

# Sozial auch ohne Netz – Soziale Medien bei Infrastrukturproblemen

Christian Reuter und Julian Hupertz

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen

## Zusammenfassung

Menschen tauschen sich aus und gerade in schwierigen Situationen ist Kommunikation sehr wichtig. In Katastrophenlagen, wie schweren Unwettern, sind jedoch teilweise zentrale Kommunikationsinfrastrukturen betroffen durch der durch Kommunikationsmedien unterstützte Informationsaustausch naturgemäß schwerer möglich als in Zeiten ohne solche Ausfälle. In jenen Fällen ist Kreativität erforderlich. Den Ansatz des *Infrastructuring*, d.h. der Re-Konzeptualisierung der eigenen Arbeit im Kontext bestehender und potentieller Werkzeuge, aufgreifend werden in diesem Artikel Kommunikationsmöglichkeiten in solchen Fällen untersucht. Basierend auf der Analyse der Verfügbarkeit von Kommunikationsinfrastrukturen wird betrachtet, welche Ansätze zur Kommunikation basierend auf alternativen und dezentralen Infrastrukturen wie MANETs, Wi-Fi und Bluetooth existieren und mithilfe von Smartphones nutzbar gemacht werden können.

## 1 Einleitung und Motivation

Flächendeckende Infrastrukturausfälle werden in Deutschland kaum als direkte Gefahr wahrgenommen. Der Ausfall kritischer Infrastrukturen, wie der Trinkwasser- und Lebensmittelversorgung, aber auch aller Informations- und Kommunikationstechnologien würde beispielsweise durch eine Unterbrechung der elektrischen Stromversorgung eine schwerwiegende Problematik darstellen (Deutscher Bundestag, 2011). Da die Wahrscheinlichkeit für Blackouts in Westeuropa als sehr gering gilt, ist die Vorbereitung für eine entsprechende Krisensituation als ausbaufähig anzusehen (Birkmann et al., 2010). Die physische und psychische Belastung der Bevölkerung durch einen längerfristigen Stromausfall und den dadurch bedingten Abbrüchen der Infrastrukturen sind überaus problematisch. Aufkommende Unsicherheiten und Angstgefühle steigern das Bedürfnis nach Informationen auf ziviler Seite (Volgger, Walch, Kumnig, & Penz, 2006). Die Brisanz wird anhand des Stromausfalls im Jahr 2005 im Münsterland deutlich: Bedingt durch starke Schneefälle und Frost konnten 250.000 Menschen längere Zeit nicht mit Strom versorgt werden. Die Koordination von Schutzmaßnahmen sowie

Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e.V. 2016 in  
B. Weyers, A. Dittmar (Hrsg.):  
Mensch und Computer 2016 – Workshopbeiträge, 4. - 7. September 2016, Aachen.  
Copyright © 2016 bei den Autoren.  
<http://dx.doi.org/10.18420/muc2016-ws01-0004>

die Versorgung der Bevölkerung erweisen sich in einer solchen Situation als große Herausforderungen für den Bevölkerungsschutz (Birkmann et al., 2010).

Gerade soziale Medien, die „Vernetzung und Kommunikation zwischen Nutzern sowie das Erstellen und Veröffentlichen von nutzergenerierten Inhalten unterstützen“ (Stieglitz, 2015), haben sich auch im Rahmen von Ausnahmesituationen zu einem wichtigen Kommunikationsmittel entwickelt (Reuter, Ludwig, Kaufhold, & Spielhofer, 2016; Reuter, Marx, & Pipek, 2011). Der direkte Kontakt ist eine sehr relevante, laut Helsloot und Beerens (2009) sogar die relevanteste, Informationsquelle in Ausnahmesituationen. Anwender können bei Netzausfällen jedoch nicht mehr vollständig von diesem hohen Informationsaufkommen profitieren. Während die technische Kommunikation trotz des Stromausfalls nur für ein gewisses Zeitintervall über das (mobile) Internet sowie das Mobilfunknetz gegeben ist (Reuter & Ludwig, 2013) und damit beispielsweise die Unterstützung der Kommunikation durch soziale Medien nach wie vor ermöglicht wird (Kaufhold & Reuter, 2014), sind mobile Geräte auch bei einem Ausfall der Kommunikationsinfrastrukturen für eine gewisse Zeit noch dezentral kommunikationsfähig. Schnittstellen wie Bluetooth und WiFi-Direct ermöglichen den direkten Datenaustausch zwischen Endgeräten. Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich die Motivation, im Kontext von Infrastrukturausfällen die Unterstützung der Kommunikation mit den dezentralen Fähigkeiten von mobilen Endgeräten zu verknüpfen, um Möglichkeiten für die Verteilung krisenrelevanter Informationen, gegebenenfalls sogar aus sozialen Medien, abzuleiten. In diesem Beitrag soll daher diskutiert werden, ob und wie soziale Medien auch ohne zentrale Infrastruktur funktionieren, wie diese sozial (lat. *socialis*; gesellschaftlich) bleiben können und welche Infrastrukturen hierfür genutzt oder nutzbar gemacht werden können.

## 2 Verfügbarkeit zentraler Kommunikationsinfrastrukturen

Die Infrastrukturen im Bereich Mobilfunk, Festnetz, Internet und Datennetze haben je nach Dauer eines Stromausfalls verschiedene Belastbarkeiten. Größere und kleinere Datennetze fallen unverzüglich aus, wenn keine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) bzw. Notstromversorgung zur Sicherung von Routern oder Switches eingesetzt wird. Das Internet bleibt grundsätzlich verfügbar, da die zentralen Rechenzentren der Provider durch Notstromversorgungen gesichert oder bei regionalen Ausfällen gar nicht betroffen sind. Möglicherweise fallen einzelne Knotenpunkte jedoch aus. Weiterhin sind bei einem Stromausfall stationäre PCs nicht mehr nutzbar. Laptops haben meist eine Akkulaufzeit von zwei bis fünf Stunden, können aber auch ausgeschaltet werden, um den Energieverbrauch zu senken und auf diesem Wege über einen längeren Zeitraum Kommunikationsspielräume bieten. Sofern ein Laptop über gewöhnliche Datennetze kommunizieren soll, entsteht ein ähnliches Problem, da die notwendigen Netzwerkkomponenten zum Weiterleiten von Datenpaketen nicht mehr verfügbar sind (Router, Switches).

In Abbildung 1 sind die Szenarien von Hiete et al. (2010) in Abhängigkeit der Zeitdauer der Stromausfälle zusammengefasst. Das Festnetz, zu dem unter anderem auch DSL-Modems bzw. DSL-Router gezählt werden können, wird durch Notstromversorgung aufrechterhalten. Einige Schnurlostelefone funktionieren auch ohne Lademöglichkeit länger als 24 Stunden.

Modems oder Router benötigen jedoch eine eigene Stromversorgung und können daher nicht mehr betrieben werden. Beim Mobilfunknetz fallen einzelne Basisstationen direkt aus, sofern sie ungesichert sind. Während einer Krise bzw. eines Stromausfalls sorgt dies innerhalb der ersten acht Stunden für Überlastungen der Netze, sodass Engpässe innerhalb der Kommunikation entstehen können (Hiete et al., 2010). Ähnliche Angaben führen auch Boehme et al. (2011) an.

Bereich	Szenario A (< 8 h)	Szenario B (8–24 h)	Szenario C (> 24 h)
Mobilfunk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sofortiger Ausfall ungesicherter Basisstationen</li> <li>- Ausfall USV-gesicherter Basisstationen (2 h)</li> <li>- Ausfall zentraler Verbindungsstationen (Base Station Controller (BSC)) (ca. 4–6 h)</li> <li>- Überlastung der Netze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Mobilfunktelefonen (je nach Ladezustand des Akkus)</li> <li>- Ausfall notstromversorgter Basisstationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibstoffmangel für die Notstromversorgung</li> <li>- Ausfall von Mobilfunk-Schaltzentralen (Mobile Switching Center (MSC)) (ca. 4 Tage)</li> <li>- Ausfall mobiler Telefongeräte (ca. 4–6 Tage ohne Gespräche)</li> </ul>
Festnetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von schnurlosen Telefonen (ohne Akku in Basisstation)</li> <li>- Ausfall von ISDN-Telefonen ohne Notbetriebsmodus</li> <li>- Ausfall von DSL-Modem/Router</li> <li>- Ausfall von Kabelmodems</li> <li>- kurzfristige Netzunterbrechungen</li> <li>- Ausfall von USV Vermittlungsstellen</li> <li>- Aktivierung von NSV Vermittlungsstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Schnurlostelefonen (mit Akku in Basisstation, je nach Ladezustand)</li> <li>- Ausfall von ISDN-Telefonen mit Notbetriebsmodus</li> <li>- Teilausfälle im Netz</li> <li>- Ausfall kleinerer Vermittlungsstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Schnurlostelefonen (mit Akku in Basisstation, je nach Ladezustand)</li> <li>- Ausfall der NSV zentraler Vermittlungsstellen (ca. 3–4 Tage)</li> <li>- Treibstoffmangel für die Notstromversorgung</li> </ul>
Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Routern, Switches</li> <li>- Ausfall von Modems</li> <li>- Ausfall von Kabelmodems</li> <li>- Ausfall nicht USV-gesicherter Server</li> <li>- Ausfall von PC und Laptops (2–5h)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Laptops</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibstoffmangel für die Notstromversorgung</li> <li>- Ausfall der Notstromversorgung von Rechenzentren (ca. 1 Woche)</li> </ul>
Datennetze	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausfall von Routern, Switches</li> <li>- Ausfall von PC und Laptops</li> <li>- Ausfall nicht USV-gesicherter Server</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibstoffmangel für die Notstromversorgung</li> <li>- Ausfall der Notstromversorgung von Rechenzentren (ca. 1 Woche)</li> </ul>

Abbildung 1: Auswirkungen von Stromausfällen (Hiete et al., 2010, p. 23, Ausschnitt ohne BOS-Funk)

In aller Regel sind Stromausfälle trotz ihrer Auswirkungen immer auf eine bestimmte Region beschränkt. So waren die beschriebenen Kommunikationsmöglichkeiten während des Stromausfalls im Jahr 2005 im Münsterland limitiert, außerhalb der Region jedoch in vollem Umfang verfügbar (Birkmann et al., 2010). Sofern relevante Informationen über die üblichen technischen Kommunikationswege verbreitet werden, gibt es Personen und Gruppen, die sich außerhalb des betroffenen Gebiets bewegen und solche Informationen empfangen können, beispielsweise über eine Webseite oder auch über Radio. Gleichzeitig bietet das Mobilfunknetz spätestens bis zu seiner Überlastung die Möglichkeit zu kommunizieren. *Smartphones* als gängige mobile Endgeräte für die Nutzung des Mobilfunknetzes verfügen darüber hinaus über einige Schnittstellen, wie zum Beispiel Bluetooth, die eine lokale, direkte Kommunikation ermöglichen und somit die Übermittlung wichtiger Informationen in eine oder in einer Krisenregion auch über einen Ausfall hinaus unterstützen können. Außerdem können Smartphones ein- und ausgeschaltet werden, um die Laufzeit zu konservieren. Da Helsloot und Beerens (2009) den direkten Kontakt beim Stromausfall in den Niederlanden 2007 als die wichtigste

Informationsquelle identifizieren, besteht auf Basis dieses Untersuchungsergebnisses möglicherweise Potenzial für den Aufbau direkter Kommunikationsverbindungen zwischen zwei oder mehreren Smartphones als Unterstützung des direkten Kontakts.

Die Verfügbarkeit wichtiger Kommunikationsinfrastrukturen (Mobilfunk, Festnetz,...) (Lorenz, 2010) ist eng mit der elektrischen Versorgung verbunden. Die beschriebenen Kommunikationsinfrastrukturen sind durch den Ausfall der verschiedensten Peripheriegeräte im Krisenszenario Stromausfall fast unmittelbar nicht mehr verfügbar. Die Ausnahme bilden aus zwei Gründen Mobilfunkgeräte. Erstens sind die entsprechenden Basisstationen, die als Sende- und Empfangspunkte der Mobilfunksignale dienen, weitestgehend gesichert und erhalten daher die Kommunikationswege für eine bestimmte Zeit aufrecht. Dies trifft auch auf andere Infrastrukturen zu, allerdings benötigen die meisten Endgeräte eine direkte Stromversorgung. Der zweite und entscheidendere Grund ist, dass Mobilfunkgeräte nach einem Stromausfall und nach Ausfall des Mobilfunknetzes in einer Region noch Kommunikationsmöglichkeiten untereinander besitzen. Smartphones und alternativ auch Tablets vermögen, infrastrukturelle Ausfälle durch Funk-Schnittstellen wie Bluetooth und WiFi-Direct aufzufangen. Beides sind Funk-Technologien, die sich zur Datenübertragung eignen. Bei Bluetooth werden direkte Funkverbindungen zwischen einzelnen Geräten aufgebaut. WiFi-Direct stellt analog zu Bluetooth eine Möglichkeit dar, über die WiFi-Schnittstelle eines Endgerätes Direktverbindungen zwischen zwei Geräten zu etablieren (Bluetooth SIG, 2014; Wi-Fi Alliance, 2016).

### 3 Aneignung alternativer, dezentraler Infrastrukturen

Auch wenn jene zuvor beschriebenen zentralen Infrastrukturen die Zusammenarbeit nicht optimal unterstützen, besteht ein gewisses Potential von Seiten alternativer Infrastrukturen. Der Begriff der Infrastruktur stammt aus dem Lateinischen *infra* (unten) und umfasst alle grundlegenden Strukturen, die für den Betrieb einer Gesellschaft notwendig sind. Die Ausdeutung der definierten „Notwendigkeit“ wird durch Engeströms (1990) Kritik am Begriff „Werkzeug“ deutlich, welcher ein Werkzeug als nicht „eingefrorene“ Sache mit vorgegebenen Eigenschaften ansieht, sondern erläutert, dass dies erst für jemanden zu einem Werkzeug wird, wenn es zu einer bestimmten Tätigkeit genutzt wird. Die tatsächliche Verwendung steht also im Vordergrund und macht es zu dem, was es ist.

Dies aufgreifend beschreiben Star and Ruhleder (1996) Infrastruktur als etwas, dass gebaut und gewartet wird, aber dann in einen unsichtbaren Hintergrund rückt, da es transparent erscheint. Pipek & Wulf (2009) definieren Arbeitsinfrastruktur als die Gesamtheit von Vorrichtungen, Werkzeugen, Technologien, Standards, Konventionen und Protokollen, auf denen der *Einzelne* oder das *Kollektiv* sich verlassen, um die Aufgaben zu erfüllen und die Ziele zu erreichen (S. 455). Infrastruktur wird der Definition folgend in Teilen also zu etwas Persönlichem, welches nicht zwingend zentral bereitgestellt wird. „*Infrastructuring*“ wird zur Re-Konzeptualisierung der eigenen Arbeit im Rahmen der bestehenden, potentiellen, oder in Betracht gezogenen Werkzeuge (S. 469).

### 3.1 Dezentrale Ansätze

Verschiedene Studien stellen Prototypen vor, welche die Informationsverteilung bei Kommunikationsinfrastrukturausfällen thematisieren: Mit *Local Cloud System* (Al-Akkad, Raffelsberger, et al., 2014) können *Tweets* geladen, zwischen mobilen Endgeräten ausgetauscht und auf Twitter hochgeladen werden. Der direkte Austausch wird über die Erstellung von Wi-Fi-Netzwerken ermöglicht, mit denen sich Kommunikationspartner verbinden können. In ähnlicher Art und Weise arbeitet der *Twimight* (Hossmann, Legendre, Carta, Gunningberg, & Rohner, 2011). Hier wird ein sogenannter *Disaster Mode* zur Verfügung gestellt, der es Anwendern ermöglicht, auch ohne Internetverbindung *Tweets* abzusetzen. Diese werden erst nach erfolgreicher Internetverbindung hochgeladen. Gleichzeitig sucht die Anwendung in opportunistischer Art und Weise nach Bluetooth-Verbindungen zu anderen mobilen Geräten und tauscht lokal gespeicherte *Tweets* aus.

Eine etwas andere Herangehensweise wird in Form des *Help Beacons Systems* (Al-Akkad, Ramirez, et al., 2014) aufgezeigt. Dabei werden die Informationen direkt in die *SSID* eines Wi-Fi-Netzwerkes geschrieben, die durch andere Smartphones gefunden und ausgelesen werden können. Nishiyama et al. (2014) schlagen *Relay-by-Smartphone* vor, in dem es durchgängige Device-to-Device (D2D) Kommunikation (von Benutzern in zellularen Netzen ohne Basisstation), gibt und beziehen sich damit auf Fälle wie das Erdbeben in Japan im Jahr 2011. Die Autoren stellen eine Schichtenarchitektur vor, die verschiedenste Geräte und Funktechnologien übergreifend vereinheitlicht, um in Situationen von Kommunikationsausfällen neue Wege der Vernetzung zu schaffen.

*BlaCom* stellt einen Prototypen zur Anzeige krisenrelevanter Informationen dar, der sich auf den Zeitraum zwischen dem Ausfall des Mobilfunknetzwerkes bzw. der dann eintretenden Notstromversorgung, sowie dessen häufig auftretenden anschließenden Überlastung bezieht (Reuter & Ludwig, 2013). Orts- und einstellungsspezifische Informationen sollen Anwendern innerhalb dieses Zeitraumes helfen, sich besser zu orientieren und gleichzeitig die Netzlast zu minimieren. *SOMAP (Social Offline Map) 2.0* ermöglicht die Nutzung sozialer Medien auch ohne Mobilfunknetz, basierend auf mobilen ad-hoc Netzwerken und Smartphones (Reuter, Ludwig, Kaufhold, & Hupertz, 2016) und dem pro-aktiven Laden von Kartendaten, aus *SOMAP 1.0* (Reuter, Ludwig, Funke, & Pipek, 2015).

Neben den verschiedenen Ansätzen aus der Forschung existieren im Google PlayStore Applikationen, die den Aufbau von Ad-Hoc-Netzwerken unterstützen: *OpenGarden* ermöglicht Ad-Hoc-Verbindungen über Bluetooth und Wi-Fi-Direct zwischen verschiedenen Geräten. Die Geräte bauen untereinander Virtual Private Network (VPN) Verbindungen auf und nutzen andere Netzwerkteilnehmer als zusätzliche Internet-Gateways. Die Anwendung funktioniert nur, wenn mindestens einer der Teilnehmer Internetzugriff hat. Das Ziel ist es insbesondere, die Verbreitung der Internetzugänge zu erhöhen (Shalunov, 2013). *The ServalMesh* ist eine Android-App, die in Zusammenarbeit mit dem Roten Kreuz in Neuseeland entwickelt wird und Ad-Hoc-Vernetzungen über Bluetooth und den Wi-Fi Ad-Hoc-Modus ermöglicht. Dieser ist in gängigen Wi-Fi-Geräten nicht verfügbar, da Devices zu dessen Nutzung gerootet werden

müssen. Über die App kann innerhalb des Ad-Hoc-Netzwerkes telefoniert und gechattet werden. Ferner ist es möglich, in Peer-to-Peer (P2P) Manier Dateien hoch- und herunterzuladen (Gardner-Stephen, 2011).

## 3.2 Herausforderungen

Ein „soziales“ Medium sollte neben dem (lesenden) Zugriff auf das Internet, das Erstellen von und Antworten auf Daten aus soziale Medien ermöglichen. Gerade im gewählten Szenario bedeutet dies neben der Nutzung sozialer Medien und deren ortsbezogene Anzeige auch die Ermöglichung einer Ad-Hoc-Vernetzung bei Ausfall der Kommunikationsinfrastruktur. Die vorgestellten Lösungen decken dies wie folgt ab:

Das *Local Cloud System* beinhaltet zwar die Faktoren Ad-Hoc-Vernetzung und soziale Medien, lässt jedoch die Verwendung und Verarbeitung ortsbezogener Daten außen vor. Dies trifft ebenso für die Nutzung von Twitter im *Disaster Mode* zu, wobei hier der Punkt der Ad-Hoc-Vernetzung noch stärker vernachlässigt wird, da es sich lediglich um opportunistische Kommunikationswege handelt. Das *Help Beacons System* eignet sich beispielsweise als sinnvolle Anwendung für Rettungskräfte, verbindet mobile Endgeräte jedoch lediglich in opportunistischer Art und Weise und fokussiert sich nicht auf die anderen Aspekte.

Das Konzept *Relay-by-Smartphone* konzentriert sich auf eine ganzheitliche Erschließung der Ad-Hoc-Vernetzung über verschiedene technische Geräte und Funktechnologien hinweg. Dabei werden andere Faktoren vernachlässigt bzw. gar nicht betrachtet. *OpenGarden* versucht, über Ad-Hoc-Vernetzung die Reichweite des Mobilfunknetzes bzw. von WiFi-Hotspots zu erhöhen. Dabei bezieht sich die App im Wesentlichen auf infrastrukturelle Aufgaben und nicht auf die Aspekte der Einbindung sozialer Medien oder der direkten Kommunikation. *BlaCom* beinhaltet die Verteilung von orts- und einstellungsspezifischen Informationen, berücksichtigt jedoch nicht die Punkte Ad-Hoc-Vernetzung, soziale Medien.

*The ServalMesh* scheint sich den Punkten am ehesten zu nähern, denn es ermöglicht Ad-Hoc-Vernetzung und auf dieser Basis Telefonie und Chat zur direkten Kommunikation. Allerdings fehlen die Aspekte der Einbindung sozialer Medien. *SOMAP 2.0* bietet hierzu einen ersten Ansatz. Insgesamt kann jedoch konstatiert werden, dass die Nutzung noch keine Verbreitung findet. Diese ist zur praktischen Nutzung bei kooperativen Technologien jedoch notwendig.

## 4 Zwischenfazit und Ausblick

Der direkte, soziale Kontakt ist eine äußerst wichtige Informationsquelle in Ausnahmesituationen (Helsloot & Beerens, 2009). Auch wenn zentrale Infrastrukturen den Kommunikations- und Informationsaustausch nicht immer unterstützen können, bieten sich durch dezentrale Infrastrukturen ergänzende Möglichkeiten, die jedoch von einer hinreichenden Nutzung abhängen, damit ein Informationsaustausch zwischen den als Teil der Infrastruktur fungierenden Teilnehmern überhaupt möglich wird. *MANETs* können in solchen Situationen dazu genutzt werden, neue und dynamische Infrastrukturen aufzubauen. Aufgrund mehrerer Verbindungen

zwischen verschiedenen Netzwerkknoten bieten sie einen gewissen Grad an Zuverlässigkeit (Kargl, 2003). *P2P*-Systeme, deren Ziel die gleichmäßige, dezentrale Verteilung bestimmter Aufgaben ist, können darüber hinaus als Ausgangspunkt für die Gestaltung von Applikationen dienen, die hinsichtlich mobiler Endgeräte und Individuen in eher wechselhaften Umweltbedingungen operationalisiert sind. Die Umsetzung der besprochenen Funktionalitäten in der Praxis scheint noch nicht gegeben zu sein. Ob einzelne Apps, die dies ermöglichen, und die dann wiederum eine kritische Nutzerzahl erfordern, oder die automatische Vorinstallation solcher Anwendungen (unter Berücksichtigung aller datenschutzrelevanten Fragestellungen) der richtige Weg ist, muss ausdiskutiert werden. Fakt ist jedoch: Nutzen nur sehr wenige Akteure bei Ausfall zentraler Infrastrukturen solche Ansätze und entsprechende Apps, sinkt die generelle Möglichkeit des Informationsaustauschs.

### Literaturverzeichnis

- Al-Akkad, A., Raffelsberger, C., Boden, A., Ramirez, L., Zimmermann, A., & Augustin, S. (2014). Tweeting “When Online is Off”? Opportunistically Creating Mobile Ad-hoc Networks in Response to Disrupted Infrastructure. In S. R. Hiltz, M. S. Pfaff, L. Plotnick, & P. C. Shih (Eds.), *Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)* (pp. 657–666).
- Al-Akkad, A., Ramirez, L., Boden, A., Randall, D., Zimmermann, A., & Augustin, S. (2014). Help Beacons: Design and Evaluation of an Ad-Hoc Lightweight S.O.S. System for Smartphones. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (pp. 1485–1494).
- Birkmann, J., Bach, C., Guhl, S., Witting, M., Welle, T., & Schmude, M. (2010). *State of the Art der Forschung zur Verwundbarkeit Kritischer Infrastrukturen am Beispiel Strom / Stromausfall. Risk Management*. Berlin, Germany. Retrieved from <http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe>
- Bluetooth SIG. (2014). A Look at the Basics of Bluetooth Technology. Retrieved from <http://www.bluetooth.com/Pages/Basics.aspx>
- Boehme, K., Geißler, S., & Schweer, B. (2011). Szenario eines großflächigen und lang anhaltenden Stromausfalls in Berlin. Retrieved from [http://www.tanknotstrom.de/assets/content/images/pdfs/Szenario\\_Berlin\\_2012.04.23.pdf](http://www.tanknotstrom.de/assets/content/images/pdfs/Szenario_Berlin_2012.04.23.pdf)
- Deutscher Bundestag. (2011). *Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung*. (T. Petermann, H. Bradke, A. Lüllmann, M. Poetzsch, & U. Riehm, Eds.). Retrieved from [dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf](http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf)
- Engeström, Y. (1990). When Is a Tool? Multiple Meanings of Artifacts in Human Activity. In *Learning, Working and Imagining* (pp. 171–195). Helsinki, Finland: Orienta-Konsultit Oy.
- Gardner-Stephen, P. (2011). The Serval Project : Practical Wireless Ad-Hoc Mobile Telecommunications. Retrieved from [http://developer.servalproject.org/files/CWN\\_Chapter\\_Serval.pdf](http://developer.servalproject.org/files/CWN_Chapter_Serval.pdf)
- Helsloot, I., & Beerens, R. (2009). Citizens’ response to a large electrical power out-age in the Netherlands in 2007. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 17(1), 64–68.
- Hiete, D. M., Merz, M., & Trinks, C. (2010). *Krisenmanagement Stromausfall Kurzfassung - Krisenmanagement bei einer großflächigen Unterbrechung der Stromversorgung am Beispiel Baden-Württemberg*. (Innenministerium Baden-Württemberg & Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Eds.). Stuttgart.
- Hossmann, T., Legendre, F., Carta, P., Gunningberg, P., & Rohner, C. (2011). Twitter in Disaster Mode : Opportunistic Communication and Distribution of Sensor Data in Emergencies. In *Proceedings of ExtremeCom* (pp. 1–6). Manaus, Brazil: ACM Press.

- Kargl, F. (2003). *Sicherheit in Mobilien Ad hoc Netzwerken*. Universität Ulm. Retrieved from [http://www.tostermann.de/1\\_public/dissertation MANET.pdf](http://www.tostermann.de/1_public/dissertation%20MANET.pdf)
- Kaufhold, M.-A., & Reuter, C. (2014). Vernetzte Selbsthilfe in Sozialen Medien beim Hochwasser 2013 in Deutschland. *I-Com - Zeitschrift Für Interaktive Und Kooperative Medien*, 13(1), 20–28.
- Lorenz, D. F. (2010). *Kritische Infrastrukturen aus Sicht der Bevölkerung*. Forschungsforum Öffentliche Sicherheit der FU Berlin. Retrieved from <http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe/>
- Nishiyama, H., Ito, M., & Kato, N. (2014). Relay-by-Smartphone: Realizing Multihop Device-to-Device Communications. *Communications Magazine, IEEE*, 52(April), 56–65.
- Pipek, V., & Wulf, V. (2009). Infrastructuring: Toward an Integrated Perspective on the Design and Use of Information Technology. *Journal of the Association for Information Systems (JAIS)*, 10(5), 447–473.
- Reuter, C., & Ludwig, T. (2013). Anforderungen und technische Konzepte der Krisenkommunikation bei Stromausfall. In M. Hornbach (Ed.), *Informatik 2013 - Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt* (pp. 1604–1618). Koblenz, Germany: GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI).
- Reuter, C., Ludwig, T., Funke, T., & Pipek, V. (2015). SOMAP: Network Independent Social-Offline-Map-Mashup. In L. Palen, M. Büscher, T. Comes, & A. L. Hughes (Eds.), *Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*. Kristiansand, Norway.
- Reuter, C., Ludwig, T., Kaufhold, M.-A., & Hupertz, J. (2016). Social Media Resilience during Infrastructure Breakdowns using Mobile Ad-Hoc Networks. In V. Wohlgenuth (Ed.), *Advances and New Trends in Environmental Informatics - Proceedings of the 30th EnviroInfo Conference*. Berlin, Germany: Springer.
- Reuter, C., Ludwig, T., Kaufhold, M.-A., & Spielhofer, T. (2016). Emergency Services Attitudes towards Social Media: A Quantitative and Qualitative Survey across Europe. *International Journal on Human-Computer Studies (IJHCS)*. Retrieved from [http://www.cscw.uni-siegen.de/publikationen/dokumente/2016/2016\\_reuteretal\\_emergencyservicesattitudessurveysocialmedia.pdf](http://www.cscw.uni-siegen.de/publikationen/dokumente/2016/2016_reuteretal_emergencyservicesattitudessurveysocialmedia.pdf)
- Reuter, C., Marx, A., & Pipek, V. (2011). Disaster 2.0: Einbeziehung von Bürgern in das Krisenmanagement. In M. Eibl (Ed.), *Mensch & Computer 2011: Übermedien Übermorgen* (pp. 141–150). München, Germany: Oldenbourg-Verlag. Retrieved from <http://www.oldenbourg-link.com/doi/abs/10.1524/9783486712742.141>
- Shalunov, S. (2013). Open Garden: Multi-hop Wi-Fi Offload. Retrieved from [https://opengarden.com/Multi-hop\\_Wi-Fi\\_Offload.pdf](https://opengarden.com/Multi-hop_Wi-Fi_Offload.pdf)
- Star, S. L., & Ruhleder, K. (1996). Steps toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large. *Information Systems Research*, 7(1), 111–134.
- Stieglitz, S. (2015). Social Media. Retrieved from [www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/daten-wissen/Wissensmanagement/Soziales-Netzwerk/Social-Media/](http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/daten-wissen/Wissensmanagement/Soziales-Netzwerk/Social-Media/)
- Volgger, S., Walch, S., Kumnig, M., & Penz, B. (2006). *Kommunikation vor, während und nach der Krise - Leitfaden für Kommunikationsmanagement anhand der Erfahrungen des Hochwasserereignisses Tirol 2005*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit in Zusammenarbeit mit SVWP Kommunikationsmanagement und dem Management Center Innsbruck (MCI). Retrieved from [http://www.tirol.gv.at/fileadmin/www.tirol.gv.at/themen/tirol-und-europa/downloads/Publikation\\_Krisen-\\_und\\_Risikokommunikation.pdf](http://www.tirol.gv.at/fileadmin/www.tirol.gv.at/themen/tirol-und-europa/downloads/Publikation_Krisen-_und_Risikokommunikation.pdf)
- Wi-Fi Alliance. (2016). Wi-Fi Direct. Retrieved from <http://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-direct>