

Funktionalität und Zusammenhang von Kritischen Infrastrukturnetzwerken – Ein Modellierungsansatz

Projektbeschreibung

Ziel der Masterthesis

- Recherche bzgl. der Ursachen der jährlichen Überschwemmungen in Accra
- Darstellung der Kritischen Infrastrukturnetzwerke in Accra und Ghana
- Modellierung der direkten und vor allem der indirekten Schäden an Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) infolge von Hochwasserereignissen
- Bewertung und Einordnung des durchgeführten Modellierungsansatzes

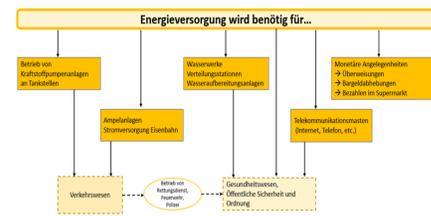


Abbildung 1: Interdependenzen im Energiesektor

Interdependenzen Kritischer Infrastrukturen

Betrachtung folgender Sektoren der KRITIS:

- Energieversorgung
- Informationstechnik und Telekommunikation
- Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
- Transport- und Verkehrswesen
- Gesundheitswesen



Abbildung 2: Überflutung einer informellen Siedlung in Folge des Ablassens von Wasser aus dem Weija-Dam.

Die Modellregion

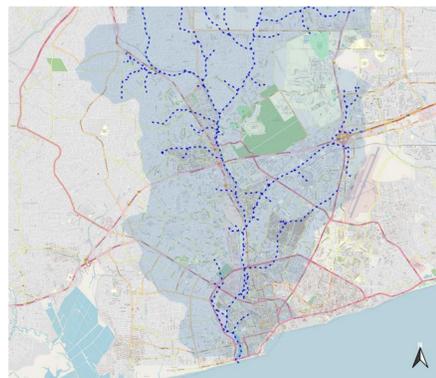


Abbildung 3: Modellregion in Accra

Die untersuchte Modellregion befindet sich in der ghanaischen Hauptstadt Accra, wobei insbesondere das Einzugsgebiet des „Odaw-Rivers“ betrachtet wird, der diese Region von Nord nach Süd durchquert. Auftretende Hochwasserarten in Accra resultieren aus Starkregen sowie dem sog. Urban-Runoff.

Gründe für die Hochwasserproblematik in Accra:

- Folgen des Klimawandels (bspw. sinkender Jahresniederschlag, aber erhöhte Regenmengen pro einzeltem Ereignis)
- Geringes BIP pro Kopf sowie eine in den letzten 70 Jahren um mehr als 100 % gestiegene Urbanisierungsrate
- Bau informeller Siedlungen in Überflutungsflächen des Odaw-Rivers
- Unzureichende Kanalisation, offenliegende Abwasserkanäle



Abbildung 4: Offenliegende Abwasserkanäle in einem Stadtteil von Accra.

Der Modellierungsansatz

Modellierung von Hochwasserschäden

Der Netzwerk- und Topologiebasierte Modellierungsansatz soll als Werkzeug in der Hochwasserrisikoanalyse eingesetzt werden. Die Netzwerkstruktur wird durch die drei nebenstehenden Geometriearten und der zugeordneten Attribute in der Geoinformationssoftware QGIS dargestellt.



Gesundheitswesen durch Punkte und Polygone.

Verarbeitung der Datengrundlage

Die in QGIS erstellten Daten werden mit der Software ProMaIDeS verarbeitet. Dabei werden mit den definierten Netzwerkeigenschaften für die Funktionsweise des KRITIS-Netzwerk relevante Informationen ermittelt und ausgegeben.

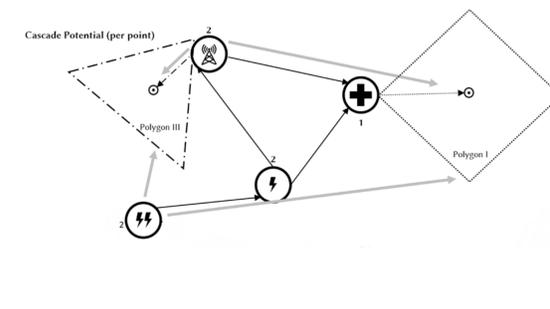
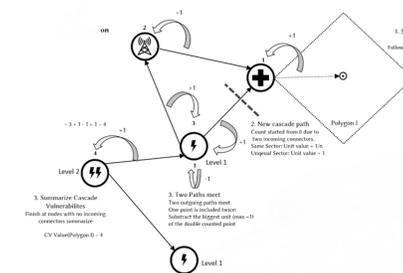


Abbildung 7 (rechts): Ermittlung der „Cascade Vulnerability“ in einem Netzwerk der Sektoren Energie-, Wasser- und Gesundheitsversorgung.

Strukturart	Attribut	Beschreibung	
Punkt (Netzwerknoten bzw. Endpunkt)	Point Identification	point_id	Einzellige Identifikation für jeden Punkt
	Point Name	point_name	Name der jeweiligen Struktur (bspw. Military Hospital Accra)
	x-, y-Koordinate	x-coordinate, y-coordinate	Koordinaten der jeweiligen Struktur
	Sector Identification	sec_id	Einzellige Identifikation des jeweiligen Sektors der Kritischen Infrastruktur
	Sector Level	sec_level	Darstellung der Hierarchie in einem Sektor durch die Vergabe von nach unten hinabsteigenden Levelnummern (bspw. ist 2 relevanter als 1)
	Threshold	threshold	Definiert den Wasserstand, ab dem eine Struktur nicht mehr funktionsfähig ist.
	Recovery Time	recovery_time	Zeit, bis eine Struktur nach einem Ausfall wieder handlungsfähig ist.
Polygon (Fläche)	Polygon Identification	polygon_id	Einzellige Identifikation für jeden Punkt
	Polygon Name	polygon_name	Name der jeweiligen Struktur (bspw. Military Hospital Accra)
	x-, y-Koordinate	x-coordinate, y-coordinate	Koordinaten der jeweiligen Struktur
	Sector Identification	sec_id	Einzellige Identifikation des jeweiligen Sektors der Kritischen Infrastruktur
	End User	end_user	Gibt die Anzahl der in dem Polygon lebenden Personen an.
Konnektor	Connector Identification		Einzellige Identifikation des jeweiligen Konnektors
	Source-, Sink Identification		Identifikation des Quellpunkts bzw. Identifikation der Empfänger-Punkte / Polygone
	Type of Source and Sink		Identifikation der jeweiligen Sektoren, denen der Quellpunkt und die Empfänger-Punkte / Polygone zugeordnet sind.

Netzwerkeigenschaften	Eigenschaft	Beschreibung
	Hub Value	Anzahl der von einem Punkt ausgehenden Konnektoren
	Authority Value	Anzahl der an einem Punkt eingehenden Konnektoren
	Failure Cascading Nodes / Cascade Vulnerability	Anzahl der Punkte pro Polygon, die durch ihren Ausfall eine Kaskade an weiteren Ausfällen auslösen
	Cascade Potential	Akkumulierte Relevanz eines Punkts für die Versorgung eines Polygons
	Heterogenic vs. Homogenic Degree Distribution	Anwendung der 80-20-Regelung zur Festlegung, ob es sich um ein homo- oder heterogenes Netzwerk handelt

Abbildung 6 (links): Prinzip zur Ermittlung des „Cascade Potential“ in einem Netzwerk der Sektoren Energie-, Wasser- und Gesundheitsversorgung.



Bewertung & Diskussion der Ergebnisse

Output der Modellierung

Die Daten der CIN-Modellierung werden sowohl im stationären, als auch im instationären Zustand ausgegeben. Dabei wird ein Zeitraum von 62 h simuliert, bis alle KRITIS in der Modellregion wieder funktionsfähig sind.

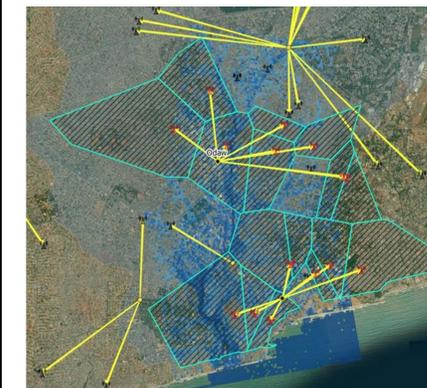


Abbildung 8: Darstellung der Abhängigkeiten in Folge eines Ausfalls von zwei Einrichtungen der Energieversorgung (schwarzer Kreis mit gelbem Rand). Die roten Symbole stellen die in Folge ausgefallenen Infrastrukturen der Informationstechnik und Telekommunikation sowie die betroffenen Flächen (schwarz schraffierte Bereiche) dar.

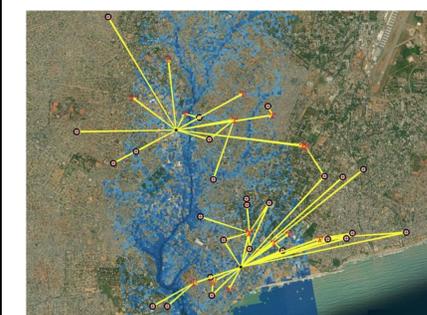


Abbildung 9: Von 164 eingepflegten KRITIS werden in dem betrachteten Szenario 7 Infrastrukturen direkt beeinträchtigt und weitere 38 Einrichtungen fallen aufgrund transsektoraler Beeinflussung (indirekt) aus.

Abbildungen 2, 3, 4 sowie teilweise 6 und 7: Dipl.-Ing. Roman Schotten

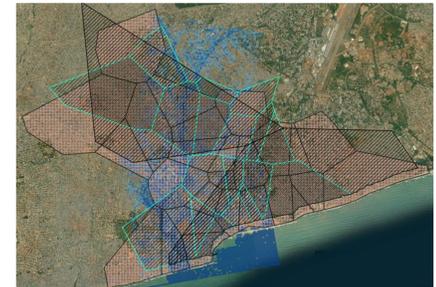


Abbildung 10: Verdeutlichung der Bedeutung zur Modellierung von indirekten Schäden an KRITIS in Folge von Überschwemmungen. Sowohl auf der rechten Seite der Grafik, als auch in der linken, oberen Ecke ist zu erkennen, dass die betroffenen Bereiche über das Einzugsgebiet der eigentlichen Überschwemmung hinausgehen.

Fazit

Der gewählte Modellierungsansatz bietet eine Möglichkeit, Zusammenhänge Kritischer Infrastrukturnetzwerke umfassend darzustellen. Außerdem kann diese Modellierung dazu dienen, das Verständnis für die Abhängigkeiten der KRITIS untereinander zu vertiefen und die Kritikalität dieser Interdependenzen anzuerkennen. Diese Ziele lassen sich jedoch nur erreichen, wenn die örtlichen Behörden und Versorgungsgesellschaften die Recherche bzgl. der Datengrundlage vollumfänglich unterstützen. Andernfalls ist davon auszugehen, dass nicht ausreichend Daten zur Verfügung stehen und, wie in dieser Modellierung, Annahmen (z. B. Werte für „Threshold“) getroffen werden mussten. Die Ergebnisse der in dieser Arbeit durchgeführten Modellierung sind somit nur als richtungsweisend für die Weiterentwicklung dieses Ansatzes zu verstehen.