

Kritische Infrastrukturen: Konzept und Stand der Entwicklung des entstehenden Bereichs

Wolfgang Raskob und Michael Hiete
CEDIM Workshop, 17.01.2011

Institut für Kern- und Energietechnik (IKET)
Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)



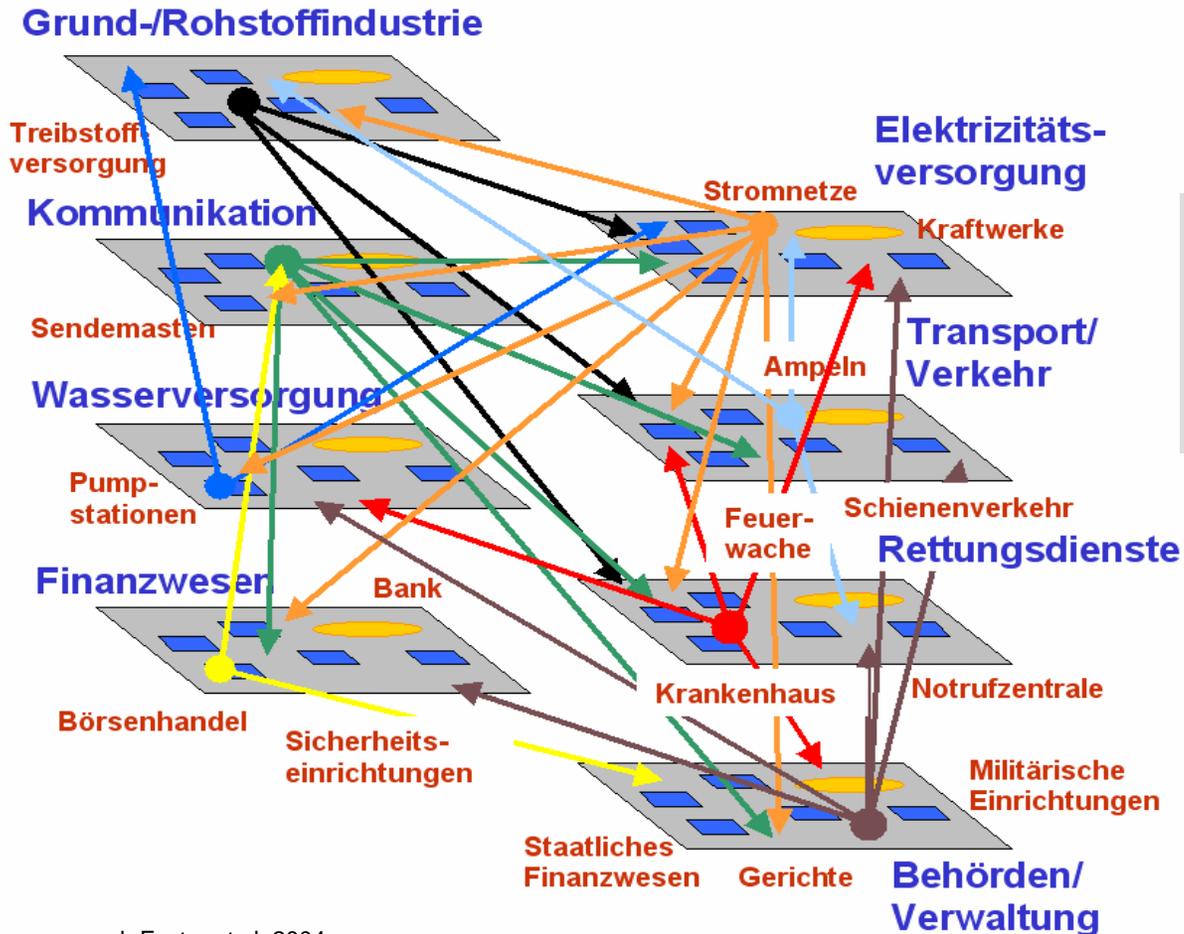
- **Kritische Infrastrukturen und Kompetenzen in CEDIM**
- **Entscheidungsunterstützungssystem für KRITIS**
 - **Anforderungen**
 - **Konzept**
 - **Methoden**
- **Weiteres Vorgehen**
- **Zusammenfassung**

Definition Kritische Infrastrukturen:

„Kritische Infrastrukturen sind materielle und informationstechnologische Einrichtungen, Netze, Dienste und Anlagegüter, deren Störung oder Vernichtung gravierende Auswirkungen auf die Gesundheit, die Sicherheit oder das wirtschaftliche Wohlergehen der Bürger sowie auch auf die Regierungsarbeit in den Mitgliedstaaten hätte.“

EC KOM(2004) 702

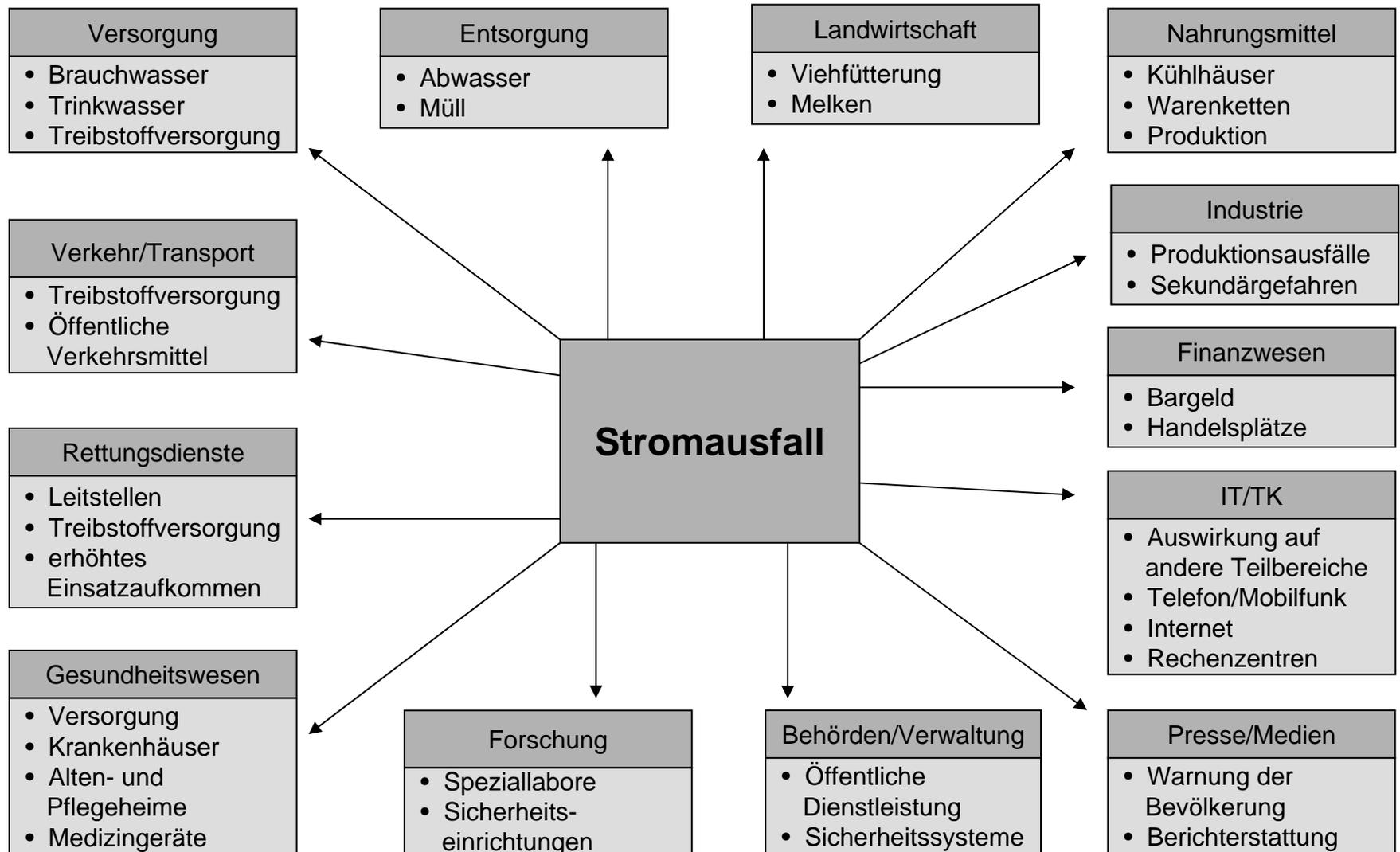
- **Kritische Infrastrukturen:**
 - **Energieversorgung (Strom- und Gasversorgung)**
 - **Wasserversorgung**
 - **Rettungsdienste und Medizinische Versorgung**
 - **Transportsysteme/Verkehr**
 - **Banken und Finanzen**
 - **Informations- und Kommunikationstechnologien**
 - **Gefahrstoffe**
 - **Verwaltung, Behörden, Justiz**



- starke Vernetzung
- Sonderstellung der Elektrizitätsversorgung

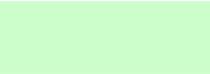
nach Foster et al. 2004

Auswirkungen großflächiger Stromausfälle



Anfälligkeit der Elektrizitätsversorgung gegenüber Naturereignissen

	Kraftwerke	Transformatoren (eingehaust)	Transformatoren (freistehend)	Transportleitungen	Verteilernetze	Leitwarten
Sturm/Tornado	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow
Gewitter mit Blitzeinschlag	Green	Yellow	Red	Red	Red	Yellow
Hochwasser	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Red
Erdbeben	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
Schneefall/Blitzeisbildung	Green	Green	Yellow	Red	Red	Green
Hitze/Niedrigwasser	Red	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
Hagelschlag	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green
Waldbrände	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green

	hohe Gefährdung		mittlere Gefährdung		geringe Gefährdung
---	-----------------	--	---------------------	---	--------------------

Kritische Naturereignisse:

- Sturm
- Gewitter
- Schneefall/Blitzeisbildung
- Hitze-Niedrigwasser

Kritische Elemente:

- freistehende Transformatoren
- Transportleitungen
- Verteilernetze
- Kraftwerke

■ Hintergrund

■ Ziele

- Analyse des Standes der Forschung und der Anwendung im Bereich der „Kritischen Infrastrukturen“
- Welche Kompetenzen sind am KIT vorhanden, um Arbeiten im Rahmen von KRITIS durchführen zu können (z. B. gemeinsame Projekte)

■ Erkenntnis:

- Entscheidungsunterstützung bei Großschadenslagen notwendig, aber kaum existent

- **Simulation von Naturgefahren:** Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG), Geophysikalisches Institut (GPI)
- **Risiko/- Vulnerabilitätsanalysen:** GPI, Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)
- **Vulnerabilitätsmodellierung von Versorgungsinfrastrukturen Wasser und Abwasser:** IWG
- **Technische Maßnahmen: Innovationscluster Future Security BW:** Institut für Boden- und Felsmechanik (IBF), Institut für Massivbau und Baustofftechnologie (IfMB), Materialprüfungsanstalt (MPA)
- **Simulation von Maßnahmen:** Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)
- **Entscheidungsunterstützung:** IIP, Institut für Kern- und Energietechnik (IKET)
- **Künstliche Intelligenz:** Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

- **Energieversorgung:** IIP, Institut für Elektroenergiesystem und Hochspannungstechnik (IEH)
- **Wasserversorgung:** IWG
- **Telekommunikation und Informationstechnik:** AIFB, Institut für Kryptographie und Sicherheit (IKS), Institut für Wissenschaftliches Rechnen und Mathematische Modellbildung (IWRMM)
- **Transport- und Verkehrswesen:** Institut für Verkehrswesen (IfV), Institut für Wirtschaftsforschung und -politik (IWW), Institut für Strassen- und Eisenbahnwesen (ISE)
- **Finanz-, Geld- und Versicherungswesen:** Institut für Finanzwirtschaft, Banken und Versicherungen (FBV)
- **Gebäude:** Institut für Mechanik (IfM), IBF, IfMB, TMB

KRITIS-Gruppe

- **Ziel: Erarbeitung eines Konzepts und Arbeitsplans**
- **Treffen im Feb. und Nov. 2010**
- **Teilnehmer**
 - BBK
 - CEDIM AG
 - Fraunhofer IOSB
 - GFZ
 - KIT
 - Uni Wuppertal

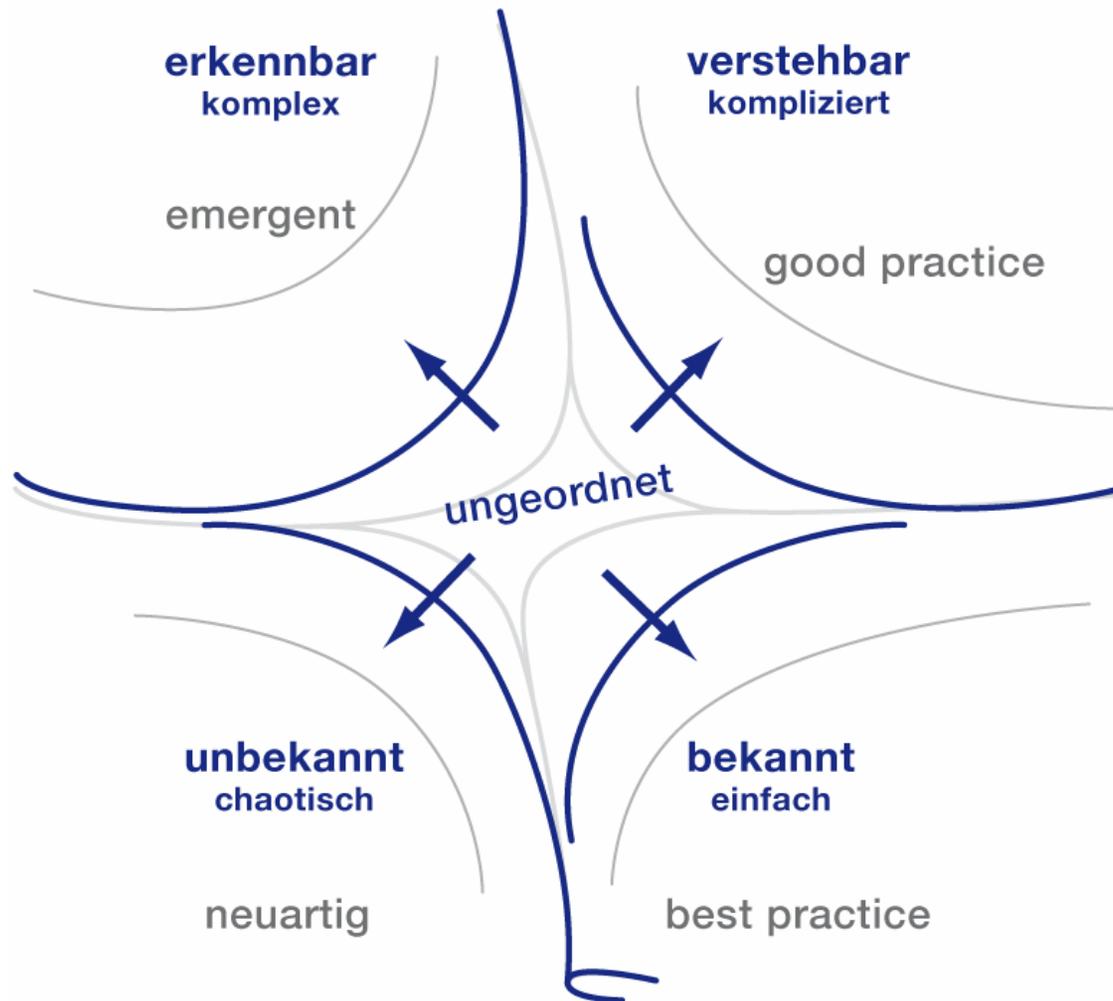
Vision

- Eine potentielle **Zieldefinition** für die KRITIS Gruppe innerhalb von CEDIM heißt:

Entwicklung eines **ebenenübergreifenden (Untere Katastrophenschutzbehörde bis Bundesministerium) und **skalenübergreifenden** (Stadt bis ganzes Land) **Entscheidungsunterstützungssystems****

Qualitäten des Entscheidungsunterstützungssystems

- Interdependenzen zwischen verschiedenen KRITIS
- Ausfallauswirkungen auf die Bevölkerung
- Ökonomische Auswirkungen
- Maßnahmen zur Auswirkungsminderung
- Strategisch und operativ-taktisch



- **Bekanntes System:** Lage ist bekannt
- **Kompliziertes System:** Lage insgesamt erfasst, Prozesse verstanden, aber es fehlen teilweise Daten für Prognosen
- **Komplexes System:** Analyse der Lage nur qualitativ möglich, da Zusammenhänge zu komplex und zu viele Parameter
- **Überkomplexes System:** Entwicklung der Lage unvorhersehbar, da sie jenseits der Erfahrung der Handelnden liegt

■ Bekannte und komplizierte Systeme

- Simulationen als Basis für Entscheidungsunterstützung
- Unsicherheiten wichtig
- Datenbasis zu Risiken und Vulnerabilität als Basis für Maßnahmenbewertung

■ Komplexe und überkomplexe Systeme

- Wissensdatenbanken zur Unterstützung der Analysten (elektronische Handbücher und Checklisten)
- Causal Maps zur Darstellung von Zusammenhängen und Abhängigkeiten
- Case Based Reasoning für bis jetzt noch nicht durchgespielte Szenarien
- Aggregierte Modelle für Simulationen

- **Kritische Infrastrukturen und Kompetenzen in CEDIM**
- **Entscheidungsunterstützungssystem für KRITIS**
 - Anforderungen
 - Konzept
 - Methoden
- **Weiteres Vorgehen**
- **Zusammenfassung**

User interaction

Graphical User Int.

- simple, daily use
- self learning
- crisis communication

Social networks

- how to combine
- data mining
- acceptance

Decision support

Modelling

- scenario techniques
- MCDA
- case based reasoning

Support data bases

- knowledge data base
- scenario data base
- rule data base

Aggregated layer

Aggregated simulation models

- use environment and results from bottom layer
- network models
- system dynamics
- agent based models

Virtual reality with detailed simulation tools

Simulation environment

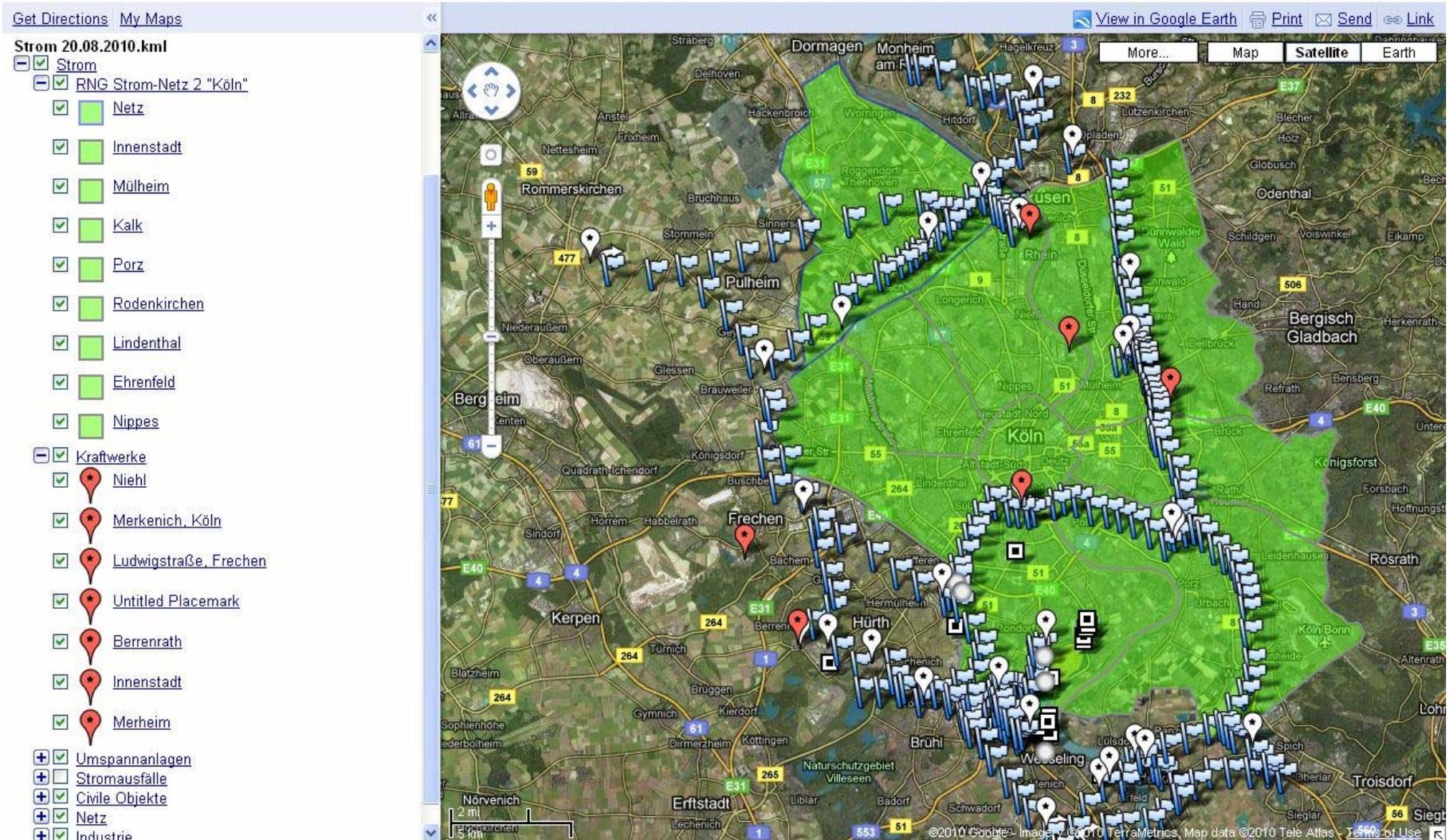
- data generation
- scenario generation
- visualisation

Toolbox

- simulation models
- wrapper
- simulation data

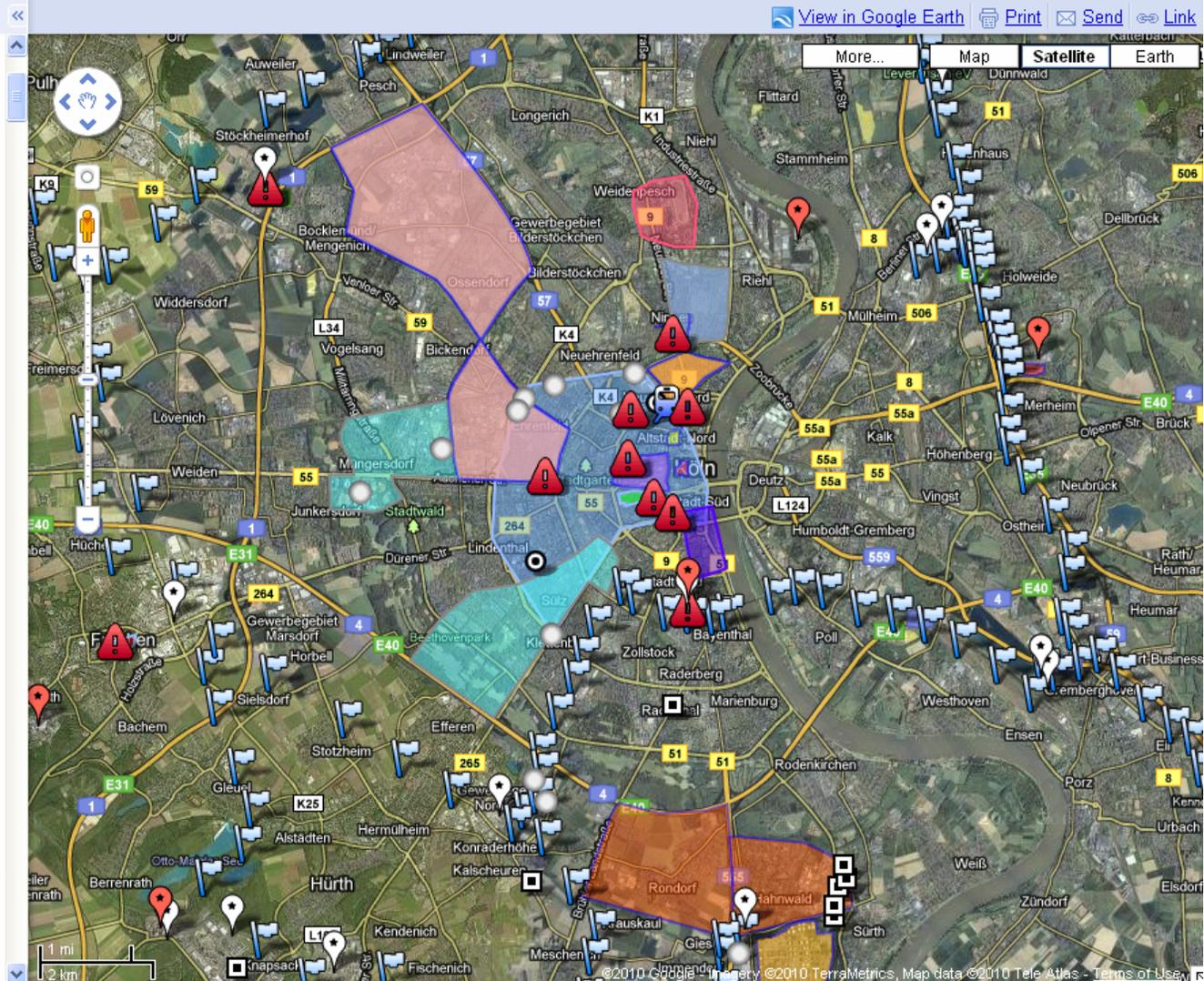
- **Wissensdatenbank**
 - Enthält Information über generische Ereignisse, Maßnahmen und Lagen
- **Selbstlernende Systeme**
 - Erweiterung der Wissensdatenbank, um auf bisher nicht berücksichtigte Ereignisse zu schließen
- **Entscheidungsunterstützung**
 - Multikriterielle Entscheidungsanalyse (MCDA), szenariobasiert
- **Kennzahlensimulation**
 - Simulation der Ressourcen für die Durchführung von Maßnahmen
- **Aggregierte Modelle**
 - Angepasst auf die Entscheidungsunterstützung

Wissensdatenbank: Stromversorgung Köln



Get Directions My Maps

- Umspannanlagen
- Stromausfälle
- 30.10.2009 Ossendorf und Ehrenfeld
 - Beschädigter Trafo, 30.10.2009
 - Ehrenfeld
Im Ossendorf und Gebiete von Ehrenfeld
 - Ossendorf
Im Ossendorf und Gebiete von Ehrenfeld
- 04.01.2010 Merheim
 - Merheim, 04.01.2010
Ein Stromausfall im Betriebshof der KVB
- 13.01.2010 Blaubach
 - Defektes Kabel
 - Betroffe 9 Gebäude
- 15.03.2010 Neumarkt
 - Kabel-Störung, 15.03.2010
 - Neumarkt
In der Innenstadt rund um Neumarkt und
- 22.10.2003 Agnes- und Eigensteinviertel
 - Trafo im Umspannwerk Dagobertstraße
 - Hansaring
 - Saturn
 - Agnesviertel
22.10.2003, Abend: In zahlreichen
 - Rundschau & Hilton
- 27.09.2009 Kölner Süden
 - Ein defektes Kabel hat am 27.09.2009; 9.30 Uhr in Teilen von Rondorf, Hahnwald und Hochkirchen zu einem Stromausfall geführt. Betroffen waren rund 20 Unterverteilungsstationen, von denen 18 nach einer dreiviertel Stunde wieder funktionstüchtig waren
 - Hahnwald 27.09.2009
Ein defektes Kabel hat am 27.09.2009;

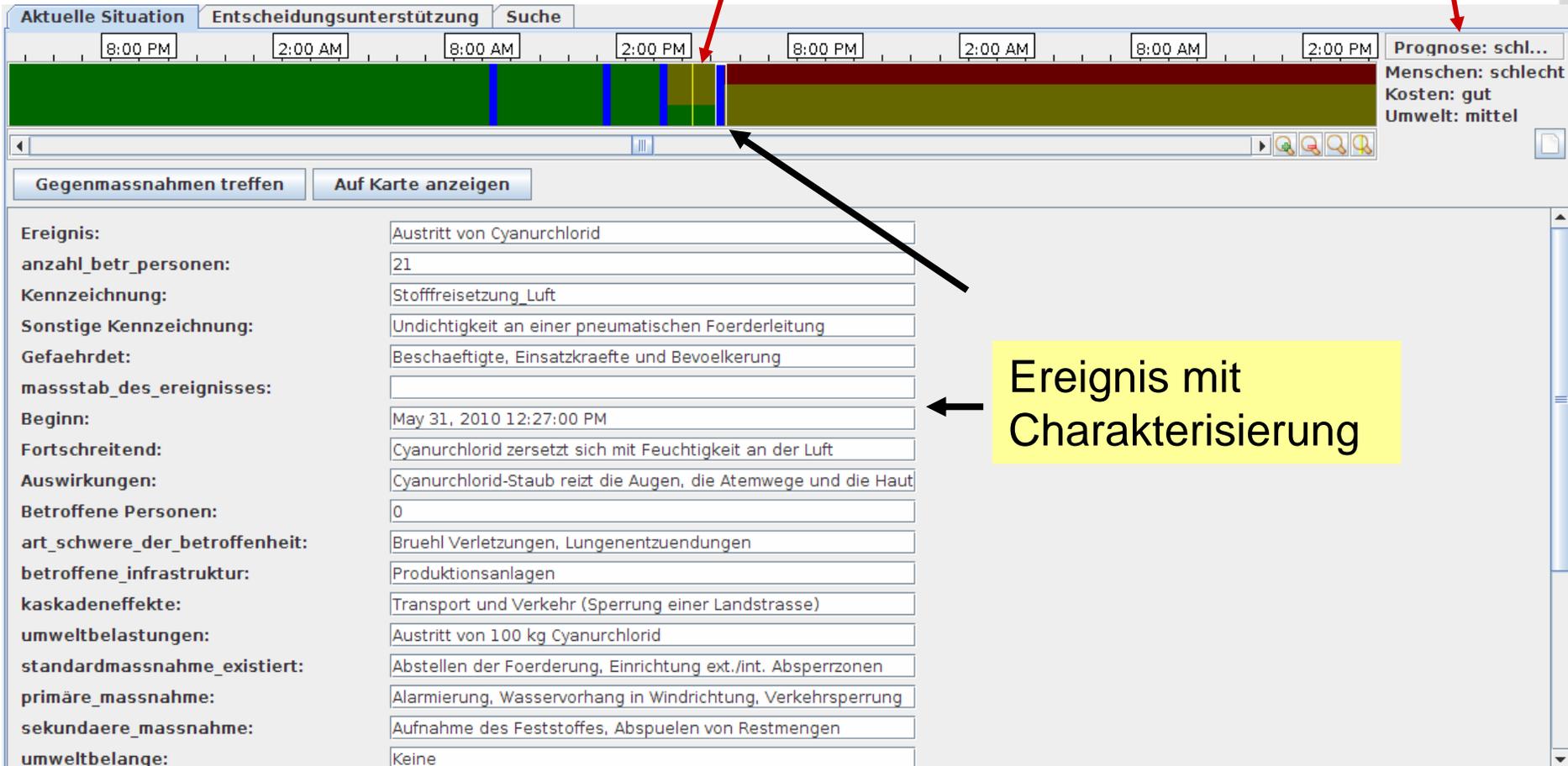


Vergangenheit

Gegenwart

Zukunft

Effekte /
Bewertung



The screenshot shows a simulation interface with a timeline at the top. The timeline is divided into three main sections: 'Vergangenheit' (Past), 'Gegenwart' (Present), and 'Zukunft' (Future). The 'Gegenwart' section is highlighted in yellow. A red arrow points from the 'Gegenwart' label to a specific point on the timeline. Below the timeline, there are buttons for 'Gegenmassnahmen treffen' and 'Auf Karte anzeigen'. A detailed event description is shown below the buttons, with a black arrow pointing from the event description to the timeline. The event description includes fields for 'Ereignis', 'anzahl_betr_personen', 'Kennzeichnung', 'Sonstige Kennzeichnung', 'Gefaehrdet', 'masstab_des_ereignisses', 'Beginn', 'Fortschreitend', 'Auswirkungen', 'Betroffene Personen', 'art_schwere_der_betroffenheit', 'betroffene_infrastruktur', 'kaskadeneffekte', 'umweltbelastungen', 'standardmassnahme_existiert', 'primäre_massnahme', 'sekundaere_massnahme', and 'umweltbelange'.

Ereignis:	Austritt von Cyanurchlorid
anzahl_betr_personen:	21
Kennzeichnung:	Stofffreisetzung_Luft
Sonstige Kennzeichnung:	Undichtigkeit an einer pneumatischen Foerderleitung
Gefaehrdet:	Beschaefigte, Einsatzkraefte und Bevoelkerung
masstab_des_ereignisses:	
Beginn:	May 31, 2010 12:27:00 PM
Fortschreitend:	Cyanurchlorid zersetzt sich mit Feuchtigkeit an der Luft
Auswirkungen:	Cyanurchlorid-Staub reizt die Augen, die Atemwege und die Haut
Betroffene Personen:	0
art_schwere_der_betroffenheit:	Bruehl Verletzungen, Lungenentzuendungen
betroffene_infrastruktur:	Produktionsanlagen
kaskadeneffekte:	Transport und Verkehr (Sperrung einer Landstrasse)
umweltbelastungen:	Austritt von 100 kg Cyanurchlorid
standardmassnahme_existiert:	Abstellen der Foerderung, Einrichtung ext./int. Absperrzonen
primäre_massnahme:	Alarmierung, Wasservorhang in Windrichtung, Verkehrssperrung
sekundaere_massnahme:	Aufnahme des Feststoffes, Abspülen von Restmengen
umweltbelange:	Keine

Ereignis mit
Charakterisierung

Potentielle Maßnahmen

selektiert

Effekte /
Bewertung

Maßnahme

Aktuelle Situation | Entscheidungsunterstützung | Suche

Hinzufügen	Entfernen
Vorlagen für Gegenmaßnahmen	Alternative Gegenmaßnahmen
Verkehrsdurchgang sperren	Aufsuchen von Schutzräumen
Aufsuchen von Schutzräumen	Evakuierung
Evakuierung	
Bevölkerung informieren	

Alternative Gegenmaßnahmen

✓ Gegenmaßnahme: Aufsuchen von Schutzräumen

8:00 PM 2:00 AM 8:00 AM 2:00 PM 8:00 PM 2:00 AM 8:00 AM 2:00 PM

Prognose: mittel
Gesundheit: mittel (0.4)
Ökologisch: mittel (0.6)
Ökonomisch: mittel (0.7)

Details Prüfen Annehmen Ablehnen

✗ Gegenmaßnahme: Evakuieren

8:00 PM 2:00 AM 8:00 AM 2:00 PM 8:00 PM 2:00 AM 8:00 AM 2:00 PM

Prognose: schlecht
Gesundheit: schlecht (0.99)
Ökologisch: mittel (0.65)
Ökonomisch: mittel (0.5)

Details Prüfen Annehmen Ablehnen

Selbstlernende Systeme

- **Problemlösung durch Erinnern (Experte) an vergangene Ereignisse und wie man das Problem damals gelöst hat (Standard beim Katastrophenschutz)**
- **Fallbasiertes Schließen (case based reasoning) ermöglicht es, das Expertenwissen (historische Szenarien) für neue Probleme nutzbar zu machen**
 - **Retrieve:** Finde ähnliche Fälle
 - **Reuse:** Nutze die Lösung als ersten Lösungsvorschlag
 - **Revise:** Modifiziere die Lösung, wenn notwendig
 - **Retain:** Nutze das neue Problem mit der neuen Lösung als zusätzlichen Fall in der Datenbank
- **Methoden: Regeln, Nachbarschaft, Analogie**
- **Je mehr Fälle die Datenbank enthält, desto erfolgreicher ist die CBR Komponente**

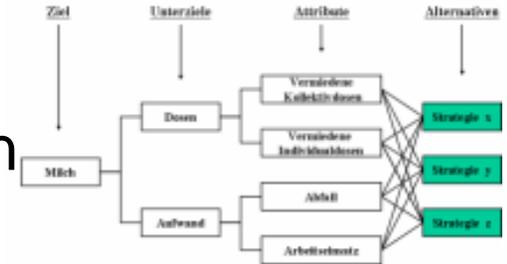
Kennzahlenmethode

- **Methode, um die benötigten Ressourcen für einen bestimmten Arbeitsabschnitt/Prozess abzuschätzen**
- **Wird unter anderem auch für Abschätzungen im Baubetrieb verwendet**
 - **Z. B. Abschätzung des Bedarfs an schwerem Gerät für bestimmte Arbeiten**
- **Wie kann man damit im Katastrophenschutz umgehen?**
 - **Generisch bedeutet die Methode nichts anderes als eine Erfahrungsdatenbank als Grundlage für Aufwandsabschätzungen (für einen bestimmten Einsatz) zu benutzen**
 - **XY Ressourcen der Klasse AB für die Arbeit ZV**

Interaktion strategisch – operativ/taktisch

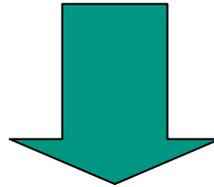
Strategische Ebene

- Auswahl potentieller Maßnahmen
- Bewertung potentieller Maßnahmen
- Zeitkritisch/ressourcenabhängig



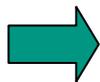
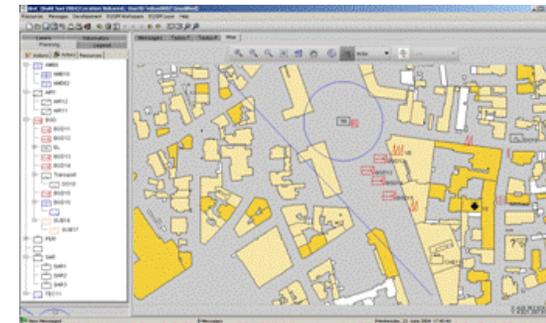
Neubewertung

Anfrage
Machbarkeit



Operativ/taktische Ebene

- Simulation der Ressourcen
- Berechnung Zeitbedarf



Ergebnis: Ziele erreichbar oder nicht

Was ist die multikriterielle Entscheidungsanalyse (MCDA)?

- **MAVT (Multi-Attribute Value Theory, Nutzwertanalyse)** ist eine Methodik, die es erlaubt, ein Problem mit Hilfe von Kriterienhierarchien (attribute tree) zu analysieren und die Gewichtung der verschiedenen Attribute bezüglich des Gesamtzieles zu bestimmen
- Die verschiedenen Schritte bestehen aus:

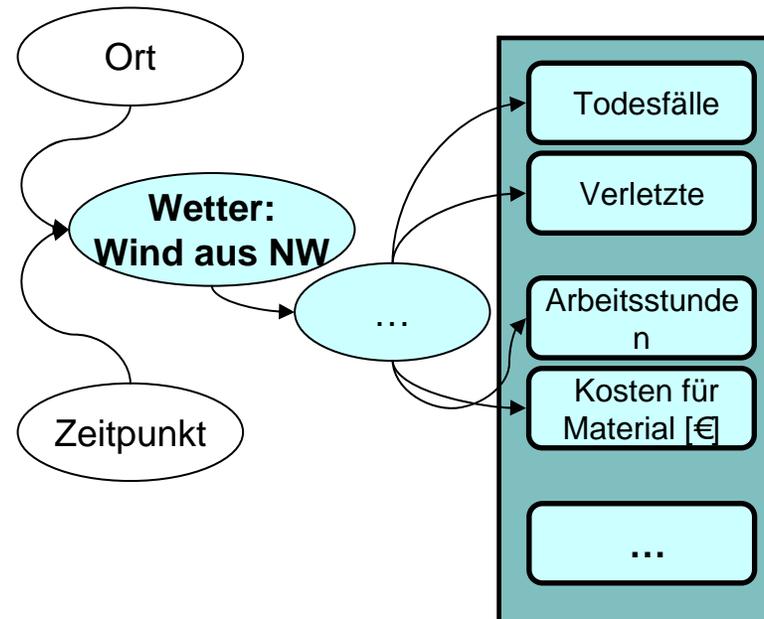
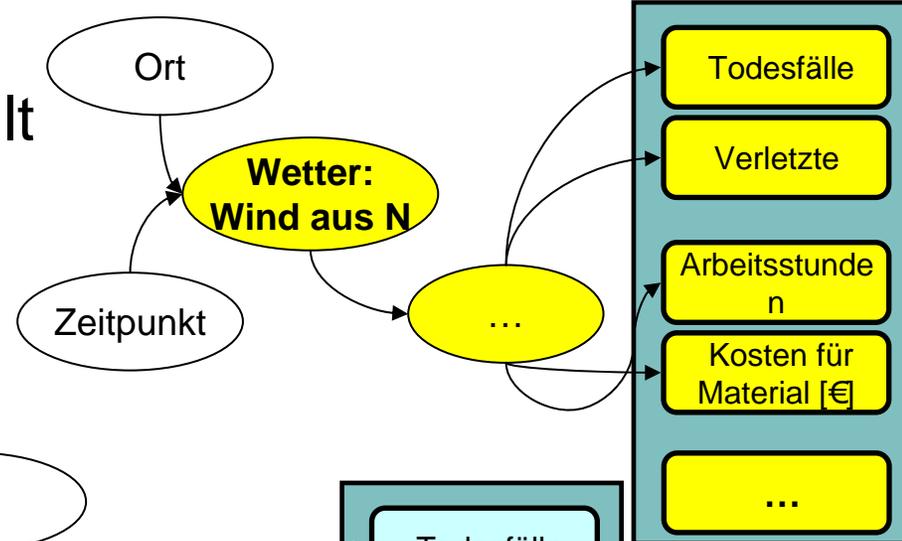


Szenariobasierte multikriterielle Entscheidungsanalyse

- **Ereignis** wird in potentielle Entwicklungsstränge aufgeteilt
 - **Unsicherheiten:** mehrere Werte für einen Knoten
- **verschiedene Szenarien**

Eigenschaften

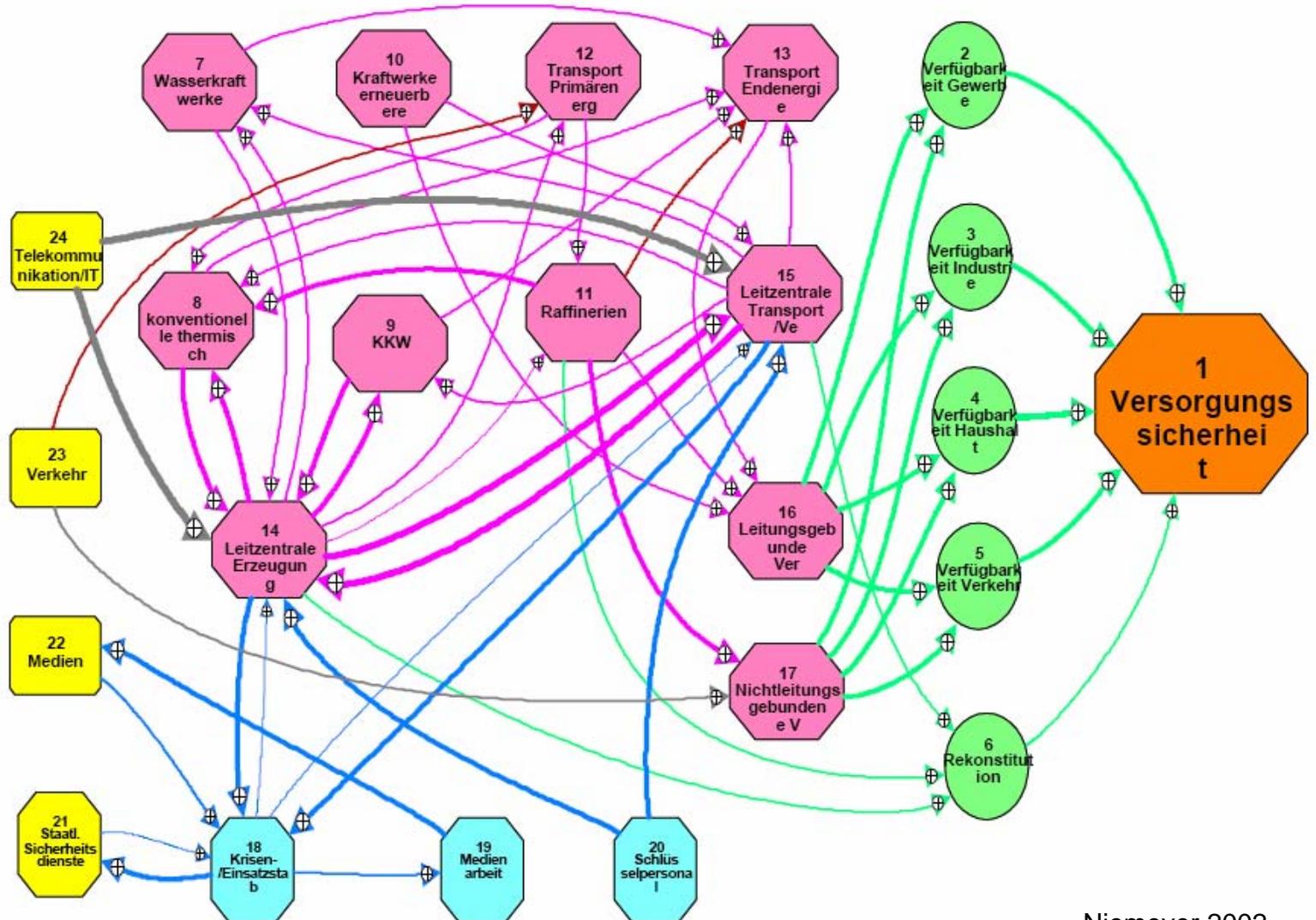
- Relevanz
- Konsistenz
- Kohärenz
- Plausibilität



Schwerpunkt: „aggregierte“ Modelle

- **Simulationsmodelle, die zum einen detailliert genug sind, um für die Entscheidungsfindung anwendbar zu sein, aber nicht zu komplex, da Daten nicht verfügbar sind und deterministische Simulationen kaum möglich sind**
- **Beispiel Stromausfall**
 - **Zu einfach: Wenn Stromausfall, dann auch Ausfall Ampeln**
 - **Besser: Wenn Stromausfall, dann Aufzüge überprüfen, Dialysepatienten, die zu Hause sind überprüfen, Treibstoffverknappung, da kein Notstrom an Tankstellen....**
 - **Noch besser: Wenn Stromausfall, dann treten im Mittel Verzögerungen der Fahrzeiten von 20% auf, innerstädtisch eher mehr....**
- **Modelle, die aus komplexen Simulationen abgeleitet sind und noch Entscheidungsunterstützung liefern**

Generalisiertes Aufzeigen von Abhängigkeiten System Dynamics: Energienetz



Niemeyer 2002

Innovationen

- **Entwicklung von angepassten (aggregierten) Simulationsmodellen geeignet für die Entscheidungsunterstützung**
- **Einzigartiges System**
 - **Vorkonfiguriert mit historischen Fällen**
 - **Wichtigste Maßnahmen integriert**
 - **Selbstlernend und damit immer besser werdend, je länger es angewendet wird**
 - **Wissensschatz und damit nutzbar für die Ausbildung und Planung**
- **Simulationsumgebung als Schlüssel für die Entwicklung neuer Szenarien und angepasster Modelle**
 - **Dienstleistungskomponente**
 - **Forschungskomponente**

Ziele

- **Ziel ist ein Demonstrator nach 3 Jahren,**
 - Einbinden von potentiellen Endanwendern
 - Design des Systems nach Anforderungen von potentiellen Nutzern
 - Entwicklung von aggregierten Modellen für einige KRITIS (z. B. Verkehr, Elektrizitätsversorgung,...)
 - Test der Komponenten Simulation – Wissensdatenbank – Entscheidungsunterstützung im Zusammenspiel
 - Szenarienbasiert mit 2-3 kritischen Infrastrukturen
 - Lauffähiges System
- **Ausdehnung auf weitere KRITIS Bereiche**
- **Kopplung von Modellen zu Naturgefahren und Auswirkungen auf KRITIS**

Arbeitsprogramm: Analyse

- **Arbeitspaket 1: Analyse der Anforderungen an ein solches System**
 - **Analyse der existierenden Systeme**
 - **Analyse des Informationsbedarfs der potentiellen Nutzer**
 - **Analyse des Nutzungskonzepts der potentiellen Nutzer**
 - **Anforderungen an eine Benutzeroberfläche**
 - **Analyse der Anforderungen an ein aggregiertes Modell**

Arbeitsprogramm: Konzept

■ System

- Simulation
- Nutzer (Mensch-Maschine Schnittstelle)
- Datenbanken
- Interoperabilität

■ Simulationen

- KRITIS Simulation + Abhängigkeiten
- Maßnahmensimulation
- Entscheidungsunterstützung
- Wissensdatenbanken und Selbstlernende Systeme
- Aggregierte Modelle
 - Für welche Szenarien nutzbar
 - Abstraktionsgrad

Arbeitsprogramm: Entwicklung

- **Systemkomponenten**
 - A
 - B
 - C
- **Integration externer Komponenten (Interoperabilität)**
- **Entwicklung einer aggregierten Simulation**
- **Entscheidungsunterstützung**
- **Wissensdatenbank**
- **Selbstlernendes System**
- **Kopplung von Simulation – Wissensdatenbank – Entscheidungsunterstützung**
- **Benutzerschnittstellen**

Arbeitsprogramm: Feedback

- **Testszenarien**
- **Nutzerbefragungen**
- **Workshops**
- **ISCRAM 2013**

- **(Ambitionierte) Ziele definiert**
- **Integriertes ebenen- und skalenübergreifendes Entscheidungsunterstützungssystem für Schadenslagen mit kritischen Infrastrukturen**
- **Entwicklung von speziellen angepassten Modellen zur Simulation und Entscheidungsunterstützung**
- **Arbeiten haben zum Jahresbeginn begonnen mit 1 Stelle + 1 Doktorand (deutlich mehr Ressourcen notwendig)**
- **Verhandlungen mit Fraunhofer über Teilnahme an Projekt (vor dem 11 Februar 2011)**
- **Synergien mit „Task Force Großschadenslagen“**
- **Erster Prototyp auf ISCRAM 2013**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Fragen?