

Beitrag N: Stefanie Lehmann, Hans-Knud Arndt

Mobile Anwendung zur gestaffelten Evakuierung bei Großveranstaltungen

Mobile Application for Staggered Evacuation at Major Events

Stefanie Lehmann¹, Hans-Knud Arndt²

¹*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, stefanie.lehmann@ovgu.de*

²*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, hans-knud.arndt@iti.cs.uni-magdeburg.de*

Abstract

The evacuation of large crowds can intensify or provoke panic situations and thus brings with it a great potential for danger. Staggering the evacuation can help to avoid escalation. The result is an optimization problem that can be solved with the help of mobile applications, whereby at the same time social risks can be reduced in the age of the spread of fake news.

Zusammenfassung

Die Evakuierung großer Menschenmassen kann Paniksituationen verstärken oder hervorrufen und bringt somit ein großes Gefahrenpotential mit sich. Eine Staffelung der Evakuierung kann helfen, eine Eskalation zu vermeiden. Dabei entsteht ein Optimierungsproblem, das mit Hilfe mobiler Anwendungen lösbar ist, wobei gleichzeitig im Zeitalter der Verbreitung von Fake News auch soziale Risiken gemindert werden können.

1 Motivation

Früher war der Nutzen von Mobiltelefonen auf Großveranstaltungen wie mehrtägigen Festivals kaum vorstellbar. Gründe dafür waren die nicht ausreichend lang haltbaren Akkus, denen die Powerbank heute entgegenkommt, die schlecht ausgebauten Mobilfunknetze und der scheinbar geringe Bedarf mobil vernetzt zu sein. In den letzten Jahren ist nicht nur im Alltag die Bedeutung des Smartphones für den Nutzer gestiegen und zur Selbstverständlichkeit geworden, auch im Bereich der Festivals sind mehr und

mehr Angebote geschaffen worden, die das Leben der Besucher nicht nur komfortabler sondern auch sicherer gestalten können. So bieten die mobilen Anwendungen der größten Festivals in Deutschland (z. B. Rock am Ring und Hurricane) zwar schon einen Nachrichtendienst für Notfallsituationen wie Unwetterwarnungen und statische Lagepläne, jedoch fehlt hier eine dynamische Umsetzung zur Evakuierung der Besucher in Abhängigkeit von ihrem aktuellen Standort.

In der Vergangenheit sind leider immer wieder im Zusammenhang mit Evakuierungen erhöhte Gefahren durch Panik und mangelnde Hinweise zu Fluchtwegen entstanden, die durch den Einsatz eines ortsabhängigen und personengebundenen Evakuierungssystems verbessert werden können.

2 Stand der Technik

2.1 Krisen- und Notfallsituationen

Da Krisen- und Notfallsituationen ein ständiges Problem der Gesellschaft darstellen, zeigt sich ein vielseitiges Anwendungsfeld. In verschiedenen Bereichen wurden bisher Lösungen entwickelt, aus denen Erfahrungen gezogen und die für den Anwendungsfall der Großveranstaltung ausgebaut werden können. So existieren bisher vereinzelt innerbetriebliche Lösungen, bei denen ein kleiner firmeninterner Personenkreis registriert ist, der abhängig vom individuellen Standort evakuiert werden kann [Evalarm 2018]. Andere Lösungen fokussieren sich auf die Anwendung im Falle von Naturkatastrophen, die aber noch in der Ideenphase stecken und nicht marktreif umgesetzt wurden [Gymnasium Horn-Bad Meinberg 2013].

2.2 Ortung und Engpassvermeidung

Lange Zeit war die Standortermittlung in Innenräumen undenkbar. Inzwischen können auch für Innenräume, wie beispielsweise große Einkaufszentren, standortbasierte Dienste angewendet werden, indem über Hotspots eine ungefähre Position ermittelt wird [Herbers 2015]. So können die Ansätze zur standortbezogenen Evakuierung auch für Innenräume in Betracht gezogen werden. Über die MAC-Adresse und IMEI-Nummer des Handys können Informationen übermittelt werden [Deutschbein 2018, Lubkowitz 2014].

Derzeitige Probleme bei der Evakuierung großer Menschenmassen zeigen sich, wenn Engpässe an Ausgängen und auf Fluchtwegen liegen. Hier herrscht bereits eine erhöhte Paniksituation. Wird die gesamte Menschenmasse gleichzeitig evakuiert, kann die Panik weiter eskalieren, verstärkt durch das Schieben der weiter entfernt liegenden Regionen, die zunehmend auf die Engpässe zuströmen. Werden zusätzlich durch die Menschen die Ausgänge in der Masse optisch nicht erfasst, beginnen sie querzulaufen und von der optimalen Fluchtroute abzuweichen. Somit dauert es nicht nur länger, ehe das Gefahrengebiet geräumt ist, sondern auch hierbei eskaliert die Paniksituation zunehmend. Zu viele negative Beispiele weist die Vergangenheit auf: 2010 starben bei der Loveparade in Duisburg 21 Menschen, mehr als 650 wurden verletzt [Engelberg 2017], als sich am zu engen Durchgang zum Gelände die Massen stauten und Panik ausbrach. Hierbei war keine Gefahrensituation der Auslöser für die Panik; sie entstand aufgrund einer mangelhaften Veranstaltungsplanung. Ähnliche Zustände zeigten sich im Stadion in Angola zu Beginn eines Fußballspiels: aufgrund des überfüllten Stadions brach Panik aus und 17 Menschen verloren ihr Leben, 59 wurden schwer verletzt [Bild 2017, tz 2017]. Hätte man auch hier die weiter einströmenden Menschenmassen warnen und somit aufhalten können, weiter in das Stadion voranzuschreiten, hätte eine weitere große Tragödie womöglich vermieden werden können.

2.3 Fake News

Aktuelle Probleme bei der Nutzung von modernen Techniken zur Nachrichtenübermittlung zeigen sich in der Verbreitung von Fake News. Diese bieten ebenfalls einen weiteren Herd zur Eskalation in Paniksituationen. Die ohnehin bestehende Gefahr der Netzüberlastung im Gebiet von Großveranstaltungen wird durch die Verbreitung von unnützen Fake News hier weiter verstärkt. Auch der Versuch, Angehörige zu kontaktieren und zu informieren, die sich nicht in hilfreicher Reichweite befinden, überlastet das Handynetz nur unnötig und sollte während einer Gefahrensituation unterbunden werden.

3 Optimierungsproblem: Evakuierung großer Menschenmassen

Auch wenn keine Veranstaltung wie eine andere ist und keine Panik auf genügend Erfahrungen aufbauen kann, so lassen sich dennoch wiederkehrende Elemente finden, die bei der Planung einer mobil gestützten Evakuierung, unabhängig vom Anwendungsfall, als Parameter herangezogen werden können: Im Rahmen der

Veranstaltungsplanung liegen im Vorfeld Lagepläne vor, die Fluchtwege um das Gelände herum beinhalten. Für die Veranstaltungen, unabhängig davon, ob mit freiem oder Ticket-Zugang durch Vorverkaufs- oder Tageskasse, liegen ungefähre Besucherzahlen vor. Während vor einigen Jahren noch ein Verbot von Kamera und Handy bei Konzerten ausgesprochen wurde, um die Besucher zu hindern, eigene, kommerzielle Aufnahmen zu machen, so ist heute das Mitbringen von Smartphones kein Problem mehr und fast jeder Besucher führt ein solches mit sich (Die Ausstattung privater Haushalte mit Smartphones liegt in Deutschland bei über 95 % [Statistisches Bundesamt 2018]). Das Smartphone bietet dabei die Möglichkeit, über das GPS-Signal geortet zu werden.

Aufbauend auf den Parametern des Ortes einer Person, der Besucheranzahl der Veranstaltung und des zeitlichen Verlaufs wird im Folgenden eine Evakuierungsmethode mittels des Smartphones als mobiles Endgerät beschrieben.

3.1 Isolierte Evakuierung

Um eine Eskalation der Situation aufgrund von Fake News zu vermeiden, werden die Smartphones durch die Evakuierungsanwendung während einer Gefahrensituation für sämtliche anderweitigen Dienste gesperrt (Abbildung 1 links). So können keine Anrufe und Nachrichten mit dem Smartphone empfangen und versendet werden. Außerdem wird dadurch das Netz entlastet, sodass die wichtigen Informationen schneller übertragen werden können. Dafür wird nur die MAC-Adresse des Smartphones freigelassen. Negative Erfahrungen zeigen sich hier aus einer Feualarmübung in einer Schule: die Schüler versuchen die Eltern über das Handy zu erreichen – dies lenkt nicht nur die Aufmerksamkeit vom aktuellen Geschehen ab – außerdem kann niemand von außerhalb in einer solchen Gefahrensituation helfen.

3.2 Ortsabhängige Evakuierung

Um den Personen auf dem Gelände den optimalen Weg zum nächstgelegenen Ausgang bieten zu können, werden Ortsdaten benötigt: durch die Mitführung des Smartphones kann die Position der Person bestimmt werden. Abhängig von seinem Standort wird der kürzeste Weg zum nächsten Ausgang ermittelt und als Nachricht an das Smartphone übermittelt. Dies kann zur visuellen Unterstützung zusätzlich mittels einer Karte erfolgen. Weiterhin kann auf besondere Gefahrenstellen aufmerksam gemacht werden, wenn sich auf dem Weg zum Ausgang Treppen oder Wellenbrecher

befinden, und Sammelpunkte außerhalb des Gefahrengebietes können angezeigt werden (Abbildung 1 rechts).

Die Identifizierung und die Nachrichtenübertragung finden dabei über die MAC-Adresse des Smartphones innerhalb des Netzwerkes statt. Da die Besucher eine dynamische Menge ergeben, soll jedes Handy nur einmal angesprochen werden: so können Personen, die bereits evakuiert wurden und sich näher an den Ausgang bewegen, nicht erneut in die Abtastung des Gebiets fallen. Andererseits werden so Personen, die missglückt in eine falsche Richtung laufen, nicht noch einmal angesprochen. Sonst könnten eventuelle Ausbrüche von Panik durch Verwirrung und erneutes Ändern der Laufrichtung verstärkt werden, wodurch sich die Räumung des Platzes verzögert.

Nötige Parameter und zugleich bekannte Größen zur ortsabhängigen Evakuierung sind die Entfernung zu den Ausgängen anhand des GPS-Signals zu einem Zeitpunkt x , die Anzahl der geplanten Personen während der Veranstaltung, die Anzahl der Ausgänge und die Anzahl der Smartphones im Gebiet der Veranstaltung anhand deren MAC-Adresse. Abhängig von der jeweiligen Gefahrensituation (und der aktuellen Gesetzeslage), wie schnell der Platz geräumt werden muss, wird die Anzahl der gleichzeitig zu evakuierenden Personen und das Zeitintervall zwischen den zu evakuierenden Gruppen bestimmt. Diese Parameter bedingen die Anzahl der Intervalle.

Um Gegenströme und eine weitere Eskalation der Situation zu vermeiden, wird ebenfalls das Signal nahegelegener, aber noch außerhalb des Geländes befindlicher Personen erfasst. Diesen wird mitgeteilt, dass sie sich wieder entfernen, wenn möglich an Sammelstellen zusammenfinden, und keinesfalls das Gelände betreten sollen. [Bild 2017, tz 2017]. Auch hier kann die MAC-Adresse des Smartphones für die Ortung dienen.

Sollte ein Ausgang blockiert sein, muss das System anpassungsfähig reagieren. Dazu kann der betroffene Ausgang als Variable im Administratorbereich entfernt werden, wobei sich die Berechnung des nächstgelegenen Ausganges zur ortsabhängigen Evakuierung dynamisch anpasst.



Abbildung 1: Nutzeransicht: Sperrung des Smartphones durch die Anwendung (links). Der nächstgelegene Ausgang wird grün markiert, die Position des Nutzers blau (rechts).

3.3 Gestaffelte Evakuierung

Die ortsabhängige Evakuierung wird durch das Ansetzen eines Intervalls erweitert: Diese gestaffelte Evakuierung erfolgt ebenfalls abhängig von der Lokalität der Person (Abbildung 2). Während im Schritt der ortsabhängigen Evakuierung die Entfernung der Person zum nächstgelegenen Ausgang entscheidend ist, um den kürzesten Weg zum Ausgang zu ermitteln, wird in diesem Schritt eine weitere Unterteilung der jeweiligen zum Ausgang x zugehörigen Menge getroffen. Diese Unterteilung ist abhängig von der Entfernung der Person zum Ausgang x : je näher sich eine Person am Ausgang befindet, desto eher wird sie evakuiert. Da somit nicht die gesamte Besuchermenge gleichzeitig evakuiert wird, ist eine Reduzierung der Massenpanik und die Vermeidung von Engpässen an den Ausgängen zu erwarten. Die Anzahl der Staffellungen und die Abstände zwischen den einzelnen Intervallen werden situationsabhängig bestimmt. Entscheidende Parameter sind neben den gesetzlich vorgeschriebenen Räumungszeiten die Anzahl der Ausgänge und die Personenanzahl auf dem Gelände.

Die gestaffelte Evakuierung ist neben der ortsabhängigen und isolierten Evakuierung als rudimentärer Bestandteil des Evakuierungssystems anzusehen und greift erst bei großen Menschenmengen. Die ortsabhängige und isolierte Evakuierung sind fester Bestandteil des Systems, da immer der optimale Ausgang gewählt werden muss und eine Verbreitung von Fake News vermieden werden kann.

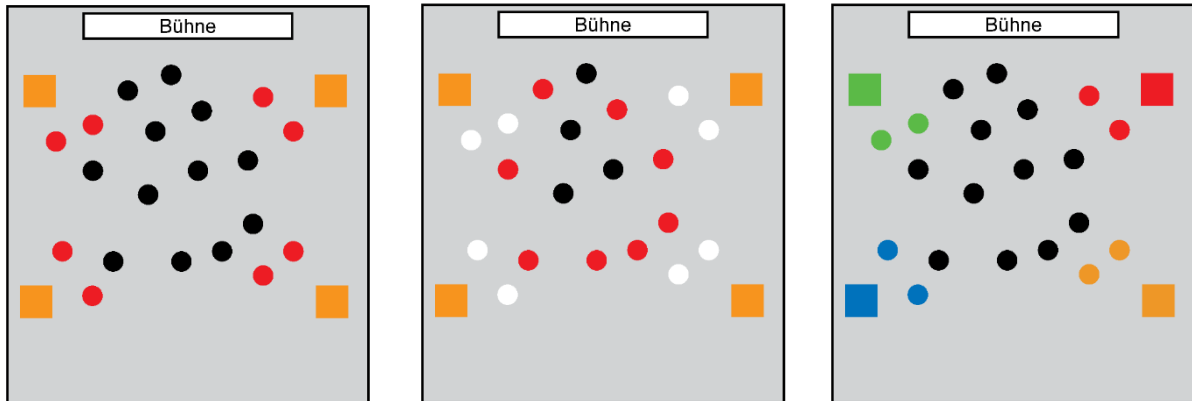


Abbildung 2: Ansicht der Berechnung im Backend: Evakuierte Personen im Zeitintervall 1 (links) und Zeitintervall 2 (mittig) werden rot markiert, bereits evakuierte Personen werden weiß, noch nicht evakuierte Personen werden schwarz markiert. Kombination der ortsabhängigen und gestaffelten Evakuierung im Zeitintervall 1 (rechts).

4 Herausforderungen und weitere Maßnahmen

Auf die MAC-Adresse des Smartphones einer fremden Person zuzugreifen ist zwar illegal, aber simpel möglich (dpa 2010). Um die Illegalität auszuschließen, kann der Benutzer beim Installieren der Anwendung mit einer kurzen Information belehrt und dessen Einverständnis eingeholt werden. Dabei ist wiederum bei der Entwicklung der Anwendung zu beachten, dass diese nicht in anderen Situationen auf die Daten des Smartphones zugreift.

Eine weitere Herausforderung stellt die Paniksituation dar, in der die eingehende Nachricht möglicherweise vom Anwender nicht wahrgenommen wird. Besonders bei der Einführung des neuen Systems sollten die Besucher präventiv auf die Maßnahmen eingestimmt und belehrt werden. Oftmals werden auf den Leinwänden die bisherigen Evakuierungsmaßnahmen schematisch vor Beginn einer Veranstaltung dargestellt. Hier wird nun die neue Methode der Evakuierung über das Handy hinzugefügt. Da aber nicht jeder Besucher stets sein Smartphone mit sich führt oder gar eines besitzt, oder eine Nachricht aufgrund von Umgebungslärm wahrnimmt, besteht hier das Risiko, dass die Informationen nicht jeden Besucher adressieren. Dafür kann die Anwendung einen Signalton und eine Vibration des Smartphones auslösen und die Aufmerksamkeit des Besuchers auf das Smartphone in seiner Hosen- oder

Bauchtasche auf sich lenken. Wenn der Benutzer das Smartphone gerade benutzt, beispielsweise die Anwendung der Kamera aktiviert hat, wird die aktuelle Anwendung gesperrt und der Warnhinweis angezeigt.

In der Vergangenheit waren viele Anwendungen für das Smartphone bei Großveranstaltungen aufgrund von technischen Unzulänglichkeiten auszuschließen: heute stellen kurze Akkulaufzeiten dank der Mitführung von Powerbanks und langlebigeren Akkus oder schlecht ausgebaute Netze dank weiterer Sendemasten zur Netzverstärkung kein Problem mehr dar, um ein derartiges Evakuierungssystem anzuwenden.

5 Ausblick

Ein Projekt zur Implementierung und feineren Ausarbeitung des Konzepts zeigt sich als lohnenswert. Die Implementierung sollte dabei in der Entwicklung einer mobilen Anwendung für das Smartphone münden, die den Zugriff auf die MAC-Adresse des Smartphones nutzt und alle nötigen Funktionen umsetzt. Die Anwendung ließe sich mit anderen, bestehenden Lösungen zu mobilen Anwendungen für Großveranstaltungen kombinieren [Lehmann & Arndt 2017, Lehmann & Arndt 2018].

In weiteren Betrachtungen der Evakuierungsmöglichkeiten können soziale Komponenten einfließen, um diese weiter auszubauen: dabei kann beispielsweise untersucht werden, wie Musik als Taktgeber verwendet werden kann, damit sich die Menschenmassen gleichmäßiger bewegen. Hier könnten Algorithmen aus dem Bereich der Schwarmintelligenz einfließen.

Die Anwendung kann des Weiteren nicht nur auf den Bereich von organisierten Veranstaltungen angewandt werden, sondern auch in alltäglichen Situationen mit gehäuften Menschenmassen; beispielsweise: an Feiertagen wie Silvester treffen viele Menschen kurz nach Mitternacht in einer zentral gelegenen U-Bahn-Station zusammen. Hier können Warnhinweise über eine Anpassung der App versendet werden: der Passant wird aufgefordert, das Betreten der U-Bahn-Station zu vermeiden, da diese bereits überfüllt ist. Somit können Paniksituationen nicht nur vor dem Eskalieren bewahrt werden, sie können sogar vermieden werden. Ein anderes geeignetes Szenario zeigen Einkaufshäuser, in denen sich eine Evakuierungs- oder

Paniksituation ergibt und die Passanten können über die App zum nächst gelegenen Ausgang geleitet werden. [Dambeck 2016]

In den Zeiten der Angst vor Terroranschlägen [faz 2017] gibt es außerdem ein weiteres spezielles Spektrum für Einsatzmöglichkeiten einer mobilen Anwendung zur gestaffelten Evakuierung, das weitere Herausforderungen und die Suche nach einer geeigneten Lösung mit sich bringt. Auch hier kann das Smartphone einer Person, die sich in Gefahr befindet, gesperrt werden: beispielsweise können die Smartphones der Kinder in einer Schule für Anrufe gesperrt werden, wenn sie sich während eines Amoklaufs in einem Versteck befinden und unerkannt bleiben müssen. So kann das Klingeln des Smartphones verhindert werden. Sobald die Kinder außer Gefahr sind, werden die Smartphones personenabhängig wieder für Anrufe freigegeben, damit die Eltern informiert werden können.

Besonders im Kontext eines Amoklaufs könnten nicht nur Opfer, sondern auch Täter über das Smartphone identifiziert werden: dabei kann ermittelt werden, wo sich der Täter befindet. Sein Aufenthaltsort kann den Opfern übersendet werden, sodass sie ihm ausweichen können. Eine Herausforderung zeigt sich darin den Täter in der Menschenmenge zu identifizieren, unter der Voraussetzung, dass er ein Smartphone bei sich trägt. Hier sind weitere Forschungen nötig.

In den USA haben Schüler während eines Amoklaufs auf sozialen Medien über die aktuelle Lage berichtet [Roloff 2018]. Hier zeigt sich einerseits erneut, dass in einer solchen Gefahrensituation das Smartphone gesperrt werden sollte, um die Aufmerksamkeit auf das Geschehen zu lenken und um Fake News zu verhindern. Jedoch kann andererseits ein direkter Kontakt zu einem Opfer an dieser Stelle für Ermittlungen und eine Evakuierung hilfreich sein, wobei das aktuelle Geschehen von außen verfolgt werden kann. Auch hier zeigt sich weiterer Forschungsbedarf, wie eine mobile Anwendung zur Evakuierung helfen kann.

6 Literaturverzeichnis

Bild (2017): Mindestens 17 Tote in Angola: Massenpanik bei Fußball-Spiel. 11.02.2017. <https://www.bild.de/sport/fussball/fussball-international/massenpanik-bei-spiel-in-angola-50294356.bild.html> (aufgerufen am 22.05.2017)

Dambeck, H. (2016): Massenpaniken: "Bleiben Sie möglichst in der Mitte". In: Spiegel Online, 14.09.2016. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/massenpanik-so-sollte-man-sich-verhalten-a-1111488.html>. (aufgerufen am 22.05.2018)

- Deutschbein, R. (2018): Was ist eine IMEI-Nummer und wofür brauche ich sie? Der Fingerabdruck Deines Handys. 11.05.2018. <https://handy.de/magazin/imei-nummer-handy-smartphone-herausfinden/> (aufgerufen am 22.05.2018)
- dpa (2010): Datenschützer: Google scannt illegal Funknetze. FOCUS Online, 22.04.2010. https://www.focus.de/digital/computer/computer-datenschuetzer-google-scannt-illegal-funknetze_aid_501080.html (aufgerufen am 22.05.2018)
- Engelberg, M. (2017): 10 Personen sind angeklagt – Loveparade-Prozess beginnt noch dieses Jahr. In: Bild, 04.07.2017. <https://www.bild.de/regional/ruhrgebiet/love-parade/-prozess-terminiert-52431372.bild.html> (aufgerufen am 22.05.2018)
- Evalarm (2018): Digitale Alarmierung und Notfallkommunikation. <https://www.evalarm.de/module> (aufgerufen am 08.03.2018)
- faz (2017): Massenpanik in Turin: „Wir rannten über Leute, die am Boden lagen“. 04.06.2017. <http://www.faz.net/aktuell/sport/fussball/champions-league/massenpanik-in-turin-nach-champions-league-finale-gegen-real-15046901.html> (aufgerufen am 22.05.2018)
- Gymnasium Horn-Bad Meinberg (2013): BrickFire-Team entwickelt App K.E.M zur Evakuierung im Katastrophenfall. <https://www.gym-hbm.de/2013/brickfire-team-entwickelt-app-evakas-fuer-den-forschungsauftrag-der-fill/> (aufgerufen am 08.03.2018)
- Herbers, F. (2015): WENN GPS VERSAGT – INDOOR-NAVIGATION. <http://intelligente-welt.de/wenn-gps-versagt-indoor-navigation/> (aufgerufen am 08.03.2018)
- Lehmann, S.; Arndt, H.-K. (2017): Incentive systems for waste separation and waste prevention at festivals in the camping area. In: Otjacques, B; Hitzelberger, P.; Naumann, S.; Wohlgemuth, V. (Hrsg.): From Science to Society: The Bridge provided by Environmental Informatics. Adjunct Proceedings of the 31st EnviroInfo conference. Aachen: Shaker Verlag, S. 243-250.
- Lehmann, S.; Arndt, H.-K. (2018): Betriebliche Umweltinformationssysteme und Dienstleistungen: Nachhaltige Gestaltung des Konzertveranstaltungszutritts. In: Arndt, H.-K., Marx Gómez, J., Wohlgemuth, V., Lehmann, S., Pleshkanovska, R. (Hrsg.): Nachhaltige Betriebliche Umweltinformationssysteme. Konferenzband zu den 9. BUIS-Tagen. Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, S. 205-219.
- Lubkowitz, M. (2014): Alles über MAC-Adressen. com! Professional, 16.04.2014. <https://www.com-magazin.de/praxis/netzwerk/mac-adressen-322119.html> (aufgerufen am 22.05.2018)
- Roloff, H. (2018): Dieser Junge twitterte live aus der Amok-Schule. In: Bild, 15.02.2018. <https://www.bild.de/news/ausland/amoklauf/aidan-twitterte-live-vom-amoklauf-54815110.bild.html> (aufgerufen am 28.05.2018).
- Statistisches Bundesamt (2018): *Ausstattung privater Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnik – Deutschland. 01.01.2018.* https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsguetern/Tabellen/Infotechnik_D.html (aufgerufen am 30.08.2018).
- tz (2017): 17 Menschen sterben im Stadion – Massenpanik in Fußballstadion in Angola: Weitere Tote in Klinik? 11.02.2017. <https://www.tz.de/sport/fussball/massenpanik-bei-fussballspiel-in-angola-mindestens-17-tote-zr-7385928.html> (aufgerufen am 22.05.2017)