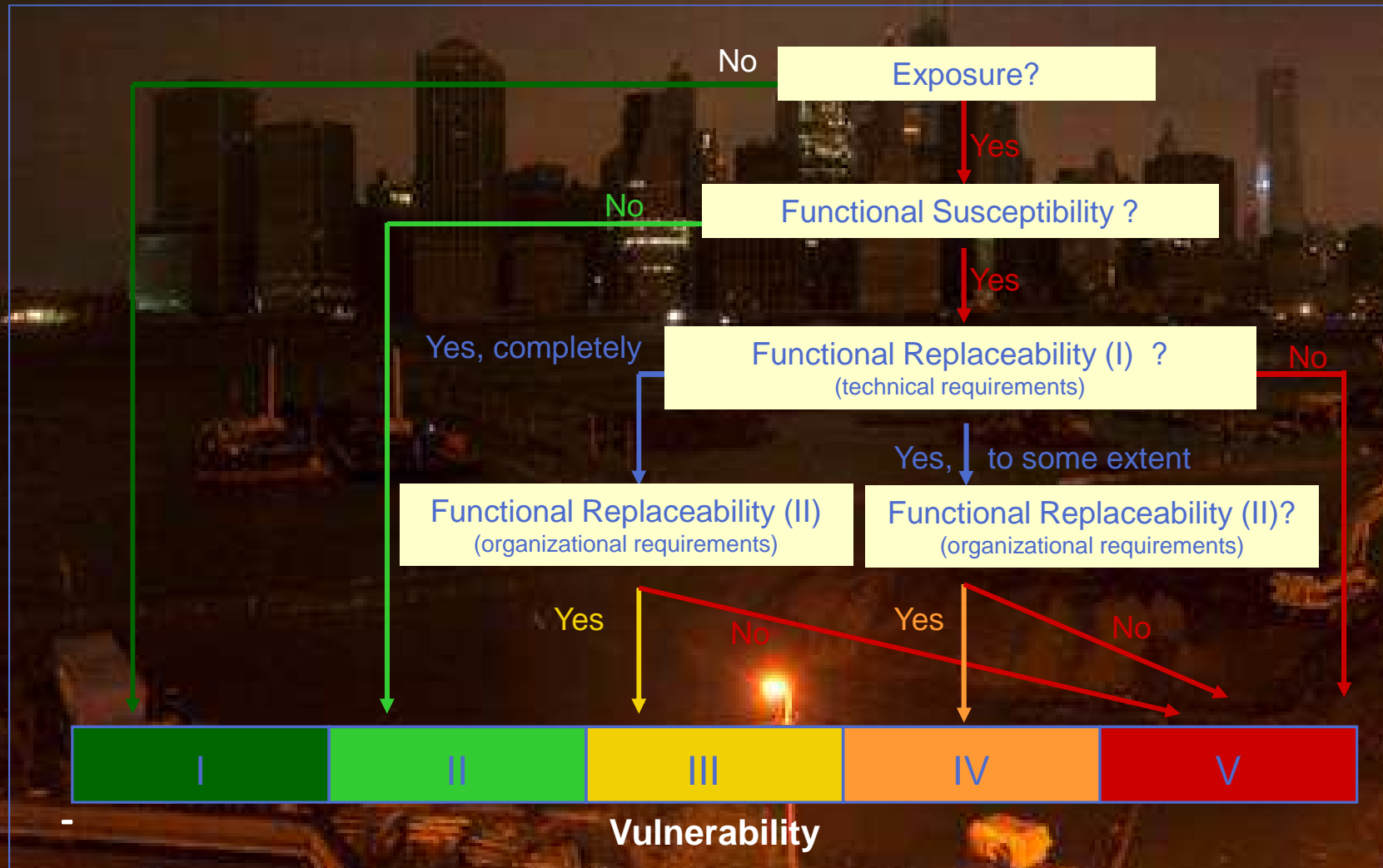
- 2,5 Millionen Menschen ohne Strom (Alabama, Louisiana, and Mississippi)
- Zerstörung von Kommunikationsinfrastruktur entlang der Golfküste (einschl. Notrufe);
- Ca. 3 Millionen Menschen ohne Telefonverbindung; 1.477 beschädigte Funkmasten
- Zerstörung/Beschädigung eines Großteils der Krankenhäuser in New Orleans; zusätzlich fehlende Evakuierungspläne führten zu einer Vielzahl von Menschen in dunklen, überfluteten Krankenhäusern und Gesundheitszentren

Quelle: Department of  
Homeland Security 2006.

Sacramento Bee  
2013.



# Kritische Infrastrukturen



# Hurricane Sandy 2012



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SH-EHS  
UNU

## 8.5 MILLION customers left without power

48,000	Number of trees removed or trimmed to restore power in New Jersey
\$1 billion	Estimated cost of power and gas line repairs in New Jersey

## 25 PERCENT of cell sites out of service in 10 STATES

6	Number of NYC hospitals closed because of the storm
26	Number of NYC residential care facilities closed because of the storm
10	Number of NYC hospitals that stayed open despite flooding or power outages
8%	Portion of all N.Y.C. hospital beds that were unavailable after Sandy
2	Number of NJ hospitals evacuated because of the storm
12	Number of NJ residential care facilities closed because of the storm

Quelle: Hurricane Sandy Rebuilding Task Force (2013).



# Auswirkungen von Naturgefahren – Beispiel Hitzewelle Europa 2003



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

## ■ Niedrige Flusspegel

- Beschränkungen bei der Beladung von Schiffen auf 20 bis 30 % der Kapazität → Rückgang von Kohlelieferungen (BAG 2003)
- Rückgang der Stromproduktion in Wasserkraftwerken (Neu & Thalmann 2006)

## ■ Zum Schutz der Ökosysteme dürfen Gewässer-temperaturen bestimmte Werte (ohne Ausnahmegenehmigung) nicht überschreiten

## ■ Rückgang der Stromerzeugung in Atom- und Kohlekraftwerken zwischen 20 und 100 % (Lönker 2003)

## ■ Gleichzeitig erhöhte Nachfrage (z.B. durch Klimaanlage)

(vgl. z.B. Bundesregierung 2008)

## Paradigmenwechsel im Umgang mit Naturgefahren seit den 90er Jahren:

- Naturgefahr/Klimastimulus bestimmt nicht länger allein über die **Auswirkungen** (z.B. Liverman 1990, Blaikie et al. 1996, UNISDR 2004, Cannon 2006 oder Birkmann 2006)



- Verwundbarkeit von Gesellschaft, Infrastrukturen, Ökosystemen, Landnutzungsstrukturen etc. spielen stattdessen eine Rolle und bestimmen die Auswirkungen von **Naturereignissen (mit)** (z. B. Blaikie et al. 1996, Cardona 2001, Birkmann, 2006, oder UNISDR 2009)



**Soziale Konstruktion von Risiken!**



## ■ Relevante Faktoren (siehe z.B. auch Birkmann 2006)

- **Exposition:** ein Schutzgut ist einem Naturereignis physisch ausgesetzt (z.B. Siedlung im Überschwemmungsgebiet) (vgl. z.B. UNISDR 2009).
- **Anfälligkeit:** Prädisposition der exponierten Elemente, im Ereignisfall Schaden zu erleiden (z.B. Kleinkinder und alte Menschen) (vgl. z.B. Welle et al. 2012).
- **Bewältigungskapazität:** Die Fähigkeit von Menschen, Organisationen und Systemen, negative Auswirkungen von Naturgefahren mittels direkter Handlungen und zur Verfügung stehender Ressourcen minimieren zu können (z.B. Versicherungen, soziale Kontakte) (UNISDR 2009).



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Abschätzung der Vulnerabilität und Resilienz von KRITIS

# Exposition gegenüber Starkregen



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS



# Verwundbarkeit der Elektrizitätsversorgung Beispiel Starkregen

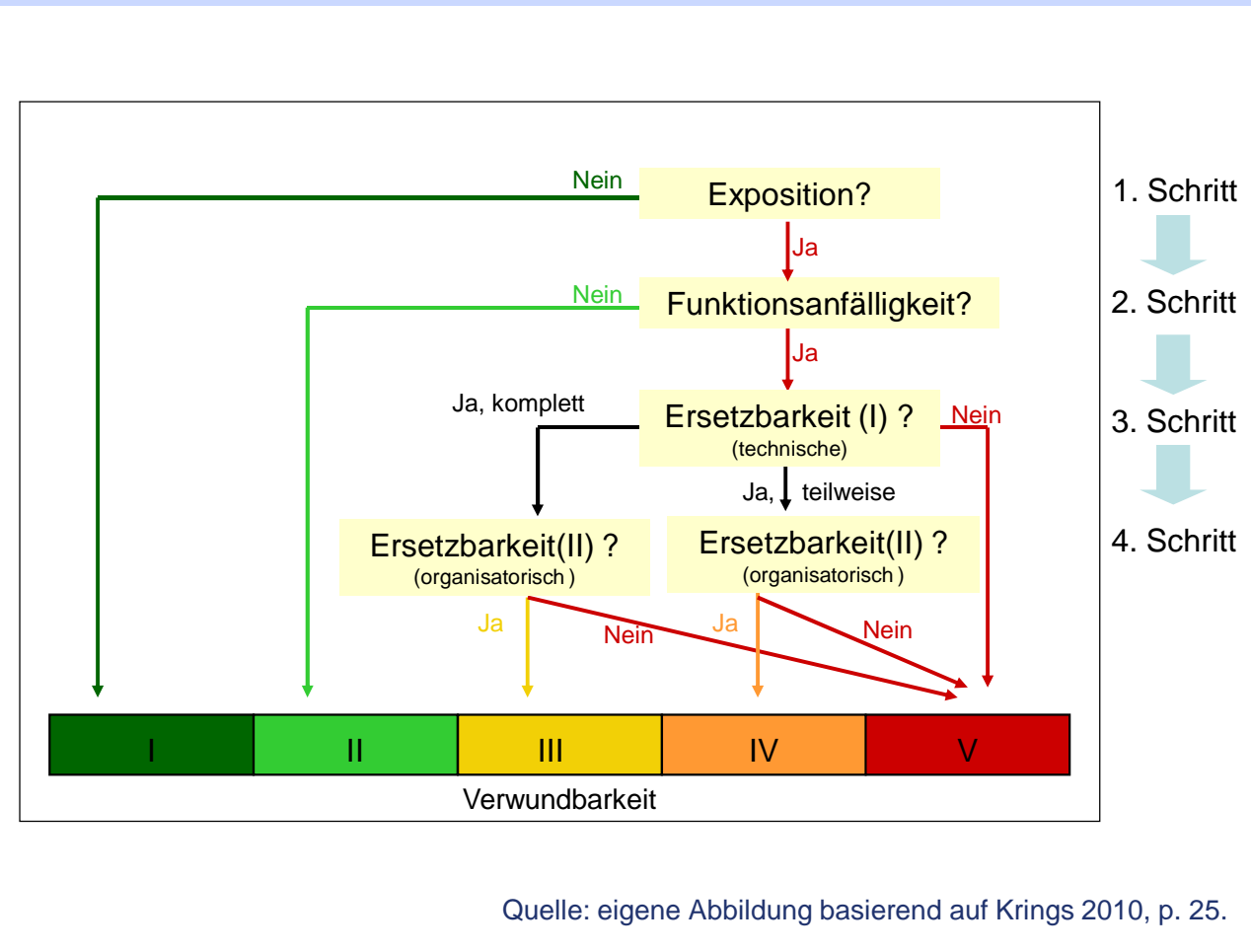


UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SH-EHS  
UNU



# Verwundbarkeit der Elektrizitätsversorgung



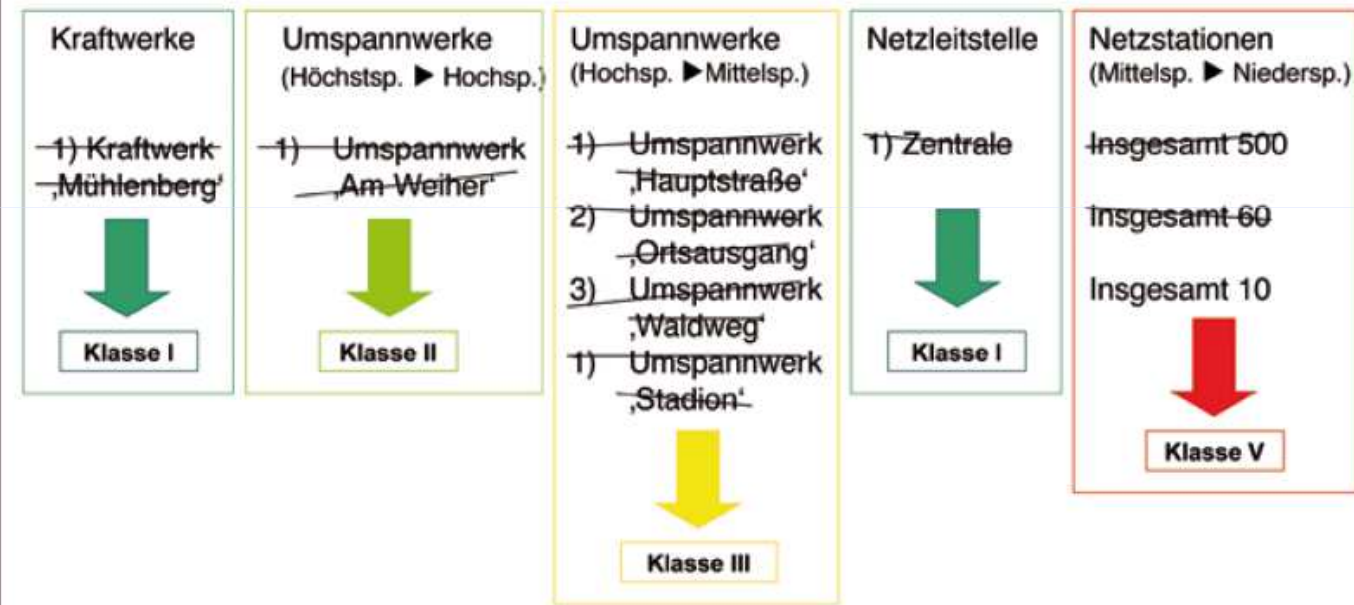
UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SHS-UNU

## Teilprozesse und Komponenten der Stromversorgung in B



Quelle: Krings 2010, p. 173.

# Mögliche Maßnahmen



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- Verlagerung betroffener Komponenten
- Berücksichtigung möglicher Ausfälle in der vorsorgenden Planung
- Gezielter Erhalt bestimmter redundanter Strukturen



# Verwundbarkeit der Elektrizitätsversorgung gegenüber Hitzewellen



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SH-EHS  
UNU

- Exposition nicht klar abgrenzbar
- Anfälligkeit und Bewältigung sind von einer Reihe von Faktoren abhängig, z.B.:
  - Art und Weise von Erzeugung (z.B. Atomkraft vs. Solarenergie) bzw. technischer Beschaffenheit der Kraftwerke (Durchlaufkühlung vs. Nasskühlung vs. Trockenkühlung) (siehe z.B. auch Kropp et al. 2009)
  - Möglicher Ausgleich von Erzeugungsengpässen durch Importe (Betroffenheit der Nachbarstaaten)
  - Erhöhte Nachfrage (Anstieg des Verbrauchs im Sommer z.B. durch Klimaanlage etc.) (vgl. z.B. Bundesregierung 2008) vs. Einsparmaßnahmen



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

# Veränderungsprozesse auf höheren Ebenen

# Grundsätzliche Wandlungsprozesse



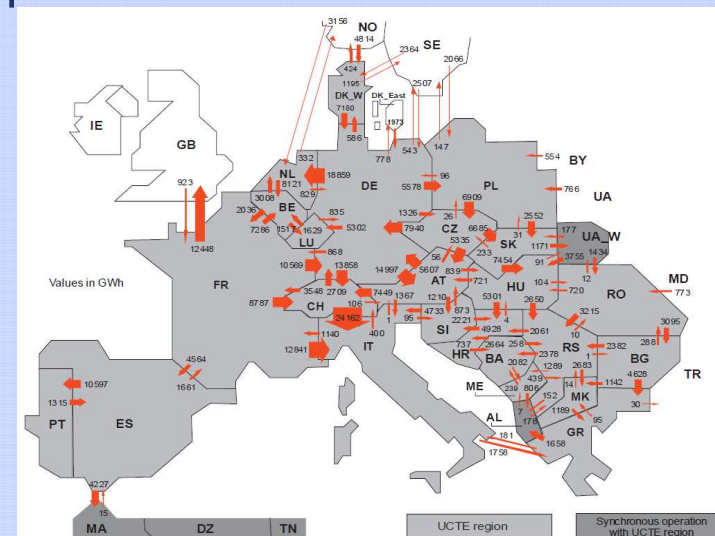
UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

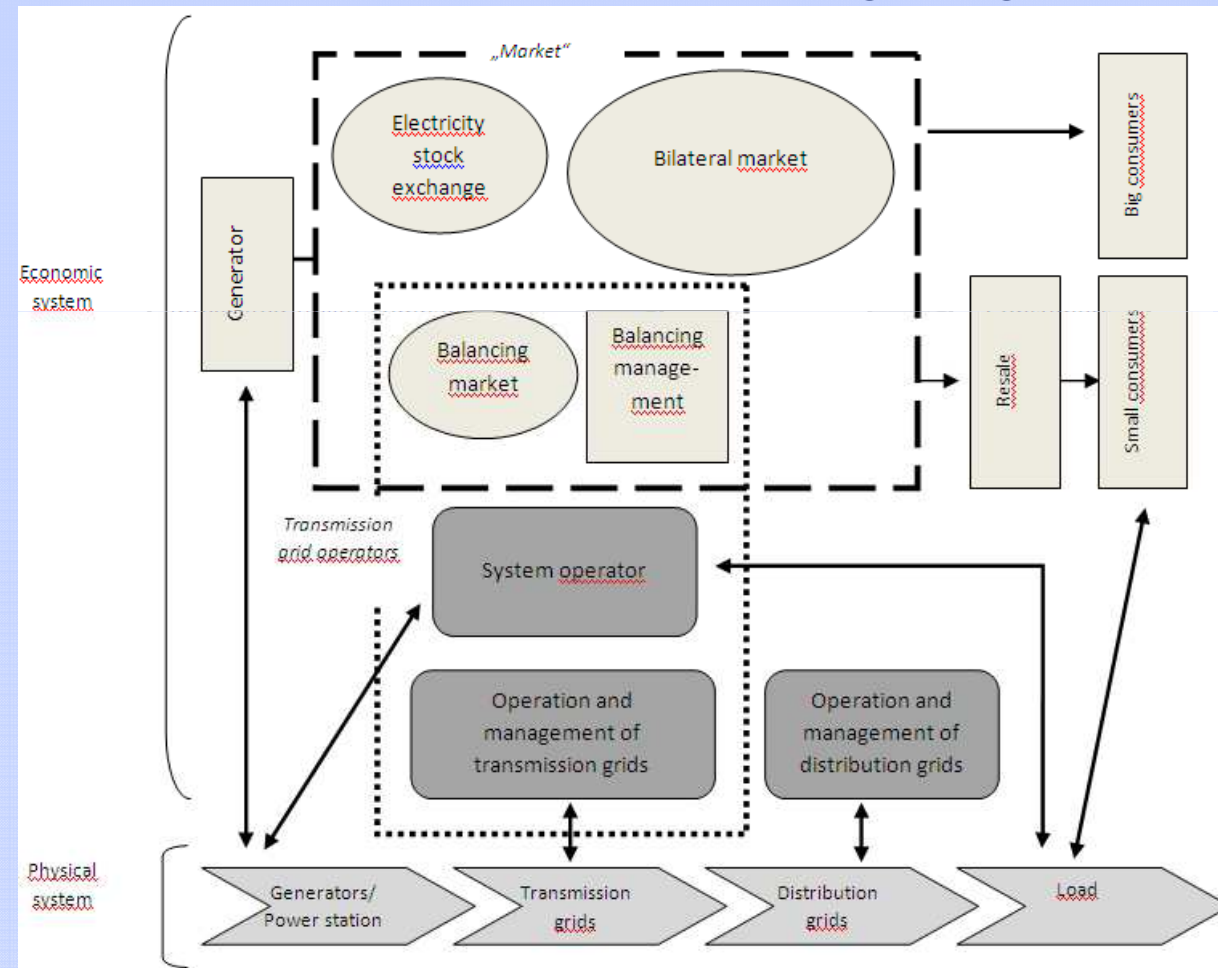
SH-EHS  
UNU

- Verwundbarkeitsparadox: „In dem Maße, in dem ein Land in seinen Versorgungsleistungen weniger störanfällig ist, wirkt sich jede Störung umso stärker aus.“  
(BMI 2009)
- Zunehmende Privatisierung und Liberalisierung
- Ursprüngliche Organisation der Energierversorgung auf nationaler Ebene; heute: europäisches Netz
- Zunehmende Abhängigkeit der KRITIS untereinander



Source: own illustration, based on ENTSO-E, o. J., S. 137. 30

## ■ Zunahme der Akteure und damit Steigerung der Komplexität



# Gesamttrend: Zunehmende Komplexität



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- Zunehmende Wahrscheinlichkeit von Kaskadeneffekten (regional und zwischen Infrastrukturen)
- Ausfälle können ihre Wirkung auch in großer Entfernung vom Auslöser entfalten (Beispiel Europ. Stromausfall 2006)

(see amongst others IRGC 2006, Kröger 2008, Lauwe & Riegel 2008)

# Resilienz als ganzheitliches Ziel



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- „Ein resilientes System verzeiht externe Störungen“  
(Resilience Alliance 2013)
- Ganzheitliche Betrachtung des Gesamtsystems KRITIS-Mensch
- Inwiefern kann die Bevölkerung/ die Kommune möglichen KRITIS-Ausfällen durch entsprechende präventive Planung begegnen und so die Resilienz erhöhen?

# Ansatzpunkte zur Stärkung der Resilienz des Systems Mensch-KRITIS

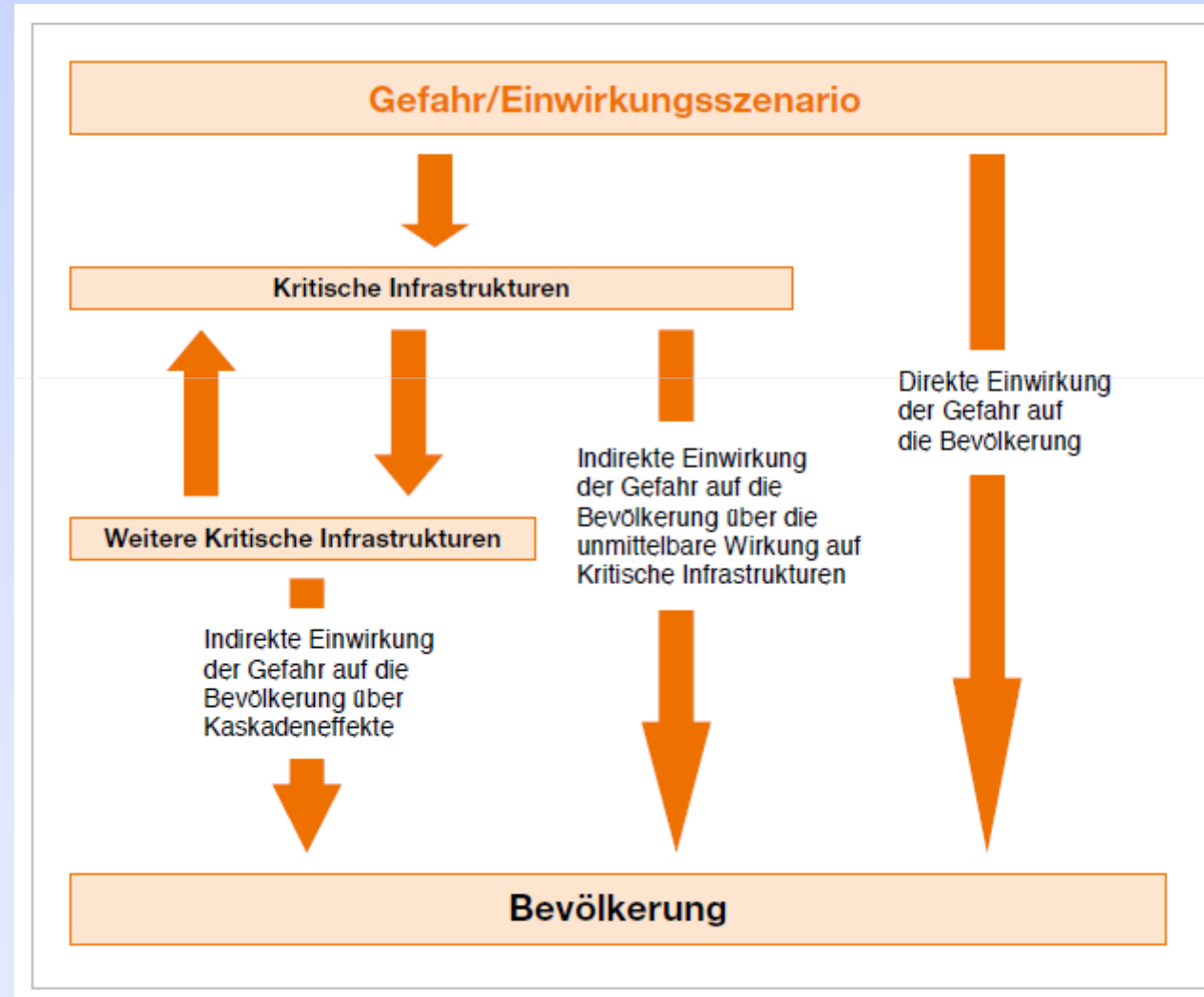


UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS



(BBK 2012, S. 30)



# Einflussnahme von Kommunen auf die Verwundbarkeit der Elektrizitätsversorgung



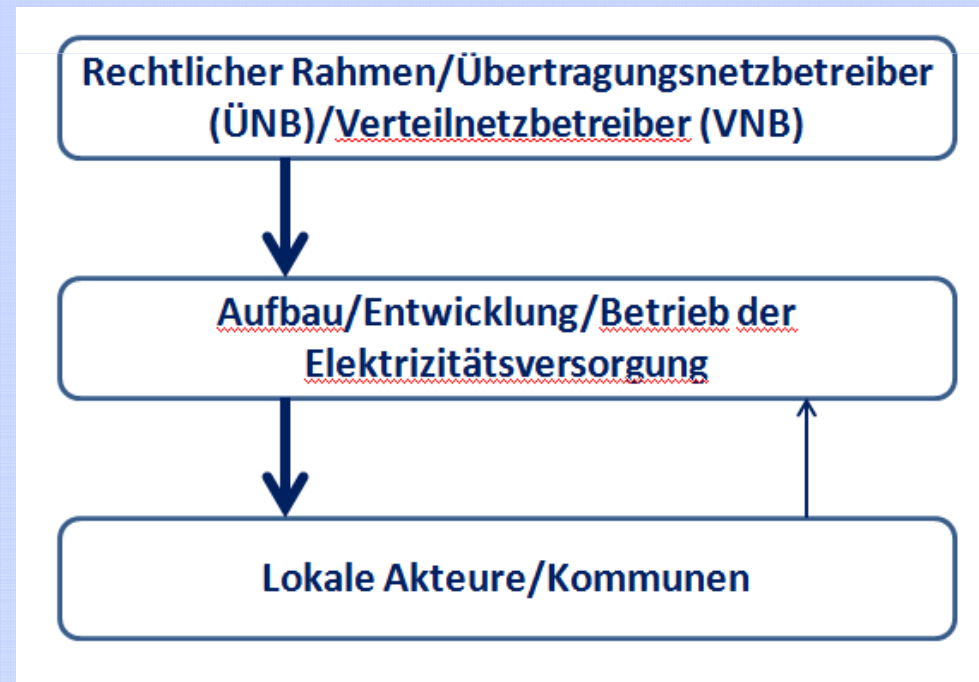
UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- Kommunen können nur schwer Einfluss auf das System der Elektrizitätsversorgung nehmen



# Kommunale Maßnahmen zur Reduktion der Verwundbarkeit gegenüber Stromausfällen



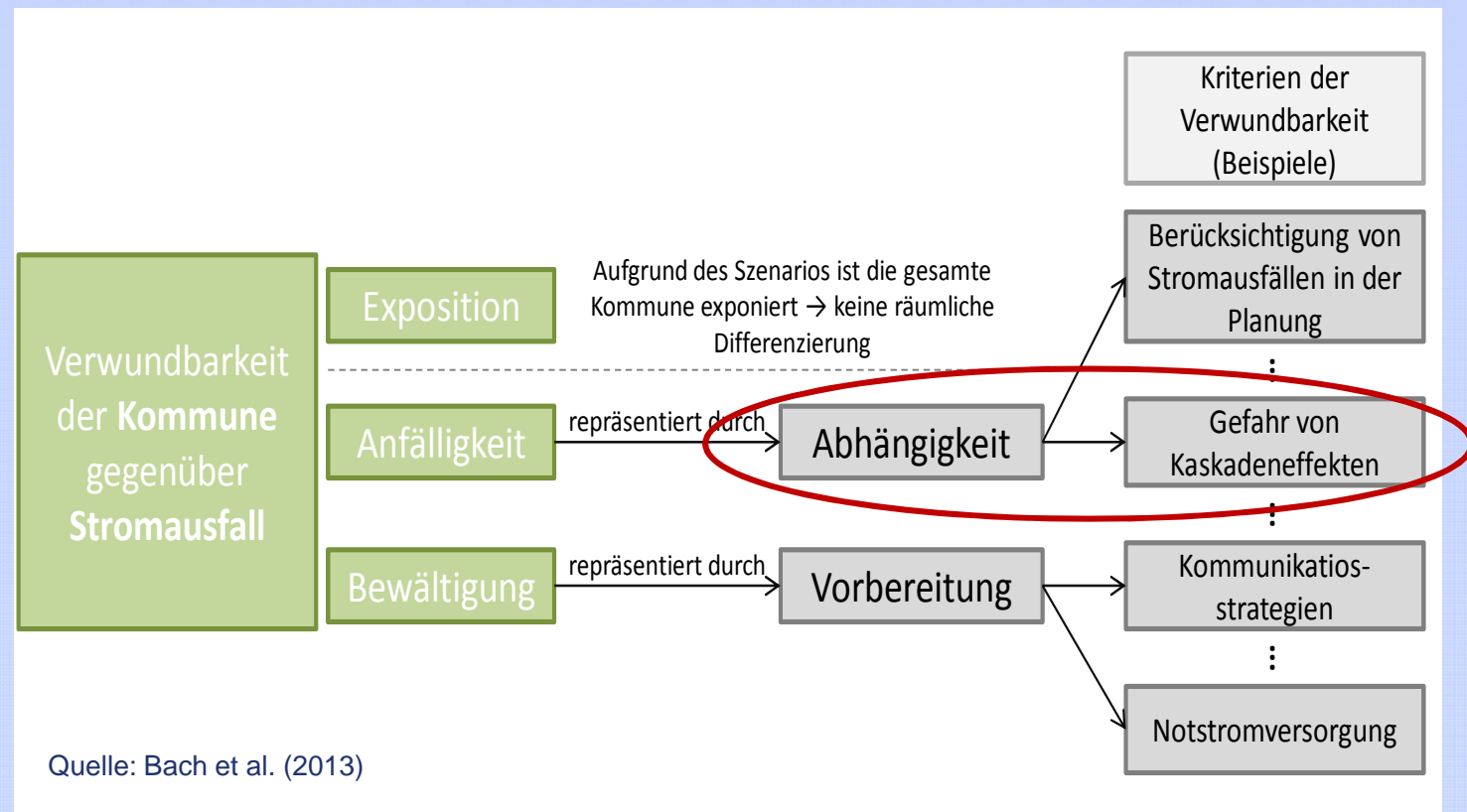
UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

SH-EHS  
UNU

## ■ Entwicklung von konkreten Maßnahmen – 1. Schritte:





## ■ **Kommunikation** von Abhängigkeiten und Diskussion von Handlungsmöglichkeiten (im Vorfeld)

- Welche Bedarfe können im Krisenfall nicht gedeckt werden (z.B. Versorgung von Beatmungspatienten)? → Suche nach alternativen Maßnahmen/ Eigenvorsorge
- Wie wird der Versorger im Falle notwendiger Lastabwürfe (z.B. bei Systembilanzstörungen) vorgehen?
  - Welche Gebiete sind zuerst betroffen?
  - In welcher Reihenfolge erfolgt eine rollierende Versorgung?
  - Innerhalb welcher Zeitintervalle erfolgt diese?
- Welche KRITIS-Abhängigkeiten können ggf. (z.B. durch die Verwendung mobiler Notstromgeräten) überbrückt werden?
- Ist die Priorisierung der Versorgung möglich bzw. die Versorgung im Inselbetrieb? Wie können ggf. Notstromaggregate priorisiert werden?

# Priorisierung von Versorgung möglich?



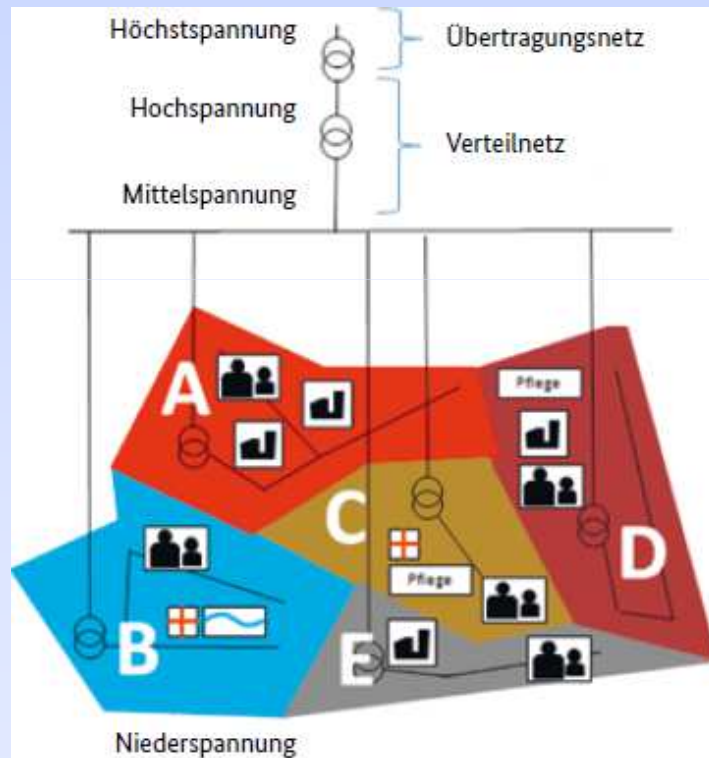
UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

## Abschaltgebiete eines Versorgungsgebiets



Quelle: Münzberg et al. (2013)

## Rollierende Lastreduzierung

	Zeiteinheiten (16 x 1,5 h = 24 h)															
	1	2	3	4	5	6	7	...	14	15	16					
Abschaltgruppe A	●					●		...			●					
Abschaltgruppe B		●					●	...								
Abschaltgruppe C			●					...								
Abschaltgruppe D				●				...	●							
Abschaltgruppe E					●			...		●						

# Priorisierung von Versorgung möglich!?



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- Systembilanzstörung aufgrund von Erzeugungsmangel:

- Unterteilung des Gebiets in Abschaltgruppen
- Rollierende Lastreduzierung

(Empfehlung: VKU und BDEW 2012)

- Bislang meist (offiziell) keine Differenzierung unter Bevölkerungsschutzaspekten

Ausnahme: Anwendungsbereich der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) oder des AtG (Atomgesetz) ist auszunehmen

# Herausforderungen für die Anpassung an den Klimawandel



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

- Verschiedene räumliche und zeitliche Skalen müssen einbezogen werden
- Normative Diskurse müssen geführt werden:
  - Welche Schutzziele sollen und können erreicht werden – zu welchen Kosten und mit welchen Mitteln?
  - Kann und soll eine Priorisierung in Krisensituationen erfolgen?
  - Wer entscheidet aufgrund welcher Kriterien hierüber?



- Vorbereitende Maßnahmen zum Stromausfall auf kommunaler Ebene
  - Vorbereitungsmaßnahmen
  - Analyse und Kommunikation von Anfälligkeiten
- Verbesserte Kooperation zwischen Kommune und Betreibern
- Mögliche Priorisierung der Versorgung
  - Diskriminierungsfreiheit vs. Bevölkerungsschutz
- Herausforderungen für die Anpassung an den Klimawandel

# Zukünftige Forschungsbedarfe



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

→ 3 große Handlungsfelder/Forschungsfelder:

- Operationalisierung von Resilienz für KRITIS in unterschiedlichen Kontexten (ländliche schrumpfende Räume, wachsende städtische Räume)
- Systeminterne Veränderungsprozesse, die Anfälligkeit und Bewältigung beeinflussen (z.B. Erneuerbare Energien)
- Betrachtung der Bevölkerung bzw. Stärkung der Gesamtresilienz – Einbeziehung des Bevölkerungsschutzes



UNITED NATIONS  
UNIVERSITY

**UNU-EHS**

Institute for Environment  
and Human Security

UNU-EHS

**Vielen Dank**

- Bach, C., Birkmann, J., Kropp, J., Olonscheck, M., Setiadi, N., Vollmer, M., Walther, C. (in Druck): Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hitzewellen und Starkregen, Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 9, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Bonn.
- Berkes, F.; Colding, J.; Folke, C. (eds.) (2003): Navigating Social-Ecological Systems. Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge.
- Birkmann J. (2006): Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions, in: J. Birkmann (Ed.): Measuring Vulnerability to Natural Hazards – Towards Disaster Resilient Societies, Tokyo, pp. 9-54.
- Birkmann, J. (2008): Globaler Umweltwandel, Naturgefahren, Vulnerabilität und Katastrophenresilienz. In: Raumforschung und Raumordnung, Volume 66(1), 5-22.
- Birkmann J., C. Bach, and M. Vollmer (2012): Tools for Resilience Building and Adaptive Spatial Governance – Challenges for Spatial and Urban Planning in Dealing with Vulnerability, in: Raumforschung und Raumordnung, Vol. 70(4), pp. 293-308. Bundesamt für Güterverkehr (BAG) (2003): Marktbeobachtungen, Herbst 2003, Köln.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. and B. Wisner (1996): Vulnerabilidad, el entorno social de los desastres. Bogota.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2012): Schutzkonzepte Kritischer Infrastrukturen im Bevölkerungsschutz – Ziele, Zielgruppen, Bestandteile und Umsetzung im BBK, Wissenschaftsforum Band 11, Bonn.
- Bunn, M. and O. Heinonen (2011): Preventing the Next Fukushima. In: Science, 333, 1580-1581.
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin. Verfügbar unter: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf) (10.01.2013).
- Cannon, T. (2006): Vulnerability analysis, livelihoods and disasters. In: Amman, W. J., Dannenmann, S. and L. Vulliet (Eds.): Risk 21: Coping with Risks due to Natural Hazards in the 21st Century, London, pp. 41-49.
- Cardona, O. D. (2001): Estimación Holística del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos, Barcelona, Technical University of Catalonia, available at:
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. and J. Webb (2008): A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. In: Global Environmental Change, 18, 598–606.
- European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) (o. J.): Statistical Yearbook 2008. Brussels.
- Folke, C. (2006): Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. In: *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267.
- Gheroghe, A. V., Masera, M., Weijnen, M. & De Vries, L. (2006). Critical Infrastructure at Risk. Securing the European Electric Power System. Dordrecht.
- Holling, C. (1973): Resilience and stability of ecological systems. In: Annual Review of Ecology and Systematics 4, 1–23.
- Holling, C. S. (2001): Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. In: *Ecosystems*, 4, 390–405.
- Holling, C. S.; Gunderson, L. H. (2002): Resilience and Adaptive Cycles. In: Gunderson, L. H.; Holling, C. S. (eds.): Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Washington D.C., 25–62.
- Garnezy, N.; Masten, A. S.; Tellegen, A. (1984): The Study of Stress and Competence in Children: A Building Block for Developmental Psychopathology. In: Child Development 55, 97–111.
- Hurricane Sandy Rebuilding Task Force (2013): Hurricane Sandy Rebuilding Task Force,.

- Innenministerium Baden-Württemberg (IM Ba-Wü) und Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (Hrsg.) (2010): Handbuch „Krisenmanagement Stromausfall“, Kurzfassung. Verfügbar unter: [http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/Krisenhandbuch\\_Stromausfall\\_Kurzfassung\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile \(10.01.2013\) .](http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/Krisenhandbuch_Stromausfall_Kurzfassung_pdf.pdf?__blob=publicationFile (10.01.2013) .)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2012): Managing the Risks of Extreme Event and Disasters to advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M. und P. M. Midgley (Hrsg.). Cambridge University Press. Cambridge and New York.
- International Risk Governance Council (IRGC) (2006). White Paper on Managing and Reducing Social Vulnerabilities from Coupled Critical Infrastructures. Châtelaine.
- Krings, S. (2010): Verwundbarkeitsassessment der Strom- und Trinkwasserversorgung gegenüber Hochwasserereignissen. In J. Birkmann, S. Dech, M. Gähler, S. Krings, W. Kühling, K. Meisel, A. Roth, A. Schieritz, H. Taubenböck, M. Vollmer, T. Welle, J. Wolfertz, M. Wurm & H. Zwenzer (Hrsg.). Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hochwasserereignissen auf kommunaler Ebene (21-47). Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.
- Kröger, W. (2008). Critical infrastructures at risk: A need for a new conceptual approach and extended analytical tools. Reliability Engineering and System Safety, 93, 1781-1787.
- Kropp, J., Holsten, A., Lissner, T., Roithmeier, O., Hattermann, F., Huang, S., Rock, J., Wechsung, F., Lüttger, A., Pompe, S., Kühn, I., Costa, L., Steinhäuser, M., Walther, C., Klaus, M., Ritchie, S. und M. Metzger (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren, Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV).
- Lauwe, P. & Riegel, C. (2008). Schutz Kritischer Infrastrukturen - Konzepte zur Versorgungssicherheit. Informationen zur Raumentwicklung, 1/2, 113-125.
- Livermann, D., M. (1990): Vulnerability to global environmental change. In: Kaspersen, R. E., Dow, K., Golding, D. and J. X. Kaspersen (Eds.): Understanding Global Environmental Change: the Contribution of Risk Analysis and Management, Worcester, pp. 27-44.
- Lönker O. (2003): Hitzefrei für Atomstrom, in: NeueEnergie, 9, pp. 22-23.
- Mechler, R. and J. Weichselgartner (2003): Disaster Loss Financing in Germany – The Case of the Elbe River Floods 2000. Interim Report IR-03-021 of the International Institute for Applied System Analysis. Laxenburg.
- Menski, U. and J. Gardemann (2008): Auswirkungen des Ausfalls Kritischer Infrastrukturen auf den Ernährungssektor am Beispiel des Stromausfalls im Münsterland im Herbst 2005, Empirische Untersuchung im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- Münzberg, T., Ludäscher, S., Bach, C. (2013): Stromausfall gegen Stromausfälle. In: Bevölkerungsschutzmagazin, 1, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Bonn.
- Neu, U. und E. Thalmann (2006): Hitzesommer 2003 Synthesebericht. ProClim-Forum for Climate and Global Change, Bern. Plattform of the Swiss Academy of Science. Abrufbar unter: <http://proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/137.pdf>, zuletzt abgerufen am 28.03.2011.
- Resilience Alliance (2013): Resilience. Available via: <http://www.resalliance.org/index.php/resilience> (20.08.2013).
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) (2004): Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Geneva.
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) (2009): UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva.



U.S. Department of Homeland Affairs (2006): The Federal Response to Hurricane Katrina – Lessons Learned, Washington D. C.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. & BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (VKU & bdew) (2012): Praxis-Leitfaden für unterstützende Maßnahmen von Stromnetzbetreibern, 12. Oktober 2012, Berlin.

Welle, T., Birkmann, J., Rhyner, J., Witting, M. und J. Wolfertz (2012): WeltRisikoIndex 2012: Konzept, Aktualisierung und Ergebnisse, Bündnis Entwicklung Hilft, United Nations University Institute for Environment and Human Security und The Nature Conservancy, pp. 11-27.