

# Proceedings des Workshops „Mensch-Computer-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen“

Workshop der Fachgruppe *Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen* ([www.fg-mmi-sks.de](http://www.fg-mmi-sks.de)) des GI-Fachbereichs *Mensch-Computer-Interaktion* im Rahmen der Konferenz *Mensch & Computer 2016* am So. 4.9.2016 in Aachen<sup>1</sup>

Herausgeber:

Christian Reuter<sup>1</sup>, Tilo Mentler<sup>2</sup>, Stefan Geisler<sup>3</sup>, Michael Herczeg<sup>2</sup>,  
Thomas Ludwig<sup>1</sup>, Volkmar Pipek<sup>1</sup>, Simon Nestler<sup>4</sup>, Johannes Sautter<sup>5</sup>

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen<sup>1</sup>

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck<sup>2</sup>

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West<sup>3</sup>

Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt<sup>4</sup>

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Ansprechpartner: Dr. Christian Reuter, Universität Siegen ([christian.reuter@uni-siegen.de](mailto:christian.reuter@uni-siegen.de))

## Inhalt:

### Editorial

*Christian Reuter, Tilo Mentler, Stefan Geisler, Michael Herczeg,  
Thomas Ludwig, Volkmar Pipek, Simon Nestler, Johannes Sautter*

**Aktuelle Ansätze zur Mensch-Computer-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen**

### Themenblock I: Usability und User Experience

*Tilo Mentler und Michael Herczeg (Universität zu Lübeck)*

**On the Role of User Experience in Mission- or Safety-Critical Systems**

### Themenblock II: Krisenkommunikation

*Kristian Rother, Inga Karl und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt)*

**Ein konzeptuelles Modell für Kommunikationsstrategien in Krisen**

*Michael Klafft (Jade Hochschule) und Niklas Reinhardt (Fraunhofer FOKUS)*

**Information and interaction needs of vulnerable groups with regard to disaster alert apps**

*Christian Reuter and Julian Hupertz (Universität Siegen)*

**Sozial auch ohne Netz – Soziale Medien bei Infrastrukturproblemen**

### Themenblock III: Freiwillige Helfer

*Henrik Detjen, Susanne Volkert und Stefan Geisler (Hochschule Ruhr-West)*

**Categorization of Volunteers and their Motivation in Crisis Events“**

*Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus und Robin Stumpf (Universität Siegen)*

**Koordination der ungebundenen Flüchtlingshilfe durch soziale Medien**

### Themenblock IV: Datenanalyse

*Kristian Rother, Inga Karl und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt)*

**Ein Konzept für die Klassifizierung subjektiver Sicherheit in Tweets**

*Sebastian Sporrer und Norbert Jung (Hochschule Bonn-Rhein-Sieg)*

**Überwachung von Industrierobotern mittels Nahinfrarot-Kamerasystem**

Veröffentlicht im Workshopband Mensch & Computer 2016, Oldenbourg-Verlag  
(im Erscheinen)

# Aktuelle Ansätze zur Mensch-Computer-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen

Christian Reuter<sup>1</sup>, Tilo Mentler<sup>2</sup>, Stefan Geisler<sup>3</sup>, Michael Herczeg<sup>2</sup>,  
Thomas Ludwig<sup>1</sup>, Volkmar Pipek<sup>1</sup>, Simon Nestler<sup>4</sup>, Johannes Sautter<sup>5</sup>

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen<sup>1</sup>

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck<sup>2</sup>

Institut Informatik, Hochschule Ruhr West<sup>3</sup>

Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt<sup>4</sup>

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO<sup>5</sup>

## 1 Einleitung

Die zunehmende Durchdringung der Lebenswelt mit IT macht auch nicht vor sicherheitskritischen Systemen halt. Anwendungsfelder betreffen kritische Infrastrukturen, Leitstellensysteme, Fahrzeug- und Verkehrsführungssoftware, Prozessführungssysteme, Produktionstechnologien, Anwendung der Medizintechnik, des Krisenmanagements, der Gefahrenabwehr oder des Terrorismus. Die Mensch-Computer-Interaktion in solchen sicherheitskritischen Systemen und Anwendungsfeldern ist eine Herausforderung nicht nur für die Informatik, sondern eine interdisziplinäre Aufgabe an der Schnittstelle vieler Disziplinen. Zunehmend müssen auch mobile Kontexte und Endgeräte sowie soziale Netzwerke in die Betrachtungen einbezogen werden.

Generell kann eine zunehmende Nutzung „interaktiver und multimedialer Computersysteme zum Betrieb sicherheitskritischer Anwendungen“ beobachtet werden (Herczeg, 2014). Die Bedeutung dieses Themas wird seit einigen Jahren auch durch den Arbeitskreis und die 2015 daraus entstandene Fachgruppe „Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen“ ([www.fg-mmi-sks.gi.de](http://www.fg-mmi-sks.gi.de)) des Fachbereichs „Mensch-Computer-Interaktion“ der Gesellschaft für Informatik (GI) repräsentiert. Eine Aktivität ist ein jährlich auf der größten deutschsprachigen wissenschaftlichen Konferenz zum Thema Mensch-Computer-Interaktion, der „Mensch & Computer“, stattfindender Workshop (Reuter et al., 2014; Reuter, Mentler, Geisler, et al., 2015), aus dem heraus bereits zwei Special Issues in internationalen Journals (Reuter, Mentler, & Geisler, 2015; Reuter, 2015a) mit ausgewählten und erweiterten Artikeln

veröffentlicht werden konnten. Thematisiert wurden freiwillige und ungebundene Helfer, Unternehmen, Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben auf Seiten der Adressaten und beispielsweise Nutzeranforderungen (Detjen, Geisler, & Bumiller, 2015), Gestaltungsgrundsätze (Mentler & Herczeg, 2014), Interaktionskonzepte (Sautter, Böspflug, & Schneider, 2015), Hindernisse (Reuter & Scholl, 2014), Smartphone Apps (Karl, Rother, & Nestler, 2015), Public Displays (Ludwig, Kotthaus, & Dongen, 2015), Head-Mounted Displays (Berndt, Mentler, & Herczeg, 2015), Smart Services (Reuter, 2015b) oder Cyber-Physische Produktionssysteme (Ludwig, Kotthaus, & Pipek, 2015) auf Seiten der dies adressierenden Konzepte.

Die spezifischen Herausforderungen des Fachgebiets bedürfen jedoch auch weiterhin einer Diskussion und der Entwicklung neuer Methoden und Ansätze zur Gestaltung von Informationssystemen. Diese sollen dieses Jahr adressiert werden. Generell fokussieren wir eher auf die Effekte von Technologien auf realweltliche Praktiken, als auf die isolierte Technologie. Auch der auf diesen Beiträgen basierende Workshop legt aktuelle Entwicklungen und Fragestellungen offen und gibt neue Impulse für das Forschungsgebiet. Der Workshop wird dabei zweigeteilt gestaltet: Innerhalb des ersten Teils wird den Vortragenden die Möglichkeit gegeben die eigenen Forschungsarbeiten zu präsentieren. Dabei sind sowohl designorientierte, praxisbasierte Analysen und Studien, als auch entwickelte und evaluierte Prototypen neuer Technologien von Interesse. Es wird den Vortragenden die Möglichkeit gegeben die eigenen Forschungsarbeiten teilweise in einem eher frühen Stadium in kompakter Form zu präsentieren und anschließend in Hinblick auf deren Weiterentwicklung diskutieren.

## 2 Angenommene Beiträge

Die auf Basis eines doppelt blinden Peer-Reviews selektierten Beiträge adressieren aktuelle Forschungsherausforderungen in vielfältiger Weise.

### 2.1 Themenbereich I: Usability und User Experience

**Beitrag 1:** Tilo Mentler und Michael Herczeg (Universität zu Lübeck) diskutieren in ihrem Beitrag „*On the Role of User Experience in Mission- or Safety-Critical Systems*“ drei Perspektiven zur Bedeutung von User Experience (UX) im Kontext missions- oder sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme. Diese basieren auf einer umfassenden Literaturrecherche sowie den Ergebnissen einer Brainwriting-Session mit Teilnehmern eines Workshops zur Mensch-Computer-Interaktion und zum Social Computing in sicherheitskritischen Systemen. Es wird geschlussfolgert, dass das Konzept User Experience nicht ohne weiteres auf sicherheitskritische interaktive Systeme übertragen werden kann, einzelne Aspekte (z. B. positive Emotionen) bei ihrer Entwicklung jedoch stärker berücksichtigt werden sollten.

## 2.2 Themenbereich II: Krisenkommunikation

**Beitrag 2:** In Ihrem Beitrag *„Ein konzeptuelles Modell für Kommunikationsstrategien in Krisen basierend auf dem subjektiven Unsicherheitsgefühl der Bevölkerung“* entwickeln die Autoren Kristian Rother, Inga Karl und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt) ein konzeptuelles Modell, welches das Verhältnis zwischen subjektivem Unsicherheitsgefühl und der objektiven Existenz einer Krisensituation aufzeigt. Anhand des Modells werden Normstrategien für die Kommunikation von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben festgelegt sowie der typische Verlauf einer Krise dargestellt.

**Beitrag 3:** Michael Klafft (Jade Hochschule) und Niklas Reinhardt (Fraunhofer FOKUS) diskutieren in ihrem Beitrag *„Information and interaction needs of vulnerable groups with regard to disaster alert apps“* die besonderen Informations- und Interaktionsanforderungen vulnerabler Bevölkerungsgruppen an Katastrophenwarn-Apps. Neben Menschen mit sprachlichen Defiziten oder Mobilitätseinschränkungen betrifft dies insbesondere Menschen, deren Wahrnehmungsfähigkeiten eingeschränkt sind (z. B. blinde und hörbehinderte Menschen). Die Autoren präsentieren Ergebnisse eines ersten explorativen Feldtests mit hörbehinderten Menschen und leiten daraus Empfehlungen für die Weiterentwicklung vorhandener Katastrophenwarn-Apps ab.

**Beitrag 4:** Christian Reuter and Julian Hupertz (Universität Siegen) thematisieren in ihrem Beitrag *„Sozial auch ohne Netz – Soziale Medien bei Infrastrukturproblemen“* den durch Kommunikationsmedien unterstützten Informationsaustausch bei Ausfall zentraler Kommunikationsinfrastrukturen. Den Ansatz des *Infrastructuring*, d.h. der Re-Konzeptualisierung der eigenen Arbeit im Kontext bestehender und potentieller Werkzeuge, aufgreifend wird basierend auf der Analyse der Verfügbarkeit von Kommunikationsinfrastrukturen, welche Ansätze zur Kommunikation basierend auf alternativen und dezentralen Infrastrukturen wie MANETs, Wi-Fi und Bluetooth existieren und nutzbar gemacht werden können.

## 2.3 Themenbereich III: Freiwillige Helfer

**Beitrag 5:** Der Artikel *„Categorization of Volunteers and their Motivation in Crisis Events“* von Henrik Detjen, Susanne Volkert und Stefan Geisler der Hochschule Ruhr West beinhaltet einen Vorschlag zur Kategorisierung von freiwilligen Helfern anhand von strukturell-organisatorischen sowie motivationalen Aspekten. Die Kategorien dienen als Grundlage für weitere Untersuchungen. Das Ziel der Arbeit ist es, eine Übersicht über Eigenschaften der freiwilligen Helfer der verschiedenen Kategorien aber auch deren Bedürfnisse und Anforderungen zu erfassen, um das Design neuer Systeme zu unterstützen.

**Beitrag 6:** Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus und Robin Stumpf (Universität Siegen) stellen in ihrem Beitrag *„Koordination der ungebundenen Flüchtlingshilfe durch soziale Medien“* die Kommunikations- und Kooperationsstrukturen von ungebundenen Helfern im Rahmen der Flüchtlingshilfe in sozialen Medien dar. Es zeigt sich, dass die aktuelle Flüchtlingshilfe in Deutschland neben den offiziellen Behörden und Organisationen, zusätzlich durch eine Vielzahl freiwilliger Helfer aus der Bevölkerung organisiert wird. Auf Basis einer empirischen Analyse von Twitter und Facebook zeigen die Autoren, dass sich verschiedene

Praktiken herausgebildet haben, wie dem Erstellen eigener Hashtags, dem Verlinken von Bedarfslisten, dem Fixieren von Beiträgen oder dem Herausbilden eigener Verbreitungsstrukturen durch Multiplikatoren.

## 2.4 Themenbereich IV: Datenanalyse

**Beitrag 7:** Kristian Rother, Inga Karl und Simon Nestler (Hochschule Hamm-Lippstadt) stellen in Ihrem Beitrag „*Ein Konzept für die Klassifizierung subjektiver Sicherheit in Tweets*“ einen Prozess zur Entwicklung von Annotationsrichtlinien und letztendlich eines Goldstandards für die Klassifizierung von deutschsprachigen Tweets hinsichtlich der subjektiven Sicherheit dar. In diesem Beitrag wird die erste Iteration des Prozesses in Form einer Annotation von 250 Tweets durch vier Personen basierend auf einer rudimentären Richtlinie dargestellt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden erste Empfehlungen für die Überarbeitung der Richtlinie für weitere Iterationen ausgesprochen und Sollwerte für die zu erreichende Interrater- und Intrarater-Reliabilität angegeben.

**Beitrag 8:** Sebastian Sporrer und Norbert Jung (Institut für Sicherheitsforschung der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg) präsentieren in ihrem Beitrag „*Überwachung von Industrierobotern mittels Nahinfrarot-Kamerasystem*“ eine Methode zur pixelweisen Detektion von Personen im Bildmaterial einer bildgebenden berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung zur Überwachung des Arbeitsbereichs von Industrierobotern. Das Verfahren basiert auf einem aktiven Nahinfrarot-Kamerasystem, welches auf Pixelbasis robust zwischen Haut und anderen Materialien unterscheiden kann. Diese Informationen werden im folgenden Bildverarbeitungsprozess genutzt, um eine intelligente Form des *Mutings* zu implementieren, das zwischen Werkstücken und Personen unterscheiden kann.

## 3 Fazit

Die Mensch-Computer-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen wird auch in Zukunft eine große Rolle spielen und in diesem Workshop werden Beiträge zum User Experience, zur Krisenkommunikation, zum Umgang mit freiwilligen Helfern und zur Datenanalyse, sowohl im öffentlichen als auch im industriellen Kontext, vorgestellt. Mit diesem Workshop möchten wir einen Beitrag leisten, diese Entwicklung in sinnvoller Weise mitzugestalten.

### Programmkomitee

- Christian Reuter, Universität Siegen
- Tilo Mentler, Universität zu Lübeck
- Stefan Geisler, Hochschule Ruhr-West
- Michael Herczeg, Universität zu Lübeck
- Thomas Ludwig, Universität Siegen
- Volkmar Pipek, Universität Siegen
- Simon Nestler, Hochschule Hamm-Lippstadt
- Johannes Sautter, Fraunhofer IAO

### Literaturverzeichnis

- Berndt, H., Mentler, T., & Herczeg, M. (2015). Optical Head-Mounted Displays in Mass Casualty Incidents. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 7(3).
- Detjen, H., Geisler, S., & Bumiller, G. (2015). Nutzeranforderungen eines Systems zur automatischen Helferbereitstellung. In *Mensch & Computer: Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.
- Herczeg, M. (2014). *Prozessführungssysteme: Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme und interaktive Medien zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit*. De Gruyter.
- Karl, I., Rother, K., & Nestler, S. (2015). Begleiter und Helfer in der Not – Apps für Krisen und Gefahrenlagen. In *Mensch & Computer: Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.
- Ludwig, T., Kotthaus, C., & Dongen, S. van. (2015). Koordinierung, Public Displays zur ungebundener Helfer in Schadenslagen. In *Mensch und Computer 2015 – Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.
- Ludwig, T., Kotthaus, C., & Pipek, O. (2015). Should I try turning it off and on again? Outlining HCI Challenges for Cyber-Physical Production Systems. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 7(3), 55–68.
- Mentler, T., & Herczeg, M. (2014). Mensch - Maschine - Systeme im resilienten Krisenmanagement. In *Mensch & Computer: Workshopband* (pp. 105–110). Oldenbourg-Verlag.
- Reuter, C. (2015a). Special Issue on Human Computer Interaction in Critical Systems II: Authorities and Industry. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 7(3).
- Reuter, C. (2015b). Towards Efficient Security: Business Continuity Management in Small and Medium Enterprises. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 7(3).
- Reuter, C., Ludwig, T., Pipek, V., Herczeg, M., Mentler, T., Nestler, S., & Sautter, J. (2014). Proceedings des Workshops “Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in Krisensituationen.” In *Mensch & Computer: Workshopband* (pp. 99–140). München, Germany:.
- Reuter, C., Mentler, T., & Geisler, S. (2015). Special Issue on Human Computer Interaction in Critical Systems I: Citizen and Volunteers. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 7(2).
- Reuter, C., Mentler, T., Geisler, S., Herczeg, M., Ludwig, T., Pipek, V., ... Sautter, J. (2015). Proceedings des Workshops “Mensch-Computer-Interaktion und Social Computing in sicherheitskritischen Systemen.” In A. Weisbecker, M. Burmester, & A. Schmidt (Eds.), *Mensch & Computer: Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.
- Reuter, C., & Scholl, S. (2014). Technical Limitations for Designing Applications for Social Media. In M. Koch, A. Butz, & J. Schlichter (Eds.), *Mensch & Computer: Workshopband* (pp. 131–140). München, Germany: Oldenbourg-Verlag.
- Sautter, J., Böspflug, L., & Schneider, F. (2015). Ein Interaktionskonzept zur Simulation und Analyse von MANV-Einsätzen. In *Mensch & Computer: Workshopband*. Oldenbourg-Verlag.

# On the Role of User Experience in Mission- or Safety-Critical Systems

Tilo Mentler<sup>1</sup>, Michael Herczeg<sup>1</sup>

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck<sup>1</sup>

## Abstract

Mission- or safety-critical domains (e.g. crisis management, healthcare, transportation) are increasingly characterized by interactive and multimedia systems. Therefore, safe and efficient human-computer interaction and cooperation more and more becomes a crucial factor for overall performance, satisfied users and satisfying outcomes. For more than 30 years, usability has been the major criterion for evaluating interactive systems in this regard. However, latest consumer and entertainment products are often assessed and marketed emphasizing on user experience (UX) rather than usability. We will discuss three different perspectives on UX in application domains putting high requirements on humans, machines and their interaction.

## 1 Introduction

Human-machine systems can be characterized as mission- or safety-critical *“if the[ir] failure [...] could lead to consequences that are determined to be unacceptable”* (Knight, 2002, p. 547) and if they entail substantial risks due to mass, energy or information associated with them (Herczeg, 2014, p. 10). In domains like aviation, automotive, crisis management or healthcare, wearable, mobile and stationary interactive systems supporting different kinds of interaction modalities (e.g. touch, gestures, speech) and offering enriched multimedia capabilities gain in importance. These systems increasingly replace paper-based cognitive artifacts (Mentler & Herczeg, 2015) or complement computer systems with *“graphical user interfaces based on windows, icons, menus, and a pointing device, typically a mouse”* (van Dam, 1997, p. 63).

While technical reliability and safety of hardware and software in safety-critical domains are of utmost importance, safe and efficient human-computer interaction has to be ensured in order to achieve successful outcomes or at least prevent incidents and accidents. Redmill and Rajan (1997) state concisely: *“When the user interaction with a safety-critical system goes wrong, the result can be catastrophic”*.

Platzhalter für DOI und ggf. Copyright Text. (Bitte nicht entfernen).

Name, Vorname (2016): Titel. Workshopband Mensch und Computer 2016. Gesellschaft für Informatik. DOI: xxxxxx

For more than 30 years *usability* as “*the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use*” (ISO 9241-11:1998) has been the major criterion for evaluating interactive systems with respect to human-computer interaction. Systematic approaches to addressing it throughout the design process have been developed under the name of *usability engineering* (Good et al., 1986; Butler, 1996; Benyon, 2010).

However, latest consumer and entertainment products are often developed and marketed rather with respect to *user experience (UX)* as “*a person's perceptions and responses that result from the use or anticipated use of a product, system or service*” (ISO 9241-210:2010) than in terms of *usability*. Law (2011) noted a growing interest in UX in general and UX measures as scientific methods in particular. She showed that it “*is an emerging research area with a range of issues to be resolved*”. One of them is the question whether and how UX concepts for entertainment products should and could be applied in mission- or safety-critical domains.

In the following section, usability and UX will be compared and distinguished. Subsequently, conduction and results of a brainwriting approach during the workshop on human-computer interaction and social computing in safety-critical systems at the largest European conference on human-computer interaction, user experience, computer-supported cooperative work and usability (“Mensch & Computer”) in 2015 are described. Based on them and literature review three possible perspectives on the role of UX in mission- or safety-critical systems are outlined in section 4.

## 2 Usability vs. UX

Although there are some occasionally used definitions for UX (see section 1), dealing with it and distinguishing it from usability aspects is difficult in theory as well as in practice for several reasons:

1. According to Law (2011) there is a “*set of proposed relationships between usability and UX (e.g. identical, autonomous or exclusive, hierarchical or subsumptive, symbiotic with distinct characteristics)*”.
2. The definition of UX in ISO 9241-210 and further remarks on this topic within the standard like “*all aspects of the user's experience*” or the term *desirability* “*may produce rather questions than answers*” (Hassenzahl, 2008).
3. A study of Alves et al. (2014) “*paints a picture of the 'UX jungle' in what concerns UX evaluations, as well as the distinct definitions and interpretations it encompasses*”. Times and modes of UX evaluations vary strongly.

Hassenzahl (2008) summarizes the common denominator of all UX approaches as follows: “*They focus on well-being and not performance as an outcome of human-product interaction*”. Pragmatic and more usability-related attributes of products can be distinguished from hedonistic and more UX-related qualities like “*impressiveness*” (Hassenzahl, 2005).

### 3 Brainwriting and Discussion on UX and Safety

After a short introduction to the topic UX and the challenges mentioned in the previous section, 14 researchers from academia and industry were invited to participate in a brainwriting session during the final part of the one-day workshop “Human-Computer Interaction and Social Computing in Safety-Critical Systems” at the “Mensch & Computer 2015” conference.

“Brainwriting refers to a variant of brainstorming in which people write down their ideas instead of talking about them” (Rollett, 2003). Participants were asked to remember a (positive) UX within a safety-critical context and write down the major characteristics of the situation respectively human-computer interaction. Following this, they had to discuss their records in groups of three or four and derive collective terms. Finally, all groups were asked to put their results onto a wall (see Figure 1) and discuss the overall outcome.



Figure 1: Work results after brainwriting and group discussions sorted by general terms

Some clusters of characteristics and general terms could be identified:

- look and feel / design;
- pleasure / positive reinforcement;
- goal achievement / reliability / assisted-as-needed;
- positively surprising / proactive / context-aware / automatic adaption.

During the following discussion, different views were taken. While some of the participants argued that all of these aspects somehow belong to established approaches to usability engineering (e.g. “assisted-as-needed” interpreted as successful human-machine task allocation),

others assumed differences – at least in ways of thinking about system design. Although, interactive systems should not surprise operators in safety-critical domains, there seems to be room for improvement with respect to long-term motivation, context-aware error handling and graceful degradation of functionality in rare or unexpected circumstances.

## 4 Three Perspectives on UX in Safety-Critical Domains

In the following sections, three different reasonable views on the role of UX in safety-critical human-machine systems are outlined. They are based on literature review (see references in sections 4.1-4.3) and the group activities mentioned in section 3.

### 4.1 UX is (still) not well defined

With respect to section 2, it could be argued that UX can not be considered for developing mission- or safety-critical human-machine systems because such application contexts require precise criteria and dedicated measures for legal, regulatory and ethical reasons. In this regard, UX is (still) not well defined. While labelling and marketing consumer and entertainment products with such a term might lead to users' disappointment and could have severe consequences in domains like crisis management or healthcare. Good or positive UX can depend on certain levels of usability but it does not necessarily have to. This is not acceptable for systems entailing substantial risks.

### 4.2 UX should be considered irrelevant

Even if there was a shared definition of UX in the future, safe and efficient usage of an interactive system would be the most important aspect of the human-machine relationship in mission- or safety-critical domains. Focusing "*on well-being and not performance as an outcome of human-product interaction*" (Hassenzahl, 2008) can lead to design solutions addressing hedonistic more than pragmatic qualities. Goal achievement could be hampered. Therefore, UX should be considered irrelevant for systems entailing substantial risks. Usability is a sufficient criterion hard enough to reach in complex contexts of use and user's satisfaction is considered as well (ISO 9241-11:1998).

### 4.3 UX is worth a look

Despite the arguments in sections 4.1 and 4.2, UX might be worth a look while designing mission- or safety-critical interactive systems at least for three reasons:

1. With respect to the two-factor theory of job satisfaction of Herzberg et al. (1959), hygiene and motivating factors can be distinguished. While absence of the first ones (e.g. job security) leads to unhappiness, presence of the second ones (e.g. achievements) leads to contentment. Therefore, overall job satisfaction comprises of two different continuums (Sanjeev & Surya, 2016). In this regard, usability might be

seen as a hygiene factor and user experience as a motivating factor. As “*managers [are necessitated] to consider two sets of job attributes*”, designers of mission- or safety-critical interactive systems should pay attention to usability and UX.

2. Consumer and entertainment products providing own frameworks and guidelines for user interface and user experience design have already made their way into domains with mission- and safety-critical characteristics (Rice et al., 2016).
3. Upcoming generations of operators in mission- or safety-critical domains will be used to design solutions considering aesthetics and hedonism to a greater degree in their private life and might expect them in their professional life, too. Tractinsky et al. (2000) measured “*strong correlations between system's perceived aesthetics and perceived usability*” with respect to a cash machine and “*stress the importance of studying the aesthetic aspect of human-computer interaction (HCI) design and its relationships to other design dimensions.*”

Several researchers already aim to go “*beyond usability*” for “*evaluating emotional response as an integral part of the user experience*” (Agarwal & Meyer, 2009), for “*user satisfaction and quality management*” (Sikorski, 2000), and for designing “*safety-critical systems*” (Pal-anque et al., 2007). For example,

- Savage-Knepshield et al. (2014) tried to “*help [to] ensure that a positive user experience (UX) will result when soldiers and systems interact under harsh conditions on the battlefield*”;
- Kjeldskov and Stage (2003) were involved in “*designing the user experience of the Handheld Maritime Communicator [...], a mobile computer system supporting communication and coordination of safety-critical work activities on large container vessels*”; and the work of
- Eckoldt et al. (2013) is in place of several research efforts on UX in automotive.

Furthermore, addressing the “*whole user experience*” is one of the principles of human-centered design named in ISO 9241-210:2010. However, the standard states that for safety- or business-critical systems effectiveness and efficiency could be more important than fulfilling users’ preferences.

## 5 Conclusions

User experience (UX) can not be applied to mission- or safety-critical domains straightforwardly and might even be considered too ambiguous, irrelevant or even risky. Performance is of utmost importance because well-being of users (operators) and other human beings depends on it. Therefore, usability seems to be a sufficient criterion for assessing human-computer interaction aspects at first glance. However, taking hedonistic attributes of products and positive humans’ emotions like pleasure or pride into account – as UX approaches suggest – might lead to more profound design solutions. Future operators could even expect them in their professional life because they grow up with corresponding consumer and entertainment products. Herzberg’s two-factor theory of job satisfaction might be a helpful foun-

dition in further research. In any case, designers of mission- or safety-critical interactive systems should strive for usability in the first place but consider the key ideas of UX design as motivating factors.

### Acknowledgments

The authors thank all participants of the workshop “Human-Computer Interaction and Social Computing in Safety-Critical Systems” at the “Mensch & Computer 2015” conference.

### References

- Agarwal, A. & Meyer, A. (2009). Beyond usability. In D. R. Olsen, R. B. Arthur, K. Hinckley, M. R. Morris, S. Hudson & S. Greenberg (Eds.), *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (p. 2919–2930). New York, NY: ACM.
- Alves, R., Valente, P. & Nunes, N. J. (2014). The state of user experience evaluation practice. In V. Roto, T. Olsson, K. Väänänen-Vainio-Mattila, J. Häkkinen, E. Hvannberg & O. Juhlin (Eds.), *NordiCHI '14 Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational* (p. 93–102). ACM.
- Benyon, D. (2010). *Designing interactive systems. A comprehensive guide to HCI and interaction design (2nd ed)*. Harlow, England: Addison Wesley.
- Butler, K. A. (1996). Usability engineering turns 10. *interactions*, 3 (1), 58–75.
- Eckoldt, K., Hassenzahl, M., Laschke, M. & Knobel, M. (2013). Alternatives. exploring the car's design space from an experience-oriented perspective. In *DPPI '13 Proceedings of the 6th International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces* (p. 156–164). New York, NY: ACM.
- Good, M., Spine, T. M., Whiteside, J. & George, P. (1986). User-derived impact analysis as a tool for usability engineering. In M. Mantei & P. Orbeton (Eds.), *CHI '86 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (p. 241–246). New York, NY, USA: ACM.
- Hassenzahl, M. (2005). The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product. In J. Karat, J. Vanderdonck, G. Abowd, G. Calvary, J. Carroll, G. Cockton et al. (Eds.), *Funology* (Human-Computer Interaction Series, Bd. 3, p. 31–42). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hassenzahl, M. (2008). User experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. In É. Brangier, G. Michel, J. M. C. Bastien & N. Carbonell (Eds.), *IHM '08 Proceedings of the 20th Conference on l'Interaction Homme-Machine* (p. 11–15). New York, NY: ACM.
- Herczeg, M. (2014). *Prozessführungssysteme. Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme und interaktive Medien zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit*. München/Berlin: de Gruyter Oldenbourg.
- Herzberg, F., Mausner, B. & Snyderman, B. B. (1959). *The motivation to work* (2d ed). New York: Wiley.
- ISO 9241-11 (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability*.
- ISO 9241-210 (2010). *Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems*.

- Kjeldskov, J. & Stage, J. (2003). Designing the handheld maritime communicator. In J. Arnowitz, A. Chalmers, T. Swack, R. Anderson & J. Zapolski (Eds.), *Proceedings of the 2003 conference on Designing for user experiences* (p. 1–15). New York, NY: ACM.
- Knight, J. C. (2002). Safety Critical Systems. Challenges and Directions. In W. Tracz, J. Magee & M. Young (Eds.), *ICSE '02: Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering* (p. 547-550). New York, NY: ACM.
- Law, E. L.-C. (2011). The measurability and predictability of user experience. In F. Paternò, K. Luyten & F. Maurer (Eds.), *EICS '11 Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems* (p. 1-10). New York, NY: ACM.
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2015). Interactive cognitive artifacts for enhancing situation awareness of incident commanders in mass casualty incidents. *Journal of Interaction Science*, 3 (1), 109.
- Palanque, P., Basnyat, S., Bernhaupt, R., Boring, R., Johnson, C. & Johnson, P. (2007). Beyond usability for safety critical systems. In M. B. Rosson & D. Gilmore (Eds.), *CHI '07 extended abstracts* (p. 2133–2136).
- Redmill, F. & Rajan, J. (1997). *Human factors in safety-critical systems*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Rice, M., Tay, H. H., Ng, J., Lim, C., Selvaraj, S. K. & Wu, E. (2016). Comparing Three Task Guidance Interfaces for Wire Harness Assembly. In J. Kaye, A. Druin, C. Lampe, D. Morris & J. P. Hourcade (Eds.), *CHI EA '16 Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (p. 2279–2284). New York, NY: ACM.
- Rollett, H. (2003). *Knowledge Management*. Boston, MA: Springer US.
- Sanjeev, M. A. & Surya, A. V. (2016). Two Factor Theory of Motivation and Satisfaction: An Empirical Verification. *Annals of Data Science*.
- Savage-Knepshild, P., Thomas, J., Paulillo, C., Davis, J., Quarles, D. & Mitchell, D. (2014). Designing the User Experience for C4ISR Systems in the U.S. Army. In A. Marcus (Eds.), *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Everyday Life Applications and Services* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 8519, p. 338–346). Cham: Springer International Publishing.
- Sikorski, M. (2000). Beyond product usability. In M. Tremaine (Eds.), *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (p. 61-62). New York, NY: ACM.
- Tractinsky, N., Katz, A. S. & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with Computers*, 13 (2), 127–145.
- van Dam, A. (1997). Post-WIMP User Interfaces. *Communications of the ACM*, 40 (2), 63–67.

# Ein konzeptuelles Modell für Kommunikationsstrategien in Krisen

Kristian Rother<sup>1</sup>, Inga Karl<sup>1</sup>, Simon Nestler<sup>1</sup>

Forschungsgruppe Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein erstes Modell entwickelt, welches das Verhältnis zwischen subjektivem Unsicherheitsgefühl und der objektiven Existenz einer Krisensituation aufzeigt. Anhand des Modells werden Normstrategien für die Kommunikation von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben festgelegt sowie der typische Verlauf einer Krise dargestellt. Das Modell wurde argumentativ konstruiert und soll vor allem als Diskussionsgrundlage dienen.

## 1 Einleitung

Erfolgreiche Mensch-Computer-Interaktion erfordert in spezifischen Situationen seitens der interaktiven Systeme eine Kontextsensitivität bzw. eine *Context Awareness*, um die Interpretation verschiedener Inhalte zu vereinfachen (Rogova, 2009; Schmidt et al., 1999). Eine Form spezifischer Situationen stellen Krisen, d.h. vom Normalzustand abweichende Situationen mit Schadenspotential an Schutzgütern (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2014), dar. Krisen wie z.B. Pandemien sind dadurch gekennzeichnet, dass sie unerwartet auftreten und schwerwiegende Folgen für die wirtschaftliche und soziale Infrastruktur mit sich bringen können. Dabei stellt sich dieser Kontext multidimensional dar und umfasst neben dem objektiv existierenden Gefahrenpotential, welches letztendlich zur Einstufung einer Lage als Krise dient, darüber hinaus auch das durch die Bevölkerung subjektiv wahrgenommene Unsicherheitsgefühl. Neben der Betrachtung des örtlichen Kontextes der Anwender (Krejcar, 2006), greift für eine differenzierte Betrachtung der Mensch-Computer-Interaktion eine allgemeine Betrachtung des Krisenkontexts nicht weit genug (Rogova, 2009). Vielmehr ist eine Differenzierung zwischen dem objektiven Krisenkontext und dem subjektiven Unsicherheitskontext notwendig, um im Sinne eines ganzheitlichen Kontextverständnisses der Mensch-Computer-Interaktion sowohl die tatsächliche Gefährdung als auch die wahrgenommene Unsicherheit inkludieren zu können (Pennings et al., 2002).

Entsprechend wird in diesem Beitrag die Forschungsfrage beantwortet, wie sich das Verhältnis zwischen subjektivem Unsicherheitsgefühl und objektivem Gefahrenpotential in einem

anschaulichen Modell darstellen lässt und welche Normstrategien zur Kommunikation zwischen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) sowie Bürgern sich für die unterschiedlichen Situationen festlegen lassen. Dies erfolgt argumentativ und soll eine erste Diskussionsgrundlage und eine Basis für empirische Untersuchungen liefern.

## 2 Verwandte Arbeiten

Die Beurteilung des objektiven Gefahrenpotentials wird im Rahmen der strategischen Krisenfrüherkennung erforscht (Bussiere & Fratzscher, 2008). Durch das Einberufen eines Krisenstabes wird signalisiert, dass eine Krisensituation eingetreten ist oder unmittelbar bevorsteht. Die Risikoanalyse stellt ein gängiges Instrument zur Quantifizierung von Krisen dar (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2010). Das Überführen von Krisensituationen in nicht-Krisensituationen wird in Deutschland regelmäßig anhand von Stabsrahmenübungen (Bédé & Hofinger, 2016) und Großübungen (Haritz, 2016) trainiert. Die Krisenkommunikation in den Übungen fokussiert sich oftmals auf die Kommunikation innerhalb und zwischen den BOS. Die Krisenkommunikation zwischen BOS und Bürgern wird zwar aus dem Blickwinkel der Wirkung der Nachricht oder des Mediums (Schultz et al., 2011) auf den Bürger betrachtet, eine Untersuchung der strategischen Beeinflussung des Unsicherheitsgefühls bleibt jedoch meist außen vor. Im Gegensatz zum auf Fakten beruhenden objektiven Gefahrenpotential basiert das subjektive Unsicherheitsempfinden auf eigenen Werten und sozialen Normen (Hansson, 2010). Dem subjektiven Unsicherheitsempfinden kommt eine besondere Rolle zu, da dieses meist für das tatsächliche Handeln ausschlaggebend ist (Howarth, 1988).

Da im Krisenfall nicht improvisiert werden soll (Roux-Dufort & Vidaillet, 2003), ist es notwendig eine strategische Entscheidungsunterstützung für die zu wählende Kommunikationsstrategie bereitzustellen. Portfoliotechniken und Normstrategien stellen eine Standardmethode des strategischen Managements dar (Bea & Haas, 1997; Pfeiffer et al., 1982). Sie eignen sich, um abstrahierte Handlungsempfehlungen auszusprechen. Wendet man diese Technik auf den Krisenkontext an, so kann vereinfachend angenommen werden, dass der Übergang zwischen Krise und nicht-Krise die nicht beeinflussbare Komponente darstellt und das subjektive Unsicherheitsgefühl der Bevölkerung den durch eine geeignete Kommunikationsstrategie beeinflussbaren Wert darstellt, so dass sich die typische Vier-Felder-Matrix ergibt.

## 3 UK-Matrix

Das Verhältnis zwischen dem subjektiven Unsicherheitsgefühl (U) und dem Vorhandensein einer Krisensituation (K) lässt sich in der UK-Matrix darstellen (Abbildung 1). Die x-Achse bildet ab, ob anhand objektiver Kriterien eine Krisensituation vorliegt. Die y-Achse bildet das subjektive Unsicherheitsgefühl der Bevölkerung ab. Die Matrix dient der aggregierten Darstellung für ein Land, lässt sich aber konzeptuell auch für kleinere (z.B. Bundesland, Region, Stadt) oder größere (z.B. Wirtschaftszone, Kontinent) Einheiten verwenden. Chew

und Eysenbach (2010) schlagen vor, dass man mit einer solchen Gesamtsicht, z.B. im Falle von Pandemien, besser auf die Sorgen der Bevölkerung reagieren kann.

Es ergeben sich die vier Quadranten *lagekonforme Sicherheit*, *ungerechtfertigter Pessimismus*, *ungerechtfertigter Optimismus* und *lagekonforme Unsicherheit*, die im Folgenden genauer erläutert werden. Die Werte auf der x-Achse werden als nicht veränderbar und binär angenommen. Wenn eine Krisensituation eintritt, finden die in Abbildung 1 auf der rechten Seite dargestellten Übergänge von der linken in die rechte Spalte statt. Aus *ungerechtfertigtem Pessimismus* wird *lagekonforme Unsicherheit* und aus der *lagekonformen Sicherheit* wird *ungerechtfertigter Optimismus*. Während einer Krisensituation befindet man sich also immer in der rechten Spalte. Im Fall einer Krise wird abstrahierend davon ausgegangen, dass diese im Zeitverlauf bewältigt werden kann, d.h. es findet letztendlich immer eine Verschiebung zurück in die linke Spalte statt.

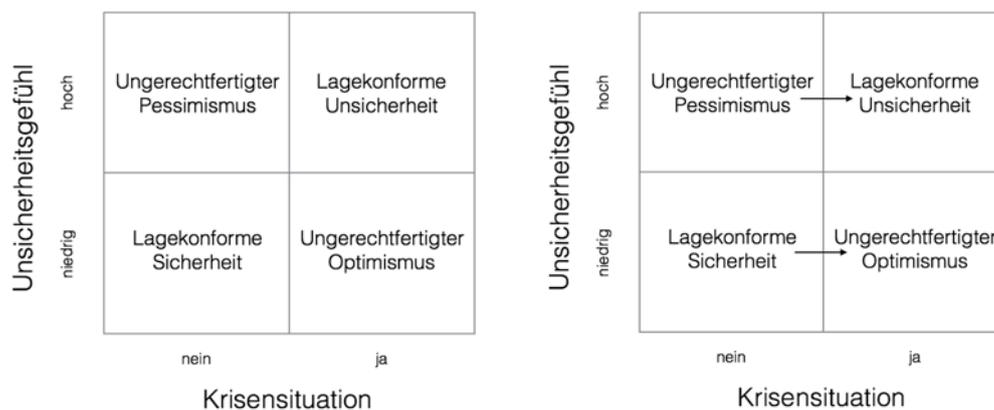


Abbildung 1: Die UK-Matrix (links) und der Übergang in eine Krisensituation (rechts).

### 3.1 Lagekonforme Sicherheit

Die *lagekonforme Sicherheit* stellt den Idealzustand dar, in dem keine Krise herrscht und in dem die Bevölkerung ein korrespondierendes, niedriges Unsicherheitsgefühl hat. Als strategisches Ziel ergibt sich grundsätzlich ein Hinführen der Gesamtsituation in diesen Quadranten. Die drei anderen Quadranten stellen Situationen dar, die es durch geeignete Normstrategien in die *lagekonforme Sicherheit* zu überführen gilt. Die Normstrategie für die *lagekonforme Sicherheit* ist das Aufrechterhalten des Status-quo, also eine **Konservierungsstrategie**. Dies erfolgt durch eine Kommunikationsstrategie, die auf ein Aufrechterhalten des Vertrauens in die BOS einerseits und die Informationen der Bürger andererseits ausgelegt ist.

### 3.2 Lagekonforme Unsicherheit

Liegt eine Krisensituation bei zeitgleichem hohem Unsicherheitsgefühl vor, herrscht *lagekonforme Unsicherheit*. Die Normstrategie für die *lagekonforme Unsicherheit* ist eine **Angleich-**

**strategie.** Ziel dieser Strategie ist ein Aufrechterhalten der Deckungsgleichheit zwischen der Lage und dem Sicherheitsempfinden der Bürger sowohl auf inhaltlicher als auch auf temporaler Ebene. Dies wird erreicht, indem Lageveränderungen inhaltlich korrekt, verständlich und zeitnahe kommuniziert werden.

Wenn die Kommunikation inhaltlich falsch oder unverständlich ist, kommt es zu einer inhaltlichen Entfremdung, d.h. die tatsächliche Lage unterscheidet sich von der vom Bürger wahrgenommenen Lage. Wenn die Kommunikation nicht zeitnahe erfolgt, kommt es zu einer temporalen Entfremdung, d.h. die vom Bürger wahrgenommene Lage hinkt der tatsächlichen Lage hinterher.

### 3.3 Ungerechtfertigter Pessimismus

Wenn das Unsicherheitsgefühl hoch ist, obwohl keine Krisensituation vorliegt, herrscht *ungerechtfertigter Pessimismus*. Dieser Fall ist insbesondere in Ländern mit einer guten Sicherheitsinfrastruktur oder Ländern, in denen es kaum zu Krisensituationen kommt, selten die Ausgangslage in nicht-Krisenzeiten. Es ist jedoch denkbar, dass dieser Quadrant die Ausgangssituation darstellt, wenn den Behörden misstraut oder ihnen Inkompetenz unterstellt wird. Darüber hinaus ist es denkbar, dass dieser Quadrant als Resultat vermehrter Krisen in der unmittelbaren Vergangenheit oder zuvor schlecht gehandhabter Krisen zur Ausgangslage wird. Typischerweise wird dieser Quadrant in der Folge einer bewältigten Krise erreicht, weil Informationen über die Bewältigung der Lage die Bürger mit zeitlicher Verzögerung erreichen, oder sie den Informationen zunächst nicht trauen.

Problematisch am *ungerechtfertigten Pessimismus* ist vor allem die allgemeine Verunsicherung und die daraus resultierenden psychologischen Konsequenzen (Chang & Sanna, 2001) und Umstellungen der Lebensgewohnheiten. In Folge einer bewältigten Lebensmittelkrise ist es z.B. denkbar, dass sich Bürger noch lange Zeit weigern die entsprechenden Lebensmittel zu verzehren (De Jonge et al., 2007). Nach einem terroristischen Anschlag kann sich das soziale Leben der Bevölkerung, auch nachdem die Täter gestellt wurden, aufgrund von *ungerechtfertigtem Pessimismus* stark verändern (Gigerenzer, 2006).

Als Normstrategie ergibt sich eine **Relativierungsstrategie**. Falls dieser Quadrant die Ausgangslage in nicht-Krisenzeiten darstellt, muss die Kommunikation auf eine Verstärkung des Vertrauens in die BOS und ggf. eine Aufbereitung gemeisterter Krisen ausgelegt werden. Wird der Quadrant in Folge einer kürzlich bewältigten Krise erreicht, so muss die erfolgreiche Bewältigung schnell und verständlich mitgeteilt werden. Insbesondere müssen die Medien sofort und mit Nachdruck in die Kommunikationsstrategie integriert werden, um nachzügliche Negativberichte zu vermeiden.

### 3.4 Ungerechtfertigter Optimismus

Wenn das Unsicherheitsgefühl niedrig ist, obwohl eine Krisensituation vorliegt, herrscht *ungerechtfertigter Optimismus*. Dies ist insbesondere in den Anfangsstadien einer Krise zu erwarten, wenn die Sicherheitsinfrastruktur des Landes grundsätzlich gut ist oder es dort allgemein selten zu Krisen kommt.

Problematisch am *ungerechtfertigten Optimismus* ist vor allem, dass Anweisungen von BOS nicht ernst genommen oder befolgt werden, weil die Lage seitens der Bürger als unproblematisch eingestuft wird. Dies kann einerseits die Arbeit der BOS negativ beeinträchtigen und andererseits dem Bürger direkt schaden, wenn z.B. eine Quarantäne nicht eingehalten wird.

Als Normstrategie ergibt sich eine **Überzeugungsstrategie**. Erstes Kommunikationsziel ist es, dem Bürger den Übergang von der normalen Lage in die Krisensituation zu verdeutlichen. Dieses Ziel muss erreicht werden, noch bevor konkrete Maßnahmen kommuniziert werden können.

### 3.5 Typischer Verlauf einer Krise

Der typische Verlauf einer Krise ist in Abbildung 2 dargestellt. Es wird angenommen, dass die Ausgangssituation einen nicht-Krisenfall und somit eine *lagekonforme Sicherheit* darstellt (s. hervorgehobener Quadrant unten links). Demnach beginnt der typische Verlauf mit dem Eintreten der Krisensituation und dem Übergang in den Quadranten *ungerechtfertigter Optimismus* (1.). Die Bevölkerung nimmt die Gefahr zunächst gar nicht war, da eine Krise für unwahrscheinlich gehalten wird. Selbst wenn das Eintreten der Krise bekannt ist, wird zunächst davon ausgegangen, dass die Krise schnell gelöst werden kann. Mittels einer Überzeugungsstrategie müssen Umfang und Ausmaß der Lage an die Bürger kommuniziert werden, um zu vermeiden, dass Anweisungen ignoriert werden und sich die Bürger selbst gefährden.

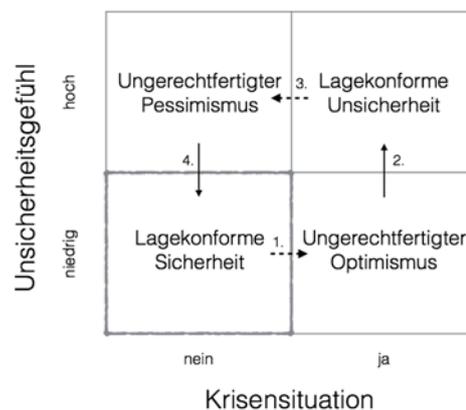


Abbildung 2: Typischer Verlauf einer Krise nach dem Eintritt. Die Änderung der Krisensituation ist durch gestrichelte Pfeile dargestellt (1. und 2.), die Änderung des subjektiven Sicherheitsgefühls ist mit durchgezogenen Pfeilen dargestellt (2. und 4.).

Gelingt dies nicht, so ist davon auszugehen, dass die Bewältigung der Krise ceteris paribus länger andauern und es zu mehr Fatalitäten kommen wird. Wenn die Situation erfolgreich in die *lagekonforme Unsicherheit* überführt wurde (2.), gilt es die Bürger mittels der Angleichstrategie inhaltlich korrekt, verständlich und zeitnahe zu informieren, solange die Krise an-

hält. Sobald die Krise erfolgreich gemeistert wurde (3.), folgt aufgrund der zeitlichen Verzögerung der Informationen eine Phase des *ungerechtfertigten Pessimismus*. Diesen gilt es mittels einer Relativierungsstrategie in die *lagekonforme Sicherheit* zu überführen (4.). Ist diese letztendlich erreicht, wird mittels der Konservierungsstrategie dafür gesorgt, dass die Bevölkerung ein dem nicht-Krisenfall angemessenes Sicherheitsgefühl beibehält.

## 4 Ausblick

Die UK-Matrix und die zugehörigen Normstrategien stellen erste Überlegungen über das Verhältnis zwischen subjektiver Unsicherheit der Bevölkerung und der objektiven Einschätzung der Lage als Krisensituation dar. Das vorgestellte Modell wurde zunächst logisch-argumentativ entwickelt und muss in einem folgenden Schritt konkretisiert und empirisch begründet werden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass das Verwenden der Matrix neben einer Beurteilung des Gefahrenpotentials auch eine Messung des subjektiven Unsicherheitsgefühls der Bevölkerung erfordert. Neben der aktiven Befragung, z.B. in Form von repräsentativen Umfragen, ergibt sich die Möglichkeit, das Unsicherheitsgefühl durchgängig passiv zu erfassen, z.B. durch die Analyse von Social Media. Wie genau diese Messungen durchgeführt werden können und wie die Erhebungen in für die Matrix relevante Werte umgerechnet werden ist zu erforschen. Es bleibt aber festzuhalten, dass eine passive Messung grundsätzlich als Alternative zu Umfragen zu sehen ist (O'Connor et al., 2010).

In den unterschiedlichen Quadranten kann es zu unterschiedlichen kognitiven Verzerrungen kommen, die durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen gezielt angesprochen werden können. Die vorgestellten Kommunikationsmaßnahmen sind abstrakte Richtlinien und müssen entsprechend für die operative Nutzung konkretisiert werden.

Die Ausgangslage im nicht-Krisenfall kann empirisch für unterschiedliche Länder erhoben werden. Auch hier gilt es zunächst fest zu legen, wie ein niedriges von einem hohen Unsicherheitsgefühl abzugrenzen ist. Die binäre Aufteilung in Krisensituation und nicht-Krisensituation lässt sich grundsätzlich auch durch eine andere Einteilung ersetzen, z.B. in Anlehnung an die MANV-Kategorien oder an die DefCon-Stufen in den USA.

Es ist zu untersuchen, ob die negativen Auswirkungen von *ungerechtfertigtem Optimismus* oder *ungerechtfertigtem Pessimismus* für die Bevölkerung größer sind. Es stellt sich die Frage, ob die beiden Situationen überhaupt vergleichbar sind und ob es überhaupt zielführend ist eine makro-Perspektive der Gesamtbevölkerung einzunehmen, oder ob nicht eine Einzelbetrachtung auf mikro-Ebenen sinnvoller ist.

### Danksagungen

Dieser Beitrag wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Teil des Projektes INTERKOM (Förderkennzeichen 13N1005, 01/2014 – 12/2016) gefördert.

**Literaturverzeichnis**

- Bea, F. X., & Haas, J. (1997). *Strategisches management*. Lucius & Lucius Stuttgart.
- Bédé, A., & Hoffinger, G. (2016). Stabsrahmenübungen für Krisenstäbe. In *Handbuch Stabsarbeit* (pp. 243–249). Springer.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. (2010). *Katastrophenhilfe (2010): Methode für eine Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Herausgegeben vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Referat II. 1–Grundsatzangelegenheiten des Bevölkerungsschutzes, Risikomanagement. Bonn.*
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. (2014). *Katastrophenhilfe (2011): BBK-Glossar Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes, Band 8, Bonn.*
- Bussiere, M., & Fratzscher, M. (2008). Low probability, high impact: Policy making and extreme events. *Journal of Policy Modeling*, 30(1), 111–121.
- Chang, E. C., & Sanna, L. J. (2001). Optimism, pessimism, and positive and negative affectivity in middle-aged adults: A test of a cognitive-affective model of psychological adjustment. *Psychology and Aging*, 16(3), 524–531. <http://doi.org/10.1037/0882-7974.16.3.524>
- Chew, C., & Eysenbach, G. (2010). Pandemics in the Age of Twitter: Content Analysis of Tweets during the 2009 H1N1 Outbreak. *PLoS ONE*, 5(11), e14118.
- De Jonge, J., Van Trijp, H., Jan Renes, R., & Frewer, L. (2007). Understanding Consumer Confidence in the Safety of Food: Its Two-Dimensional Structure and Determinants. *Risk Analysis*, 27(3), 729–740. <http://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2007.00917.x>
- Gigerenzer, G. (2006). Out of the Frying Pan into the Fire: Behavioral Reactions to Terrorist Attacks. *Risk Analysis*, 26(2), 347–351. <http://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00753.x>
- Hansson, S. O. (2010). Risk: objective or subjective, facts or values. *Journal of Risk Research*, 13(2), 231–238. <http://doi.org/10.1080/13669870903126226>
- Haritz, M. (2016). Wer führen will, muss üben–Die LÜKEX-Übungsserie. *Handbuch Stabsarbeit: Führungs-Und Krisenstäbe in Einsatzorganisationen, Behörden Und Unternehmen*, 263–269.
- Howarth, C. I. (1988). The relationship between objective risk, subjective risk and behaviour. *Ergonomics*, 31(4), 527–535. <http://doi.org/10.1080/00140138808966697>
- Krejcar, O. (2006). User localization for intelligent crisis management. In *Artificial Intelligence Applications and Innovations* (pp. 221–227). Springer.
- O'Connor, B., Balasubramanian, R., Routledge, B. R., & Smith, N. A. (2010). From tweets to polls: Linking text sentiment to public opinion time series. *ICWSM*, 11(122–129), 1–2.
- Pennings, J. M., Wansink, B., & Meulenberg, M. T. (2002). A note on modeling consumer reactions to a crisis: The case of the mad cow disease. *International Journal of Research in Marketing*, 19(1), 91–100.
- Pfeiffer, W., Metze, G., Schneider, W., Amler, R., & others. (1982). *Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder*. Vandenhoeck & Ruprecht Göttingen.
- Rogova, G. L. (2009). Context-awareness in crisis management. In *Military Communications Conference, 2009. MILCOM 2009. IEEE* (pp. 1–7). IEEE.

- Roux-Dufort, C., & Vidaillet, B. (2003). The difficulties of improvising in a crisis situation. *International Studies of Management & Organization*, 33(1), 86–115.
- Schmidt, A., Beigl, M., & Gellersen, H.-W. (1999). There is more to context than location. *Computers & Graphics*, 23(6), 893–901.
- Schultz, F., Utz, S., & Göritz, A. (2011). Is the medium the message? Perceptions of and reactions to crisis communication via twitter, blogs and traditional media. *Public Relations Review*, 37(1), 20–27.

# Information and interaction needs of vulnerable groups with regard to disaster alert apps

Michael Klafft<sup>1</sup>, Niklas Reinhardt<sup>2</sup>

Jade Hochschule Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth<sup>1</sup>

Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS<sup>2</sup>

## Summary

In recent years, disaster management agencies introduced alert apps in order to inform the population in case of disasters. Initially, app design was focused on the average citizen and his or her information and interaction needs. However, vulnerable population groups need additional information or may have specific interaction requirements due to various types of impairments. This paper discusses how the needs of different vulnerable groups can be addressed. It also analyzes the suitability of an off-the-shelf disaster alert app for deaf people by presenting results of an exploratory field test.

## 1 Introduction

Disaster alert apps have become a widely used tool to inform the population about upcoming and ongoing disasters, to inform them about possible consequences, and to instruct them how to behave and which protective measures to take so that the consequences of a disaster can be minimized. One example for such alert apps is the KATWARN system in Germany (Skrbec 2011). This system is currently used by disaster management agencies in more than 60 counties to inform the population about all types of disasters, and it is available for Android, iOS, and Windows Phone platforms. Other examples for disaster alert apps are NINA (a general-purpose disaster alert app also from Germany, BBK2016), Alerta Sismica (a Mexican disaster alert app with a particular focus on earthquake alerts, Alerta Sismica 2016), and SAIP, an app provided by the French Interior Ministry to provide the population with alerts on major crises (with a special focus on terrorism alerts, Ministère de l'intérieur 2016).

One key issue of concern for authorities is that they want to communicate consistently with the population via all available channels. This is why most of them have adopted a “one message fits all” approach so far, sending out one standard message to everybody (Dressel and Pfeil 2014). Initially, authorities have been sceptical about addressing various target

groups, because they were afraid that doing so may lead to confusion, and mistrust (Dressel and Pfeil 2014). However, there is no question among authorities that different vulnerable groups do need special attention and information. Reuter (2014), for example, emphasizes that disaster information should be setting specific, which means that it should take personal characteristics of the recipient such as age or different types of diseases into account. Discussions which the authors conducted with emergency managers showed that they have no objections about sending additional message components to vulnerable people

- if everybody, whether vulnerable or not, does receive the standard message
- if the instructions for vulnerable people do extend the baseline message, and
- if everybody can easily understand why the recipient has received the additional information.

As a consequence, personalization of alert messages is now becoming accepted as one way to enhance the impact of disaster alerts and warnings, in particular among vulnerable groups. This paper is going to analyze the specific information and interaction needs of vulnerable groups that have been identified in the literature and in expert interviews (section 2). Where available, possible solutions will also be mentioned in that chapter. Section 3 then presents the results of an exploratory field test of an off the shelf disaster alert app with four deaf people. Finally, Section 4 will provide some conclusions, and identify issues of future research.

## 2 Information and interaction needs of vulnerable groups and how to address them

A literature analysis, accompanied by 26 interviews with practitioners (Dressel and Schindler 2011)<sup>2</sup>, identified the following vulnerable groups with additional information and interaction requirements with regard to the use of smartphone-based disaster alert apps:

- Migrants and tourists are vulnerable because they are often not familiar with the location and its dangers, and because they often do not speak the main language (Dressel and Pfeil 2014). Therefore, it is advisable to provide alert messages in different languages, and to offer links to additional background information for those who need it. Visual clues on the disaster may also be provided by using pictograms (Kusano et al. 2014) or images from webcams nearby (see, for example, the MORECAST app from company UBIMET). Another way to address tourists and migrants more efficiently may be easy-to-understand plain language (for those cases where no suitable translations are available).
- Illiterate people will not be able to understand any text messages. In this case, the information could either be provided with the help of a text-to speech generator, or

---

<sup>2</sup> The interviews were conducted by one of the authors and his project partners as part of the Opti-Alert project.

– as in the case of tourists and migrants - by including visual clues about the disaster situation.

- People with cognitive disabilities or dyslexia can also be more efficiently addressed using pictograms or plain language.
- Mobility impaired people are often unable to evacuate themselves and may need a dedicated emergency number to call for assistance during evacuations.
- Parents with small children need information about the whereabouts and well-being of their children, if the latter are out of home (e.g., at school) when disaster strikes (Dressel and Pfeil 2014)
- Unaccompanied children aged 10 to 16 are also considered to be vulnerable due to their lack of experience on how to behave in case of disasters. Here, apps can be used to inform (about necessary protective actions), and to reassure the people concerned to reduce stress and anxiety.
- Blind people obviously need a tool for text-to-speech transformation in order to be able to understand the alert (National Research Council 2011). They are also unable to interpret images, so that all visual clues should be accompanied by a textual description for the visually impaired. Screen readers which are an integral part of many smartphone operating systems are a useful help here. Blind people also may have difficulties with orientation, e.g. during an evacuation in an area they are not familiar with. In this case, standard recommendation is that blind people should join other people during the evacuation so that they can be guided to safety. However, this may not always be possible (no other people around, or when the other people in the area have been injured). In this case, information systems can give some guidance to blind and visually impaired people on the direction where to go. However, such guidance systems (for a discussion, see Klafft et al. 2011) are unable to highlight obstacles that have appeared recently (e.g., debris), which is why mobile guidance systems can only be an additional tool in an evacuation of the blind people – in addition to service dogs or white canes.
- Colour-blind or red-green blind people will have difficulties in distinguishing the different colours used to indicate the severity of an alert (in particular, as many of these schemes use red to indicate high dangers and green either for “pre-alert” or for the “all clear”).
- Deaf people are not susceptible to warning sounds, and they usually also have difficulties in communicating with bystanders. Additionally, deaf people are often very focused on one aspect of their surroundings (“eye-busy” situation), so that it is particularly difficult to gain their attention (National Research Council 2011). Proposed solutions include the use of flashlights (where available), vibration alerts on smartphones, or converting the smartphone screen into a kind of flashlight by constantly alternating between bright white and black. For most deaf people, sign language is their native language, which is why providing videos in sign language to explain the emergency could be advantageous (National Research Council 2011, Mitchell et al. 2010). For frequently occurring disasters, it could be possible to download and store sign language videos on the device (a similar solution was prototypically tested by Mitchell et al. 2010). This information would not be optimized for the ongoing crisis, but producing new videos in sign language and transmitting

them to the recipients' mobile devices during an acute crisis will often be problematic due to bandwidth issues and organizational limitations.

Existing disaster alert apps support some of the required features so far (e.g., text to speech conversion of the standard message text). Furthermore, approaches have been proposed how to personalize alert messages for vulnerable groups, either through extensions of the Common Alerting Protocol (Tsigka 2013), by parsing incoming alert messages in accordance with defined user profiles (Onorati 2013), or by adapting proposed evacuation routes to the recipients' limitations (Onorati 2013).

However, it is not clear to what extent operational alert apps already meet the requirements of vulnerable population group. Furthermore, the authors were approached by the Bavarian Deaf People's Association ("Landesverband Bayern der Gehörlosen"), which highlighted the importance of suitable disaster alert apps for its members. Therefore, we decided to conduct an exploratory field test of the existing alert app KATWARN with this specific vulnerable group, i.e. with deaf people. The goal of this test was to analyze to what extent an existing, off-the-shelf disaster alert app already meets the deaf users' requirements, and where additional development steps will be needed.

### 3 Field test

With the assistance of the „Landesverband Bayern der Gehörlosen e.V.“, four test users were acquired for a field test of the KATWAN system in Southern Germany. After registering for the study, test users were instructed about the purpose of the study, that is, to get to know how test users perceive the alerts which they will receive at random during the test period. Users were instructed to keep a diary about anything special that they experience during the tests. Test alerts were sent without prior notice between June 22<sup>nd</sup>, 2015, and July 5<sup>th</sup>, 2015. Alert texts were based upon standard alert message templates used by regional disaster management agencies, which means, that the simulated alerts referred to disaster types that could occur in the given region. The personnel triggering the test alert also paid attention that the alert texts were adapted to the current situation (e.g., because the test was conducted in summer, alerts for extreme frost or black ice were excluded from the set of possible alert messages). However, in the beginning of each alert message, the words "Test alert" were added to the standard texts in order to make sure that all participants understood that no real disaster was taking place.

On July 5<sup>th</sup>, after the field test had been completed, test users received an e-mail with a link which invited them to present their feedback using an online questionnaire. The questionnaire asked about their perceptions of alert content, notifications, etc. Feedback was collected using a five point scale ranging from "fully agree" to "fully disagree". Additionally, fields for free text comments were provided to the participants in order to collect more detailed feedback. The questionnaire-based approach was selected because interview techniques (usually applied in such small-scale studies) were difficult to conduct lacking a sign-language translator.

Due to the limited number of participants, results have to be considered as purely explorative and need confirmation in a larger study. In general, the existing system did meet the requirements of the participants:

- All users agreed that they would trust the system in an emergency and would even recommend it to other people they know.
- All users considered text messages to be understandable and the content of the baseline message was considered as sufficient for deaf people.
- None of the users considered the vibration alert as insufficient (with two neutral evaluations).
- However, one user voiced concerns that a vibration alert could be confused with other, less urgent messages (such as receiving ordinary text messages). It is therefore advisable to make the vibration alert more unique (e.g., by employing a dedicated vibration pattern, as previously suggested in Mitchell et al. 2010), and to combine it with some visual alerting feature, e.g. making the smartphone display flash (which can, in fact, be noticed even through thin trousers, as the author's own experiences show).
- Responses with regard to ease of use of the system were in part contradictory. Initially, all respondents fully agreed that deaf people would be able to learn easily how to use the system. However, when going more into depth and asking about the participants' personal experience, half of respondents mentioned that they may need help of a technically versed person to use the app properly, which is in contrast the answers to the first question. We therefore recommend that an explanatory video in sign language should be provided in the app itself and on the internet to overcome any remaining problems with ease of use.

One user observed that the loading time of maps and other content can be quite long. He recommended to provide purely text based alerts as an alternative option.

## 4 Conclusions and Outlook

Goal of our research was to summarize the information and interaction requirements of vulnerable people in case of disasters. For the case of deaf people, we wanted to assess to what extent design recommendations from the literature have been taken into account in the design process of an existing alerting system, and how this system is perceived by the target group.

Therefore, we conducted an exploratory field test to find out how suitable a European off-the-shelf disaster alert system is for the specific needs of deaf people. The study indicates that deaf people do not have any problems with understanding the standardized text messages currently in use by the system. Furthermore, test users did not have any additional information requirements compared to citizens without disabilities. However, the study also showed that some additional modifications are needed to assure that deaf people do not confuse alerts with ordinary messages. Therefore, the authors recommend that the following issues will be considered in all future alert app development activities: adding a dedicated

vibration pattern for alerts is proposed in line with literature recommendations, and it is suggested to let the smartphone display blink black and white as soon as an alert is received. It is also recommended to provide an explanation of the alert app as a sign language video in order to facilitate installation and handling.

In the future, our research should be complemented by a larger study to confirm these initial test results, and to provide a more in-depth analysis of how satisfied other vulnerable population groups (e.g., blind people) are with existing alert systems.

### Acknowledgements

This research was in part financed by the research fund of Jade Hochschule Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth. We would like to thank all test participants, and the “Landesverband Bayern der Gehörlosen e.V.” for their kind cooperation. Furthermore, we thank two anonymous reviewers for their valuable comments.

### References

- Alerta Sismica (2016). Alerta Sismica DF – la mejor aplicación de alerta temprana. <http://alertasismica-df.com/> (accessed June 27<sup>th</sup>, 2016)
- BBK (2016). Warn-App NINA. [http://www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App\\_NINA.html](http://www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App_NINA.html) (accessed June 27<sup>th</sup>, 2016)
- Dressel, K. & Pfeil, P. (2014). Bridging the Gap between Crisis Management and their Recipients – Key findings from a European Study on Socio-Cultural Factors of Crisis Communication. Klafft, M. (Ed.): *Current Issues in Crisis Communication and Alerting*. München: Fraunhofer Verlag, pp. 12-23.
- Dressel, K. & Schindler, H. (2011). Reports on semi-structured interviews with risk communication experts. <http://www.opti-alert.eu/assets/files/Deliverable%202-2.pdf> (accessed July 4<sup>th</sup>, 2016)
- Klafft, M., Pfennigschmidt, S., Wenzel, H. & Dziekan, K. (2011). Mobile Guidance-Systeme für blinde und sehbehinderte Menschen – Ergebnisse eines Pilotprojekts. Dziekan, K., Ahrend, C. & Schreiber, A. (Eds.): *easy.going – Herausforderung barrierefreie Mobilität*. Berlin: LIT Verlag, pp. 139-174.
- Kusano, K., Izumi, T. & Nakatani, Y. (2014). Disaster Information Sharing System using Pictograms: Representation of Multidimensional Information. Ao, S. I., Douglas, C., Grundfest, W.S. & Burgstone, J. (Eds.): *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2014 Vol I*, Hong Kong: Newswood, pp. 171-176.
- Ministère de l'Intérieur (2016). Lancement de l'application mobile SAIP : Système d'alerte et d'information des populations. <http://www.interieur.gouv.fr/Actualites/L-actu-du-Ministere/Lancement-de-l-application-mobile-SAIP> (accessed July 27<sup>th</sup>, 2016)
- Mitchell, H. M., Johnson, H. & LaForce, S. (2010). The Human Side of Regulation: Emergency Alerts. Pardede, E., Taniar, D., Awan, I. (Eds.). *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia*. New York: ACM, pp.180-187.

- National Research Council (2011). *Public Response to Alerts and Warnings on Mobile Devices*. Washington: The National Academies Press.
- Onorati, T. (2013). *SEMAAA: A Knowledge Base for Accessible Evacuation and Alert Notifications in Emergencies*. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid.
- Reuter, C. (2014). Communication between Power Blackout and Mobile Network Overload. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management* 6 (2), pp. 38-53.
- Skrbec, J. (2011). Advanced Ways and Means of Civilian Notification in Crisis Situations. Kocurek, A. (Ed.): *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference Liberec Economic Forum*. Liberec: Technical University of Liberec, pp. 409 – 426.
- Tsigka, E. (2013). Section II – Opti-Alert Profile for the Common Alerting Protocol (CAP-OAP). Opti-Alert Consortium (Ed.): *Deliverable D5.5. Interface Specification*. URL: <http://www.opti-alert.eu/assets/files/Deliverable%205-5.pdf> (accessed June 1<sup>st</sup>, 2016)

#### **Contact details**

First author:

Prof. Dr. Michael Klafft  
Jade Hochschule Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth  
Friedrich Paffrath Str. 101  
26389 Wilhelmshaven, Germany  
[Michael.Klafft@jade-hs.de](mailto:Michael.Klafft@jade-hs.de)

Second author:

Niklas Reinhardt  
Fraunhofer Institut für offene Kommunikationssysteme FOKUS  
Kaiserin Augusta Allee 31  
10589 Berlin, Germany  
[Niklas.Reinhardt@fokus.fraunhofer.de](mailto:Niklas.Reinhardt@fokus.fraunhofer.de)

# Sozial auch ohne Netz – Soziale Medien bei Infrastrukturproblemen

Christian Reuter und Julian Hupertz<sup>1</sup>

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen<sup>1</sup>

## 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 wodurch 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 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 2: 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 Ver-

bindungen 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 Mobilen Ad hoc Netzwerken*. Universität Ulm. Retrieved from [http://www.tostermann.de/1\\_public/dissertation/MANET.pdf](http://www.tostermann.de/1_public/dissertation/MANET.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. Wohlgemuth (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>

# Categorization of Volunteers and their Motivation in Catastrophic Events

Henrik Detjen<sup>1</sup>, Susanne Volkert<sup>1</sup>, Stefan Geisler<sup>1</sup>

Computer Science Institute, Hochschule Ruhr West<sup>1</sup>

## Abstract

In catastrophic events, the potential of help has grown through new technologies. Voluntary help has many forms. Within this paper different categories of voluntary help are suggested. Those categories are based on properties like organizational structures, helping process, kind of prosocial behavior and many more. A focus is clearly on the organizational structure and motivational aspects of helper groups. Examples are given for each category. The categorization's aim is to give a brief overview of possible properties a group of system users could have.

## 1 Introduction

In major catastrophic events, like the German “century floods” in 2006 (Elbe) or 2010 (Oder), volunteers play an important role to cope with such situations. Their help is broadly spread: from defending dykes, offering food supplies, accommodation and vehicles to the donation of money or goods. Through social media and other communication platforms the potential of voluntary help has grown nowadays. This leads to the question what motivates people to their engagement (Geißler 2014). Before we examine the motivation of volunteers, we try to systematize the helpers in catastrophic events.

There are many different terms and categories for helper groups. Kirchner (2014) summarizes the helper groups by their organization form and their spatial and social affection to the catastrophic event into the following categories:

- I. Self-helpers and neighborhood helpers
  - Directly affected by the event
  - Coping with the event, with or without organizational forces
- II. Unbound helpers, ad-hoc helpers and spontaneous helpers
  - Active during or after the catastrophic event
  - From areas which are not directly affected by the catastrophic event

- Motivated by news and media
  - Self-organized or committed to an organization
- III. Preregistered helpers and first responders
    - Have registered themselves before the catastrophic event
    - Have personal qualifications, but no special disaster control qualifications
    - Central coordination with connection to the professional organizations
  - IV. Honorary office and full-time helpers in disaster management
    - Trained in tasks for disaster control

A commonly used working definition of unbound helpers can be found in (Deutsches Rotes Kreuz 2013). After having a first categorization of helpers, we take a closer look at the helping process itself. According to Bierhoff (2002), the term help can be distinguished into:

- I. Helping (includes II. and III.): broadcast term, all forms of interpersonal support
- II. Prosocial behavior (includes III.): narrower term, goal is to improve the situation of the help-recipient (person), actor is non-professional
- III. Altruism: prosocial behavior, motivation of taking others' perspective and empathy

From a technical point of view, it is desirable to find the motivational aspects of voluntary help within a certain target group to get a better understanding of system requirements which can ease the conceptual specification of the system. From an organizational perspective, it is desirable to bind the unbound helpers, for strategies for the integration of volunteers into crisis management see (Kalisch et al. 2014).

Later in this article, we compare the helper classes with the eight goals (motivational functions) from the scales of the attitude structure of volunteers (Bierhoff et al.), i.e. social attachment or career function. With this in mind, we concentrate on helper groups which fit into the definition of prosocial behavior (volunteers). This excludes self-help and (professional) full-time helpers. Bierhoff et al. (2007) addressed the honorary office with their motivational functions, which can be defined as, i.e. (Rauschenbach 1999): "[...] the idea of organized, free of charge work in one's own rows through identification with values and goals of the associated organization." Therefore, we cannot transfer their functional goals to all helper groups directly, because their organizational and/or motivational structure might be different.

## 2 Helper Groups

The cooperation of volunteer helpers can be organized in many different ways. In this section we will give a short theoretical overview and introduce some examples. These are the base for building the categories in section 3.

### 2.1 Organizational aspects

Some forms of volunteer work are spontaneous acts of single persons, but in many cases a kind of team work is required to solve larger tasks - an organization structure. A general

introduction about this topic can be found at (Harper 2015). The main distinction is between formal and informal structures. Formal structures consist of official explicit responsibilities and workflows, work split and authority to give directives. On the other side, in informal structures relations between people may shift over time. The availability of volunteers or resources may not be obvious at any time. But even in informal organizations some people might act as leaders, based on charisma or recognized competence for the topic. Formal organizations can guarantee continuity, possess resources incl. buildings, on the other hand informal organizations can act more flexible. Thus, professional organizations typically have a mixture of formal and informal elements.

A more specialized view on nonprofit organizations is given by Anheier (2014). The objective of nonprofit organizations is to serve the public interest and not to optimize the benefit of a small group. They rely on the participation of volunteers, motivated by non-monetary returns. Consequently, it is important to have a look on the motivation of the people which is also influenced by the organizational structure. But it is directly obvious that there is no simple answer, as volunteer fire fighters have a highly formalized organizational structure, while other groups are build and organized only temporarily in a more anarchistic way, e.g. for a single task or spontaneous emergency situation. Important factors are the complexity of interactions and the coupling of organizational units. Loose coupling with complex interactions are an indicator for decentralization while linear interactions and tight coupling should have a centralized organization. The organization form also has strong influences on efficiency and permanence. A decision between task or people orientation, hierarchical or network-oriented decision structures may address and motivate different people as volunteers.

The influence of gender, age and race were analyzed as well as social aspects and motivation of volunteers in the US (Wilson & Musick 1997; Wilson 2000). Wilson also distinguishes between reactive and proactive aspects. The reactive spontaneous help given to a victim of an assault requires quick decisions, which action to take and is not organized, sometimes chaotic. On the other hand, volunteering is proactive, more formalized and most people spend some time and maybe resources independently to a current event.

## 2.2 Examples

The lowest degree of organization – no organization – is spontaneous help, which will not be discussed in this section. On the other end of the scale of formal structure are organizations like the voluntary fire brigade<sup>3</sup> or the THW (“Technisches Hilfswerk”, Federal Agency for Technical Relief)<sup>4</sup> with long-term membership and required trainings to participate in an operation and are official (some state-driven) services to ensure public safety. A traditional, more hybrid in terms of formalization are organizations like the red cross<sup>5</sup>. While depart-

---

<sup>3</sup> <http://www.feuerwehrverband.de/>

<sup>4</sup> [https://www.thw.de/EN/Homepage/homepage\\_node.html](https://www.thw.de/EN/Homepage/homepage_node.html)

<sup>5</sup> <https://www.drk.de/en/>

ments related to regular disaster management are integrated in formal processes, other departments (e.g. some tasks in welfare work) rely on less formally organized structures with mainly volunteers. The volunteer persons are an additional human resource in some emergency situations to support the more professional working members.

Beyond these traditional organizations projects using modern IT-infrastructure – especially social networks (Reuter, Ludwig & Pipek 2014) – and acting more dynamically arose in the last years. During the floods 2013 in Germany different social media portals like Facebook and Twitter were extensively used (Kaufhold & Reuter 2013). Some for a specific reason, some for specific target groups (e.g. helping moms), some fully self-organized, some in contact with local emergency services. Popular examples for social network volunteer groups are “Rain in Muenster” (“Regen in Münster, 2014<sup>6</sup>) and “Essen tackles it” (“Essen packt an”, 2014<sup>7</sup>). Kaufhold and Reuter (2016) analyze the benefits and challenges as well as different roles the helpers took over. With the flood 2013 in mind the “Hands2Help” (Hofmann et al. 2014) project was created, which aims to bring professional forces and auxiliary field help together. The coordination is performed over a centralized server, where organizations can enter their demands. Registered volunteers are alarmed over a smartphone app. For a more extensive overview see (Reuter et al. 2015) and (Reuter et al. 2013).

The former projects do not focus on a long-term relation between organizations and helpers. This is different in the following projects.

The project “United Hatzalah” supports medical teams in lifesaving operations (Friedson 2012). Through the use of smartphones with GPS technology, emergencies are passed to a nearby helper by the system. Over the last years, several small control centers that are coordinating the volunteers and resources were built up. The German project “Mobile Saviors” (“Mobile Retter”) is also concerned with the support of medical rescue services by volunteers (Stroop et al. 2015). Once the system receives an emergency call, a previously registered and nearby helper can be contacted via a mobile app. Within the AHA project (Detjen et al. 2015) volunteers are also alarmed over their smartphones. The volunteers are preregistered to the system and have a validated profile of skills and resources. The integration of the volunteers into an operation is coordinated over the regular official control room, therefore the software of the control system is extended with an AHA component. Fields of applications are not limited to medical help.

### 3 Classification of volunteers

Based on the presented possibilities for social engagement in chapter 2 we propose four different categories of helpers (cf. Table 1).

---

<sup>6</sup> <http://www.regen-in-muenster.de/>

<sup>7</sup> <http://www.essenpacktan.ruhr/index.php/ueber-uns/>

Table 1: Volunteer Categories

Volunteer Category	<i>I. (Unbound) Local Helper</i>	<i>II. (Unbound) Social Network Helper</i>	<i>III. Partially-bound Helper</i>	<i>IV. Bound Helper</i>
<b>Administrative Autonomy</b>	Unbound Helpers	Unbound Helpers	Partially-bound Helpers	Bound Helpers (honorary office)
<b>Coordination</b>	Self-coordinated	Self-coordinated / Instructed	Instructed	Instructed
<b>Organization Form: Example</b>	Neighborhood help	Rain in Muenster, Hands2Help	United Hatzalah, Mobile Saviors, AHA	THW, German Red Cross, VFD
<b>Activity</b>	Reactive	Reactive	Proactive	Proactive
<b>Prosocial Behavior</b>	Spontaneous	—————>		Sustainable
<b>Helping Process Dimensions</b>	—————> Long-Term, Continuous, Plannable, Effort, Professionalism, Formal			
<b>Helper Property Dimensions</b>	—————> Awareness, Commitment, Experience, Professionalism			
<b>Bierhoff, Schülken &amp; Hoof – SEEH: Potential to fulfill</b> <i>Scale: 0 = no potential, + = potential, ++ = high potential</i>				
<b>Social Responsibility</b>	++	++	++	++
<b>Political Responsibility</b>	0	+	0	++
<b>Self-experience</b>	+	++	++	++
<b>Social Attachment</b>	0	++	+	++
<b>Self-esteem</b>	++	++	++	++
<b>Social Influence</b>	++	++	++	++
<b>Career</b>	0	+	+	++
<b>Professional Balance</b>	0	+	0	++

These categories not only differ in the characteristics of their administration, the helping process and the helper itself, but also in the form of prosocial behavior, the fulfilled functions of volunteer's motivation and the point in time from which they become active in relation to the occurrence of the catastrophic event. While volunteers of categories IV, III and partially II are active through planning and training even before an event, helpers of category I only start acting if the event already occurred. This category includes people who act spontaneously during an event and have no kind of administrative who coordinates them. An example for this category could be a neighbor who helps out, maybe with equipment to pump out the

cellar after a flood or just by helping cleaning up the streets or the garden after a storm. These volunteers help on their own and do not or just on a small degree organize themselves in groups. After the event, the group falls apart. Even if it is possible that the same people meet up again at the next event.

If the group does not fall apart and creates some kind of network, e.g. a neighborhood group with a list for a phone chain or a group on Facebook or Whatsapp, the volunteers begin to belong in category II. In such a group it is assumable that one or a handful of people take over the part of the group-coordinator and start managing the group on the social networks, distribute information or in the neighborhood, caring that the groups comes together again at next events or distributing the group resources on different locations during events. The role patterns within social media based groups have been analyzed in (Reuter, Heger & Pipek 2013). Depending on the activity of such a group they cannot only be more organized than helpers of category I, but can also build social bonds, learn from each other and train social skill such as the coordination of groups. To enter a group in a social network or to write your phone number on a list for a phone chain is a decision which can be made easily and fast, because one does not have to fulfill any conditions besides being willing to help.

In contrast to this, in a system such as Mobile Saviors or AHA one has to lodge certificates for e.g. first aid trainings or participate at special trainings to register. Furthermore, there is a commitment towards public authorities by registering in those systems. Because a decision connected with such a responsibility is usually made consciously and more reasoned and because of the different administrative hierarchies in those systems, we decided to separate these volunteers into the third category. In this category the volunteers do not have fixed dates for trainings or duties like for example members of the Federal Agency of Technical Relief or the volunteer fire department (VFD). Besides their participation on courses for medical education, helpers of category III only get active if they are alarmed by the control center and send to place of action. In the fourth category, we placed volunteers of organizations such as Federal Agency of Technical Relief, VFD or German Red Cross. The volunteers of this category do not only have higher activity expenditure, but also could be send to more serious incidents because of their professional training within the organizations. For this reason, the helping process dimensions, like professionalism or formal structures, and helper property dimensions, i.e. commitment or experience, are increasing from I to IV.

Additionally, we tried to map the eight functions of the functional approach for motivations of volunteers (SEEH) by (Bierhoff et al. 2007) to the four categories. We do not doubt that it is possible to fulfill every function within each category, but we think it is more likely that volunteers of different categories have different potentials to fulfill certain functions. Here, it is important to understand that fulfilling more functions, does not mean that the motivation to help is higher. There are simply more motives a helper could have. We discussed different examples for every category and judged whether the functions can be basically fulfilled within the category without further engagement. Since the functions of voluntary work were determined by questioning members of different nonprofit-organizations and honorary offices, we assume that helpers of category IV have the best options to fulfill every function, even if it depends on the organization they are part of.

The functions social responsibility, self-esteem and social influence can be fulfilled by the prosocial activity itself. Because of this, these functions are fulfilled in every category. Functions such as professional balance, self-experience and social attachment are more connected to the amount of time invested and the recurrence of the activity. Fulfilling these functions is much easier if you are part of a group which is connected by a social network or neighborhood as shown in the examples of category II. Although the current systems for volunteers of category III can fulfill the function self-experience, they are still not suitable to build up proper social attachment and thus do not fulfill the function professional balance. The function career describes the benefits you have for your career through the skills learned and the connections made. Therefore, it is unlikely to fulfill this function in category I, while II and III could have this potential - depending on the social and educational activities. Helpers of category I and user of the systems of category III are not related to any political issues and thus these categories cannot fulfill this function. For category II again it depends on the orientation and goals the groups set itself.

## 4 Discussion

The suggested helper categories show that there are differences in volunteer's properties. Categorizing the users of a i.e. crisis app, can sensitize developers for those and thus consider them while planning the system. The properties and characteristics can help to create personas during the design research phase of a project. Particularly the categories motivational functions can be used to derive a communication concept or system functionality (technical/non-technical). But so far, the categories are not fully objective. A next step could be to apply the SEEH questionnaire within selected helper groups of the four categories and measure if our suggestions prove true.

### Acknowledgement

The project AHA is government-founded in context of the program „Research for Civil Safety, Announcement Civil Safety - Protection and Rescue in Complex Operation Situations“ („Forschung für die zivile Sicherheit - Bekanntmachung Zivile Sicherheit - Schutz und Rettung bei komplexen Einsatzlagen“) by the Federal Ministry of Education and Research („Bundesministerium für Bildung und Forschung“), reference number 13N13220.

### References

- Anheier, H. K. (2014). *Nonprofit organizations: Theory, management, policy*. Routledge.
- Bierhoff, H. W. (2002). *Prosocial behaviour*. Psychology Press.
- Bierhoff, H. W., Schülken, T., & Hoof, M. (2007). Skalen der Einstellungsstruktur ehrenamtlicher Helfer (SEEH). *Zeitschrift für Personalpsychologie*, 6(1), 12-27.
- Detjen, H., Hoffmann, S., Rösner, L., Winter, S., Geisler, S., Krämer, N., & Bumiller, G. (2015). Integrating Volunteers into Rescue Processes: Analysis of User Requirements and Mobile App Conception. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJIS-CRAM)*, 7(2), 1-18.

- Deutsches Rotes Kreuz: DRK (2013). *Untersuchung zur Rolle von ungebundenen HelferInnen und Sozialen Netzwerken bei der Bewältigung des Jahrhunderthochwassers im Juni 2013*.
- Friedson, Felice (2012). Israel's fast, free and innovative way to save lives. *Jewish Journal*.
- Geißler, S. (2014). *Motivationen „spontaner“ Hilfeleistungen im Krisen- und Katastrophenfall am Beispiel der Flutereignisse in Magdeburg 2013*. Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin.
- Harper, C. (2015). *Organizations: Structures, processes and outcomes*. Routledge.
- Hofmann, M., Betke, H., & Sackmann, S. (2014). *Hands2Help-Ein App-basiertes Konzept zur Koordination Freiwilliger Helfer*. Themenschwerpunkt: Krisenmanagement Gastherausgeber: Volkmar Pipek und Christian Reuter, 13(1), 36.
- Kalisch, D., Hahn, C., Engelbach, W., & Meyer, A. (2014). *Integration von Freiwilligen in das Krisenmanagement*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag
- Kaufhold, M., & Reuter, C. (2014). Vernetzte Selbsthilfe in Sozialen Medien am Beispiel des Hochwassers 2013/Linked Self-Help in Social Media using the example of the Floods 2013 in Germany. *i-com*, 13(1), 20-28.
- Kaufhold, M. & Reuter, C. (2016). The Self-Organization of Digital Volunteers across Social Media: The Case of the 2013 European Floods in Germany. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 13(1), pp. 137-166.
- Kircher, F. (2014). Ungebundene Helfer im Katastrophenschutz - Die Sicht der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. *BRANDSchutz – Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, 08/2014, 593-597.
- Rauschenbach, T. (1999). *Das sozialpädagogische Jahrhundert: Analysen zur Entwicklung sozialer Arbeit in der Moderne*. Juventa-Verlag.
- Reuter, C., Heger, O., & Pipek, V. (2013). Combining real and virtual volunteers through social media. *Proc. ISCRAM*, 780-790.
- Reuter, C., Ludwig, T., & Pipek, V. (2014). Ad Hoc Participation in Situation Assessment: Supporting Mobile Collaboration in Emergencies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 21(5).
- Reuter, C., Ludwig, T., Kaufhold, M.-A., & Pipek, V. (2015). XHELP: Design of a Cross-Platform Social-Media Application to Support Volunteer Moderators in Disasters. *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*. Seoul, Korea: ACM Press.
- Stroop, R., Strickmann, B., & Kerner, T. (2015). Ersthelfer-Alarmierung per Smartphone. *Deutsches Ärzteblatt*, 112(24), 18.
- Wilson, J. (2000). Volunteering. *Annual review of sociology*, 215-240.
- Wilson, J., & Musick, M. (1997). Who cares? Toward an integrated theory of volunteer work. *American Sociological Review*, 694-713.

## Contact

Henrik Detjen, henrik.detjen@hs-ruhrwest.de  
Susanne Volkert, susanne.volkert@stud.hs-ruhrwest.de  
Stefan Geisler, stefan.geisler@hs-ruhrwest.de

# Koordination der ungebundenen Flüchtlingshilfe durch soziale Medien

Thomas Ludwig, Christoph Kotthaus, Robin Stumpf

Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Siegen

## Zusammenfassung

Die aktuelle Flüchtlingshilfe in Deutschland wird neben den offiziellen Behörden und Organisationen, zusätzlich durch eine Vielzahl freiwilliger Helfer aus der Bevölkerung organisiert. Die Bevölkerung nutzt dabei etablierte Kommunikationskanäle sozialer Medien. Wie sich die Vielzahl freiwilliger Helfer jedoch über diese Medien organisiert und ihre Tätigkeiten koordiniert ist noch weitestgehend unklar. Mit diesem Beitrag soll exemplarisch aufgezeigt werden, wie sich ungebundene, freiwillige Flüchtlingshilfe in Deutschland über soziale Medien organisiert und koordiniert. Dazu wurde eine empirische Studie mit Fokus auf Facebook und Twitter durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich verschiedene Praktiken gebildet haben, wie dem Erstellen eigener Hashtags, dem Verlinken von Bedarfslisten, dem Fixieren von Beiträgen oder dem Bilden eigener Verbreitungsstrukturen durch Multiplikatoren.

## 1 Einleitung

Veranlasst durch Bürgerkriege im eigenen Land, kamen seit Anfang 2015 mehr als eine Millionen Flüchtlinge nach Europa. Bei der Bewältigung eines solchen Aufkommens sind in der Regel eine Vielzahl von Akteuren eingebunden, die sich aus den staatlichen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), den privaten Hilfsorganisationen, sowie Betreibern kritischer Infrastrukturen (z.B. Deutsche Bahn) zusammensetzen. Aufgrund des enormen Zeitdrucks können die personellen Kapazitäten der BOS und Hilfsorganisationen schnell an ihre Grenzen stoßen. In Ergänzung zu den offiziellen Maßnahmen finden deshalb parallel verschiedene eigens initiierte Hilfsaktivitäten der Bevölkerung statt, die es bislang in diesem Ausmaß nie gegeben hat (Ludwig, Kotthaus, et al., 2015). Solche, durch situativen Altruismus geprägte Freiwillige, sind durch das Deutsche Rote Kreuz als ungebundene Helfer definiert (DRK, 2013). Sie sind nicht betroffene Bürger, die eigenständig aus dem Bedürfnis heraus aktiv werden, anderen in einer Notlage zu helfen und keine Mitglieder einer Organisation des Katastrophenschutzes sind. „Ihre Hilfeleistung findet gemeinwohlorientiert und unentgeltlich und im Rahmen ihrer eigenen Möglichkeiten statt. Sie wird in der Regel außerhalb ihres unmittelbaren räumlichen wie sozialen Umfelds erbracht. Die Helfer mobili-

sieren sich bzw. koordinieren ihre Hilfstätigkeiten selbstständig und ereignisbezogen, insbesondere über soziale Netzwerke“ (DRK, 2013).

Innerhalb des Bereiches Freiwilligenarbeit in der Flüchtlingshilfe ist in Deutschland in den letzten Jahren ein enormer Zuwachs zu beobachten. Karakayali und Kleist (2015) untersuchen dabei die Organisationsstrukturen von Flüchtlingshilfe und die Motivation der Freiwilligen. Die Koordinations- und Organisationsmechanismen und der Einsatz moderner Kommunikationsmedien wurden dabei allerdings noch nicht betrachtet. Dieser Beitrag soll daher untersuchen wie sich ungebundene Helfer über webbasierte Kommunikationsmedien organisieren und koordinieren. Dazu zeigt Kapitel 2 die allgemeinen Organisationsstrukturen von Flüchtlingshilfe auf. Kapitel 3 umfasst das Forschungsdesign der durchgeführten empirischen Untersuchung und stellt die Ergebnisse zur Koordinierung vor. Kapitel 4 fasst die Studie zusammen und gibt einen Ausblick über weitere Arbeiten.

## 2 Organisationsstrukturen der Flüchtlingshilfe

Nach Musick und Wilson (2008) ist Freiwilligenarbeit definiert als unentgeltliche, selbst gewählte, gemeinnützige Tätigkeit, die abseits von Familie, Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung geleistet wird. Sie stellt dabei einen gesellschaftlichen Beitrag an Mitmenschen und Umwelt dar und sei unverzichtbarer Bestandteil einer funktionierenden Gesellschaft, der auch von etablierten BOS geschätzt wird (Ludwig, Reuter, et al., 2015). Obwohl der heutigen Flüchtlingshilfe eine lange Tradition zivilgesellschaftlicher Hilfe für Schutzsuchende vorausgeht, gibt es bisher kaum wissenschaftliche Studien hinsichtlich ihrer Organisationsstrukturen. Zwar existieren eine Vielzahl an frühen Studien zu bürgerlichem Engagement und der Entstehung emergenter Gruppen in akuten Krisensituationen (Quarantelli, 1984; Stallings & Quarantelli, 1985), jedoch sind nur wenige Arbeiten zu finden, die sich mit der aktuellen Flüchtlingssituation auseinandersetzen (Karakayali & Kleist, 2015). In ihrer Studie untersuchen Karakayali und Kleist (2015) deshalb aktuelle Organisationsstrukturen der Flüchtlingshilfe und zeigen sowohl die Profile freiwilliger Helfer und ihre Aufgabenbereiche als auch die Motive auf, welche die Helfer antreiben. Im Folgenden wird auf die Ergebnisse dieser Studie Bezug genommen.

Seit dem Beginn der „Flüchtlingskrise“ ist ein zunehmendes Interesse an privater Beteiligung der Hilfe zu erkennen. Die Hilfsorganisationen geben an, dass sich durchschnittlich 70 Prozent mehr freiwillige Helfer in den letzten drei Jahren engagieren. Die Studie legt dar, dass ein wesentlicher Teil der freiwilligen Helfer in der Flüchtlingshilfe in etablierten Organisationen und Verbänden tätig ist. Solche Organisationen haben ihren Fokus dabei keineswegs nur auf die Flüchtlingshilfe gelegt, sondern sind auch in vielen verschiedenen anderen Bereichen der Freiwilligenarbeit involviert. Neben den bestehenden Organisationsformen ist zu erkennen, dass ein überdurchschnittlich großer Anteil der Freiwilligen ihrer Arbeit in spontanen und selbstorganisierten Initiativen und Gruppen nachgehen. Diese Spontanität der Bürger, die nicht auf bereits bestehende Strukturen zurückgreifen, zeigt, dass oft bestimmte Umstände oder der lokale Kontext Menschen zu ihrem freiwilligen Engagement in der Flüchtlingshilfe bewegen (Karakayali & Kleist, 2015).

Neben praktischen Tätigkeiten wie der Hilfe bei der Wohnungssuche, Kleidungssammlung oder dem Sprachunterricht, stellen auch Übersetzungstätigkeiten oder Behördengänge einen neuerlichen, aber zentralen Aufgabenbereich dar. Des Weiteren unterstützen die freiwilligen Helfer Flüchtlinge dabei, Beziehungen zur Gemeinde und untereinander aufzubauen. Tätigkeiten, die eine professionelle Ausbildung voraussetzen, werden ebenfalls ausgeführt, aber im Gegensatz zu den anderen Aufgabenbereichen nur in einem sehr geringen Ma. Die Beteiligten in der Flüchtlingshilfe wollen durch ihre Arbeit einerseits die Gesellschaft aktiv mitgestalten und andererseits den Flüchtlingen, die meist traumatische Erlebnisse in ihrem Leben hatten, bei der Ankunft in Deutschland und dem Aufbau eines neuen Lebensabschnitts unterstützen. Dadurch leistet die Flüchtlingshilfe „einen sehr wichtigen Beitrag zur Etablierung einer Willkommengesellschaft in Deutschland“ (Karakayali & Kleist, 2015).

### 3 Empirische Studie im Kontext der Flüchtlingshilfe

Karakayali und Kleist (2015) zeigen deutlich, wie aktuelle Strukturen im Rahmen der Flüchtlingshilfe organisiert sind, jedoch ist über ihre Koordination über Kommunikationsmedien bisher noch wenig bekannt. Aus diesem Grund wurde eine empirische Studie durchgeführt, deren Analyse die Aktivitäten, die im Zusammenhang der Flüchtlingshilfe über die sozialen Medien (Twitter, Facebook) ausgeübt werden, näher untersucht. Dabei wird das Ziel verfolgt, zu zeigen, welchen Beitrag soziale Medien für die freiwilligen Helfer in der Flüchtlingshilfe, insbesondere für ihre Koordination, Organisation sowie Kommunikation untereinander, leisten und welche Tätigkeiten ausgeführt werden.

#### 3.1 Methodik

Zu Beginn wurden Tweets mit den Hashtags #flüchtlingskrise sowie #flüchtlingshilfe gesammelt, um einen ersten Datenkorpus zu erhalten. Insgesamt wurden 10.829 Tweets unter Verwendung des Programms „Tweet Archivist“ erfasst und als Excel-Tabelle archiviert. Die Erfassung wurde im Zeitraum zwischen dem 28. November 2015 und 3. Januar 2015 durchgeführt. Des Weiteren wurde untersucht, welche externen Seiten häufig geteilt und welche Twitter-Nutzer oft explizit mit Tweets angesprochen werden. Auf Basis dessen wurde eine qualitative Inhaltsanalyse der Tweets durchgeführt, um ein besseres Verständnis über die verschiedenen Hilfsaktivitäten zu erhalten. Dazu wurden über 2.000 Tweets exemplarisch ausgewählt und im Hinblick auf Koordinationsmechanismen und Kommunikationsstrukturen betrachtet. Diese Analyse dient dazu, die Motive und Rollen der Nutzer aufzuzeigen, um bereits erste Informationen darüber zu erhalten, inwiefern sich Twitter als Plattform für die Organisation freiwilliger Helfer und ihrer Aktivitäten in der Flüchtlingshilfe eignet.

Während dieser allgemeineren Betrachtung der Aktivitäten im Kontext der Flüchtlingshilfe wurde das Hashtag #trainofhope als besonders relevant identifiziert. Hinter dem Stichwort „Train of Hope“ verbirgt sich eine private Initiative von freiwilligen Helfern, die sich im September 2015 organisierte, und es sich zur Aufgabe gesetzt hat, am Wiener Hauptbahnhof ankommende Flüchtlinge zu unterstützen. Daher wurden zwischen dem 7. September 2015

und 13. November 2015 Tweets, die das Hashtag #trainofhope enthalten, mittels einer eigens implementierten Social Media Gathering Software gesammelt. Die gesammelten Daten umfassen 21.746 Tweets und liegen in der JavaScript Object Notation (json-Format) vor. Die Daten wurden inhaltlich daraufhin untersucht, wie die Kommunikation zwischen den einzelnen Nutzer vonstattenging und welchen Beitrag das Hashtag zur Organisation und Koordination der freiwilligen Helfer leistete. Neben den gesammelten Tweets wurden auch die eigens unter dem Hashtag #trainofhope entstandenen Twitter-Accounts und Facebook-Seiten untersucht, um zu erkennen, wie dort die Koordination vonstattenging.

Zudem wurden zwei weitere Facebook-Seiten zur Flüchtlingshilfe in den beiden Städten *Großstadt1* und *Großstadt2* betrachtet. Die beiden Facebook-Initiativen wurden hinsichtlich der Kommunikation unter den Mitgliedern und bereits vorhandener Koordinations- oder Organisationsmechanismen untersucht. Im Anschluss an die Analyse der Facebook-Initiativen wurde Kontakt mit den Administratoren der Facebook-Seiten aufgenommen, um weitere Fragen, die nach der Untersuchung aufgekommen sind, zu klären. Die Interviews wurden über den „Facebook-Messenger“ durchgeführt.

## 3.2 Ergebnisse

Besonders häufig werden Informationen der bekannten Nachrichtenmagazine oder Hilfsorganisationen, wie das Deutsche Rote Kreuz oder die Welthungerhilfe, verbreitet. Die Verbreitung der Informationen erfolgte meist durch private Nutzer in Form von Retweets. Es ist auffällig, dass Tweets, die im Kontext der Flüchtlingshilfe stehen, oftmals Links enthalten, die auf Webseiten mit weiterführenden Informationen verweisen. Die qualitative Analyse der erfassten Tweets zeigt, dass besonders häufig Tweets retweetet werden, die auf spezielle Initiativen oder Projekte für die Flüchtlingshilfe aufmerksam machen. Daneben wird häufig auf regionale Initiativen oder auf Helferbedarfe hingewiesen, beispielsweise:

Maria (02.12.2015 12:35:50): „#Netzwerk #Flüchtlingshilfe #Rüsselsheim: Helferinnen und Helfer für die Flüchtlingshilfe gesucht |... <https://t.co/fP8pYR0yrU>“

Neben Aufrufen zu benötigten Helfern, wird zu Sach- und Geldspenden aufgerufen oder es wird direkt angesprochen, welche konkreten Dinge benötigt werden:

Sven (03.12.2015 15:43:05): „Wir benötigen dringend #Spenden für die #Flüchtlingshilfe in der LUK #Kellinghusen: Fahrräder, Zubehör... <https://t.co/FDQ2RX80f7>“

Während die Tweets zum Hashtag zur #flüchtlingshilfe inhaltlich vorwiegend Hilfsaktivitäten behandeln, handeln Tweets zum Hashtag #flüchtlingskrise vorwiegend von Meinungen zu politischen Themen und es findet ein Austausch darüber statt. Die Analyse zeigt, dass zwar viele der untersuchten Tweets auch wichtige Informationen für die Flüchtlingshilfe enthalten, aber diese Tweets keine unmittelbare Organisation oder Koordination von Helfern oder ihrer Aktivitäten beinhaltet. Deshalb wurde, wie bereits erwähnt, zusätzlich das Hashtag #trainofhope näher untersucht, welches explizit für die Flüchtlingsarbeit und die Koordination freiwilliger Helfer und ihrer Hilfsaktivitäten ins Leben gerufen wurde. Neben der Initiative in Wien entwickelten sich auch schnell in anderen großen Städten Österreichs und Deutschlands Helfergruppen, die unter dem Stichwort agierten.

Die untersuchten Tweets zu #trainofhope zeigen, dass auch hier das Retweeten bestimmter Tweets eine zentrale Rolle einnimmt. 61 Prozent aller betrachteten Tweets sind Retweets. Vor allem die Tweets der Accounts, die allein für Aktivitäten von Train of Hope angelegt wurden, wurden häufig retweetet. Hier sind neben dem zentralen Account @trainofhope für die Stadt Wien auch noch die regionalen Accounts wie beispielsweise @trainofhope\_do für die Stadt Dortmund oder @TrainofHope\_B für die Stadt Berlin zu nennen. Die Inhaltsanalyse der Tweets lässt erkennen, dass #trainofhope für eine Vielzahl verschiedener Aktivitäten benutzt wird. Die freiwilligen Helfer, die an Bahnhöfen oder in Flüchtlingsunterkünften helfen, geben Statusupdates ab, in dem sie beschreiben, wie zurzeit die Situation der Flüchtlinge aussieht oder wie die Lage an den Bahnhöfen oder in den Flüchtlingsunterkünften ist:

Clara (07.09.2015 09:47): „Mittlerweile warten mehr als 300 Menschen gespannt auf die Ankunft der #Refugees #trainofhope #wuppertal“

Zu diesen Statusupdates gehören auch Informationen über ankommende Züge mit Flüchtlingen sowie Uhrzeit, Bahnhof und Anzahl an Flüchtlinge. Auch die Verspätungen der Züge werden über Twitter kommuniziert und es wird vermittelt, ob noch zusätzliche Helfer für die ankommenden Flüchtlinge benötigt werden:

Julian (08.09.2015 10:53): „Gegen 22:30 wird in #Düsseldorf ein #Sonderzug aus München mit rund 450 #Flüchtlingen erwartet. Ein weiterer Zug gegen 2:00 #trainofhope“

Eine weitere Aktivität unter dem Hashtag #trainofhope, ist die Suche nach vermissten Personen. So werden die vermissten Personen beschrieben und es wird dazu aufgerufen den Tweet möglichst oft zu retweeten. Ein oft angewandtes Vorgehen ist hier das Ansprechen eines Nutzers mit vielen Followern (Multiplikatoren, z.B. @trainofhopeffm), um die Reichweite zu erhöhen oder das Erstellen eines neuen speziellen Hashtags für die Person (#findAzam):

Heike (02.10.2015 10:38): „Find Azam #findAzam @TrainofHope\_B @HBF\_Graz @HBF\_Vie @trainofhopeffm @UNHCR\_de @AboutRefugees @MigrationAidHu“

Falls spezifische Informationen benötigt werden, stellen Twitter-Nutzer oftmals ihre Fragen an die gesamte Twitter-Gemeinschaft. Wenn es aber um Bereiche im Einflussbereich von Train of Hope geht, werden diese Twitter-Accounts direkt adressiert:

Martin (28.09.2015 13:52): „+BITTE INFO aus #Herford #saarstraße zur Situation m. #refugees. Danke! #trainofhope #refugeeswelcome“

Die wichtigste Aktivität und auch der Grund, warum die Initiative des „Train of Hope“ auf Twitter entstand, ist allerdings die Koordinierung der Helfer und ihrer Tätigkeiten. Die Analyse zeigt, dass jeweils ein Account den Bedarf an Helfern und Spenden für den entsprechenden Bahnhof oder Stadt steuert. Es wird über Twitter kommuniziert wann und wo noch Helfer benötigt werden. Auch die Fähigkeiten, die die Helfer mitbringen sollen, wie zum Beispiel gewisse Sprachkenntnisse für Übersetzungsarbeiten, werden direkt in dem Tweet genannt. Zusätzlich wird geteilt, wenn die Kapazitäten an Helfern erreicht sind, um ein durch zu viele Helfer verursachtes Chaos zu verhindern.

Anne (05.10.2015 14:36): „@HBF\_Vie @WEST\_Vie Helfer bitte dringend jetzt ins Stadion. Beide Hallen auf. Zu wenig Helfer. #trainofhope“

Neben der Koordination von freiwilligen Helfern existiert die Koordination von Spenden an Lebensmitteln und Hilfsgütern für die Flüchtlinge. In den Tweets wird genau beschrieben, was an den einzelnen Standorten benötigt wird. Da die Länge der Tweets mit 140 Zeichen aber oft nicht ausreicht um alle Informationen zu übermitteln, wird häufig ein Link zu einer Bedarfsliste (oftmals Google Docs) eingebunden. Wenn bestimmte Hilfsgüter jedoch schnell und dringend benötigt werden, wird dies direkt über Twitter kommuniziert. Die angesprochenen Bedarfslisten an Hilfs- und Lebensmitteln, aber auch erstellte Dokumente mit wichtigen Phrasen in verschiedenen Sprachen enthalten, sind auf Facebook oder anderen externen Webseiten einzusehen.

Philipp (18.09.2015 07:17): „Heute: Es werden an der #eachalle4 spenden aller art vorzugsweise kinderkleidung, spielzeug etc angenommen. #trainofhope“

Eine Bedarfsliste, die genauer untersucht wurde, ist die des Wiener Hauptbahnhofs. Diese ist über die Facebook-Seite des Trains of Hope in Wien ([www.facebook.com/hbfvie](http://www.facebook.com/hbfvie)) einzusehen und wird fast täglich aktualisiert. Die gesamte Bedarfsliste ist sowohl in Deutsch, als auch in Englisch verfügbar. Sie ist in die Kategorien Bekleidung, Hygiene, Kinderecke Essen, Sonstiges und Helfer unterteilt. Unter diesen Kategorien sind die Artikel, die benötigt werden, aufgelistet und außerdem sind Güter, die aktuell sehr dringend oder gar nicht mehr benötigt werden, durch Markierungen deutlich gekennzeichnet. Des Weiteren werden die Adresse und der Zeitraum genannt, in dem Spenden entgegengenommen werden können. Es wird in dem Unterpunkt Helfer beschrieben, ab welcher Uhrzeit diese benötigt werden. Falls Dolmetscher gebraucht werden, werden auch die benötigten Sprachkenntnisse in der Beschreibung angegeben. Unter den Bedarfslisten werden Fragen gestellt, ob bestimmte Güter zurzeit gebraucht werden oder ob man diese Güter besser anderen Flüchtlingsunterkünften zukommen lassen solle. Alle Fragen werden von den „Mitgliedern“ von Train of Hope beantwortet. Außerdem findet man unter den Listen häufiger Kommentare der Helfer wie zum Beispiel, dass man sich jetzt auf den Weg macht, um Hilfsmittel vorbei zu bringen.

Nach der inhaltlichen Analyse der Twitter-Daten wurde im weiteren Verlauf der empirischen Arbeit Facebook auf Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der Organisation und Koordination freiwilliger Helfer in der Flüchtlingshilfe stehen, näher untersucht. An erster Stelle fällt innerhalb der Facebook-Chronik ein *fixierter* Beitrag auf, der die wichtigsten Informationen und Links rund um die Aktivitäten der Facebook Seite enthält. Der Beitrag ist in die Bereiche „Bedarfsliste“, „Großstadt1 transportiert“, „Großstadt1 spendet Zeit“, „Allgemeine Informationen“ und „Deutschland für Anfänger“ unterteilt. Der Link des Bereichs „Bedarfsliste“ führt auf ein „Google Docs“-Dokument, das den Bedarf an Sach- und Kleiderspenden beschreibt. Die Annahmezeiten der Spenden sind für jede Flüchtlingsunterkunft explizit angegeben und es wird darauf hingewiesen, dass man sich vor der Spendenübergabe über eine private Facebook-Nachricht mit den Organisatoren in Verbindung setzen soll, um genaue Details zu klären.

Der zweite Bereich „Großstadt1 spendet Zeit“ verweist auf eine Facebook-Notiz, die einerseits die Transporte der Sachspende und andererseits die Mobilität der Flüchtlinge gewährleisten soll. Die Facebook-Notiz fängt mit der Bitte an, dass Personen, die Transportmöglichkeiten anbieten oder suchen, diese unter die Notiz als Kommentare schreiben sollen. Um ein gewisses System zu bekommen, sollen die Kommentare nach dem Schema „<Habe Fahr-

zeug> <Stadtteil>“ oder „<Suche Fahrzeug> <Stadtteil>“ geschrieben werden. Die Personen, die ihr Auto für einen längeren Zeitraum als Hilfe bereitstellen, werden von den Organisatoren in der fixierten Notiz festgehalten. Zusätzlich zu ihrem Namen werden noch Angaben zu dem Auto und der E-Mail-Adresse unter der sie erreichbar sind notiert. Des Weiteren ist in den Kommentaren unter der Notiz zu erkennen, dass Kommunikation zwischen Nutzern stattfindet, um möglichst viele Transporte zu ermöglichen.

Die Links der nächsten beiden Bereiche „*Großstadt1* spendet Zeit“ und „Allgemeine Informationen“ verweisen wieder auf „Google Docs“-Dokumente. Das „Google Docs“-Dokument enthält eine Bedarfsliste, die zeigt in welcher Flüchtlingsunterkunft noch Helfer für bestimmte Tätigkeiten gesucht werden. Es wird beschrieben, was die Tätigkeiten der Helfer sind und wie man in Kontakt mit den Verantwortlichen der Flüchtlingsunterkunft treten kann. Hingegen enthält das Dokument des Bereichs „Allgemeine Informationen“ einen Leitfaden und Informationen zur individuellen Flüchtlingshilfe. Diese Themen sind zum Beispiel deutsche Gesetze, Verhaltensregeln, Gewohnheiten oder Traditionen.

Neben dem an erster Stelle stehenden fixierten Beitrag fällt auf, dass fast täglich ein Update der Organisatoren gepostet wird. Diese Updates machen darauf aufmerksam, was aktuell noch dringend benötigt wird oder welche Hilfsaktionen noch Helfer brauchen. Zudem werden Berichte über bereits abgeschlossene Hilfsaktionen geteilt und Danksagungen ausgesprochen. Es ist zu erkennen, dass unter diesen Beiträgen eine Kommunikation zwischen den Organisatoren und anderen Facebook-Nutzern stattfindet, bei der sie ihre Hilfe anbieten oder Fragen an die Organisatoren stellen.

Die zweite Facebook-Seite „Flüchtlingshilfe *Großstadt2*“ enthält ebenfalls einen fixierten Beitrag in der Chronik, der auf eine Bedarfsliste für Sach- und Zeitspenden und eine Liste verweist, die Angebote für Flüchtlinge beinhaltet. Diese Listen sind aber nicht in „Google Docs“-Dokumenten gespeichert, sondern in den „Notizen“ von Facebook. Das hat den Vorteil, dass direkt unter den Notizen Kommentare mit Hilfsangeboten verfasst werden können. Diese Kommentare können somit direkt von Organisatoren beantwortet werden. Zudem sind bei der Bedarfsliste für Sach- und Zeitspenden die genauen Adressen und Kontaktdaten der einzelnen Flüchtlingsunterkünfte nicht hinterlegt und müssen vorher erst über private Facebook-Nachrichten erfragt werden.

Die anschließend geführten Interviews mit den Administratoren der beiden Facebook-Seiten haben aufgezeigt, dass sie die Informationen, die sie über ihre Seiten teilen, größtenteils gezielt vor Ort erfragen oder durch andere Helfer mitgeteilt bekommen, die in den Flüchtlingsunterkünften arbeiten. Sie stellen heraus, dass es für sie sehr zeitaufwändig und arbeitsintensiv sei, die vorhandenen Informationen täglich in die Bedarfslisten zu übertragen und die Listen unübersichtlich sind. Die Kommunikation mit anderen Nutzern stellen sie als kritisch dar, da sie bei den vielen Anfragen und Nachrichten, die sie täglich bekommen, leicht den Überblick verlieren. Sie wünschten sich deshalb eine gewisse Kennzeichnung von wichtigen Beiträgen oder Nachrichten, sodass diese nicht in Vergessenheit geraten. In dem geführten Interview hat sich herausgestellt, dass die Kommunikation zwischen den Organisatoren und den restlichen Facebook-Nutzern hauptsächlich über private Nachrichten und Kommentare vonstattengehen. Falls es nötig ist, werden auch Telefonnummern ausgetauscht, um eine schnellere Kommunikation zu gewährleisten. Die Personen des Organisationsteams

setzen hingegen vor allem auf direkte persönliche Kommunikation untereinander oder sprechen sich telefonisch ab.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die aktuelle Flüchtlingshilfe in Deutschland wird zusätzlich zu den Aktivitäten von BOS durch eine Vielzahl freiwilliger Helfer aus der Bevölkerung organisiert. Dieser Beitrag liefert eine exemplarische Betrachtung, wie innerhalb der Flüchtlingshilfe soziale Medien koordinierend eingesetzt werden. Dazu wurde eine empirische Studie zur Untersuchung von Facebook und Twitter im Hinblick auf Kommunikations- und Kooperationsstrukturen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch verschiedene Praktiken wie dem Erstellen eigener Hashtags (z.B. Suche vermisster Personen) dem Verlinken von Bedarfslisten externer Webseiten (z.B. Google Docs), dem Fixieren von Beiträgen (z.B. Erläuterung der jeweiligen Facebook-Gruppen und Funktionsweise) oder dem Herausbilden eigener Verbreitungsstrukturen durch Multiplikatoren, wie die Flüchtlingshilfe koordiniert und strukturiert wird. In einem nächsten Schritt soll die Analyse verwendeter sozialer Medien um die Analyse neu entstandener, speziell für die Flüchtlingshilfe konzipierter Webseiten ergänzt werden. Einerseits sollen überregionalen Projekte, wie „Flüchtlingshilfe NRW“, „Helphelp“, „Ich helfe jetzt“ oder „Helper Chain“ und andererseits regionalen Initiativen untersucht werden.

### Literaturverzeichnis

- Deutsches Rotes Kreuz. (2013). DRK-Untersuchung zur Rolle von ungebundenen HelferInnen und Sozialen Netzwerken bei der Bewältigung des Jahrhunderthochwassers im Juni 2013. Retrieved from [http://www.b-b-e.de/fileadmin/inhalte/aktuelles/2013/10/NL22\\_DRK\\_Definition.pdf](http://www.b-b-e.de/fileadmin/inhalte/aktuelles/2013/10/NL22_DRK_Definition.pdf)
- Karakayali, S., & Kleist, J. O. (2015). EFA-Studie: Strukturen und Motive der ehrenamtlichen Flüchtlingsarbeit (EFA) in Deutschland. *Berliner Institut für empirische Integrations- und Migrationsforschung (BIM), Humboldt-Universität zu Berlin*, (April), 1–36.
- Ludwig, T., Kotthaus, C., & Dongen, S. van. (2015). Public Displays zur Koordinierung ungebundener Helfer in Schadenslagen. In *Mensch und Computer 2015 – Workshopband* (pp. 19–27). Stuttgart: Oldenbourg Verlag.
- Ludwig, T., Reuter, C., Siebigtheroth, T., & Pipek, V. (2015). CrowdMonitor: Mobile Crowd Sensing for Assessing Physical and Digital Activities of Citizens during Emergencies. In *Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (pp. 4083–4092). Seoul, Korea: ACM New York, NY, USA.
- Musick, M. A., & Wilson, J. (2008). *Volunteers: a social profile*. Bloomington: Indiana University Press. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/ntnlib/reader.action?docID=10212568>
- Quarantelli, E. L. (1984). *Emergent Citizen Groups in Disaster Preparedness and Recovery Activities*. University of Delaware.
- Stallings, R. A., & Quarantelli, E. L. (1985). Emergent Citizen Groups and Emergency Management. *Public Administration Review*, 45(Special Issue), 93–100.

# Ein Konzept für die Klassifizierung subjektiver Sicherheit in Tweets

Kristian Rother<sup>1</sup>, Inga Karl<sup>1</sup>, Simon Nestler<sup>1</sup>

Forschungsgruppe Mensch-Computer-Interaktion, Hochschule Hamm-Lippstadt<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird die erste Iteration eines Prozesses zur Konzeption einer Annotationsrichtlinie zur Klassifizierung von Tweets hinsichtlich des in ihnen ausgedrückten subjektiven Sicherheitsgefühls dargelegt. Basierend auf einer initialen, rudimentären Annotationsrichtlinie wurden Tweets von vier Annotatoren klassifiziert. Diese Klassifizierung wurde zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt und die Annotationen wurden hinsichtlich der Interrater- und Intrarater-Reliabilität untersucht. Anhand qualitativer Interviews wurden Handlungsempfehlungen für die Überarbeitung der Annotationsrichtlinie abgeleitet.

## 1 Einleitung

Eine Möglichkeit zur Erfassung des subjektiven Sicherheitsgefühls der Bevölkerung im Kontext der Mensch-Computer-Interaktion ist die Analyse von verbreiteten Inhalten in Sozialen Medien. Im Rahmen des Forschungsprojektes INTERKOM<sup>8</sup> in der zivilen Sicherheitsforschung wird ein System entwickelt, mit dem die Inhalte aus Sozialen Medien analysiert und hinsichtlich der subjektiven Sicherheitswahrnehmung bewertet werden sollen. Eine der notwendigen Teilaufgaben für ein solches System ist die automatisierte Klassifizierung von verbreiteten Diskussionsinhalten in Sozialen Medien am Beispiel von Twitter. Die Klassifizierung erfolgt hinsichtlich des subjektiven Sicherheitsgefühls, welches in den Kurznachrichten (Tweets) ausgedrückt wird.

Um Tweets computerbasiert mithilfe von überwachtem Lernen klassifizieren zu können, wird ein Goldstandard benötigt (Raykar et al., 2009). Bisher gibt es keinen Goldstandard für die Erhebung des subjektiven Sicherheitsgefühls, welches in deutschsprachigen Tweets ausgedrückt wird. Um einen solchen Goldstandard zu schaffen, ist eine Richtlinie zur Klassifizierung der Tweets notwendig. In diesem Beitrag wird die erste Iteration eines Prozesses zur

---

<sup>8</sup> BMBF-Förderkennzeichen 13N1005, 01/2014 – 12/2016

Konzeption dieser Annotationsrichtlinie vorgestellt. Entsprechend lautet die Forschungsfrage: Wie lässt sich eine wissenschaftlich fundierte Annotationsrichtlinie für das in deutschsprachigen Tweets ausgedrückte subjektive Sicherheitsgefühl entwickeln?

## 2 Verwandte Arbeiten

Bisherige Ansätze zur Analyse von Krisensituationen anhand von Twitter, beispielsweise im Kontext des Tsunamis in Japan (Acar & Muraki, 2011), der Flut in Queensland (Bruns et al., 2012) und des Erdbebens in Chile (Mendoza et al., 2010) beschränken sich auf den objektiven Krisenkontext und untersuchen die Art der Tweets, die in Krisensituationen gesendet werden, oder wie sich diese verbreiten. Naaman, Boase und Lai (2010) haben inhaltsbasiert unterschiedliche Kategorien von Tweets abgeleitet. Die Kategorie „Suche nach Informationen, Hilfe oder Antworten“ wird im Kontext der Black Saturday Feuer in Australien als besonders krisenrelevant bezeichnet (Sinnappan et al., 2010).

Im Gegensatz dazu liegt der Fokus bei der Sentiment Analyse auf in Texten zum Ausdruck gebrachten Meinungen, Gefühlen und Subjektivität (Pang & Lee, 2008). Die Verwendung von Twitter als Korpus für die Sentiment Analyse zur Klassifizierung in „positiv“, „negativ“ und „neutral“ mittels überwachtem Lernen wurde von Pak und Paroubek (2010) sowie Go und Kollegen (2009) dargelegt. Saif und Kollegen (2013) erweitern die Sentiment Klassifizierung von Tweets als Ganzes um Annotationen für in den Tweets enthaltene Entitäten. Eine einfache Klassifizierung in Gefühle basierend auf Schlüsselwörtern findet sich im Kontext des Terrorismus bei Cheong und Lee (2011).

Wiebe und Kollegen (1999) stellen einen Prozess vor, um anhand einer ersten Annotationsrichtlinie und statistischen Tests eine verbesserte Annotationsrichtlinie abzuleiten. Ein weiterer Prozess zur iterativen Verbesserung von Annotationsrichtlinien findet sich in den ersten beiden Phasen (Modellierung und Annotation) des MATTER-Zyklus, welche wiederum den MAMA-Zyklus beinhalten (Pustejovsky & Stubbs, 2012, S. 23–29). In Anlehnung an den MAMA-Zyklus sowie an Wiebe und Kollegen (1999) soll die Entwicklung der Annotationsrichtlinie daher in einem iterativen Prozess erfolgen, wobei diese in jeder Iteration getestet und angepasst wird, bis eine standardisierte Annotationsrichtlinie vorliegt.

## 3 Methode

Der Gesamtprozess zur Entwicklung des Goldstandards ist in Abbildung 1 zusammengefasst. Dieser Beitrag beschreibt einen Durchlauf des iterativen Workshop-Annotation-Evaluation Zyklus. Dieser Zyklus wird solange durchlaufen, bis im Rahmen der Evaluation gezeigt werden kann, dass die Annotationsrichtlinie den Anforderungen entspricht. Im ersten Schritt des Zyklus wurde zunächst ein Kickoff-Workshop der Forschungsgruppe Mensch-Computer-Interaktion der Hochschule Hamm-Lippstadt dazu genutzt, die erste Annotationsrichtlinie zu entwickeln.

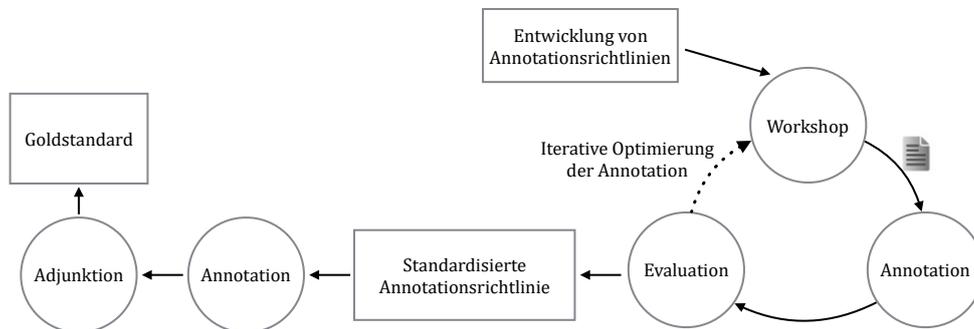


Abbildung 1: Prozess für die Entwicklung eines Goldstandards in Anlehnung an Wiebe et al. (1999) und Pustejovsky und Stubbs (2012, S. 23–29)

Die Forscher einigten sich darauf, die initiale Annotationsrichtlinie möglichst einfach und rudimentär zu halten, sodass die ersten Ergebnisse als Bestandsaufnahme dienen und so das relevante Verbesserungspotential bestimmt werden kann. Die entwickelte Annotationsrichtlinie sah wie folgt aus:

*Ziel: Das Ziel der Annotation ist es, Tweets hinsichtlich der gefühlten Sicherheit des Verfassers der Nachricht zu klassifizieren.*

*Klassenbezeichnungen: Es stehen drei Klassenbezeichnungen zur Auswahl. „Gefühlte Sicherheit“ bedeutet, der Tweet drückt ein Gefühl von Sicherheit aus. „Gefühlte Unsicherheit“ bedeutet, der Tweet drückt ein Gefühl von Unsicherheit aus und „Neutral“ bedeutet der Tweet drückt weder ein Gefühl von Sicherheit noch ein Gefühl von Unsicherheit aus.*

*Durchführung: Die Klassifizierung bezieht sich immer auf den gesamten Tweet. Betrachten Sie immer nur einen Tweet. Beginnen Sie beim ersten (obersten) Tweet und wählen Sie die Ihrer Meinung nach passende Klassenbezeichnung im Dropdownmenü aus. Fahren Sie mit dem nächsten Tweet fort, bis Sie am Ende des Dokumentes angekommen sind.*

Nachdem die initiale Annotationsrichtlinie vorliegt, entspricht der Zyklus einem fortlaufenden sequentiellen *Mixed Methods Design* (Ivankova et al., 2006), d.h. zeitlich geht die quantitative Datenerhebung (Abb. 1: Annotation und Evaluation) der qualitativen Untersuchung (Abb. 1: Evaluation und Workshop) voraus. Die quantitativen Daten wurden gewonnen, indem mehrere Annotatoren auf Basis der ersten Annotationsrichtlinie Tweets hinsichtlich der gefühlten Sicherheit klassifiziert haben. Die so gewonnenen Daten wurden nach auffälligen Mustern untersucht. Basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung wurden qualitative Interviews mit den Annotatoren geführt, um ihren Klassifizierungsprozess besser zu verstehen und zu erklären.

### 3.1 Materialien

Für die Analysen wurden Tweets aus einer Datenbank entnommen, die im Rahmen des Forschungsprojektes angelegt wurde und seit Okt. 2015 Tweets mithilfe der von Twitter bereit-

gestellten öffentlichen Streaming-API<sup>9</sup> sammelt. Im Kontext des Projektes werden die Tweets mithilfe von 88 domänenspezifischen Schlüsselwörtern (u.a. Anschlag, Polizei, ansteckend usw.) gesammelt, um zu erreichen, dass der Datensatz möglichst kontextrelevante Inhalte aufweist (d.h. deutsche Tweets mit Krisenkontext). Diese Schlüsselwörter wurden durch Experten auf Basis eines in Entwicklung befindlichen standardisierten Fragebogens<sup>10</sup> zum subjektiven Sicherheitsgefühl der Bevölkerung abgeleitet. Für die vorgestellte Studie wurden aus der Datenbank insgesamt 250 Tweets als Trainingsdaten ausgelesen. Aus den Tweets wurde mit einem Python-Skript eine LibreOffice Calc Tabelle für jeden Annotator generiert. Die Inhalte der einzelnen Tweets wurden in der ersten Spalte unter der Überschrift „Tweet“ ohne Autorenangaben gespeichert. Die zweite Spalte, mit der Überschrift „Klassifizierung“ enthielt ein Auswahlménü mit den drei Klassenbezeichnungen. Aufgrund der Zielsetzung, die Tweets hinsichtlich der gefühlten Sicherheit des Verfassers der Nachricht zu klassifizieren und weil letztendlich das subjektive Sicherheitsgefühl der Bürger untersucht werden soll, wurden Tweets, die direkt von einer Behörde stammen, in diesem Datensatz nicht verwendet. Retweets, d.h. das (meist unkommentierte) Weiterverbreiten einer Behördennachricht durch den Bürger, wurden hingegen als relevant betrachtet und aufgenommen. Ob es sich um einen Retweet handelt ließ sich den Metadaten der Tweets entnehmen.

## 3.2 Durchführung

Die Klassifizierung der gesammelten Tweets wurde von insgesamt vier Personen (A-D) durchgeführt. Die Annotatoren A, B und C waren grob mit der Domäne Sicherheitsforschung vertraut und Annotator D hatte ein tieferes Domänenwissen. Alle vier Annotatoren waren männlich und zwischen 21 und 33 Jahre alt. Es wurden insgesamt zwei Erhebungen durchgeführt, wobei die Annotatoren nicht wussten, dass ein weiterer Durchlauf geplant war. Beim ersten Durchlauf im November 2015 wurden die Annotatoren in die Verwendung des LibreOffice Calc Dokuments eingeführt. Dabei wurden ihnen die Annotationsrichtlinie sowie die Auswahl der gewünschten Klassenbezeichnungen für einen Tweet erklärt. Dann konnten die Annotatoren unbeobachtet die Tabelle mit den Tweets bearbeiten. Der zweite Durchlauf im Januar 2016 verlief analog zum ersten, allerdings wurden die Annotatoren anschließend gebeten sich zu notieren wie sie bei der Klassifizierung vorgegangen sind und was ihnen leicht oder schwer gefallen ist.

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisse beziehen sich auf die Annotation der Tweets durch die vier Teilnehmer. Die Auswertung der Klassifizierung erfolgte mit dem R-Paket `irr` (Gamer et al., 2012). Um zu

---

<sup>9</sup> Informationen zur API finden sich unter <https://dev.twitter.com/streaming/reference/post/statuses/filter>

<sup>10</sup> Die verwendete vorab Version des Fragebogen stammt aus privater Korrespondenz mit dem Universitätsklinikum Ulm.

untersuchen wie unterschiedlich die vier Annotatoren jeweils einen Tweet bewertet haben, wurde die Interrater-Reliabilität (Fleiss' Kappa) mit der Funktion *kappam.fleiss* ermittelt. Um zu untersuchen wie unterschiedlich einzelne Tweets von den jeweiligen Annotatoren an den beiden Erhebungszeitpunkten eingestuft wurden, wurde die Intrarater-Reliabilität (Cohen's Kappa) mit der Funktion *kappa2* ermittelt. Zur Beurteilung der Ergebnisse werden die sechs Bewertungen der  $\kappa$ -Werte von Landis und Koch (1977) verwendet: *schlechte Übereinstimmung* (<0), *etwas Übereinstimmung* (0 bis 0.20), *ausreichende Übereinstimmung* (0.21 bis 0.40), *mittelmäßige Übereinstimmung* (0.41 bis 0.60), *beachtliche Übereinstimmung* (0.61 bis 0.80) und *(fast) vollkommene Übereinstimmung* (0.81 bis 1).

#### 4.1 Klassifizierung der Tweets

Tabelle 1 zeigt die Klassifizierung der Tweets an den beiden Erhebungszeiträumen. Für die Interrater-Reliabilität der vier Annotatoren ergab sich beim ersten Durchgang ein *Fleiss' Kappa* von  $\kappa = 0.48$  ( $z = 21.60$ ;  $p < 0.01$ ) und beim zweiten Durchgang ein *Fleiss' Kappa* von  $\kappa = 0.53$  ( $z = 23.70$ ;  $p < 0.01$ ).

Annotator	Gefühlte Sicherheit		Gefühlte Unsicherheit		Neutral	
	Nov 2015	Jan 2016	Nov 2015	Jan 2016	Nov 2015	Jan 2016
A	18	15	60	60	172	175
B	8	8	64	68	178	174
C	18	3	74	32	158	215
D	4	14	29	53	217	183

Tabelle 1: Klassifizierung der 250 Tweets an den beiden Erhebungszeiträumen

Die Intrarater-Reliabilität für die jeweiligen Annotatoren über zwei Zeitperioden hinweg ist in Tabelle 2 dargestellt.

Annotator	Ungewichtet			Gewichtet mit $g = \langle 0,1,2 \rangle$		
	Cohen's Kappa	z-Wert	p-Wert	Cohen's Kappa	z-Wert	p-Wert
A	0.68	12.90	<0,01	0.69	13.10	<0.01
B	0.82	14.30	<0,01	0.78	13.90	<0.01
C	0.25	4.23	<0,01	0.22	3.88	<0.01
D	0.61	11.80	<0,01	0.58	11.10	<0.01

Tabelle 2: Intrarater-Reliabilität über zwei Zeitperioden

## 4.2 Konfliktäre Annotationen

Im ersten Durchgang kam es insgesamt bei sechs der 250 Tweets (2.4 %) zu konfliktären Annotation d.h. mindestens ein Annotator hat den Tweet mit GS klassifiziert und ein anderer Annotator hat denselben Tweet mit GU klassifiziert. Im zweiten Durchgang war dies bei sieben einzigartigen Tweets von 250 (2.8 %) der Fall. Insgesamt gab es drei Tweets (1.2 %), die in beiden Durchgängen konfliktär annotiert wurden. Diese sind im Folgenden aufgeführt.

- RT @BILD\_Muenchen: Mit #Fahndungsfoto: #Polizei sucht brutalen #Schläger <https://t.co/VWzE3vBRNU> <https://t.co/DzqJj316v>
- Öffentlichkeitsfahndung: Polizei München sucht drei mutmaßliche Schläger <https://t.co/NkzOm9QNz0>
- Mannheim-Rheinau – Polizei warnt vor unlauteren Schmuckankäufen – Zeugen und Geschädigte gesucht! #Ludwigshafen <https://t.co/RRgO1sRtxY>

## 5 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen eine *mittelmäßige Übereinstimmung* der Interrater-Reliabilität in beiden Durchgängen. Es wird daher vermutet, dass es grundsätzlich möglich ist das Sicherheitsgefühl von deutschsprachigen Tweets auf der Dokumentenebene zu klassifizieren. Da die Annotatoren nur mit einer rudimentären Annotationsrichtlinie gearbeitet haben, ist eine Verbesserung der Reliabilität für weitere Vorgänge zu erwarten. Die gewichtete Intrarater-Reliabilität zeigt unterschiedliche Übereinstimmungen der Bewertungen der einzelnen Annotatoren. Die Annotatoren A und B liegen dabei innerhalb der Richtwerte für *beachtliche Übereinstimmung* und für Annotator D innerhalb der Richtwerte für *mittelmäßige Übereinstimmung*. Die Intrarater-Reliabilität von Annotator C liegt am unteren Ende der Richtwerte für *ausreichende Übereinstimmung*. Die qualitativen Interviews haben ergeben, dass Annotator C im Vergleich zu den anderen nach der ersten Erhebung bereits über den Annotationsprozess nachgedacht und „quasi den eigenen Prozess angepasst“ hat. Das Infragestellen der Klassifizierung verdeutlicht, dass die Richtlinie so angepasst werden muss, dass die Annotatoren weniger Interpretationen der Richtlinie vornehmen können. Somit ist anzunehmen, dass eine bessere Annotationsrichtlinie dazu führen wird, dass sich die Intrarater-Reliabilität für alle Annotatoren in weiteren Iterationen verbessern wird.

Im Bezug auf die konfliktären Tweets kann vermutet werden, dass die persönliche Wahrnehmung der Inhalte durch die Annotatoren eine starke Rolle bei der Klassifizierung gespielt haben. In diesem Zusammenhang lassen sich aus den Ergebnissen der qualitativen Befragung erste Handlungsempfehlungen für Erweiterungen der Annotationsrichtlinie ableiten, um konfliktäre Einstufungen in weiteren Iterationen zu vermeiden und weniger Spielraum für eigene subjektive Meinungen der Annotatoren zu geben:

- Beispiele für Tweets zu jeder Klassenbezeichnung („Beispiele wären gut gewesen.“)
- Erläuterung des Umgangs mit Retweets („Retweet also mit RT. Das muss ja besonders wichtig sein.“), unvollständigen Tweets („Unvollständige Tweets bewerte ich eher mit

neutral.“) und Tweets, die Links enthalten („Nachrichten mit Links sind schwierig einzuordnen.“) oder Teil eines Dialogs sind („Manchmal sieht man halt nicht, wies weitergeht.“)

- Genauere Erklärungen zu @ und # und wie diese zu Beurteilen sind („Ich schaue ob es ein @ oder # gibt was über den Kontext Ausschluss geben kann. Also wenn da jetzt z.B. was über Schüsse steht aber #callofduty dann ist das neutral.“)
- Eine Identifizierung von offiziellen Accounts, insbesondere BOS und Nachrichtenagenturen („Wenn sowas wie @polizei ich glaube Baden-Württemberg dann sieht man ja, dass es von einer Behörde kommt [...] das ist dann offiziell.“)
- Fahndungsmittelungen erfordern besondere Erklärungen, da sie oft konfliktär eingestuft wurden („Wenn nach Tätern gesucht wird ist das immer so ein gemischtes Ding [...]“. „Fahndungserfolge bedeuten Sicherheit.“)
- Der Bezug zu Deutschland muss genauer erläutert werden („Wäre ein Flugzeugabsturz in Australien jetzt Unsicherheit? Eigentlich ja nicht weil kein Bezug zu Deutschland [...] also weiß ich jetzt nicht.“)

## 6 Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es einen Prozess zur Konzeption einer Annotationsrichtlinie zur Klassifizierung von Tweets hinsichtlich des in ihnen ausgedrückten subjektiven Sicherheitsgefühls darzustellen. Es wurde gezeigt, dass bereits mit einer sehr einfachen Annotationsrichtlinie eine *mittelmäßige Übereinstimmung* bei der Klassifizierung erzielt werden kann. Dieser Wert liefert einen ersten Richtwert für zukünftige Verbesserungen und einen Anhaltspunkt, ob die getroffenen Maßnahmen die Reliabilität im Vergleich zur rudimentären Annotationsrichtlinie verbessern. Für die nächste Iteration wird eine Steigerung der Interrater-Reliabilität und der Intrarater-Reliabilität auf mindestens *beträchtliche Übereinstimmung* angestrebt. Als Ergebnis der hier vorgestellten ersten Iteration konnten erste Erweiterungen der Annotationsrichtlinie abgeleitet werden.

In Anlehnung an die Identifikation von Sarkasmus in Tweets nach González-Ibáñez et al. (2011) wäre es denkbar, dass es auch so etwas wie #unsicher gibt. Als Alternative zur Annotation können die Autoren der Tweets direkt befragt werden, ob sie sich zum Zeitpunkt der Erstellung der Nachricht unsicher gefühlt haben (Acar & Muraki, 2011). Sobald eine *beträchtliche Übereinstimmung* erzielt wird, kann durch Adjunktion ein Goldstandard (vgl. Abb. 1) geschaffen werden. Nachdem der Goldstandard geschaffen wurde, können unterschiedliche Algorithmen des überwachten Lernens systematisch verglichen werden.

### Danksagungen

Dieser Beitrag wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Teil des Projektes INTERKOM (FK: 13N1005, 01/2014 – 12/2016) gefördert. Wir bedanken uns bei Marius Gördes, Kai Sablowski und Dennis Ziebart für ihre Unterstützung.

**Literaturverzeichnis**

- Acar, A., & Muraki, Y. (2011). Twitter for crisis communication: lessons learned from Japan's tsunami disaster. *International Journal of Web Based Communities*, 7(3), 392–402.
- Bruns, A., Burgess, J. E., Crawford, K., & Shaw, F. (2012). # qldfloods and @ QPSMedia: Crisis communication on Twitter in the 2011 south east Queensland floods.
- Cheong, M., & Lee, V. C. (2011). A microblogging-based approach to terrorism informatics: Exploration and chronicling civilian sentiment and response to terrorism events via Twitter. *Information Systems Frontiers*, 13(1), 45–59.
- Gamer, M., Lemon, J., Fellows, I., & Singh, P. (2012). *irr: Various Coefficients of Interrater Reliability and Agreement*. Retrieved from <http://CRAN.R-project.org/package=irr>
- Go, A., Huang, L., & Bhayani, R. (2009). Twitter sentiment analysis. *Entropy*, 17.
- Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Stick, S. L. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3–20.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159–174.
- Mendoza, M., Poblete, B., & Castillo, C. (2010). Twitter Under Crisis: Can we trust what we RT? In *Proceedings of the first workshop on social media analytics* (pp. 71–79). ACM.
- Naaman, M., Boase, J., & Lai, C.-H. (2010). Is it really about me?: message content in social awareness streams. In *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 189–192). ACM.
- Pak, A., & Paroubek, P. (2010). Twitter as a Corpus for Sentiment Analysis and Opinion Mining. In *LREc* (Vol. 10, pp. 1320–1326).
- Pang, B., & Lee, L. (2008). Opinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 2(1–2), 1–135.
- Pustejovsky, J., & Stubbs, A. (2012). *Natural language annotation for machine learning*. O'Reilly Media, Inc.
- Raykar, V. C., Yu, S., Zhao, L. H., Jerebko, A., Florin, C., Valadez, G. H., ... Moy, L. (2009). Supervised learning from multiple experts: whom to trust when everyone lies a bit. In *Proceedings of the 26th Annual international conference on machine learning* (pp. 889–896). ACM.
- Saif, H., Fernandez, M., He, Y., & Alani, H. (2013). Evaluation datasets for twitter sentiment analysis: a survey and a new dataset, the sts-gold.
- Sinnappan, S., Farrell, C., & Stewart, E. (2010). Priceless tweets! A study on Twitter messages posted during crisis: Black Saturday. *ACIS 2010 Proceedings*, 39
- Wiebe, J. M., Bruce, R. F., & O'Hara, T. P. (1999). Development and Use of a Gold-standard Data Set for Subjectivity Classifications. In *Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics on Computational Linguistics* (pp. 246–253). Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics. <http://doi.org/10.3115/1034678.1034721>

# Überwachung von Industrierobotern mittels Nahinfrarot-Kamerasystem

Sebastian Sporrer, Norbert Jung<sup>1</sup>

Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Institut für Sicherheitsforschung<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Diese Arbeit präsentiert eine Methode zur zuverlässigen Personendetektion für die Absicherung des Arbeitsbereichs von Industrierobotern. Hierzu wird ein im Nahinfrarotbereich (NIR) arbeitendes aktives Kamerasystem eingesetzt, das durch erweiterte und robuste Hauterkennungseigenschaften besonders dazu geeignet ist, zwischen verschiedensten Materialoberflächen und menschlicher Haut zu unterscheiden. So soll zum einen die Erkennungsleistung gegenüber handelsüblichen, im visuellen Bereich arbeitenden RGB-Kamerasystemen gesteigert werden und gleichzeitig eine „intelligente“ Form des *Mutings* realisiert werden. Die im Rahmen des Projekts „Sichere Personendetektion im Arbeitsbereich von Industrierobotern durch ein aktives NIR-Kamerasystem (SPAI)“ entwickelte und hier vorgestellte Methode erreicht in einer ersten Variante eine pixelweise Personenerkennungsrate von ca. 98,16%.

## 1 Einleitung

Der Arbeitsbereich eines Industrieroboters birgt für Menschen, die diesen bewusst oder unbewusst betreten, große Risiken. Die Kraft und Geschwindigkeit solcher Roboter kann durch Kollisionen oder Quetschungen zu schlimmstenfalls tödlichen Verletzungen führen. Im Jahre 2015 sorgte der tödliche Unfall in einem Werk von Volkswagen für mediale Aufmerksamkeit (Kühling, 2015). Nach Angaben der DGUV wurden in den Jahren 2005 bis 2012 insgesamt 2269 Arbeitsunfällen mit Industrierobotern registriert, von denen 59 als „schwer“ - z.B. Verlust von Gliedmaßen, Tod - eingestuft wurden (DGUV, 2015). Es ist daher wünschenswert einen Schutzraum um den Roboter zu definieren und auf das Betreten durch Personen zu überwachen, um durch angemessene Reaktionen einen sicheren Zustand herzustellen. Dieser Schutzraum soll besonders mit Hinblick auf zukünftige Szenarien inspiriert durch die *Smart Factory* flexibel zu gestalten sein. Die bisher obligatorischen Zäune und Lichtgitter sind besonders bei dieser Anforderung einem Kamerasystem unterlegen, bei dem der Schutzraum idealerweise unmittelbar durch eine zugehörige Software interaktiv definiert wird. Auch eine weiterführende Objekterkennung spielt in diesem Szenario eine große Rolle: Am Markt befindliche Kamerasysteme detektieren im definierten Schutzbereich alle bewegten Objekte und interpretieren diese als Sicherheitsrisiko. Aufgrund der fehlenden Unterschei-

derung von Personen und anderen Objekten führt dieses Verhalten zu unerwünschten Effekten, wie zum Beispiel dem Erkennen des Roboters selbst. Durch aktive Nahinfrarot-Kamerasysteme ist es möglich mittels robuster Hauterkennung sicher zwischen Personen und anderen Objekten zu unterscheiden und so eine intelligente Form des *Mutings* zu realisieren.

## 2 Grundlagen

Das in dieser Arbeit vorgestellte Verfahren nutzt ein robustes Verfahren zur pixelweisen Hauterkennung mittels „spektraler Signaturen“ im Nahinfrarotbereich. Zur Akquise der zugehörigen multispektralen Bilddaten wird ein spezielles aktives Kamerasystem verwendet. Beide Themen werden in diesem Abschnitt im Detail vorgestellt.

### 2.1 Hauterkennung im nahen Infrarot

Menschliche Haut kann in sechs Hauttypen eingeteilt werden (Fitzpatrick 1988), die sich insbesondere im sichtbaren Licht durch ihre Farbe unterscheiden. Dies wird durch verschiedene Konzentrationen von Pigmenten (Melaninen) in der Haut verursacht. Im nahinfraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums verlieren Melanine zunehmend an Einfluss auf die Remissionseigenschaften der Haut, wodurch Haut und andere Materialoberflächen in diesem spektralen Bereich weitestgehend entfernungs- und intensitätsunabhängig robust zu unterscheiden sind. Hierzu sind für die meisten Anwendungsfälle lediglich einige wenige schmale Bänder aus dem Bereich nötig, die als Stützstellen des Remissionsspektrums verstanden werden können und als „spektrale Signatur“ bezeichnet werden. In Abbildung 3 werden verschiedene Remissionsspektren zusammen mit einem von den verschiedenen Hauttypen aufgespannten Bereich dargestellt. Während Haut besonders im sichtbaren Bereich pigmentbedingte Remissionscharakteristika aufweist und von anderen Materialien wie beispielsweise Holz nur schwer unterschieden werden kann, verjüngt sich der Korridor im Nahinfrarotbereich und weist eine Treppenstufen-Charakteristik auf, mit der eine robuste Unterscheidung möglich ist. Diese Charakteristik ist im Wesentlichen auf den Wassergehalt und die spezifische Reflektion von Nahinfrarotlicht durch die Haut zurückzuführen. Sie ist von Hauttyp, Alter und Geschlecht unabhängig und wurde bereits von (Jacquez et al. 1955) untersucht. Diese Eigenschaft der Haut wurde für technische Systeme bereits in mehreren Arbeiten auf verschiedene Arten umgesetzt (HacsKaylo 1985; Kilgore & Whillock 2008; Determan & Wunderlin 2008, Zhang et al. 2011). Ein Vergleich zwischen Hautdetektionssystemen basierend auf Erkennung im visuellen Spektrum und nahem Infrarot wurde jüngst von (Mendenhall et al. 2015) veröffentlicht.

Robuste Hauterkennung mittels „spektraler Signaturen“ wird durch die Forschungsgruppe an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg bereits seit über 10 Jahren erforscht. So wurden in dieser Zeit verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt, in deren Rahmen diese Technik für verschiedene Anwendungsfälle – meist mit direktem Bezug zur Arbeitssicherheit – untersucht wurde. Im Zuge der Projektarbeiten wurden dabei mehrere Veröffentlichungen zum Fortschritt verfasst, die in (Schwaneberg 2013) zusammengefasst sind.

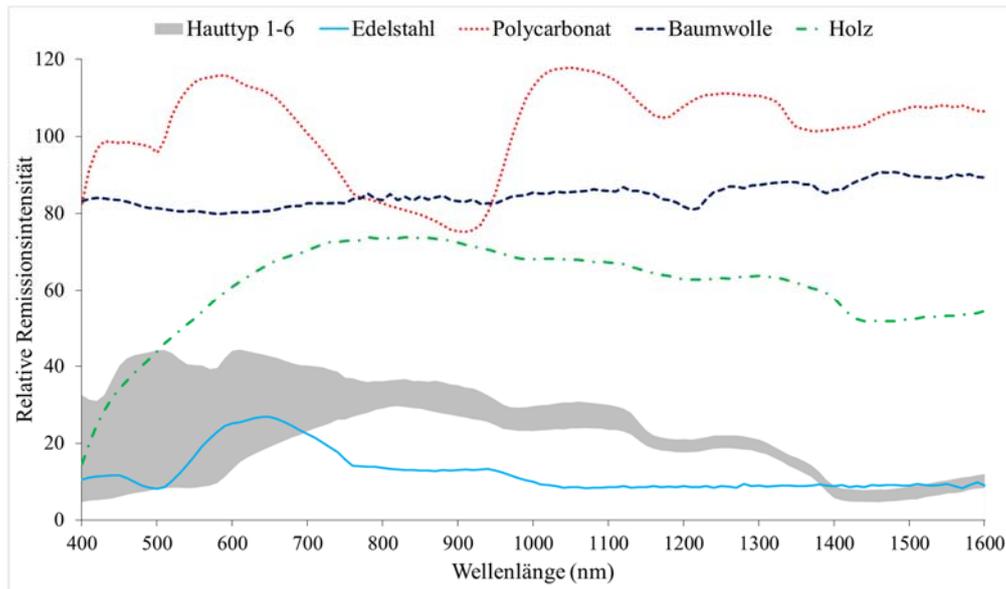


Abbildung 3: Remissionsspektren verschiedener Materialien und von sechs Hauttypen aufgespannter spektraler Hautkorridor im sichtbaren und nahinfraroten Spektrum (Sporrer et al. 2015).

## 2.2 Aktives Nahinfrarot-Kamerasystem

Auch bildgebende Verfahren wurden für den NIR-Bereich vorgeschlagen. Verschiedene Forscher nutzen mehrere NIR-Kameras mit vorgeschalteten optischen Bandpassfiltern und halbdurchlässigen Spiegeln um multispektrale Bilder zu erzeugen (Pavlidis et al. 2000; Dowdall et al. 2003; Peskosky 2010). Einen weiteren Ansatz verfolgen Bourlai et al. 2012) mit der Verwendung eines Filtrrades, das mit unterschiedlichen optischen Bandpassfiltern ausgestattet wurde und erzeugen die einzelnen spektralen Kanäle sequenziell. (Bertozzi et al. 2013) beschreiben die Verwendung eines Bildsensors, der ähnlich zu dem im visuellen Bereich etablierten *Bayer-Filter* mit einem Muster pixelweise verschiedener NIR-Bandpassfilter ausgestattet ist. In der Forschungsgruppe an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg wurde ein aktives NIR-Kamerasystem entwickelt (Steiner et al. 2016a), welches für die Bildakquise im Rahmen der Evaluation dieser Arbeit verwendet wurde und im Folgenden kurz beschrieben wird.

Das Kamerasystem umfasst eine im Nahinfrarotbereich empfindliche digitale Kamera mit einem InGaAs-Bildsensor. Um den Signal-zu-Rausch-Abstand zu optimieren, wird der Sensor thermoelektrisch gekühlt und bietet im Gegensatz zu verbreiteten Silizium-Bildsensoren lediglich eine geringe Auflösung von  $640 \times 512$  Pixeln. Die weitere wichtige Komponente stellt ein Blitzlicht bestehend aus möglichst geeignet verteilten verschiedenen NIR-LEDs dar, das für die aktive Beleuchtung der Szene mit verschiedenen definierten Wellenlängenbändern eingesetzt wird. Sonstige Unterschiede optischer und leistungstechnischer Natur werden bestmöglich ausgeglichen und auf ein Minimum reduziert, um eine gleichmäßige

Ausleuchtung der Szene zu ermöglichen. Abbildung 4 zeigt ein solches Kamerasystem schematisch. Die zentrale Steuerung des Messablaufs wird durch einen in das Blitzlicht eingebetteten Mikrocontroller koordiniert. Nach dem Startsignal, welches durch den auswertenden Computer initiiert wird, werden für jeden LED-Typus die zugehörigen LEDs eingeschaltet und der Auslöser der Kamera über eine externe Schnittstelle betätigt. Das aufgenommene Bildmaterial wird dann zum Computer gesendet und mit der Wellenlängenbandinformation des momentan aktiven Typus markiert. Dies wird für alle Kanäle wiederholt. Insbesondere wird auch ein Bild ohne aktive Beleuchtung zur Identifikation des Umgebungslichtes aufgenommen. Um ein multispektrales Bild mit allen Kanälen zu akquirieren wird damit die Bildwiederholrate der Kamera bei N Wellenlängenkanälen um den Faktor  $1/(N+1)$  verlangsamt.

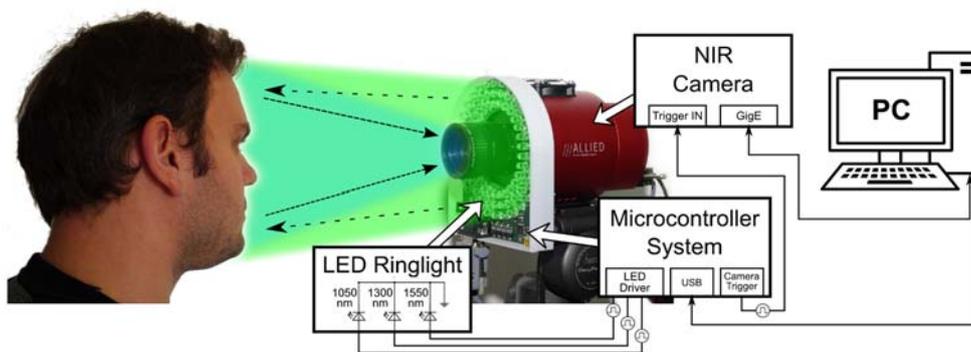


Abbildung 4: Schematische Darstellung des NIR-Kamerasystems (Steiner et al. 2016a).

Zur Tiefenerfassung, die für das vorgestellte Szenario zur dreidimensionalen Verortung von erkannten Objekten nötig ist, wird das System als stereoskopisch ausgelegt, so dass mindestens zwei der erwähnten NIR-Kameras Verwendung finden. Zur Disparitätsbestimmung zwischen den Bildern der beiden Kameras werden gängige und bewährte Verfahren benutzt, die auch im sichtbaren Spektralbereich Verwendung finden. Näheres zur Untersuchung des stereoskopischen Aufbaus kann (Sporrer et al. 2015) entnommen werden.

Eine weitere Herausforderung bei der sequenziellen Multispektralbildakquise stellen Bewegungsartefakte dar, die an Rändern von sich bewegenden Objekten durch den räumlichen Versatz der Pixel zwischen zwei Kanälen auftauchen. Eine umfassende Untersuchung zu diesem Thema wurde in (Steiner et al. 2016b) durchgeführt.

Die Trennungsleistung der pixelweisen Hauterkennung wurde im Rahmen von (Steiner et al. 2016a) analysiert. Auch mit einem aktiven Nahinfrarot-Kamerasystem ist die robuste Hauterkennung nach dem in 2.1 vorgestellten Prinzip möglich. Für diese Untersuchung wurde neben verschiedenen Materialien auch typische Berufsbekleidung in die Datenbasis integriert. Abbildung 5 zeigt Porträtaufnahmen der sechs Hauttypen nach (Fitzpatrick 1988). Im oberen Bereich werden Bilder aus dem sichtbaren Bereich dargestellt, im unteren Bereich

NIR-Falschfarbenbilder. Für diese Falschfarbenbilder wurden die Nahinfrarotkanäle als Rot, Grün und Blau interpretiert.



Abbildung 5: RGB- (o.) und NIR-Falschfarbenporträts von Individuen der Hauttypen 1 bis 6 (Steiner et al. 2016a).

### 3 Pixelweise Personenerkennung

Die pixelweise Hautinformation wird im folgenden Personendetektionsalgorithmus verwendet, um die Zugehörigkeit von Objekten zur Klasse „Person“ zuverlässig zu erkennen. Nach einer Aufbereitung der aufgenommenen multispektralen Bilddaten, die neben verschiedenen Verfahren zur Kalibrierung der intrinsischen Parameter der Kamera auch einen Weißabgleich bietet, werden drei Operationen parallel durchgeführt. Zum einen wird mit dem in 2 beschriebenen Verfahren zur Hauterkennung eine Hautmaske basierend auf den aktuellen Bilddaten erzeugt. Bei diesen Masken handelt es sich um binäre Bilder, bei denen Pixel mit dem Wert 0 (Schwarz) keine Haut darstellen und Pixel mit dem Wert 1 (Weiß) auf Haut hindeuten. Bei der zweiten parallelen Operation handelt es sich um eine Hintergrund-/Vordergrundsegmentierung, mit der eine Vordergrundmaske erstellt wird, die Objekte im

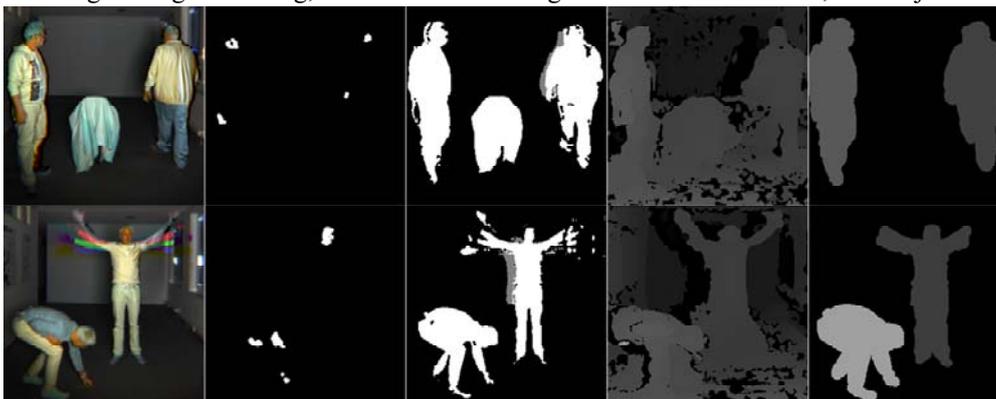


Abbildung 6: Zwischenergebnisse der Personendetektion an zwei Beispielen - Ausgangsbild, Hautmaske, Vordergrundmaske, Tiefendaten, Personenmaske (v.l.)

Vordergrund pixelweise markiert. In der dritten parallelen Operation werden Tiefendaten aufgrund der beiden Kamerabilder berechnet und jedem Pixel ein Tiefenwert zugeordnet. Dies erfolgt über die Zuweisung eines Grauwertes, dessen Intensität mit der Entfernung abnimmt. Mit diesen drei Komponenten wird dann eine Personenmaske berechnet, indem das Vorhandensein von Hautpixeln in zusammenhängenden Vordergrundobjekten geprüft wird. Diese Bereiche werden dann mit der minimalen und maximalen Tiefe, repräsentiert durch die jeweiligen Graustufen, eingefärbt. Abbildung 6 (rechts) zeigt solche Personenmasken (minimale Entfernung) als Resultat der Zwischenschritte (Mitte) und der Ausgangsbilder (links) an zwei Beispielen. Insbesondere ist im oberen Beispiel zu erkennen, dass der Stuhl in der Mitte zwar als Objekt im Vordergrund entdeckt wird, jedoch nicht als Person interpretiert wird. Die Hintergrundsubtraktion erlaubt außerdem das Erkennen von Bereichen im Bild als Person, die aufgrund ungewöhnlicher Posen durch semantische Beziehungen schwer zu erkennen wären.

## 4 Evaluation

Zur Evaluation der erreichten Zuverlässigkeit des vorgestellten Personendetektionsverfahrens dienten 50 multispektrale Bilder, die in einer typischen Umgebung inklusive eines exemplarischen Industrieroboters während eines Feldversuchs erhoben wurden. Die gewählten Szenen beinhalten einzelne sowie mehrere Personen mit Alltagsbekleidung. Eine standardisierte Datenbank mit erforderlichen multispektralen NIR-Bilddaten ist den Autoren nicht bekannt. Zur Auswertung der pixelgenauen Erkennungsleistung wurden manuell solche Pixel in den Bildern markiert, die vom Algorithmus als personenzugehörig erkannt werden müssen. Zur Markierung der Nicht-Personenpixel wurde diese Auswahl invertiert. Um Probleme bei der manuellen Markierung am Rand der Personen und Überschneidungen mit dem Hintergrund oder anderen Objekten vorzubeugen, wurde ein kleiner Abstand zum Rand gelassen. Dabei wurde darauf geachtet, dass alle Extremitäten erfasst wurden (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Zur Bewertung der Erkennungsleistung wird das Verhältnis der durch das System erkannten Pixel zu allen markierten Pixeln ermittelt. Bei diesem Versuch wurden insgesamt ungefähr 98,16% aller Personenpixel als solche erkannt. Nicht-Personenpixel wurden zu ungefähr 1,91% fehlerhaft als Personenpixel erkannt (Falsch-Positive).



Abbildung 7: Beispiel händische Markierung von Personenpixeln.

## 5 Diskussion & Ausblick

In der Norm EN ISO 10218 wird für sicherheitsbezogene Teile zur Abstandsüberwachung bei kollaborierenden Robotern ein Sicherheits-Integritätslevel (SIL) von 2 gefordert. Die Leistung des gemessenen Systems auf der vorliegenden Datenbasis liegt mit 1,84% Fehlerrate

te über dem in der IEC 61508 definierten Grenzwert dieser Stufe von 1,0% und erfüllt so lediglich SIL 1. Dies ist einerseits auf technische Limitierungen, wie die Ausprägung der aktiven Beleuchtung, und andererseits auf algorithmische Probleme, wie beispielsweise die Erkennung von einem Objekt als zwei getrennte durch eine fehlerhafte Hintergrundsubtraktion, zurückzuführen. Während die Beleuchtung durch entsprechenden Aufwand auf die jeweilige Anwendung optimiert werden kann, resultieren die Probleme der Hintergrundsubtraktion vermutlich aus dem eingeschränkten „Farbraum“ der multispektralen Bilddaten. Das Einbeziehen der Tiefendaten und anderer Informationen könnte hier Abhilfe schaffen.

Für die Falsch-Positiv-Rate von 1,91% zeigen sich hauptsächlich Situationen verantwortlich, in denen sich Personen und andere Objekte optisch überlappen oder berühren. Im vorgestellten Verfahren werden die Pixel des Objekts dabei der Person zugeordnet. Unter welchen Umständen eine getrennte Betrachtung von Person und Objekt in diesen Fällen möglich und gewünscht ist, bleibt zu spezifizieren. Ein weiteres Problem stellen die Auswirkungen von übersteuerten Pixeln auf benachbarte Pixel dar. Das sogenannte „Ausfransen“ (engl. „Blooming“) kann durch sehr starke Fremdlichtquellen, wie direkte Sonneneinstrahlung oder die direkte Reflexion der kamerasystemeigenen Lichtpulse, entstehen. Der Effekt kann möglicherweise durch geeignete Verfahren auf Bildsensorebene durch den Hersteller kompensiert werden.

Zur abschließenden Bewertung des hier vorgestellten Verfahrens muss, auch mit Hinblick auf zukünftige Verfahren, eine standardisierte Datenbasis erhoben werden, die für Leistungsvergleiche pixelweiser Personendetektionsverfahren im sichtbaren und nahinfraroten Bereich herangezogen werden kann. Eine weitere zentrale Fragestellung ist die Auswahl eines standardisierten Bewertungsverfahrens, ähnlich dem hier vorgestellten pixelweisen Ansatz, um die Qualität eines Personendetektionsverfahrens zu messen und darauf aufbauend normative Richtlinien bestimmen zu können.

### Danksagung

Wir danken der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) für die finanzielle und fachliche Unterstützung bei der Durchführung des Projekts FF-FP 0357 „Sichere Personendetektion im Arbeitsbereich von Industrierobotern durch ein aktives NIR-Kamerasystem (SPAI)“.

### Literaturverzeichnis

- Bertozi, M., Fedriga, R., Miron, A. & Reverchon, J. L. (2013). Pedestrian detection in poor visibility conditions: Would SWIR help?. In Petrosino, A. (Hrsg.): *Image Analysis and Processing (ICIAP)*, ser. *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin Heidelberg: Springer, Band 8157, S. 229-238.
- Bourlai, T., Narang, N., Cukic, B. & Hornak, L. (2012). On designing a SWIR multiwavelength facial-based acquisition system. In *Infrared Technology and Applications XXXVIII*, ser. *Lecture Notes in Computer Science*. Band 8353, S. 83 530R–83 530R–14.
- Determan, G. E. & Wunderlin, D. J. (2008). *Encoded binary liveness detector*. US Patent 2008/0 203 307 A1.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (2015). Industrieroboter. *DGUV Information 209-074*.

- Dowdall, J., Pavlidis, I. & Bebis, G. (2003). Face detection in the near-IR spectrum. *Image and Vision Computing*, 7(21), 565 - 578.
- Fitzpatrick, T. (1988). The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. *Archives of Dermatology*, 6(124), 869.
- Hacskeylo, M. (1985). *Automatic human body detector*. US Patent 4,500,784.
- Jacquez, J., Huss, J., McKeegan, W., Dimitroff, J. & Kuppenheim, H. (1955). Spectral reflectance of human skin in the region 0.7-2.6 $\mu$ m. *J. of Applied Physiology*, 3(8), 397.
- Kilgore, G. & Whillock, P. (2008). *Skin detection sensor*. US Patent 11/264,654.
- Kühling, S. (2015). Unglück im VW-Werk Baunatal: Roboter tötet Arbeiter. In Seidenfaden, H. (Hrsg.): <http://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/baunatal-ort312516/roboter-toetet-arbeiter-vw-werk-5191637.html> [01.07.15], zuletzt geprüft: 27.6.2016. Kassel: Dierichs.
- Jacquez, J., Huss, J., McKeegan, W., Dimitroff, J. & Kuppenheim, H. (1955). Spectral reflectance of human skin in the region 0.7-2.6 $\mu$ m. *J. of Applied Physiology*, 3(8), 397.
- Mendenhall, M. J., Nunez, A. S. & Martin, R. K. (2015). Human skin detection in the visible and near infrared. *Applied Optics*, 35(54), 10 559 - 10 570.
- Pavlidis, I., Symosek, P., Fritz, B., Bazakos, M. & Papanikolopoulos, N. (2000). Automatic detection of vehicle occupants: the imaging problem and its solution. *Machine Vision and Applications*, (54), 313 - 320.
- Peskoski, K. R. (2010). *Design of a monocular multi-spectral skin detection, melanin estimation, and false-alarm suppression system*. Master's thesis, Air Force Inst of Tech Wright-Patterson AFB OH.
- Schwaneberg, O. (2013). *Concept, system design, evaluation and safety requirements for a multispectral sensor*. Ph.D. Dissertation, University of Siegen, Fakultät IV: Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät.
- Sporrer, S., Steiner, H., Velte, M. & Jung, N. (2015). NIR camera based person detection in the working range of industrial robots. In *Proc. Int. Conf. on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS)*. S. 147 - 152.
- Steiner, H., Sporrer, S., Kolb, A. & Jung, N. (2016). Design of an active multispectral SWIR camera system for skin detection and face verification. *Journal of Sensors - Special Issue on Multispectral, Hyperspectral, and Polarimetric Imaging Technology*, 1(2016), article ID 9682453.
- Steiner, H., Kolb, A. & Jung, N. (2016). Real-time motion compensation for field sequential multispectral imaging. In *Proc. Europ. Conf. on Computer Vision (ECCV)*. Springer International Publishing, (submitted).

### Kontaktinformationen

Sebastian Sporrer<sup>1</sup>, Norbert Jung<sup>2</sup>  
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Institut für Sicherheitsforschung  
Grantham-Allee 20  
53757 Sankt Augustin  
Tel.: +49 2241 / 865 – (456<sup>1</sup>|211<sup>2</sup>)  
E-Mail: (sebastian.sporrer<sup>1</sup>|norbert.jung<sup>2</sup>)@h-brs.de