

---

# Bedarfsermittlung und Konzeption eines Krisenmanagementplanes für die Ersatz- trinkwasserversorgung des Krankenhau- ses Merheim (Köln)

Demand assessment and conception of a crisis management plan for the substitute drinking water supply of the hospital Merheim (Cologne)

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades *Master of Science* im Studiengang Rettungsingenieurwesen an der Fakultät für Anlagen-, Energie- und Maschinensysteme (Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr) der Technischen Hochschule Köln

Master thesis for obtaining the academic degree *Master of Science* in Rescue Engineering at the Faculty of Process Engineering, Energy and Mechanical Systems (Institute of Rescue Engineering and Civil Protection) of the University of Applied Science Cologne

Vorgelegt von:	Jan Bäumer
Matrikelnummer:	11097536
Adresse:	Olpener Straße 137 51103 Köln
Erstprüfer:	Prof. Dr. Alexander Fekete (Technische Hochschule Köln)
Zweitprüfer:	Kathrin Stolzenburg (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe)

## Erklärung

### Erklärung

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer oder der Verfasserin/des Verfassers selbst entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

Ort, Datum

---

Rechtsverbindliche Unterschrift

## Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht. Eine Verwendung der gewohnten männlichen Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen impliziert keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts.

## Kurzfassung

Krankenhäuser stellen eine wichtige Kritische Infrastruktur im Bereich des Gesundheitssektors dar, deren Funktionsfähigkeit bei allen Gefahrenlagen erhalten bleiben muss. Durch Interdependenzen mit anderen Kritischen Infrastrukturen, wie der Trinkwasserversorgung, kann ein Ausfall einer der Infrastrukturen zu einer Beeinträchtigung der jeweils anderen führen. Trinkwasser ist für den Menschen lebensnotwendig und muss daher überall in ausreichender Quantität und Qualität bereitgestellt werden (öffentliche Daseinsvorsorge). Die Trinkwasserversorgung stellt eines der kritischsten Infrastrukturelemente in Krankenhäusern dar, deren Ausfall zu einer Gefährdung der quantitativen und qualitativen Gesundheitsversorgung führt. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Trinkwasserausfälle in Krankenhäusern keine Seltenheit darstellen und zu weitreichenden Beeinträchtigungen führen. Bei Großstörungen bzw. Großschadenslagen oder Katastrophenfällen, ist daher die kommunale Gefahrenabwehr/ der Katastrophenschutz in der Pflicht, zusammen mit anderen Akteuren Krisenmanagement- bzw. Maßnahmenplanungen zu erarbeiten. Dennoch existieren zurzeit fast keine adäquaten Krisenmanagementplanungen für die Herstellung einer Ersatztrinkwasserversorgung für Krankenhäuser. Dies gilt sowohl für die Krankenhäuser im Rahmen der Krankenhausalarm- und Einsatzplanung, als auch die kommunale Gefahrenabwehr bzw. den Katastrophenschutz und Wasserversorgungsunternehmen (WVU).

In dieser Master-Thesis, die im Sommersemester 2018 an der TH Köln erarbeitet wurde, sollte durch eine umfassende Risikoanalyse, unter Zuhilfenahme von Experteninterviews und Dokumentenanalysen das Risiko und die Folgen eines vollständigen Trinkwasserausfalles in einem Krankenhaus dargestellt und der aktuelle Stand der geplanten Bewältigungs- bzw. Krisenmanagementplanungen von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), dem örtlichen WVU und des Krankenhauses für eine solche Schadenslage erhoben werden. Wurden die geplante Krisenmanagementplanungen als unzureichend oder nicht existent identifiziert, so sollten, wenn möglich, Vorschläge für neue Krisenmanagementkonzepte und Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan erstellt werden, wofür ungenutzte Ressourcen für die Etablierung einer Ersatztrinkwasserversorgung ermittelt wurden. Die Analyse erfolgte durch eine Einzelfalluntersuchung anhand des Hauptgebäudes des Krankenhauses Merheim in Köln mit dem Szenario einer lokalen Lage, die nicht durch Kontamination des Wassers induziert ist und deren genaue Ursache nicht betrachtet wird. Um mögliche zukünftige Maßnahmen erarbeiten zu können, musste im Rahmen der Analyse der minimale Trinkwasserbedarf des Untersuchungsgebietes bzw. der einzelnen Funktionsbereiche erhoben und Kriterien für die Geeignetheit von Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung erarbeitet werden. Diese Kriterien sind: Vorlaufzeit, Einhaltung der Trinkwasserverordnung, Versorgungskapazität und Verfügbarkeit von Versorgungsquellen. Für die Berechnung der Kritikalität wurde eine eigene Berechnungsmethode erarbeitet, die im Rahmen der Schutzzieldefinition eine Kritikalitätsanalyse ermöglicht, welche die Bedeutung des Gesamtobjektes und der einzelnen Prozessbausteine einbezieht. Das hier hergeleitete Schutzziel lautet: Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist zusammengefasst die Identifikation der geplanten Maßnahmen zu Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim bzw. ggf. nicht vorhandenen Maßnahmen und somit die Feststellung, ob die Problematik des angenommenen Szenarios von allen Akteuren ausreichend betrachtet wird. Es soll das Bewusstsein für die Notwendigkeit und die Verantwortlichkeiten bzw. Zuständigkeiten von Krisenmanagementplanungen inkl. der Schnittstellenproblematik erhöht werden. Auf Grundlage dieser Arbeit können die Feuerwehr, Hilfsorganisationen, das Technische Hilfswerk, der Wasserversorger und das

Krankenhaus zukünftige Planungen begründen und die Ergebnisse für die Planung einer Ersatztrinkwasserversorgung für das Krankenhaus Merheim nutzen. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, das diese Arbeit ebenfalls betreut hat, möchte diese Arbeit zudem dafür verwenden, weiterführende Konzepte und Leitfäden zu entwickeln.

Hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles wurde das Krankenhaus Merheim an sich und als Prozessbausteine insbesondere die Intensivstationen als sehr verwundbar identifiziert, was im Rahmen der Analyse zu einem sehr hohen Gesamtrisiko führte. Weitere Prozessbausteine mit sehr hohen Risikowerten sind die Reinstwasseraufbereitungsanlage, die Zentralwäscherei, das Zentrallabor, die Zentralsterilisation und die Anästhesiologie. Durch die sehr hohen Risikowerte und den maximalen Trinkwasserbedarf des Krankenhauses von 150m<sup>3</sup>/h (eine Ermittlung des minimalen Bedarfes war nicht möglich) lässt sich ein hoher Handlungsbedarf für Krisenmanagementplanungen für den Fall eines Trinkwasserausfalles in dem Krankenhaus ableiten. Die Analyse der Krisenmanagementplanungen hat ergeben, dass keine Maßnahmen zur Krisenbewältigung eines Trinkwasserausfalles im Krankenhaus Merheim existieren. Dies betrifft alle einbezogenen Akteure. Auch eine Einspeisestelle für eine Ersatztrinkwasserversorgung und andere Redundanzsysteme sind im Krankenhaus Merheim nicht vorhanden. Die redundante Ausgestaltung der Trinkwassereinspeisung aus dem öffentlichen Netz in das Privatnetz des Krankenhauses ist dabei nur bei einem Versorgungsausfall auf Seiten des öffentlichen Trinkwassernetzes wirkungsvoll. Eine Ersatztrinkwasserversorgung wäre mit den in der Stadt Köln vorhandenen Ressourcen ausreichend gestaltbar. Verfügbare und geeignete Kapazitäten sind bei der Feuerwehr Köln, privaten Firmen mit Tanklastzügen, der Bundespolizei und Hilfsorganisationen identifiziert worden. Bei den durchgeführten Interviews wurde von fast allen Akteuren eine hohe Relevanz des Themas und der hohe Bedarf an Planungen bestätigt. Jedoch ist durch die bestehende Mangelplanung und der Vernachlässigung von Übungen zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (z.B. Inbetriebnahme Trinkwassernotbrunnen) davon auszugehen, dass bisher ein mangelndes Problembewusstsein und Unstimmigkeiten bezüglich der Zuständigkeiten bei den verantwortlichen Stellen vorlag. Die Kommune (bzw. hier die Stadt Köln) sollte daher alle Beteiligten zusammenbringen, über die Verantwortlichkeiten bzw. Zuständigkeiten aufklären und einen kooperativen Planungsprozess initiieren. Eine eigene Planung, im Rahmen dieser Arbeit, in Form eines Kapitels für den Krankenhauseinsatzplan und Krisenmanagementplänen für die Gefahrenabwehr bzw. den Wasserversorger konnte durch das Fehlen einer Trinkwassereinspeisestelle in das Krankenhaus nicht erstellt werden. Jedoch war es möglich ein kurzes Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan zu erstellen, das auf die weitreichenden Folgen eines Trinkwasserausfalles aufmerksam macht und Anweisungen zum schnelleren Übergang zu einer Evakuierung/Räumung liefert. Durch das so erreichte schnellere Handeln, könnten zumindest viele weitere Folgeschäden bei den Patienten verhindert werden. Überlegungen dahingehend, ob eher präventive oder zur Selbsthilfe befähigende Maßnahmen statt Bewältigungsplanungen in Betracht gezogen werden sollten, sind durchzuführen.

**Stichwörter:** Krankenhaus, Trinkwasser, Trinkwasserausfall, Trinkwasserversorgung, Ersatzversorgung, Bewältigung, Krisenmanagement, Risikoanalyse, Verwundbarkeit, Katastrophenschutz, Notfallplanung, Gefahrenabwehr, Maßnahmenplanung, Gesundheitsversorgung

## Abstract

Hospitals are an important critical infrastructure in the health sector, whose functioning must be maintained in all situations of danger. Interdependencies with other critical infrastructures, such as the drinking water supply, can lead to one of the infrastructures being disrupted by the impairment of the other infrastructure. Drinking water is vital for humans and must therefore be provided everywhere in sufficient quantity and quality. A failure of drinking water supply in a hospital, which is one of the most critical infrastructure elements in hospitals, leads to a threat to quantitative and qualitative health care. The past has shown that drinking water failures in hospitals are not uncommon and lead to widespread impairments. In the case of major disruptions or large-scale emergencies/disasters, it is therefore the duty of the public emergency management authority/ civil protection to work together with the other actors to develop crisis management or action plans. Nevertheless, there are currently almost no adequate crisis management plans to establish an emergency drinking water supply for hospitals in such an event. This applies to hospitals (in the context of the hospital emergency management plan), public emergency management authority or civil protection and water suppliers.

In this master thesis, which was created in the summer semester 2018 at the University of Applied Science Cologne, the risk and the consequences of a complete drinking water outage in a hospital and the status of the planned coping or crisis management strategies for such a scenario (from authorities and organizations responsible for safety, the local water supplier and the hospital) should be identified by a comprehensive risk analysis and with the help of expert interviews and document analysis. If the crisis management plans have been identified as inadequate or non-existent, proposals for new crisis management concepts and hospital emergency management plan chapters should be made, for which unused resources for an establishment of an emergency water supply were determined. A case study has been carried out based on the main building of the hospital in Merheim (Cologne) with a scenario of a local situation, which is not induced by contamination of the water and without a closer look at the cause of the outage. In order to be able to develop future measures, the minimum drinking water requirement of the study area or its individual functional areas had to be surveyed and criteria for the appropriateness of emergency water supply measures had to be developed. These criteria are: Lead time, compliance with drinking water regulations, supply capacity and availability of supply sources. For the calculation of the criticality an own calculation method was developed, which enables a criticality analysis in the context of the protection objective definition. The protection objective derived here is: prevention of deaths caused by the assumed hazard and the consequent failure of treatment measures that cannot be otherwise compensated by e.g. deregistration from the control centers of the rescue services or evacuation and transfer of patients.

The primarily goal of this thesis is the identification of the planned measures for an emergency drinking water supply of the hospital in Merheim or rather the identification of missing measures and thus the lack of consideration of the problematic of the assumed scenario by all parties. The aim is to raise awareness of the necessity and responsibilities of crisis management planning including interface issues. Based on this work, the fire brigade, relief organizations, the Federal Agency for Technical Relief, the water supplier and the hospital can justify future planning's and use it for their own development of an emergency drinking water supply concept for the hospital Merheim. The Federal Office for Civil Protection and Disaster Assistance, which also supervises this work, also wants to use this work to develop further concepts and guidelines.

Regarding the fulfillment of the protection goal, the Merheim Hospital itself and in particular the intensive care units as functional areas, were identified as very vulnerable. Therefore, the risk assessment resulted in a very high overall risk. Further functional areas with very high risk

## Abstract

values are the ultrapure water treatment plant, the central laundry, the central laboratory, the central sterilization and the anesthesiology. Due to the very high risk values and the maximum drinking water requirement of the hospital of 150m<sup>3</sup> / h (a determination of the minimum requirement was not possible), a high need for action for developing crisis management plans in the event of a drinking water failure in the hospital can be derived. The analysis of the crisis management plans has shown that there are currently no countermeasures for the case of a drinking water failure at the Merheim hospital. Also, a feed point for an emergency drinking water supply and other redundancy systems are not available in the hospital Merheim. The redundant configuration of the drinking water feed from the public water network into the private network of the hospital however could only be effective in case of a supply failure on the side of the public drinking water network. An emergency drinking water supply could be sufficiently designed with the resources available in the city of Cologne. Available and suitable capacities have been identified at the Cologne Fire Department, private companies with tanker trucks, the Federal Police and relief organizations. In the interviews, almost all parties confirmed the high relevance of the topic of this thesis and the high need for crisis management concepts for a water outage in hospitals. However, existing deficits in planning and the neglect of exercises in the field of emergency drinking water supply (e.g. operating of drinking water emergency wells) assume that there might have been a lack of awareness and discrepancies in terms of responsibilities among the authorities in charge. The city of Cologne should therefore bring together all parties, clarify the responsibilities and initiate a cooperative planning process. An own planning in the form of a chapter for the hospital emergency management plan and of crisis management plans for the authorities and organizations responsible for safety or the water supplier could not be created due to the lack of a feed point for an emergency water supply. However, a brief chapter has been prepared for the hospital emergency management plan that highlights the wide-ranging consequences of a drinking water failure and provides instructions for a faster transition to an evacuation. As a result of the faster action achieved in this way, at least many consequential damages to patients can be prevented. Thoughts should be given as to whether preventive or self-help measures should be considered instead of coping strategies.

**Keywords:** Hospital, drinking water, drinking water outage, drinking water supply, emergency supply, response, crisis management, emergency management, risk assessment, vulnerability, civil protection, emergency planning, health care

## Inhaltsverzeichnis

Erklärung.....	I
Genderhinweis .....	II
Kurzfassung .....	III
Abstract.....	V
Inhaltsverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	XII
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis.....	XIII
Formelverzeichnis .....	XV
1. Einleitung .....	1
1.1 Relevanz des Themas .....	1
1.2 Gegenstand der Arbeit und Forschungsfragen.....	5
1.3 Gliederung der Arbeit.....	8
2. State of the Art .....	10
2.1 Abhängigkeiten eines Krankenhauses von Trinkwasser.....	10
2.2 Gesetze, Verordnungen und Normen für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung/Zuständigkeiten.....	12
2.2.1 Zuständigkeiten hinsichtlich der Ersatztrinkwasserversorgung .....	12
2.2.2 Normen/Technische Regelwerke für die Ersatztrinkwasserversorgung bzw. Risiko- und Krisenmanagement im Bereich der Wasserversorgung .....	13
2.3 Notfallplanung der Krankenhäuser.....	15
2.3.1 Ausfall der Trinkwasserversorgung in der Krankenhauseinsatz- und Alarmplanung .....	16
2.3.2 Internationaler Ansatz.....	17
2.4 Möglichkeiten der Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung.....	18
2.4.1 Trinkwassernotbrunnen und Oberflächengewässer .....	18
2.4.2 Trinkwasseraufbereitung .....	18
2.4.3 Abgepacktes Wasser und Trinkwassertransport.....	19
2.4.4 Verbundleitungen .....	20
2.5 Offizielle Leitfäden für die Trinkwassersicherstellung in Notfällen .....	20
2.6 Andere wissenschaftliche Konzepte, Forschungen/Ausfallwahrscheinlichkeiten und Auswirkungen Trinkwassernetz .....	23
3. Methodikkonzept .....	26
3.1 Literatur .....	26
3.2 Struktur/Vorgehen.....	27
3.2.1 Risikoanalyse .....	27
3.2.1 Überarbeitung/Neukonzeption der Krisenmanagementplanung .....	34
3.3 Benötigte Daten für die Methodik .....	38

## Inhaltsverzeichnis

3.4 Alternative Methoden .....	41
3.4.1. Health Care Failure Mode and Effect Analysis (HFMEA) .....	41
3.4.2. Hospital Safety Index.....	42
3.4.3. Health Care Facility Hazard and Vulnerability Analysis und Homeland Security Risk Management Process.....	43
4. Methodik.....	44
4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung .....	44
4.1.1 Vorlaufzeit .....	44
4.1.2 Einhaltung der Trinkwasserverordnung .....	47
4.1.3 Versorgungskapazität.....	47
4.1.4 Verfügbarkeit von Versorgungsquellen .....	47
4.1.5 Übersichtstabelle Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit .....	48
4.2 Risikoanalyse.....	48
4.2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes .....	49
4.2.2 Standortanalyse .....	49
4.2.3 Definition Schutzziel .....	50
4.2.4 Festlegung Schutzgut und Schadensparameter .....	51
4.2.5 Kritikalitätsanalyse.....	52
4.2.6 Art der Gefahr.....	57
4.2.7 Szenarioentwicklung.....	57
4.2.8 Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit.....	59
4.2.9 Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung .....	59
4.2.10 Verwundbarkeitsanalyse.....	59
4.2.11 Risikoermittlung und Darstellung .....	62
4.2.12 Bestimmung des Schadensausmaßes.....	62
4.2.13 Soll-Ist-Vergleich .....	63
4.3 Experteninterview .....	63
4.3.1 Entwicklung von Interviewleitfäden und Vorauswahl der möglichen Experten.....	65
4.3.2 Auswahl und Kontaktierung der Interviewpartner/Experten.....	85
4.3.3 Durchführung des Experteninterviews .....	90
4.3.4 Sicherung der Ergebnisse als Transkription.....	90
4.4 Dokumentenanalyse .....	90
4.4.1. Auswahl der Datenquellen.....	91
4.4.2. Zugang zu den Datenquellen.....	97
4.4.3. Extraktionsmethode der Daten .....	99
4.4.4. Kategorisierung und Inhalt der Kategorien.....	99
4.4.5. Speicherung und Darstellung der Daten .....	99

4.4.6. Datenqualität (Güte) .....	99
4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung .....	100
4.6 Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps.....	100
4.7 Erstellung eines Kapitels für den Krankenhauseinsatzplan .....	100
4.8 Konzept/ Katalog für das Krisenmanagement der örtlichen Gefahrenabwehr und den WVU .....	101
5. Ergebnisdarstellung.....	102
5.1 Ergebnisse Standortanalyse .....	103
5.1.1 Beschreibung der Wasserversorgung und der Redundanzen des Krankenhauses Merheim .....	103
5.1.2 Räumliche Lage des Krankenhauses .....	104
5.1.3 Versorgungsbereich des Krankenhauses .....	106
5.2 Ergebnisse Kritikalitätsanalyse.....	107
5.2.1 Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes.....	108
5.2.2 Schwere der Beeinträchtigung pro Prozessbaustein.....	108
5.2.3 Umfang der Beeinträchtigung .....	109
5.2.4 Ersetzbarkeit/Evakuierbarkeit der Prozessbausteine .....	111
5.2.5 Kritikalitätsberechnungsergebnis .....	115
5.3 Ergebnisse Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit .....	117
5.4 Ergebnisse Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (inkl. Geeignetheit) .....	119
5.4.1 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des Krankenhauses .....	119
5.4.2 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten der Feuerwehr .....	119
5.4.3 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des THW.....	119
5.4.4 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des Wasserversorgers .....	119
5.5 Ergebnisse Verwundbarkeitsanalyse .....	119
5.6 Ergebnisse Risikoermittlung.....	121
5.7 Ergebnisse Bestimmung des Schadensausmaßes .....	121
5.8 Ergebnisse des ersten Soll-Ist-Vergleiches .....	123
5.9 Ergebnisse der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (inkl. Geeignetheit) .....	123
5.9.1 Sonstige vorhandene Kapazitäten des Krankenhauses Merheim .....	123
5.9.2 Sonstige vorhandene Kapazitäten des THW in der Umgebung Köln .....	124
5.9.3 Sonstige vorhandene Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderer BOS.....	128
5.9.4 Sonstige vorhandene Kapazitäten des Wasserversorgers.....	136
5.9.5 Sonstige Kapazitäten.....	137
5.9.6 Trinkwassernotbrunnen .....	138
5.10 Ergebnisse des zweiten Soll-Ist-Vergleiches.....	141

## Inhaltsverzeichnis

5.11 Ergebnisse der Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen (inkl. Geeignetheit) .....	142
5.12 Ergebnis Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan .....	142
5.13 Ergebnis Konzept/Katalog für das Krisenmanagement der örtlichen Gefahrenabwehr und den WVU .....	144
5.14 Sonstige Erkenntnisse aus den Experteninterviews .....	144
5.14.1 Meinungen zu der Problematik des Trinkwasserausfalles in Krankenhäusern und der Ersatzversorgung .....	145
5.14.2 Verantwortlichkeiten bei der Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung .....	145
5.14.2 Problematik Krankenhaus.....	146
5.14.3 Trinkwassernotbrunnen .....	146
6. Diskussion.....	146
6.1 Interpretation der Ergebnisse .....	146
6.1.1 Problembewusstsein, Risikoanalyse und aktuelle Planungen.....	146
6.1.2 Sonstige Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung und zukünftige Planungen. ....	149
6.2 Vergleich mit anderen Studien .....	151
6.2.1 Bedeutung des Krankenhauses und dessen Trinkwasserversorgung.....	151
6.2.2 Problembewusstsein und Mangel an Planungen .....	151
6.2.3 Maßnahmenplanungen.....	152
6.2.4 Kritikalität der Prozessbausteine.....	152
6.2.5 Trinkwasserbedarf von Krankenhäusern .....	154
6.3 Diskussion der eigenen Methodik .....	154
6.3.1 Risikoanalyse .....	154
6.3.2 Experteninterview .....	156
6.3.4 Dokumentenanalyse.....	157
6.3.5 Eingrenzungen, Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung und weitere Annahmen .....	157
6.4 Übertragbarkeit .....	158
7. Fazit und Ausblick .....	158
Literaturverzeichnis .....	163
Verzeichnis der Experteninterviews.....	180
Anhang.....	A
Anhang: Methodikstruktur-Gesamtdiagramm .....	B
Anhang: Interviewleitfäden.....	C
Anhang: Ergebnisse der Experteninterviews.....	T
Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Schell.....	T
Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Braun.....	W
Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Bujack.....	Z

## Inhaltsverzeichnis

Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Exner .....	BB
Ergebnisse des Experteninterviews mit Vertretern der Rheinenergie .....	EE
Ergebnisse des Experteninterviews mit Frau Dr. Scholtes.....	II
Anhang: Erhaltene Dokumente und Ergebnisse der Dokumentenanalyse .....	MM
Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des THW .....	NN
Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente der Berufsfeuerwehr .....	OO
Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des Krankenhauses Merheim ...	QQ

## Abkürzungsverzeichnis

AAO	Alarm- und Ausrückeordnung
AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren
ASA	American Society of Anesthesiologists
AWWA	American Water Works Association
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz (Schweiz)
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BHKG	Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz
BKG	Geografisches Kartenmaterial des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie
BMI	Bundesministerium des Inneren
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BSG	Bundessozialgericht
CBRN	Chemisch, biologisch, radiologisch, nuklear
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
DKG	Deutsche Krankenhausgesellschaft
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EMSA	California Emergency Medical Services Authority
EPA	Environmental Protection Agency der Vereinigten Staaten von Amerika
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FW	Feuerwehr
GBE-Bund	Gesundheitsberichterstattung des Bundes
HSM	Hessisches Sozialministerium
KatS	Katastrophenschutz
KEL	Krankenhauseinsatzleitung
KH	Krankenhaus
KHEP	Krankenhauseinsatzplan
KIRMin	Kritische Infrastrukturen – Resilienz als Mindestversorgungskonzept
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PAHO	Pan America Health Organization

## Abbildungsverzeichnis

THW	Technisches Hilfswerk
UNDP	United Nations Development Programme
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WHO	World Health Organization

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Workflow des Projektes .....	9
Abbildung 2: Struktur der Methodik Teil 1: Beschreibung des Bezugsgebietes.....	28
Abbildung 3: Struktur der Methodik Teil 2: Schutzziel und Kritikalitätsanalyse .....	30
Abbildung 4: Struktur der Methodik Teil 3: Szenario und Eintrittswahrscheinlichkeit.....	31
Abbildung 5: Struktur der Methodik Teil 4: Verwundbarkeitsanalyse und Risikoermittlung und -darstellung .....	32
Abbildung 6: Struktur der Methodik Teil 5: Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung .....	33
Abbildung 7: Struktur der Methodik Teil 6: Bestimmung Schadensausmaß/Trinkwasserbedarf .....	34
Abbildung 8: Struktur der Methodik Teil 7: Erhebung noch nicht genutzter Kapazitäten und Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung.....	35
Abbildung 9: Struktur der Methodik Teil 8: Erhebung noch nicht vorhandener Maßnahmen, Kapazitäten und Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung .....	36
Abbildung 10: Struktur der Methodik Teil 9: Überarbeitung des Krankenhauseinsatzplanes.	37
Abbildung 11: Struktur der Methodik Teil 10: Konzeption/Katalogerstellung der Maßnahmen zu Ersatzversorgung für Gefahrenabwehr und Wasserversorgungsunternehmen .....	38
Abbildung 12: GENIUS Dialysegerät in der operativen Intensivstation des Krankenhaus Merheim .....	46
Abbildung 13: Gebäudeübersicht Krankenhaus Merheim .....	49
Abbildung 14: Ermittlungsschritte Verwundbarkeit.....	61
Abbildung 15: Risikomatrix .....	62
Abbildung 16: Druckerhöhungsanlage des Gebäudes 20 des Krankenhauses Merheim. Rechts Detaildarstellung des Vorlagebehälters .....	104
Abbildung 17: Karte der Umgebung des Krankenhauses Merheim.....	105
Abbildung 18: Topographische Karte Krankenhaus Merheim .....	105
Abbildung 19: Geländeplan mit Wassereinspeisungen und Standorten der kritischen Prozessbausteine.....	117
Abbildung 20: Ergebnis Risikomatrix .....	121
Abbildung 21: Trinkwasserflaschenvorrat Krankenhaus Merheim.....	124
Abbildung 22: Karte der Standorte der Trinkwassernotbrunnen im Bereich des Krankenhauses Merheim.....	139

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele von Wasserversorgungsausfällen in Krankenhäusern .....	3
Tabelle 2: Angaben über den Trinkwasserbedarf eines Krankenhauses .....	10
Tabelle 3: Wasserverbrauch eines Krankenhauses im Notstandsfall.....	11
Tabelle 4: Bereiche mit Trinkwasserbedarf.....	11
Tabelle 5: Benötigte Daten, Ermittlung und Datenquellen.....	38
Tabelle 6: Übersichtstabelle Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit.....	48
Tabelle 7: Kritikalitätsanalyse - Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes .....	52

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 8: Kritikalitätsanalyse - Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes Regelbasis .....	53
Tabelle 9: Kritikalitätsanalyse - Faktor Schwere der Beeinträchtigung .....	53
Tabelle 10: Kritikalitätsanalyse - Korrekturfaktor S_X .....	54
Tabelle 11: Kritikalitätsanalyse - Faktor Umfang der Beeinträchtigung .....	54
Tabelle 12: Kritikalitätsanalyse - Zeit T .....	54
Tabelle 13: Kritikalitätsanalyse - Faktor E_0 Komponenten .....	54
Tabelle 14: Kritikalitätsanalyse - Faktor E_0, Ermittlung E-2 .....	55
Tabelle 15: Kritikalitätsanalyse - Faktor E_0 Regelbasis und Bewertung .....	55
Tabelle 16: Kritikalitätsanalyse - Korrekturfaktor E_X .....	55
Tabelle 17: Kritikalitätsanalyse - Einteilung Kritikalitätsstufen .....	56
Tabelle 18: Szenarioerstellung: Beispiele von Referenzereignissen .....	57
Tabelle 19: Übersicht Szenario .....	58
Tabelle 20: Klassifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit .....	59
Tabelle 21: Planungs- und Durchführungsschritte des Experteninterviews .....	64
Tabelle 22: Zu erhebende Informationen durch Experteninterviews .....	66
Tabelle 23: Identifizierung und Vorauswahl von Experten .....	70
Tabelle 24: Gütekriterien Experteninterview .....	78
Tabelle 25: Katalog der Interviewfragen .....	79
Tabelle 26: Fragen im Rahmen des Audits für den Trinkwasserbedarf .....	85
Tabelle 27: Kontaktpersonen für Experteninterview mit Begründung .....	86
Tabelle 28: Planungs- und Durchführungsschritte der Dokumentenanalyse .....	91
Tabelle 29: Zu erhebende Informationen durch eine Dokumentenanalyse .....	91
Tabelle 30: Identifizierung und Vorauswahl von Dokumenten .....	93
Tabelle 31: Zugang zu Daten innerhalb der Dokumentenanalyse .....	97
Tabelle 32: Gütekriterien Dokumentenanalyse .....	99
Tabelle 33: Fallzahlen des Krankenhauses Merheim im Geschäftsjahr 2016 .....	106
Tabelle 34: Gebildete Prozessbausteine und Abhängigkeiten .....	106
Tabelle 35: Ergebnis Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes .....	108
Tabelle 36: Ergebnisse Faktor Schwere der Beeinträchtigung (S_V) und Korrekturfaktor S_X .....	108
Tabelle 37: Ergebnisse Faktor Umfang der Beeinträchtigung .....	109
Tabelle 38: Ergebnisse Ersetzbarkeit/Evakuierbarkeit der Prozessbausteine .....	111
Tabelle 39: Ergebnisse Kritikalitätsstufen .....	116
Tabelle 40: Darstellung von großen Trinkwasserrohrbrüchen mit und ohne Beteiligung von Krankenhäusern und Trinkwasserausfällen in Krankenhäusern .....	117
Tabelle 41: Ergebnis der Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit .....	119
Tabelle 42: Ergebnisse der Verwundbarkeitsanalyse .....	120
Tabelle 43: Ergebnisse Risikoermittlung .....	121
Tabelle 44: Wasserbedarf der kritischen Prozesse des Krankenhauses im Notstandsfall laut Literatur .....	122
Tabelle 45: Abdeckungsrate bzw. Ergebnis des ersten Soll-Ist-Vergleiches .....	123
Tabelle 46: Sonstige vorhandene Kapazitäten des THW in der Umgebung Köln .....	124
Tabelle 47: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten des THW .....	125
Tabelle 48: Sonstige vorhandene Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderen BOS im Bereich Köln .....	128
Tabelle 49: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderer BOS .....	130
Tabelle 50: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten sonstiger Kapazitäten .....	137
Tabelle 51: Trinkwassernotbrunnen im Bereich des Krankenhauses Merheim .....	138
Tabelle 52: Überprüfung der Geeignetheit der Trinkwassernotbrunnen .....	140
Tabelle 53: Ermittlung der zweiten Ist-Größe .....	141

## Formelverzeichnis

Tabelle 54: Abdeckungsrate bzw. Ergebnis des zweiten Soll-Ist-Vergleiches .....	142
Tabelle 55: Vergleich von kritischen Prozessbausteinen .....	153
Tabelle 56: Vergleich der Trinkwasserbedarfe eines Krankenhauses mit den eigenen Ergebnissen .....	154

## Formelverzeichnis

(1) Bedeutung des Krankenhauses .....	55
(2) Berechnung der Kritikalitätsstufe .....	55

### 1. Einleitung

In diesem Kapitel erfolgt zunächst eine Darstellung der Relevanz des in dieser Thesis bearbeiteten Themas. Anschließend werden der Gegenstand der Arbeit und die Forschungsfragen bzw. -Ziele aufgezeigt. Der letzte Abschnitt gibt eine Übersicht über die Gliederung dieser Master-Thesis.

#### 1.1 Relevanz des Themas

Krankenhäuser sind Einrichtungen, die den Auftrag innehaben, Patienten unterzubringen, zu verpflegen und diagnostische und therapeutische Maßnahmen durch ärztliches und pflegerisches Personal durchzuführen, wobei diese Maßnahmen auf die Erkennung von Krankheiten, deren Linderung, Abwehr einer Verschlimmerung oder eine Heilung abzielen (Deutscher Bundestag 01.01.1989, § 107). Damit zählen Krankenhäuser zu den Kritischen Infrastrukturen (Gesundheitssektor), da ein Ausfall oder eine Beeinträchtigung der Funktion erhebliche Folgen für die gesamte Gesellschaft hätte (BBK 2008a, S. 13). Kritische Infrastrukturen sind laut Bundesministerium des Inneren wie folgt definiert:

„**Kritische Infrastrukturen** sind Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“ (BBK 2008b, S. 12; BMI 2009, S. 3)

Laut der Studie der OECD (2008, S. 4) sind die Definitionen von Kritischen Infrastrukturen international sehr ähnlich. Jedoch gibt es weltweit bestimmte Schlüsselwörter in den Definitionen, die in Deutschland nicht Einzug in die Definition des BBK und BMI gefunden haben. So werden international Kritische Infrastrukturen als Anlagen, Strukturen oder Systeme verstanden, die von Staaten bzw. von Menschen geschaffen wurden (Giovinazzi et al. 2016, S. 333; Rat der Europäischen Union 2008, S. 77) und bei deren Beeinträchtigung es zu physischen, sozialen und ökonomischen Schäden kommen kann bzw. das Wohlergehen und die Sicherheit der Bevölkerung gefährdet ist (Emergency Management Australia 2003, S. 4; Rat der Europäischen Union 2008, S. 77; Cabinet Office 2010, S. 8). Krankenhäuser und die Wasserversorgung sind dabei mit die am häufigsten genannten Bereiche von Kritischen Infrastrukturen, bei deren Beeinträchtigung es zu drastischen Folgen kommen würde (Brunner und Suter, S. 529). Jedoch gibt es auch Länder, wie z.B. die Niederlande, die den Bereich der Gesundheitsversorgung nicht (mehr) als Teil der nationalen Kritischen Infrastrukturen ansehen bzw. diesen nennen (Minister of Security and Justice 2009; The Hague Security Delta 2015, S. 9).

Krankenhäuser nehmen eine besondere Stellung unter den Kritischen Infrastrukturen ein, da diese, insbesondere bei Großschadenslagen, die Versorgung und Behandlung einer Vielzahl an verletzten oder erkrankten Personen übernehmen müssen, weshalb die Funktionsfähigkeit eines Krankenhauses bei allen Gefahrenlagen (intern oder extern) rund um die Uhr erhalten bleiben muss (BBK 2008b, S. 5; Spence et al. 2010, S. 36; UNDP 2008, S. 8; Nukavarapu und Durbha 2016, S. 223).

Da zwischen Kritischen Infrastrukturen, wie z.B. der Wasserversorgung und der Gesundheitsversorgung durch Krankenhäuser, starke Interdependenzen bestehen, kann es bei der Beeinträchtigung einer dieser Infrastrukturen zu Kaskadeneffekten kommen, was bedeutet, dass auch die jeweiligen anderen Kritischen Infrastrukturen beeinträchtigt werden können (Bross und Krause 2017, S. 432; European Commission 2017, S. 33; Giovinazzi et al. 2016, S. 331; Chang et al. 2007, S. 351–352). Die Wasserversorgung, also auch die Versorgung mit Trinkwasser, ist ebenfalls eine Kritische Infrastruktur (BMI 2009, S. 5), bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung es zu einer Gefährdung der Gesundheitsversorgung hinsichtlich Qualität und

## 1. Einleitung

Quantität kommen kann (Bross und Krause 2017, S. 432). Bei der Untersuchung von Giovinazzi et al. (2016) stellte sich heraus, dass nach einem Erdbeben im Jahr 2011 in Krankenhäusern der Ausfall der Wasserversorgung am zweitlängsten angedauert hat (nach der Wiederherstellungsdauer der Straßen) (Giovinazzi et al. 2016, S. 345) und ein Ausfall der Wasserversorgung am stärksten zu einer negativen Beeinträchtigung der Funktion des Krankenhauses beiträgt (Giovinazzi et al. 2016, S. 348–349). Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Autoren die Wasserversorgung als zweitkritischstes Infrastrukturelement für die Funktionsfähigkeit eines Krankenhauses ansehen (nach der Stromversorgung) (Giovinazzi et al. 2016, S. 351).

Trinkwasser ist Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge und muss daher in ausreichender Quantität und Qualität bereitgestellt werden, um die Gesundheit der Menschen und den Wohlstand bzw. die Entwicklung der Gesellschaft zu erhalten und zu fördern (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 4). Daher ist die Trinkwasserversorgung unverzichtbar und lebensnotwendig und muss hygienischen Vorgaben entsprechen (Fischer und Wienand 2015, S. 2), welche in Deutschland durch die Trinkwasserverordnung geregelt sind (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, §§ 4–10). Der Wasserbedarf eines Krankenhauses ist in der Fachliteratur sehr unterschiedlich angegeben. So beläuft dieser sich laut der „Konzeption Zivile Verteidigung“ auf mindestens 75-150 Liter pro Bett und Tag (BMI 2016, S. 46) und laut Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) auf 300-900 Liter pro Bett und Tag (BBK 2008b, S. 72), wobei dies nur Minimalangaben sind. Dies würde bei einem Krankenhaus mit 500 Betten zu einem minimalen Trinkwasserbedarf von 37.500 - 75.000 Litern oder 150.000 - 450.000 Litern pro Tag führen. Die Schweizer Behörden gehen von einem Minimalbedarf von 100 Litern pro Person und Tag für ein Krankenhaus aus (Schweizer Bundesrat 1991, Art. 4), Welter et al. (2013, S. 8) ermittelten einen Wert von 841.078 Liter/Tag als Mindestversorgung.

Der Bedarf an Trinkwasser in einem Krankenhaus umfasst, neben dem Zweck des Konsums, viele Bereiche, wie z.B. Körperwaschungen, Aufbereitung von medizinischen Instrumenten (Exner et al. 2007, S. 302) oder auch die ggf. vorliegende Verbindung mit der Löschwasserversorgung (DIN 1988-600, S. 12). Eine genauere Betrachtung der Abhängigkeit eines Krankenhauses von Trinkwasser wird in dem Kapitel „State of the Art“ vorgenommen.

Kritische Infrastrukturen sind verschiedensten Gefahren ausgesetzt, die zu einer Beeinträchtigung oder einem Ausfall der Funktionsfähigkeit führen können. Diese lassen sich in drei Kategorien zusammenfassen: Naturereignisse (z.B. Hochwasser oder Erdbeben), Terrorismus/Kriminalität/Krieg und technisches/menschliches Versagen (z.B. Softwarefehler, Systemversagen, Unfälle oder Fahrlässigkeit) (BMI 2009, S. 7; European Commission 2017, S. 12; Tomek und Piwowarski 2017, S. 751–752; Giovinazzi et al. 2016, S. 333). Diese Gefahren können extern oder intern auf eine Kritische Infrastruktur einwirken (Fekete 2011, S. 17). Allein aus der technischen Sichtweise wurden von Experten 15 verschiedene Gründe identifiziert, die in einem Krankenhaus zu einem Ausfall der Trinkwasserversorgung führen können und dementsprechend werden von Experten Forderungen nach Redundanzen und adäquaten Handlungs- und Maßnahmenplänen zur Bewältigung solcher Lagen laut (Stymiest 2015, S. 27, 2017, S. 25). Aber auch die Wahrscheinlichkeit eines terroristischen Angriffes auf die öffentliche Wasserversorgung wird immer höher eingeschätzt (Birkett 2017; White et al. 2016, S. 29; Clark und Deininger 2000, S. 79).

Es existiert eine Vielzahl an Beispielen für Ausfälle der Trinkwasserversorgung in Krankenhäusern, wovon im Folgenden einige nationale und internationale Beispiele genannt werden sollen, um zu verdeutlichen, dass der Gegenstand dieser Arbeit keine marginale Gefahr darstellt:

## 1. Einleitung

Tabelle 1: Beispiele von Wasserversorgungsausfällen in Krankenhäusern

Jahr	Ereignis
1997	1997 kam es in North Dakota zu einer großen Überschwemmung, was dazu führte, dass ein Krankenhaus 18 Tage ohne Wasserversorgung war, da die Leitungen zerstört wurden. Nur durch den Einsatz einer Umkehrosmoseanlage der Nationalgarde und US Army konnte das Krankenhaus wieder in Betrieb genommen werden. (Hargreaves et al. 2001; Siders und Jacobson 1998)
2000	Das McAlester Regional Health Center in den Vereinigten Staaten war im Jahr 2000 nach einem Eissturm zweieinhalb Tage ohne funktionierende Wasserversorgung. Eine Ersatztrinkwasserversorgung musste durch die Nationalgarde, die Feuerwehr und das örtliche Wasserversorgungsunternehmen (WVU) sichergestellt werden. (Welter et al. 2013, S. 6)
2010	Am 21.11.2010 fiel für mehrere Stunden die Wasserversorgung im Stadtgebiet Lübeck aus. Das dortige Universitätsklinikum unterbrach die öffentliche Wasserzufuhr und förderte Wasser aus nahegelegenen Brunnen. Mehrere Feuerwehreinheiten waren im Einsatz, um die Versorgung sicherzustellen. (Lüdemann 2010)
2017	Im September 2017 musste das Baptist Hospitals of Southeast Texas in Beaumont (Texas) evakuiert werden, da in Folge des Hurricanes Harvey die Wasserpumpe der Stadt ausfiel. (Christensen 2017)
2017	Am 19.11.2017 fiel in Bremerhaven für mehrere Stunden die Wasserversorgung aus, wovon auch die Krankenhäuser betroffen waren, die über keine Notversorgungssysteme verfügen (Hellmers 2017).
2018	Im Februar 2018 hat eine geplatze Hauptwasserleitung dafür gesorgt, dass vier Krankenhäuser in Manchester (Großbritannien) von der Wasserversorgung abgeschnitten waren. Tankwagen stellten die Wasserversorgung für die dringendsten Aufgaben sicher. Jedoch wurden alle Operationen abgesagt und die Patienten sowie das Krankenhauspersonal wurden dazu angehalten möglichst keine Handlungen durchzuführen, die Wasser benötigen. (Yarwood 2018)

Um die Folgen von Ausfällen und gravierenden Beeinträchtigungen (bei Krankenhäusern, sowie bei allen anderen Kritischen Infrastrukturen) so gering wie möglich zu halten und eine schnellstmögliche Wiederherstellung des Regelbetriebs zu erreichen, ist ein effektives Notfall- und Risikomanagement der verantwortlichen Stellen nötig (BMI 2009, S. 10; Europäische

## 1. Einleitung

Kommission 2008, S. 76; Cabinet Office 2010, S. 9). Da Krankenhäuser mit als erstes von Katastrophen betroffen sein werden, sind Vorsorgemaßnahmen zu planen, um schnellstmöglich reagieren zu können (Mehta 2006). Dies soll im Bereich Krankenhaus im Rahmen der Krankenhauseinsatzplanung und dem Risikomanagement geschehen, was auch interne Gefahrenlagen, wie den Ausfall von Kritischen Infrastrukturen innerhalb des Krankenhauses (hier die Trinkwasserversorgung), mit einschließt (BBK 2008b, S. 5–7; Pfenninger und Adolph 2017, S. 673). Den Gegenpart hinsichtlich der Verantwortung übernehmen bei einer Großstörung der Bevölkerungsschutz (im Verteidigungsfall) (Deutscher Bundestag 24.08.1965) bzw. der Katastrophenschutz (KatS) im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge, was bedeutet, dass die Kommunen bzw. Gemeinden im Katastrophenfall bzw. einer Großschadenslage dafür Sorge zu tragen haben (was dementsprechend auch Maßnahmenpläne für die Ersatzwasserversorgung bei größeren Gefahrenlagen beinhaltet), dass die öffentliche Trinkwasserversorgung sichergestellt wird (Deutscher Bundestag 01.03.2010, § 50; Landesregierung Nordrhein-Westfalen 01.01.2016, § 1). Der Bund, die Länder und die Kommunen sollten dementsprechend Vorbereitungen für eine technische Hilfe, worunter auch die Trinkwasserersatzversorgung zählt, durch z.B. das Technische Hilfswerk (THW) oder die Feuerwehr treffen (BMI 2016, S. 37–43). Für eine detaillierte Darstellung der Zuständigkeiten und Gesetzgebung wird auf das Kapitel „State of the Art“ verwiesen.

Trotz der Bedeutung der Trinkwassersicherstellung in Krankenhäusern wird der Vorsorge für Katastrophen und Krisen wenig Priorität eingeräumt und als eher unwichtig angesehen (Hoyle 2010, S. 285). Die Krankenhauseinsatzpläne und die Planungen der Kommunen sind zumeist nur für Brände oder Massenankünfte von Verletzten ausgelegt, betrachten jedoch kaum die Ausfälle von Kritischen Infrastrukturen innerhalb des Krankenhauses (Fischer et al. 2013, S. 36–37; Pfenninger und Adolph 2017, S. 674). Und das, obwohl Notfallmanager von Krankenhäusern die Not- oder Ersatzversorgung von Krankenhäusern mit Trinkwasser als eines der hartnäckigsten Probleme ansehen, das dringend in Planungen berücksichtigt werden muss (Welter et al. 2013, S. 8). Es werden daher für die Bewältigung eines Trinkwasserausfalls intersektorale, also unter Einbeziehung der Wasserversorgungsunternehmen, des Krankenhauses und der Gefahrenabwehr, Maßnahmenpläne benötigt, um eine Ersatz- oder Notversorgung sicherzustellen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Bestandteile des Schutzes/Wiederherstellung von Kritischen Infrastrukturen nicht von nur einer Institution abhängig ist (z.B. in diesem Fall das WVU, die Gefahrenabwehr und das Krankenhaus), so dass eine adäquate Konzipierung von Koordination und Information sichergestellt werden muss (Cedergren et al. 2017, S. 7; Jalba et al. 2010, S. 51). Jedoch existieren solche konkreten Guidelines oder Frameworks nicht oder wenn dann meist nur für Entwicklungsländer oder Flüchtlingscamps im Bereich der Humanitären Hilfe und nicht für Krankenhäuser in höher entwickelten Ländern (Bross und Krause 2017, S. 432). Dass dies ein internationales Problem ist, zeigt auch eine Studie von Nicolics et al. (2017), die ergeben hat, dass in der österreichischen Steiermark 63% der Gemeinden grundlegende Bestandteile eines Notfall- und Krisenmanagements im Bereich der Wasserversorgung nicht aufgebaut haben und nur 9% ein vorbildliches Krisenmanagement aufweisen können (Nicolics et al. 2017, S. 263). Die Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) hat 2008 verschiedene Pläne zum Schutz von Kritischen Infrastrukturen von verschiedenen Ländern evaluiert und herausgefunden, dass auf nationaler Ebene zwar viele solcher strategischen Pläne existieren, in den anderen Bereichen (lokal, privat, kommunal) diese Pläne jedoch hinsichtlich der Prävention, der Bewältigung und der Wiederherstellung sehr begrenzt Anwendung finden oder gar nicht existent sind (OECD 2008, S. 5). Nach einem Erdbeben im Verwaltungsbezirk Miyagi (Japan) waren 14 Krankenhäuser von der Trinkwasserversorgung abgeschnitten und keines dieser Krankenhäuser hatte im Vorhinein den minimalen Bedarf an Wasser für Notfallsituationen ermittelt (Matsumura et al. 2015, S. 195).

## 1. Einleitung

Daher besteht ein Bedarf an neuen Untersuchungen, die eine Bestandsaufnahme der Kritischen Infrastrukturen und deren Schutz innerhalb von Krankenhäusern vornehmen, um entsprechende Maßnahmen abzuleiten (Pfenninger und Adolph 2017, S. 674). Dies ist nötig, damit alle für die Planung Verantwortlichen höhere Investition in die Vorbereitung solcher Gefahrenlagen tätigen bzw. dessen Bedeutung erkennen (Hoyle 2010, S. 310). Daher wird auch ein Soll-Ist-Abgleich für die Optimierung der Notfall- und Katastrophenplanung aller Beteiligten als überaus wichtig und sinnvoll angesehen (Pfenninger und Adolph 2017, S. 673).

Wenige wissenschaftliche Arbeiten haben sich mit der konkreten Thematik der Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern beschäftigt, die alle Akteure gemeinsam, also das Krankenhaus, den Wasserversorger und die Gefahrenabwehr bzw. die Kommune betreffen. Jack et al. (2015) haben drei Untersuchungsgebiete in Südafrika betrachtet und möchten ein Maßnahmenplanhandbuch entwickeln, das den Verantwortlichen hilft, Ersatztrinkwasserversorgungen zu planen und bei Bedarf durchzuführen. Jalba et al. (2010), Welter et al. (2013) und Bross und Krause (2017) fokussieren sich in ihren Arbeiten auf die Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern und die ressortübergreifende Zusammenarbeit aller Beteiligten. Alle drei Artikel befassen sich mit dem minimalen Trinkwasserbedarf eines Krankenhauses bei Gefahrenlagen (Bross und Krause 2017, S. 435; Welter et al. 2013, S. 8), den Verantwortungen und Pflichten der Krankenhäuser, der Gefahrenabwehr, sowie der Wasserversorger und untersuchen bzw. empfehlen spezifische Maßnahmen/Krisenmanagementplanungen für die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern. Auch Stellen wie das Centers for Disease Control and Prevention (CDC) und die American Water Works Association (AWWA) haben mit Dokumenten, wie die "Guidelines for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities" (CDC und AWWA 2012) bereitgestellt, um Krankenhäusern eine Planungsgrundlage für das Krisenmanagement im Falle eines Wasserausfalles an die Hand zu geben. Eine genauere Betrachtung dieser Konzepte und anderer wissenschaftlicher Artikel erfolgt in Kapitel „2. State of the Art“.

### 1.2 Gegenstand der Arbeit und Forschungsfragen

Die geplante Master-Thesis wurde in einem Bearbeitungszeitraum von 19 Wochen im Sommersemester 2018 an der Technischen Hochschule Köln konzeptioniert, bearbeitet und erstellt. Die Bearbeitung der Thesis erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, welches einen Bedarf an der Bearbeitung dieses Themas sieht und die Ergebnisse als Grundlage für weitere Analysen und Forschungen nutzen möchte (Stolzenburg 2018).

Das Untersuchungsobjekt ist das Krankenhaus Merheim in Köln, das mit seiner Vielzahl an verschiedenen Fachabteilungen und der Beteiligung an der Notfallversorgung durch eine zentrale Notaufnahme als Krankenhaus der Maximalversorgung gilt (Kliniken der Stadt Köln gGmbH o.J.b; Eichhorn 1974, S. 98ff.). Im Speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet, in dem sich u.a. die zentrale Notaufnahme, die internistische Intensivstation und die Unfallchirurgie befinden (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017a). Eine Evaluation und Neukonzeptionierung, wie sie im Rahmen dieser Arbeit geplant ist, ist sehr umfassend und bedarf daher einer Fallstudie eines einzelnen Krankenhauses, um die Bearbeitung innerhalb einer Masterarbeit abschließen zu können. Dies ist insbesondere der Fall, da in dieser Arbeit eine umfassende Betrachtung, das bedeutet von der Risikoanalyse bis zum praktischen Krisenmanagement, vorgenommen werden soll. Zudem sind bei der Betrachtung des Risikos eines Trinkwasserausfalls und bei der Konzeptionierung einer adäquaten Ersatztrinkwasserversorgung bzw. der Erhebung des aktuellen Ist-Zustandes und der vorhandenen Ressourcen die örtlichen Begebenheiten zwingend mit einzubeziehen (z.B. die Standorte von Notbrunnen oder die Verkehrsanbindung). Dies macht eine allgemeine Betrachtung, also eine allgemeingültige Lösung für alle Krankenhäuser, nur bedingt möglich bzw. wenig aussagekräftig. Mit der Betrachtung eines Beispielkrankenhauses kann zum einen

## 1. Einleitung

festgestellt werden, ob ein Risiko hinsichtlich des Ausfalles der Trinkwasserversorgung überhaupt ein Problem für das Krisenmanagement des Krankenhauses, der Gefahrenabwehr und des Wasserversorgungsunternehmens darstellt und auch eine möglichst hohe Aussagekraft für andere Krankenhäuser innehat. Zum anderen, wird für das Krankenhaus Merheim, den Katastrophenschutz in der Stadt Köln und für den Wasserversorger Rheinenergie ein Produkt in Form von Einsatzplänen und Maßnahmenkatalogen zur Verfügung gestellt.

Das Krankenhaus Merheim wurde aus den folgenden Gründen als Beispielkrankenhaus ausgewählt:

- Frau Dr. Katja Scholtes ist ärztliche Leiterin der Notaufnahme im Krankenhaus Merheim und beteiligt sich aktiv an der Weiterentwicklung von Krankenhauseinsatzplänen (Scholtes o.J.), weshalb ein Interesse an wissenschaftlichen Arbeiten angenommen werden kann
- Durch das Forschungsprojekt „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) verfügt die Technische Hochschule Köln über weitreichende Kontakte zu der Berufsfeuerwehr Köln, der Rheinenergie und der Stadt Köln. Das BBK ist ebenfalls ein aktiver Partner dieses Forschungsprojektes. (TH Köln o.J.a)
- Vielzahl an verschiedenen Fachabteilungen und der Beteiligung an der Notfallversorgung durch eine zentrale Notaufnahme, weshalb es als Krankenhaus der Maximalversorgung gilt (Kliniken der Stadt Köln gGmbH o.J.b; Eichhorn 1974, S. 98ff.). Somit ist dieses Krankenhaus überaus bedeutend für die Gesundheitsversorgung im Bereich Köln.
- Räumliche Nähe zur Technischen Hochschule Köln

Die **Forschungsfragen** und die sich daraus ergebenden **Forschungsziele** lauten wie folgt:

### 1. Fragen:

- a. Sind die geplanten bzw. vorgesehenen Maßnahmen und Konzepte zur Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses im Falle eines Trinkwasserausfalles ausreichend für den Wasserbedarf des Krankenhauses Merheim in Köln? Welche Lücken sind in den Maßnahmen und Konzepten identifizierbar?
- b. Bedarf es einer Neukonzeption bzw. Überarbeitung der Pläne der Gefahrenabwehr der Stadt Köln bzw. des Katastrophenschutzes, des Wasserversorgungsunternehmens und des Krankenhauseinsatzplanes des Krankenhauses Merheim?
- c. Was sind mögliche Maßnahmen und Konzeptionen zur Sicherstellung einer Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim, die in Quantität und Qualität ausreichend ist?

### 2. Ziele:

- a. Bedarfsermittlung für intersektorale und sektorale Krisenmanagementpläne für die Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim.
- b. Bedarfsermittlung von noch nicht vorgehaltenen Ressourcen zur Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim.
- c. Überarbeitung oder Neukonzeption des Kapitels „Interne Gefahrenlagen – Ausfall der Trinkwasserversorgung“ des Krankenhauseinsatzplanes Merheim.
- d. Überarbeitung oder Neukonzeption eines Krisenmanagementkonzeptes (Bereich Bewältigung) für die Gefahrenabwehr und das Wasserversorgungsunternehmen.

Somit soll die Problematik einer ggf. mangelnden Beachtung der Gefahr eines Trinkwasserausfalles in Krankenhäusern erneut identifiziert, an dem konkreten Beispiel des Krankenhaus

## 1. Einleitung

Merheim Lösungen erarbeitet und das Bewusstsein bei Planungsverantwortlichen in Krankenhäusern, Wasserversorgungsunternehmen und Kommunen mitsamt der zugehörigen Gefahrenabwehr erhöht werden.

Als Methoden werden verschiedene Ansätze der Risikoanalyse für die Ermittlung des Bedarfes an Krisenmanagementplänen (durch eine Risikobewertung) und für die Erhebung der Daten für eine spätere Krisenmanagementkonzeption, ausgehend von einem Soll-Ist-Vergleich bezüglich der Bewältigungskapazitäten, herangezogen. Als Untermethoden werden das Experteninterview und die Dokumentenanalyse für die Informationsgenerierung verwendet. In dem Kapitel „Methodikkonzept“ wird die Struktur der Methode ausführlicher und begründet dargestellt.

Folgende Eingrenzungen werden vorgenommen:

- Das Szenario eines Trinkwasserausfalles wird nur innerhalb des Bereiches des Untersuchungskrankenhauses stattfinden, was bedeutet, dass keine Flächenlage vorliegt. Dies ist wichtig, da so angenommen werden kann, dass die Ressourcen, wie z.B. die Einsatzeinheiten der Feuerwehr, nicht mehrere Orte versorgen müssen oder andere Einsatzbereiche neben dem Krankenhaus haben. Somit kann der volle Ressourcenansatz angenommen werden.
- Es werden nur die Maßnahmen und dafür notwendigen Vorplanungen im Rahmen des Krisenmanagements betrachtet. Dies bedeutet, dass keine Planungen bzw. Maßnahmen für die Minderung der Eintrittswahrscheinlichkeit oder Intensität eines solchen Ereignisses betrachtet werden (Prävention). Das beinhaltet, dass z.B. größere Bauvorhaben, wie die Etablierung von Redundanzen oder großen Notwasserbecken, nicht in die Betrachtung einfließen.
- Der Ausfall ist nicht durch eine Kontamination des Trinkwassers bedingt. Dieses Szenario würde weitere Maßnahmen, wie z.B. die Reinigung des Leitungssystems und aufwändige Probenentnahmen etc. nötig machen (Exner und Kistemann 2003, S. 171–172).
- Es werden keine Gründe für den Ausfall der Wasserversorgung untersucht
- Innerhalb des Krankenhauses werden nur lebenswichtige Prozesse, die nicht anderweitig ersetzbar sind, betrachtet. Dies wird in der Schutzzieldefinition im Rahmen der Risikoanalyse im Kapitel „Methodik“ näher erläutert.
- Betrachtet wird nur die Ersatztrinkwasserversorgung und nicht die Notwasserversorgung, was bedeutet, dass die Qualitätskriterien der Trinkwasserverordnung eingehalten werden (DIN 2001-3, S. 8). Begründet ist diese Annahme durch die besonderen Anforderungen von Krankenhäusern an das Trinkwasser. So sind Krankenhäuser dazu verpflichtet, eine nosokomiale Infektion bei den Patienten und Besuchern zu verhindern und somit die Einhaltung der Qualitätskriterien der Trinkwasserverordnung verstärkt zu kontrollieren (Deutscher Bundestag 01.01.2001, § 23; Lüke et al. 2013, S. 3). Daher kann dort nicht von den Anforderungen nach der Trinkwasserverordnung abgewichen werden, wie es z.B. bei der Notversorgung der Fall ist (Bundesregierung Deutschland 31.03.1970, § 3).

## 1. Einleitung

### 1.3 Gliederung der Arbeit

Kapitel 2 zeigt den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik. Es ist unterteilt in sechs Unterabschnitte. In diesen werden die Abhängigkeiten eines Krankenhauses vom Trinkwasser und dessen Bedarf an Trinkwasser, Gesetze bzw. Verordnungen zur Trinkwasserversorgung, die Zuständigkeiten in Ereignisfällen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung, die Notfallpläne der Krankenhäuser, Möglichkeiten der Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung und Leitfäden zur Trinkwassersicherstellung in Notfällen dargestellt. Zudem erfolgt eine Übersicht zu wissenschaftlichen Arbeiten bzw. Studien.

In Kapitel 3 erfolgt die Darstellung des Methodikkonzeptes, das für diese Arbeit entwickelt wurde. Dabei wird jeweils darauf eingegangen, weshalb bestimmte Methoden für bestimmte Anwendungen/Analysen verwendet werden. Alternative Methoden werden in dem letzten Unterabschnitt dieses Kapitels erläutert.

Die explizite Vorbereitung, Planung und Durchführung der Methodik ist in Kapitel 4 beschrieben. Dies beinhaltet neben der Beschreibung der Risikoanalyse und deren Komponenten, auch die Beschreibung von Untermethoden, der Erarbeitung von Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit von Maßnahmen und der Planung von Krisenmanagementkonzepten. Die Ergebnisse der Methodik werden in Kapitel 5 dargestellt.

In dem Kapitel 6 „Diskussion“ werden die Ergebnisse aus Kapitel 5 interpretiert und mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten verglichen. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse werden die Forschungsfragen beantwortet und daraufhin evaluiert, inwieweit die eigene Vorgehensweise zielführend war.

Das Kapitel 7 „Fazit und Ausblick“ rekapituliert die wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit durch die Beantwortung der Forschungsfragen bzw. welche Forschungsziele erreicht wurden und stellt dar, wie weitere Forschungsvorhaben bzw. Untersuchungen gestaltet werden könnten.

Abbildung 1 auf der nächsten Seite zeigt die Bearbeitungsschritte auf, die im Rahmen der Bearbeitung dieser Arbeit unternommen wurden.

# 1. Einleitung

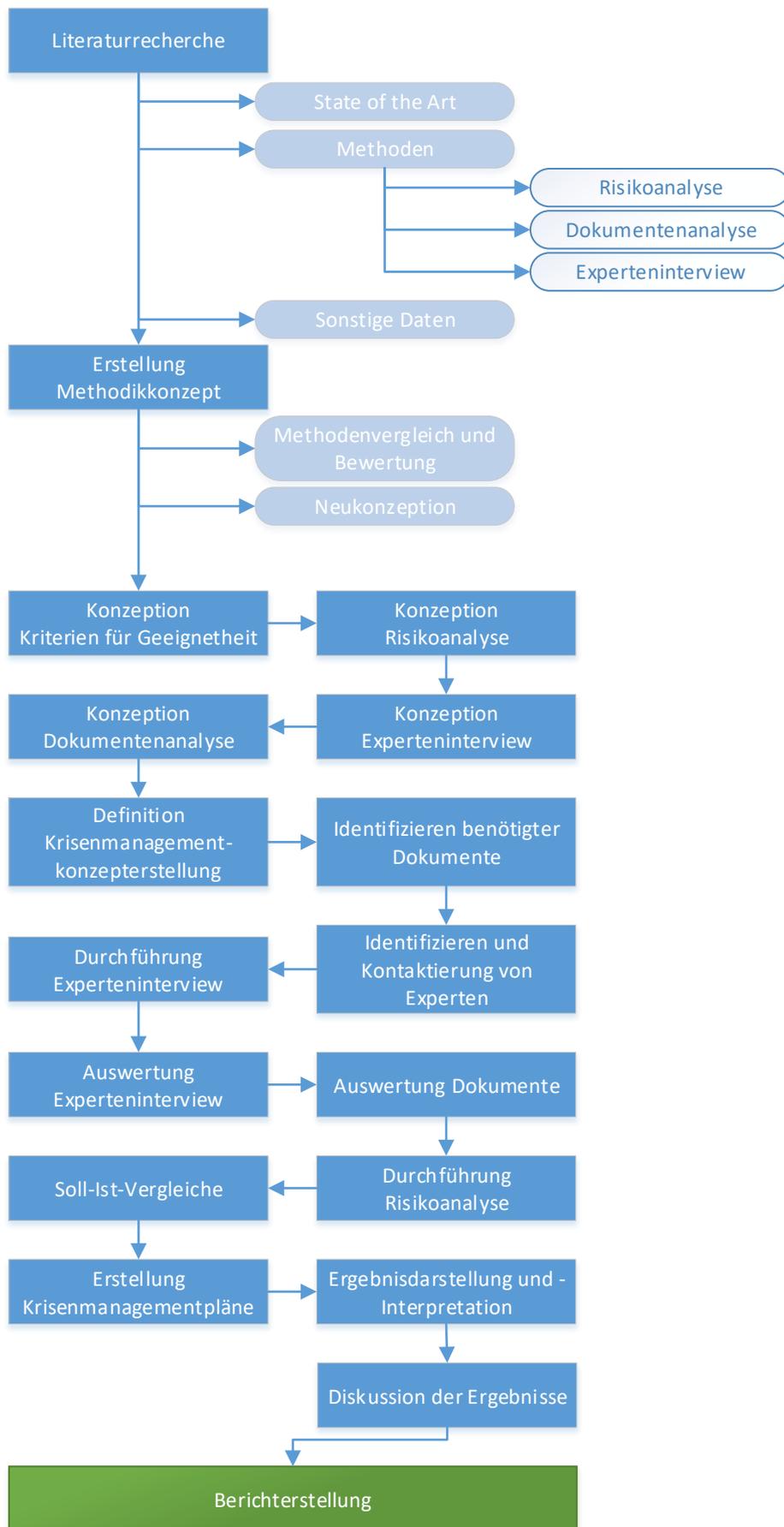


Abbildung 1: Workflow des Projektes (Eigene Darstellung)

## 2. State of the Art

Dieses Kapitel zeigt den aktuellen Stand der Wissenschaft, Technik und der Gesetzgebung in den Bereichen der Ersatztrink- und Notwasserversorgung sowie in weiteren Bereichen auf, die vom Autor als wichtig für das Verständnis dieser Arbeit angesehen werden. Zunächst erfolgt eine Darstellung der Abhängigkeiten eines Krankenhauses von Trinkwasser inklusive des Mengenbedarfs und Erläuterungen der aktuellen Gesetzeslage hinsichtlich der Zuständigkeiten bei der Ersatz- und Notversorgung. Zudem wird ein Überblick über aktuelle Normen und Verordnungen gegeben. Anschließend werden technische und organisatorische Möglichkeiten einer Ersatztrink- bzw. Notwasserversorgung in einem Überblick beschrieben, die aus offiziellen Leitfäden oder anderen Dokumenten stammen. In dem letzten Abschnitt erfolgt eine Darstellung von weiteren wissenschaftlichen Arbeiten zu Ersatztrinkwasserkrisenmanagementkonzepten für Krankenhäuser, Erhebungen von Ausfallmöglichkeiten, Evaluierung von Notfallplanungen und Forschungsprojekten.

### 2.1 Abhängigkeiten eines Krankenhauses von Trinkwasser

Hinsichtlich des Bedarfes von Krankenhäusern an Trinkwasser existieren in der Literatur, wie bereits in der Einleitung erwähnt, je nach Betrachtungsweise, unterschiedliche Angaben. Dabei ist beispielsweise zu unterscheiden, ob die Angaben aus dem Bereich der Humanitären Hilfe (z.B. Angaben der UN-Flüchtlingshilfe) stammen oder ob es Angaben zum Trinkwasserbedarf im Normalbetrieb oder im Notstandsfall sind. In Tabelle 2 sind verschiedene Angaben für den Trinkwasserbedarf eines Krankenhauses dargestellt. Tabelle 3 zeigt die wissenschaftliche Untersuchung des Wasserverbrauches eines Krankenhauses nach Zweckbindung, wobei zu beachten ist, dass dort nicht explizit von Trinkwasser gesprochen wird.

Tabelle 2: Angaben über den Trinkwasserbedarf eines Krankenhauses

Quelle	Trinkwasserbedarf im Normalbetrieb (Liter/Tag und Bett bzw. Patient)	Trinkwasserbedarf im Notstandsfall (Liter/Tag und Bett bzw. Patient)
<b>Karger und Hoffmann 2013</b>	120-830 (Karger und Hoffmann 2013, S. 16)	-
<b>Mutschmann und Stimmelmayer 2007</b>	350 (Normalkrankenhaus) 500 (Spezialkrankenhaus) (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 34)	75-150 (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 44)
<b>BMI 2016</b>	-	75-150 (BMI 2016, S. 46)
<b>UNHCR 2007</b>	-	40-60 (UNHCR 2007, S. 244)
<b>VDI 3807 - Blatt 2</b>	224 (Richtwert) 370 (Mittelwert) (VDI 3807 - Blatt 2, S. 21)	-
<b>Collett et al. (2016)</b>	1093 (Collett et al. 2016, S. 136)	-
<b>Garcia-Sanz-Calcedo et al. (2017)</b>	720,06 (Garcia-Sanz-Calcedo et al. 2017, S. 8)	-

## 2. State of the Art

Tabelle 3: Wasserverbrauch eines Krankenhauses im Notstandsfall (Quelle: Eigene Darstellung anhand von Welter et al. (2013, S. 8))

Zweck	Verbrauch (Liter/Tag)
<b>Kühltürme</b>	841.078
<b>Heizung/Sterilisation/Heißes Wasser</b>	190.038
<b>Medizinische Prozesse</b>	57.920
<b>Traumabehandlung</b>	29.096
<b>OP/kardiovaskulär</b>	20.913
<b>Administration</b>	2.045
<b>Gesamtverbrauch Notstandsfall</b>	841.078
<b>Gesamtverbrauch Normalbetrieb</b>	1.659.424

Tabelle 3 zeigt eine erste Betrachtung hinsichtlich der Trinkwasserverbraucher bzw. Prozesse, die einen Bedarf an Trinkwasser haben. Diese Bedarfe wurden auch von anderen Wissenschaftlern und Institutionen untersucht, welche in Tabelle 4 dargestellt sind. Das CDC weist dabei explizit darauf hin, dass diese Bereiche auch in Notstandsfällen für die Funktion eines Krankenhauses benötigt werden (CDC 2003, S. 64).

Tabelle 4: Bereiche mit Trinkwasserbedarf

Exner et al. (2007, S. 302) (Betrachtung des medizinischen Bereiches)	CDC (2003, S. 64)	Hsu et al. (2017, S. 622)	Collett et al. (2016, S. 136)
Trinken/Zubereitung von Getränken	Trinken, Cafeteria	Ernährungsservice	Trinken, Küche
Waschungen/Zähneputzen	Händewaschen, Waschung von Patienten/Hygiene	Waschungen	Händewaschen, Duschen, Heißes Wasser
Aufbereiten, Spülen und Nachspülen von Instrumenten und Geräten	Instrumentenaufbereitung, Operationsbereich und Intensivstation	Aufbereitung, Spülung von chirurgischem/endoskopischem Equipment	Aufbereitung von Instrumenten
Lösungen herstellen, Reinigungslösungen, Reinigung von Kontaktflächen, Reinigung von Kontaktlinsen und Prothesen	Laborservice, Eis	Reinigung	Gebäudereinigung
Anfeuchten der Mundhöhle bei bettlägerigen Patienten	Dialyse	Laborservice	Klimaanlage
	Hydrotherapie	Hämodialyse	
	Brandschutz (Sprinkler)		
	Wäscherei		
	Kühlsysteme		
	Dampferzeugung		
	Toilettenspülung		

Die Anbindung von Sprinklersystemen an das Trinkwassernetz war laut DIN lange Zeit möglich (DIN 1988-600, S. 12). Dies ist heutzutage eigentlich nicht mehr vorgesehen, aber durch den

## 2. State of the Art

bestehenden Bestandsschutz kann eine solche Anbindung noch in vielen Krankenhäusern möglich sein (Biskupek 2014, S. 8). Bei Klimaanlage oder Kühltürmen ist darauf zu achten, dass diese oft auch mit Brauchwasser betrieben werden können und somit nicht von der Trinkwasserversorgung abhängig sein müssen (Bross und Krause 2017, S. 436). Zudem ist zu sagen, dass nicht alle Krankenhäuser die gleiche Ausstattung besitzen bzw. nicht die gleichen Aufgaben erfüllen und somit manche Bereiche, die in Tabelle 4 genannt wurden, nicht universell gültig sind.

Giovinazzi et al. (2016) haben die Relevanz und Kritikalität von verschiedenen Infrastrukturen bezüglich Organisationen und der Infrastruktursektoren untereinander anhand von Literatur- und Datenanalysen erforscht (Giovinazzi et al. 2016, S. 335). Als Referenzszenario wurde das Erdbeben in Canterbury im Jahr 2010/2011 herangezogen (Giovinazzi et al. 2016, S. 339). Der Gesundheitssektor hat durch den Ausfall der Wasserversorgung die größten Beeinträchtigungen erlitten und weist eine hohe Verschlimmerungsrate auf (größere Beeinträchtigung je länger die Dauer des Ausfalls)(Giovinazzi et al. 2016, S. 347–349). Die Untersuchung stellte fest, dass die Wasserversorgung (nach der Stromversorgung) für Einrichtungen des Gesundheitssektors am relevantesten ist (Giovinazzi et al. 2016, S. 351) und die zweithöchste Kritikalität aufweist (Giovinazzi et al. 2016, S. 353).

Die Zeit, die ein Krankenhaus ohne intakte Trinkwasserversorgung funktionsfähig bleiben kann, ist nicht hinreichend erforscht. Nach Angaben des BBK ist nach drei Stunden eine Evakuierung notwendig (BBK 2008b, S. 89), das CDC nennt acht Stunden als Zeitspanne (CDC und AWWA 2012, S. 20) und Strohmändl et al. (2015) beziffern die Zeitspanne mit fünf Stunden (Strohmändl et al. 2015, S. 1367). Dabei sind aber keine ausreichenden Begründungen hinterlegt.

### 2.2 Gesetze, Verordnungen und Normen für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung/Zuständigkeiten

Dieser Abschnitt behandelt zunächst die Verantwortlichkeiten bzw. Zuständigkeiten einzelner Akteure hinsichtlich der Ersatztrinkwasserversorgung, wie sie im deutschen Recht geregelt sind. Anschließend erfolgt eine Darstellung von Normen bzw. technischen Regelwerke zur Ersatztrinkwasserversorgung und dem Krisenmanagement im Bereich der Wasserversorgung.

#### 2.2.1 Zuständigkeiten hinsichtlich der Ersatztrinkwasserversorgung

Wasserversorgungsunternehmen werden von den Kommunen/Gemeinden vertraglich verpflichtet, die öffentliche Wasserversorgung zu übernehmen und sicherzustellen (Deutscher Bundesrat 01.04.1980, § 1; Deutscher Bundestag 01.03.2010, § 50; Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen 25.06.1995, § 38). Nach der deutschen Trinkwasserverordnung und den geltenden Landeswassergesetzen müssen die Wasserversorgungsunternehmen Maßnahmenpläne erstellen, die für die Beherrschung bzw. Beseitigung von Störungen in der öffentlichen Trinkwasserversorgung geeignet sind<sup>1</sup> (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 9; Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen 25.06.1995, § 38). Diese Beherrschbarkeit einer Störung muss solange gegeben sein, bis eine Störung die Grenze der Machbarkeit durch das Personal und anderer Ressourcen überschreitet (Fischer und Wienand 2015, S. 4). Da die öffentliche Wasserversorgung eine Aufgabe der öffentlichen Daseinsvorsorge ist, müssen bei Nichtbeherrschung seitens des Wasserversorgungsunternehmens die Kommunen, Kreise oder der Bund in Form des Katastrophenschutzes bzw. der kommunalen Gefahrenabwehr eingreifen, die ebenfalls Maßnahmenpläne zur Ersatztrinkwasserversorgung für größere

---

<sup>1</sup> Anzumerken ist, dass sich die Maßnahmenplanungen der Wasserversorger auf die öffentliche Versorgung beziehen und somit nicht auf Privatnetze, wie z.B. auf Firmengeländen.

## 2. State of the Art

Schadenslagen zu erstellen haben (Deutscher Bundestag 01.03.2010, § 50; Landesregierung Nordrhein-Westfalen 01.01.2016, S. 1). Somit liegt die Zuständigkeit unterhalb eines Katastrophenfalles bei dem Wasserversorger und ab dem Katastrophen- bzw. Großschadensfall (wie das vorliegende Szenario dieser Thesis) bei dem Katastrophenschutz bzw. der kommunalen Gefahrenabwehr.

Eine Ersatztrinkwasserversorgung bedeutet, dass Trinkwasser bereitgestellt wird, das den Anforderungen der Trinkwasserverordnung genügt (DIN 2001-3, S. 8). Dahingegen ist eine Notversorgung auch ohne die Einhaltung der Qualität des Wasser nach Trinkwasserverordnung möglich (DIN 2001-3, S. 9). Diese Notversorgung ist Aufgabe des Bundes im Verteidigungsfall (Deutscher Bundestag 24.08.1965, § 1). Im Verteidigungsfall soll für Krankenhäuser eine Wasserversorgung von 150 Liter pro Bett zu gewährleisten sein (Bundesregierung Deutschland 31.03.1970, § 2), die beispielsweise durch die Errichtung und Betreibung von Trinkwassernotbrunnen sichergestellt werden kann (Bundesregierung Deutschland 11.09.1973, § 4). Es ist jedoch zu beachten, dass Maßnahmen der Notwasserversorgung, wie etwa die Trinkwassernotbrunnen, im Katastrophenfall auch für die Ersatztrinkwasserversorgung genutzt werden können und umgekehrt (Fischer und Wienand 2015, S. 4).

### 2.2.2 Normen/Technische Regelwerke für die Ersatztrinkwasserversorgung bzw. Risiko- und Krisenmanagement im Bereich der Wasserversorgung

Die Norm DIN EN 15975-2 mit dem Titel „Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement“ beschreibt das Vorgehen im Risikomanagement für Wasserversorger (DIN EN 15975-2, S. 5–6). Die einzelnen Schritte der Vorgehensweise sind: Beschreibung des Trinkwasserversorgungssystems (Beschreibung aller aktuellen Prozesse) (DIN EN 15975-2, S. 7), Gefährdungsanalyse (Identifizierung aller Gefahren bzw. Szenarien, die potentiell negative Auswirkungen auf das Trinkwassernetz haben können) (DIN EN 15975-2, S. 8), Risikoabschätzung (Methode der Risikoanalyse und Risikobewertung) (DIN EN 15975-2, S. 8–10), Risikobeherrschung (Möglichkeiten/Maßnahmen zur Risikobewältigung identifizieren und umsetzen) (DIN EN 15975-2, S. 10–12) und Verifizierung (DIN EN 15975-2, S. 12). Dabei ist zu sagen, dass diese Norm nur einen Überblick über das anzuwendende Risikomanagement gibt. Bis auf zwei Beispiele einer Matrix zur Risikoabschätzung im Anhang (DIN EN 15975-2, S. 13) finden sich sonst keine weiteren konkreten Beschreibungen.

Der erste Teil der Normenreihe DIN EN 15975 trägt den Titel „Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 1: Krisenmanagement“ und beschreibt die grundlegende Arbeitsweise und Organisation des Krisenmanagement bei Wasserversorgungsunternehmen in Form von Leitlinien (DIN EN 15975-1, S. 5). Dabei wird zunächst vor allem auf den Krisen- oder Katastrophenfall hingewiesen, bei dem die Gefahrenabwehr und der Wasserversorger zusammenarbeiten müssen, um der Krise adäquat zu begegnen (DIN EN 15975-1, S. 7). Wichtig ist, dass das Krisenmanagement schon im Vorhinein mit den zuständigen Behörden geplant und ggf. geübt wird (DIN EN 15975-1, S. 15–18). Die Norm beschreibt, welche Aufgaben ein Krisenstab des Unternehmens innehat (DIN EN 15975-1, S. 12) und wie im allgemeinen der Prozess des Krisenmanagements abläuft (DIN EN 15975-1, S. 12–15): Zunächst wird der Krisenstab aktiviert und es erfolgt die Sammlung von Informationen zur Lage (Daten zum Ereignis und der eigenen Ressourcen/Möglichkeiten), damit eine Beurteilung der Lage erfolgen kann (DIN EN 15975-1, S. 13–14). Auf Grundlage dieser Informationen und der Bewertung werden Maßnahmen beschlossen und durchgeführt (DIN EN 15975-1, S. 14–15). Der Anhang der Norm liefert Hinweise zur technischen und personellen Ausstattung des Krisenstabes, sowie räumliche Rahmenbedingungen (DIN EN 15975-1, S. 19–21).

## 2. State of the Art

Das Arbeitsblatt des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) W 1020 (A) „Empfehlungen und Hinweise für den Fall von Abweichungen von Anforderungen der Trinkwasserverordnung; Maßnahmenplan und Handlungsplan“ ist eine Hilfestellung zur Maßnahmenerstellung bei Abweichungen von den Anforderungen der Trinkwasserverordnung für Wasserversorger (DVGW W 1020, S. 5). Der Maßnahmenplan kommt dann zum Einsatz, wenn eine alternative, leitungsgebundene Versorgung nicht mehr möglich ist und somit eine Ersatztrinkwasserversorgung eingeleitet werden muss (DVGW W 1020, S. 13). Die DVGW verweist für die Möglichkeiten einer Ersatztrinkwasserversorgung auf die DIN 2001-3 (DVGW W 1020, S. 13), die im nächsten Absatz erläutert wird. In dem Maßnahmenplan sind zwingend alle zu kontaktierenden Stellen (z.B. auch die Gefahrenabwehr) zu nennen und alle Möglichkeiten der leitungsgebundenen Wasserversorgung und Ersatztrinkwasserversorgung mit allen Umsetzungsschritten niederzuschreiben (DVGW W 1020, S. 20).

Die Norm DIN 2001-3 „Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen – Teil 3: Nicht ortsfeste Anlagen zur Ersatz- und Notwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an das abgegebene Wasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen“ beschreibt Anforderungen für Anlagen zur Ersatztrinkwasserversorgung bei Störungen und Krisen- bzw. Katastrophenfällen (DIN 2001-3, S. 5). Die Norm nennt folgende Möglichkeiten für eine Ersatzwasserversorgung:

- Versorgung durch Wasserlieferungen eines anderen Versorgers durch z.B. Verbundleitungen
- Abgepacktes Wasser
- Notbrunnen
- Wasser aus Oberflächengewässern (z.B. Seen)  
(DIN 2001-3, S. 11)

Dabei ist insbesondere bei der Nutzung von Oberflächengewässern und den Notbrunnen auf die Einhaltung der Trinkwasserqualität nach Trinkwasserverordnung oder Möglichkeiten der Wasseraufbereitung zu achten (DIN 2001-3, S. 13–14). Die Norm beschreibt im einzelnen Anforderungen an alle Module einer Ersatztrinkwasserversorgungsanlage. Die Module einer solchen Anlage sind: Gewinnungsmodul, Vorbehandlung, Wasseraufbereitung, Nachbehandlung, Verteilung, Wetterschutz und Energieversorgung (DIN 2001-3, S. 18). Durch das Wassergewinnungsmodul wird beispielsweise durch eine Pumpe Wasser angesaugt und zu den Behandlungs- und Aufbereitungsmodulen befördert (DIN 2001-3, S. 19). In den Modulen zur Aufbereitung, Vor- und Nachbehandlung werden Partikel, wie z.B. Sand oder Gestein, entfernt, Desinfektionen durchgeführt und das Wasser durch Membranen gefiltert (DIN 2001-3, S. 19–24). Eine Desinfektion kann durch Desinfektionsmittel, wie z.B. Chlor, oder durch Desinfektionsverfahren, wie z.B. UV-Bestrahlung, erfolgen (DIN 2001-3, S. 23). Anschließend wird das aufbereitete Wasser zunächst gespeichert und dann entweder in transportierbare Behältnisse abgefüllt, den einzelnen Verbrauchern zugänglich gemacht (z.B. Abfüllstation für Flaschen) oder mittels Kupplung direkt mit Großverbrauchern verbunden (DIN 2001-3, S. 24–26). Eine solche Anlage muss über Straßen (auf LKWs), Schienen oder den See- und Luftweg transportierbar und kurzfristig (es ist die Rede von unter einem Arbeitstag (DIN 2001-3, S. 35)) einsatzbereit sein (DIN 2001-3, S. 31–33). Für die Beschreibungen weiterer Not- oder Ersatztrinkwasserversorgungen wird auf den Abschnitt „2.4 Möglichkeiten der Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung“ hingewiesen.

### 2.3 Notfallplanung der Krankenhäuser

Damit Krankenhäuser bei Gefahrenlagen funktionsfähig bleiben bzw. bei der Bewältigung von Großschadenslagen und Katastrophen (z.B. in Form von der Behandlung der Opfer eines Massenanfalles von Verletzten) mithelfen können, sind diese zumeist durch Landesgesetze verpflichtet Krankenhausalarm- und Einsatzpläne<sup>2</sup> aufzustellen und fortzuschreiben (Cwojdzinski 2008, S. 4–5; Scholl und Wagner 2010, S. 24–25; Adams et al. 2015a, S. 39). Ein Krankenhauseinsatzplan (KHEP) beschreibt alle zuvor vorbereiteten Maßnahmen mit Handlungsanweisungen und Checklisten für jeweils bestimmte Gefahrenlagen (Cwojdzinski 2008, S. 43). Trotz der Verpflichtung zur Aufstellung von Krankenhauseinsatzplänen gibt es keine vorgeschriebene Form und definierte Inhaltsansprüche für diese Pläne (Lechleuthner 2008, S. 47). Es gibt jedoch Bestrebungen, sogenannte Musterpläne bereitzustellen (siehe unten), die als Planungsgrundlage dienen sollen (ein Krankenhauseinsatzplan muss grundsätzlich immer für das jeweilige Krankenhaus individuell erarbeitet bzw. an die Umgebungsbedingungen angepasst werden (Cwojdzinski 2008, S. 11; HSM 2007, S. 6)). Wahrscheinlich ist in dem genannten Mangel an Vorgaben für Krankenhauseinsatzpläne die schon in der Einleitung genannte Tatsache begründet, dass die Planungen in Deutschland nur unzureichend aufgestellt werden und deshalb „[...]in vielen Krankenhäusern von einer Vorbereitung auf interne und externe Gefahrenlagen nicht ausgegangen werden kann“ (Cwojdzinski 2008, S. 4), was auch Pfenninger und Adolph (2017, S. 674) anmerken. Dabei ist gerade bei Gefahrenlagen, die Kritische Infrastrukturen betreffen, ein Konzept für die Koordination der Maßnahmen und für einen Informationsaustausch notwendig (Cedergren et al. 2017, S. 7). Bei einer Umfrage unter 7700 deutschen Klinikärzten fanden Fischer et al. (2013) heraus, dass in 35% der Fälle die Krankenhauseinsatzpläne nicht regelmäßig überarbeitet werden und 53% der Befragten die Planungen unbekannt sind<sup>3</sup>. (Fischer et al. 2013, S. 34–38)

Die Gefahrenlagen, auf die sich ein Krankenhauseinsatzplan bezieht, sind unterteilt in interne und externe Gefahrenlagen. Externe Gefahrenlagen sind solche Lagen, die von außen an das Krankenhaus herangetragen werden und bei deren Bewältigung das Krankenhaus von wesentlicher Bedeutung ist. Als Beispiele sind Massenanfälle von Verletzten und Erkrankten (z.B. Zug- oder Busunglücke, Pandemien), Naturkatastrophen, Terroranschläge oder CBRN-Gefahren (CBRN: Chemisch, biologisch, radiologisch, nuklear) zu nennen. Interne Gefahrenlagen sind solche Lagen, die sich innerhalb des Krankenhauses ereignen. Diese können beispielsweise der Ausfall von interner Kritischer Infrastrukturen, Brandereignisse, Amokläufe oder Bombendrohungen sein. (Cwojdzinski 2008, S. 11–12; Scholl und Wagner 2010, S. 91–92; Adams et al. 2015a, S. 37) Um herauszufiltern, welche Arten von Gefahren für das jeweilige Krankenhaus relevant sind (und dementsprechend, welche Inhalte der Krankenhauseinsatzplan beinhalten sollte), muss im Zuge der Vorplanung eine Risikoanalyse erfolgen (Cwojdzinski 2008, S. 168–169; Adams et al. 2015a, S. 37).

Wird eine Gefahrenlage erkannt bzw. tritt ein, so ist es möglich, das Krankenhaus von dem Normalbetrieb in den Notfallbetrieb/Alarmfall zu überführen (Cwojdzinski 2008, S. 13; Adams et al. 2015a, S. 40). Für diese Umstellung sollten Alarmstufen festgelegt werden, die ableiten lassen, ab welcher Gefährdungsstufe der Normalbetrieb eingestellt wird (Lechleuthner 2008, S. 21). Ab der Erkennung des Gefahrenfalls wird die Krankenhauseinsatzleitung (KEL) aktiviert (Scholl und Wagner 2010, S. 27) und folgende Maßnahmen können (neben den Maßnahmen der Kapitel mit den spezifischen Gefahrenlagen) direkt durchgeführt werden:

---

<sup>2</sup> Der Begriff *Krankenhausalarmplanung* steht für: Alle Vorsorgemaßnahmen, „[...] die für die Krankenhäuser bei besonderen Gefahrenlagen getroffen werden müssen.“ (Cwojdzinski 2008, S. 43)

<sup>3</sup> Dabei lag der Fokus der Untersuchung auf dem Massenanfall von Verletzten oder einem Brandereignis.

## 2. State of the Art

- Routinetätigkeiten wie z.B. Operationen oder Röntgenuntersuchungen werden beendet und nicht wieder aufgenommen
- Personalverstärkung in den entsprechenden Bereichen
- Verlegungs- und Entlassungsmöglichkeiten prüfen und ggf. durchführen
- Kommunikation mit der zuständigen Gefahrenabwehrbehörde  
(angelehnt an (Lechleuthner 2008, S. 16; Cwojdzinski 2008, S. 13–14)

Die Aufgabe der KEL ist es, die Führung und Alarmierung im Gefahrenfall zu übernehmen (administrativ-organisatorische Führung) (Cwojdzinski 2008, S. 20; Adams et al. 2015a, S. 40). Die Organisationsform der Krankenhauseinsatzleitung ist oft ein Stabsmodell mit sechs Sachgebieten (Cwojdzinski 2008, S. 25). Mitglieder der Krankenhauseinsatzleitung sind z.B. Ärztliche Leiter, Technische Leiter, Katastrophenschutzbeauftragte oder Pflegedirektoren (Scholl und Wagner 2010, S. 27; Adams et al. 2015a, S. 40).

Nachdem die KEL arbeitsfähig ist, müssen verschiedenste Personen und Institutionen/Behörden gemäß einem Alarmierungsplan alarmiert/benachrichtigt werden. Diese Alarmierungspläne sind zunächst allgemein ausgelegt und können dann entsprechend der Gefahrenlage angepasst werden. Zu alarmieren sind neben dem Krankenhauspersonal ggf. auch zuständige Behörden, die Gefahrenabwehr (z.B. Feuerwehr bei Brandfall) oder Versorgungsunternehmen, wie Stromversorger. (Cwojdzinski 2008, S. 15–19; Scholl und Wagner 2010, S. 33–34; Adams et al. 2015a, S. 41)

Krankenhauseinsatzpläne beinhalten, wie schon erwähnt, Kapitel für spezielle Gefahrenlagen (intern und extern). Diese beschreiben Maßnahmen, die in diesem speziellen Fall anzuwenden sind, wie z.B. Verkehrslenkungen, Löschmaßnahmen oder Evakuierungsmaßnahmen. Die Kapitel sind jedoch nicht vollends getrennt zu betrachten, da diese sich auch aufeinander beziehen können (als Beispiel wäre die Evakuierung, die als eigenes Kapitel zu erstellen ist, im Falle eines Brandes zu nennen). (Scholl und Wagner 2010, S. 91ff.; Adams et al. 2015a, S. 42–47) Diese Kapitel werden mit Anlagen, wie z.B. Lagepläne, Grundrisse, Checklisten für die KEL, Materiallisten usw. ergänzt (Scholl und Wagner 2010, S. 39; Adams et al. 2015a, S. 39).

### 2.3.1 Ausfall der Trinkwasserversorgung in der Krankenhauseinsatz- und Alarmplanung

Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist die Betrachtung des Trinkwasserausfalles in Krisenmanagementplänen defizitär. Dies spiegelt sich auch in der Betrachtung von Musterkrankenhauseinsatzplänen wieder.

Der hessische Krankenhauseinsatzplan sieht die Betrachtung der Trinkwasserversorgung in dem Kapitel „Betriebsstörungen“ vor. Jedoch ist die Ausgestaltung nicht trinkwasserspezifisch (Betrachtung zusammen mit Strom, Gas etc.) und enthält nur Angaben über das Vorgehen der Meldung der Störung und ein Verweis auf eine mögliche Räumung bzw. Evakuierung bei starker Gesundheitsgefährdung. (HSM 2007, S. 66–70)

Der Leitfaden von Cwojdzinski (2008) bietet Musteralarmpläne für externe, biologische, CBRN und interne Gefahrenlagen (Cwojdzinski 2008, S. 173). Jedoch wird in den Musterplänen für interne Gefahrenlagen nicht der Ausfall von Kritischen Infrastrukturen betrachtet, sondern nur Szenarien wie z.B. Brand, Explosion oder Amokläufe (Cwojdzinski 2008, S. 270). In dem allgemeinen Teil des ersten Bandes wird wiederum auf die Wichtigkeit der Betrachtung eines möglichen Versorgungsausfalles von Trinkwasser hingewiesen und empfohlen, zusammen mit der Gefahrenabwehr und dem WVU, Maßnahmenpläne für eine Ersatztrinkwasserversorgung durch z.B. Notbrunnen und Pläne zur Reduzierung des Trinkwasserbedarfes zu erarbeiten (Cwojdzinski 2008, S. 170–171).

## 2. State of the Art

Auch Scholl und Wagner (2010) weisen darauf hin, dass Maßnahmenpläne zur Ersatztrinkwasserversorgung mit Feuerwehren, dem THW und Hilfsorganisationen zu erstellen sind. Sie nennen als Möglichkeiten die Lieferung von Trinkwasser durch Tankwagen, in Flaschen oder die Aufbereitung von Wasser, das z.B. aus den Trinkwassernotbrunnen gefördert wird. (Scholl und Wagner 2010, S. 161–162) Dafür sind laut Adams et al. (2015a) zusätzlich die eindeutigen Benennungen von Reserveoptionen und Anschlussstellen für z.B. Tankwagen an das Krankenhaus nötig (Adams et al. 2015a, S. 47). Diesen Vorschlägen an Maßnahmen schließen sich auch Pfenninger und Adolph (2017) an, die noch zusätzlich die Einlagerung von Trinkvorräten bzw. die vertragsmäßige Lieferung durch Getränkelieferanten anmerken (Pfenninger und Adolph 2017, S. 676).

### 2.3.2 Internationaler Ansatz

Das „Hospital Incident Command System“ basiert auf dem Führungssystem „Incident Command System“, das in vielen englischsprachigen Ländern, aber auch z.B. in der Türkei oder dem Iran eingesetzt bzw. eingeführt wird (Djalali et al. 2015, S. 1). Es ist hochstandardisiert, modular aufgebaut und soll Handlungsmöglichkeiten bei jeder Art von Vorfall bieten (EMSA 2014a, S. 4–7). Die wohl wichtigsten Unterschiede zu dem Führungssystem in Deutschland sind der Aufbau bzw. Organisation der Führung, der Führungsvorgang (auf beides soll hier nicht weiter eingegangen werden) und das Führen anhand von standardisierten Formblättern. Im Laufe des Krisenmanagements bearbeitet der jeweilige Bereichsleiter die für ihn vorgesehenen Formblätter mit Handlungsanweisungen und Dokumentationshinweisen, was den sogenannten „Incident Action Plan“ bildet (EMSA 2014a, S. 78–79). Im Rahmen des Anhangs finden sich u.a. für den Bereich des Versorgungsausfalles Handlungsanweisungen, die kurz dargestellt werden sollen.

Zunächst sollten im Rahmen der Vorplanung die vorhandenen Trinkwasserredundanzen, Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung, Anschlussmöglichkeiten für Notversorgungen, Trinkwasserbedarf usw. erhoben werden. Sind diese Bereiche nicht abgedeckt, so sind diese zu erheben und ein Plan für den Fall eines Ausfalles aufzustellen. (EMSA 2014b, S. 79–84)

Da die Anzahl der vorgegebenen Krisenmanagementschritte sehr hoch ist, sollen hier die wichtigsten Beispiele genannt werden (EMSA 2014c, S. 183–188) :

- Maßnahmenplan für Trinkwasserausfälle aktivieren
- Einstellung von nicht-essentiellen Prozessen
- Alarmierung der zuständigen Personen und Institutionen
- Statusabfrage anderer Krankenhäuser in der Umgebung
- Erhebung des Ausmaßes des Ausfalles
- Eventuelle Vorplanung einer Evakuierung
- Beurteilung des Status von Patienten und deren Entlassungs- oder Verlegungsmöglichkeiten
- Ersatzversorgungsmaßnahmen einleiten
- Reparaturen, wenn möglich, einleiten

Hoyle (2010) empfiehlt noch zusätzlich, dass die leitungsgebundene Trinkwasserversorgung aus zwei verschiedenen Richtungen kommt (Verbundleitung), um so bei dem Verlust einer Leitung, auf die andere Versorgung umzustellen. Zudem sollten Wasserreserven in Form von Wassertanks (getrennt von den Feuerlöschsystemen), abgepacktes Wasser und Lieferverträge mit Firmen gebildet bzw. abgeschlossen werden. Ein Maßnahmenplan sollte Anweisungen enthalten, wie das Wasser rationiert werden kann und eine Nutzung von Aufbereitungsmitteln (z.B. Chlortabletten) oder mobilen Toiletten in Erwägung zieht. (Hoyle 2010, S. 301)

## 2. State of the Art

### 2.4 Möglichkeiten der Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung

Wie schon erwähnt, liegt der Unterschied zwischen einer Ersatztrinkwasserversorgung und einer Notwasserversorgung in der Qualität des abgegebenen Wassers. Laut DIN 2001-3 entspricht das abgegebene Wasser bei einer Ersatztrinkwasserversorgung den Anforderungen der Trinkwasserverordnung, bei einer Notwasserversorgung kann davon abgewichen werden (DIN 2001-3, S. 8–9). Bevor eine Not- oder Ersatztrinkwasserplanung vorgenommen wird, ist es zunächst wichtig zu ermitteln, wieviel Trinkwasser überhaupt benötigt wird und in welchem Maße dieser Bedarf im Notfall heruntergeregelt werden kann (Wisner und Adams 2002, S. 97).

Im Folgenden sollen die jeweiligen möglichen Maßnahmen zur Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung kurz erläutert werden. Vorher errichtete Trinkwassernotbehälter werden hier nicht betrachtet, da diese im Bereich der Prävention liegen. Es wird auch auf die Abschnitte 2.2 mit der allgemeinen Beschreibung einer Aufbereitungsanlage nach DIN 2001-3 und auf den Abschnitt 2.6 mit wissenschaftlichen Krisenmanagementplanungen bzw. Konzepten hingewiesen.

#### 2.4.1 Trinkwassernotbrunnen und Oberflächengewässer

Wie in Abschnitt „2.2 Gesetze, Verordnungen und Normen für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung/Zuständigkeiten“ erwähnt, wurden originär für den Verteidigungsfall Trinkwassernotbrunnen vorgesehen, um die Bevölkerung zentral mit Trinkwasser zu versorgen (BMI 2016, S. 46). Damit das so gewonnene Wasser den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht, wird dem Wasser Chlor in Tablettenform zugemischt, um eine ausreichende Desinfizierung zu erreichen (Fischer und Wienand 2015, S. 5). Die Förderleistung der Brunnen liegt bei 6 m<sup>3</sup>/h (maximal 24 m<sup>3</sup>/h (Fischer und Wienand 2015, S. 5)) und die Betriebsdauer liegt bei 15 Stunden pro Tag (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 728). Für die Planung der Notbrunnen sind die kreisfreien Städte oder Kreise, für den Betrieb der Leistungspflichtige verantwortlich (Fischer und Wienand 2015, S. 8–9). Betrieben werden kann ein solcher Brunnen aber auch durch das THW oder die Feuerwehr (Fischer 2012; THW 2014, S. 163). Generell ist die Nutzung von allen Grundwasserbrunnen möglich, wenn eine Aufbereitung erfolgt (Wisner und Adams 2002, S. 106–110; Onyango und Uwase 2017, S. 113).

Eine Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern ist ebenfalls möglich und wird häufig durchgeführt. Jedoch ist auch bei dieser Maßnahme eine Überprüfung der Wasserqualität unabdinglich und ggf. muss eine Aufbereitung des entnommenen Wassers erfolgen. (UNHCR 2007, S. 249; Wisner und Adams 2002, S. 104; THW 2014, S. 163; Onyango und Uwase 2017, S. 113)

Ozcelik (2017) nutzte das Wasser eines Vulkansees, um nicht nur die Trinkwasserversorgung sicherzustellen, sondern mit diesem Durchfluss auch Strom zu erzeugen (Ozcelik 2017, S. 970). Das Wasser wurde von dem 300 Metern höhergelegenen See in Behälter geleitet und damit anschließend kleine Turbinen zur Stromerzeugung betrieben (Ozcelik 2017, S. 970). Dies war jedoch nur deshalb ohne Wasseraufbereitung möglich, da die Wasserqualität des Sees unerwartet hoch war (Ozcelik 2017, S. 973).

#### 2.4.2 Trinkwasseraufbereitung

Entspricht das gewonnene Wasser nicht den Vorgaben der Trinkwasserverordnung, so muss es soweit aufbereitet werden, dass aus dem sogenannten Rohwasser Trinkwasser wird (Karger und Hoffmann 2013, S. 113). Die möglichen Verfahren lassen sich in die Kategorien „Physikalisch“, „Chemisch“ und „Biologisch“ unterteilen, die häufig in Kombination angewendet werden (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 229; Karger und Hoffmann 2013, S. 113). Als Beispiele sind Filtration, Membranverfahren, Fällung oder Denitrifikation zu nennen (Karger und Hoffmann 2013, S. 114; WHO 2017, S. 487). Die Desinfektion erfolgt zumeist durch Chlor

## 2. State of the Art

,z.B. als Chlorgas, oder durch Ultrafiltration (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 301; Karger und Hoffmann 2013, S. 161–162; WHO 2017, S. 485; Loo et al. 2012, S. 3135–3139). Nach §11 der TrinkwV dürfen nur Aufbereitungsstoffe bzw. Desinfektionsmittel verwendet werden, die vom Bundesministerium für Gesundheit benannt werden. (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 11). Diese sind beispielsweise in einer Bekanntmachung des Umweltbundesamtes einzusehen (Umweltbundesamt 2017).

Das THW ist in Besitz von mobilen Trinkwasseraufbereitungsanlagen mit der Bezeichnung „TWA 15-UF“, welche eine Aufbereitungsleistung von 15.000 Litern pro Stunde aufweisen (THW 2014, S. 163). Das Rohwasser durchläuft dabei verschiedene Aufbereitungsstufen: Flockung, Adsorption durch Aktivkohle, Mikrofiltration, Ultrafiltration, Aktivkohlefilter, UV- und Chlordesinfektion. Nachdem das Wasser dem Standard der Trinkwasserverordnung entspricht, kann es in Tankwagen gefüllt, direkt in ein Trinkwassernetz eingespeist oder an Zapfstellen abgegeben werden (THW 2012, S. 4). Ein ähnliches System hat Oxfam GB für die Katastrophenhilfe entwickelt, das eine Aufbereitungsleistung von 4.000-50.000 Litern die Stunde hat (Wisner und Adams 2002, S. 124). Zu beachten ist, dass nach bzw. bei einer Störung der Trinkwasserversorgung eine Beprobung des Wasser erfolgen muss, um sicherzustellen, dass die Anforderungen der Trinkwasserverordnung eingehalten werden (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, §§ 19–20; Exner und Kistemann 2004, S. 388–389). Dies kann z.B. durch das mobile Wasserlabor des THWs durchgeführt werden, das die Fachgruppen Trinkwasserversorgung mit sich führen (THW 2014, S. 163, o.J.a).

Loo et al. (2012) haben in ihrer Arbeit verschiedene Aufbereitungsmethoden auf Vor- und Nachteile hin überprüft. Dies geschah zum einen hinsichtlich der Katastrophenhilfe und zum anderen hinsichtlich allgemeiner Gefahrenlagen (Loo et al. 2012, S. 3126). Dabei haben sie auch Kriterien entwickelt, die eine Bewertung der Maßnahmen für den jeweiligen Einsatzfall ermöglichen sollen. Darunter fallen z.B. Kosten, Einfachheit der Errichtung und Anwendung, die Aufbereitungskapazität oder die qualitativen Ergebnisse der Aufbereitung (Loo et al. 2012, S. 3141).

### 2.4.3 Abgepacktes Wasser und Trinkwassertransport

Die meistgenannte Maßnahme zum Transport von Trinkwasser ist das Verlasten von Transportbehältern auf Lastwagen (Fischer und Wienand 2015, S. 7; BMI 2016, S. 46; Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 727). Deren Kapazität liegt z.B. bei ca. 12.000 Litern (Wisner und Adams 2002, S. 121) und sind vom WVU vorzuhalten (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 727). Bei Bedarf sind Feuerwehren, Hilfsorganisationen und THW so einzubinden, dass diese eine entsprechende Vorhaltung durchführen (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 729; THW 2014, S. 163). Falls möglich, sind besondere Tankwagen für Trinkwasser aus Edelstahl und mit Be- und Abfüllvorrichtung zu nutzen. Dabei muss beachtet werden, dass deren Tank immer vor der Nutzung gereinigt und mit Chlor desinfiziert werden muss. Außerdem müssen neben der Transportkapazität auch der Treibstoffbedarf, der Bedarf an Fahrzeugführern und Ersatzteile für den Pannenfall in die Planungen einbezogen werden. Für die Planung des Einsatzes von Tankwagen bietet die World Health Organization eine Beispielrechnung, um zu ermitteln wie viele Wagen für einen Pendelverkehr zur Trinkwasserversorgung benötigt werden (Größen sind z.B. Befüllungszeit 20 Min, Anfahrt, Abgabe 20 Min, Rückweg, Kapazität). (Reed 2013, S. 47–48). Es bedarf vorgeplanten Abfüllstellen, Verkehrslenkungen und Einspeisestellen (Reed 2013, S. 50).

Laut Cimolino (2015) und der Feuerwehr Weissenbrunn (o.J.) gibt es die Möglichkeit, Löschfahrzeuge der Feuerwehr als Trinkwassertransporter zu nutzen, wenn sie zuvor unter Zuhilfenahme von Natriumhypochlorid gründlich gereinigt und desinfiziert wurden. Jedoch gibt es auch Bedenken, dass die Löschfahrzeuge nicht ausreichend gereinigt werden können und

## 2. State of the Art

somit das transportierbare Wasser nur als Brauchwasser anzusehen ist (Ablinger o.J.). In einem Hochwassereinsatz im Jahr 2013 kamen die Wasserwerfer der Polizei für die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser zum Einsatz (Gewerkschaft der Polizei 2013; Wochenblatt Verlagsgruppe GmbH 2013).

Generell ist eine Vorhaltung und Lieferung von Trinkwasser in Flaschen anzuraten, da die anderen Maßnahmen eine gewisse Zeit bis zur Alarmierung und Inbetriebnahme benötigen (Piratla et al. 2015, S. 729; Strohmändl et al. 2015, S. 1367).

### 2.4.4 Verbundleitungen

Wenn möglich, so sollte bei Bedarf das Trinkwasser aus einem anderen Versorgungsnetz bezogen werden. Dies geschieht häufig durch sogenannte Verbundleitungen, was bedeutet, dass zwar zunächst die Versorgung von dem zuständigen WVU durchgeführt wird, bedarfsmäßig jedoch diese abgestellt und auf das Wassernetz eines benachbarten Wasserversorgers aufgeschaltet werden kann. (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 727) Dies ist jedoch nur möglich, wenn entweder das Versorgungsnetz ausreichend vermascht ist, so dass die unterbrochene Stelle umgegangen werden kann oder die nötigen Zuleitungen nicht betroffen sind.

## 2.5 Offizielle Leitfäden für die Trinkwassersicherstellung in Notfällen

Der Kreis Lippe hat zusammen mit dem BBK den Leitfaden zur Risikoanalyse im Rahmen der Sicherheit der Trinkwasserversorgung erarbeitet und möchte darauf aufbauend Handlungsrahmen zur Prävention und Bewältigung entwickeln (Kreis Lippe 2015, S. 11). Dazu gehören nicht nur die Maßnahmenpläne nach Trinkwasserverordnung, sondern auch die Notfallpläne im Kreisgebiet (Kreis Lippe 2015, S. 12). Der Kreis bietet für Krisenmanagementplanungen Checklisten für folgende Bereiche an (nur intern abrufbar):

- Erreichbarkeit der Verantwortlichen für die Wasserversorgung
- Zuständigkeiten (behördliche Krisenorganisation)
- Trinkwasserbedarfsermittlung bei leitungsungebundener Ersatz-/Notversorgung
- Vorgehensweise für eine alternative leitungsungebundene Versorgung
- Trinkwasser aus leitungsungebundenen Ersatzversorgungsanlagen (Notbrunnen)
- Trinkwasseraufbereitungsanlage
- Trinkwasser aus Flaschen (Notversorgung)
- Ersatzversorgungsanlagen (z.B. Brunnen, Quellen)
- Ressourcen zur Notstromversorgung
- Ressourcen zur Trinkwasseraufbereitung/Desinfektion
- Betriebsmittelressourcen/sonstige technische Ausstattung
- Wassertransportkapazitäten
- Kapazitäten der örtlichen Lebensmittelversorger und zentralen Lager  
(Kreis Lippe 2015, S. 20)

Der Leitfaden „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ des BBK enthält in der Langversion, neben der detaillierten Beschreibung einer Risikoanalyse (BBK 2008b, S. 35ff.), auch Beschreibungen für die Planung des Krisenmanagements bzw. zur Erstellung eines Krisenplans (BBK 2008b, S. 66). Dabei wird auch auf die Bedeutung der Trinkwasserversorgung für die Funktionen eines Krankenhauses hingewiesen, die sicherzustellen ist (BBK 2008b, S. 70–72). Laut BBK gibt es für den Ausfall der Trinkwasserversorgung verschiedene mögliche Ursachen: Kontamination des Trinkwassers, Ausfall von Pumpen, Beschädigung von Rohrleitungen (BBK 2008b, S. 72–73). Eine Notversorgung ist zunächst bei geringeren Störungen nicht zu erfolgen, sondern der Wasserversorger soll die Versorgung generell sicherstellen (BBK 2008b, S. 74). Liegt eine Großstörung vor, so soll eine Ersatzversorgung durch die Feuerwehren oder das THW erfolgen, die abgepacktes Wasser liefern, Tankwagen nutzen oder die mobilen Aufbereitungsanlagen einsetzen (BBK 2008b, S. 74).

## 2. State of the Art

Sollte dies nicht ausreichen, so kann auf die Notbrunnen des Bundes zurückgegriffen werden (BBK 2008b, S. 74), wobei dabei die Problematik des Anschlusses an das Wassernetz des Krankenhauses zu lösen ist (BBK 2008b, S. 76). Um die Krisenplanung adäquat vorzubereiten, liefert der Leitfaden des BBK eine Checkliste zur „Sicherung der Wasserversorgung“ (BBK 2008b, S. 89). Diese ist in die drei Kategorien „Interne Maßnahmen zur Vorsorge“, „Fragen an den Wasserversorger“ und „Fragen an den Katastrophenschutz“ gegliedert, die durch Fragen aufzeigen soll, welche Maßnahmen nötig sind und welche schon existieren (BBK 2008b, S. 89–93). Beispielfhaft sind als Punkte in der Checkliste vorhanden:

- Abschätzung des Mindestbedarfes an Wasser (BBK 2008b, S. 89)
- Ausfall der Wasserversorgung in den Krankeneinsatzplan mit konkreten Maßnahmenbeschreibungen aufnehmen (BBK 2008b, S. 90)
- Welche Maßnahmen für den Fall eines Trinkwasserausfalles sieht der Wasserversorger vor? (BBK 2008b, S. 92)
- Welche Maßnahmen für den Fall eines Trinkwasserausfalles sieht der Katastrophenschutz vor? (BBK 2008b, S. 92)
- Evaluierung der Erreichbarkeit und Nutzung von Trinkwassernotbrunnen (BBK 2008b, S. 93)

Die Environmental Protection Agency der Vereinigten Staaten von Amerika (EPA) hat im Jahr 2011 ein Planungsdokument für die Wasserversorgung in Notstandsfällen aufgestellt (EPA 2011, S. 2). Das Dokument ist jedoch nicht explizit für Krankenhäuser, sondern für die Versorgung der Gesamtgesellschaft ausgelegt, was auch bei der Annahme der Ausfallzeit von 21 Tagen ersichtlich wird (EPA 2011, S. 7). Als weitere Annahmen für eine Planung müssen neben der Ausfallzeit der Wasserbedarf, die betroffene Bevölkerung und die angestrebte Wasserqualität vorliegen (EPA 2011, S. 7). Bevor Planungen für eine Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung durchgeführt werden, sollte geklärt werden, welche Kapazitäten die lokale Gefahrenabwehr, der Katastrophenschutz, der Staat und andere Institutionen zur Bewältigung haben (EPA 2011, S. 25–27). Werden bei diesen Bewältigungskapazitäten Lücken identifiziert, so müssen andere Maßnahmen evaluiert werden (EPA 2011, S. 22). Mögliche Maßnahmen sind Verbundleitungen, Brunnen, abgepacktes Wasser, Wassertransporte durch z.B. Wasserblasen und Tankwagen (EPA 2011, S. 11–12). Dieses Wasser ist jedoch ggf. aufzubereiten, wofür mobile Aufbereitungsanlagen (Hybrid-Membran Systeme) von z.B. dem Militär oder anderen privaten Stakeholdern genutzt werden (EPA 2011, S. 14). Für alle zu planenden Maßnahmen sind Aufstellflächen, Zu- und Abfahrtswege, benötigtes Equipment und Personal etc. sorgfältig zu beschreiben (EPA 2011, S. 18–20).

Das CDC und die AWWA haben einen Leitfaden zur Erstellung eines Ersatztrinkwasserversorgungsplanes für Einrichtungen des Gesundheitssektors bzw. Krankenhäuser erstellt, der als Teil des Krankeneinsatzplanes dienen soll (CDC und AWWA 2012, S. 3–6). Die Planung erfolgt in vier Schritten:

1. Bildung Planungsteam und Zusammenstellung von Dokumenten  
Um eine effiziente Planung durchzuführen, ist ein interdisziplinäres Team nötig. So sollten z.B. Gebäudetechniker, Experten für Infektionen, Risikomanager, Pflegepersonal, Ärzte, der lokale Wasserversorger, die lokale Gefahrenabwehr usw. Bestandteil des Teams sein. Zudem sind aktuelle technische Zeichnungen der Gebäude und der Wasserversorgung heranzuziehen. (CDC und AWWA 2012, S. 8–9)
2. Wasserbedarf ermitteln  
Der Wasserbedarf wird hier anhand eines Trinkwasser-Audits ermittelt (CDC und AWWA 2012, S. 9). Da dieses Audit auch im Rahmen der Methodik dieser Master-Thesis genutzt wird, wird für eine nähere Beschreibung auf den Abschnitt „Audit zum Trinkwasserbedarf“ in Kapitel 4 verwiesen.

## 2. State of the Art

### 3. Analyse der möglichen Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung

Der Leitfaden bietet Informationen zu einigen Vor- und Nachteilen von bestimmten Ersatztrinkwasserversorgungsmaßnahmen (CDC und AWWA 2012, S. 6). Für einen Ausfallzeitraum von bis zu acht Stunden werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen: Flaschenwasser für den Trinkbedarf, Wassercontainer für Essenzubereitungen und Händewaschen/Toilette, Brunnennutzung, Brauchwasser für Klimaanlage benutzen, Wasserhähne mit „Kein Trinkwasser“ beschriften (CDC und AWWA 2012, S. 22). Für einen längeren Zeitraum sind ggf. zusätzliche Maßnahmen nötig:

- Benachbarte Wasserlagerungstanks  
Es ist möglich, dass andere Firmen in der Nähe des Krankenhauses Trinkwassertanks besitzen. Es ist also zu überprüfen, ob diese im Notfall genutzt werden können und ob das gelagerte Wasser den Qualitätsansprüchen genügt. Falls die Verfügbarkeit gewährleistet ist, ist zu evaluieren, wie das Wasser zu dem Krankenhaus transportiert (z.B. Pumpen oder Tankwagen) und welche Menge gefördert werden kann. (CDC und AWWA 2012, S. 24–27)
- Oberflächengewässer, Brunnen  
Die Standorte von Trinkwassernotbrunnen sind zu lokalisieren. Ist ein solcher Brunnen in der Nähe des Krankenhauses vorhanden, so sollte überprüft werden, ob das Wasser trinkbar ist oder entsprechend aufbereitet werden kann. Anschließend erfolgt die Überprüfung der Anschlussmöglichkeiten des Brunnens an das Wassersystem des Krankenhauses. Für eine adäquate Nutzung des Brunnenwassers, sind, egal ob es durch direkte Leitungsverbindungen oder Tankwagen geliefert wird, Anschlüsse am Krankenhaus vorzusehen. (CDC und AWWA 2012, S. 29–30)  
Falls sich in der Umgebung des Krankenhauses Seen, Flüsse oder Regenwasserrückhaltebecken befinden, so können diese ggf. ebenfalls genutzt werden. Jedoch sind auch hier die Problematiken der Qualität des Wasser und der Anschlussmöglichkeiten essentiell. (CDC und AWWA 2012, S. 30–31)
- Tankwagen/Transport von Wasser in Wassertanks  
Ein Transport von Trinkwasser mit Lastkraftwagen, kann entweder in Form von Tankwagen oder durch Wassercontainer/Blasen (CDC und AWWA 2012, S. 39) erfolgen. Die jeweilige Lagerungseinheit muss vor gebrauch desinfiziert und das Wasser auf Einhaltung der Qualitätsstandards hin überprüft werden. Die Tankwagen dürfen vorher bestimmte Stoffe, wie z.B. Chemikalien, nicht geladen haben. Für die Entladung und Einspeisung in das Krankenhausnetz sind Rohre, Pumpen und die nötigen Anschlüsse vorzusehen. (CDC und AWWA 2012, S. 35–37)
- Wasseraufbereitung  
Bei fast allen zuvor angesprochenen Maßnahmen kann eine Aufbereitung des Wassers nötig sein (CDC und AWWA 2012, S. 47). Für weitere Informationen zu der Trinkwasseraufbereitung wird hier auf den Abschnitt „2.4.2 Trinkwasseraufbereitung“ dieses Kapitels hingewiesen.

Hinsichtlich der Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme liefert das Dokument Entscheidungsdiagramme (vgl. CDC und AWWA (2012, S. 32). Dabei wird durch gezielte Fragen in Form eines Flussdiagramms ermittelt, welche Maßnahmen bei bestimmte Voraussetzungen möglich sind und welche ergänzenden Schritte unternommen werden müssen, damit die Maßnahme ergriffen werden kann.

## 2. State of the Art

### 4. Plan erstellen und üben

Basierend auf das Trinkwasseraudit und den möglichen Ersatztrinkwasserversorgungsmaßnahmen, ist ein Notfallplan für das betrachtete Objekt niederzuschreiben und regelmäßig zu üben (CDC und AWWA 2012, S. 9). Beinhaltend sollte der Plan mindestens:

- Eine Beschreibung des betrachteten Objektes
- Beschreibung der Wasserversorgung des Objektes mit dem Trinkwasserbedarf im Normal- und Notfallbetrieb
- Gebäudepläne
- Liste von benötigtem Equipment und Material
- Wartungspläne
- Kopien von Verträgen mit Firmen und anderen Institutionen, die Wasser im Bedarfsfall bereitstellen
- Maßnahmenaufstellung für eine Ersatzversorgung
- Leitlinien für die Wasseraufbereitung
- Zeitplanung für den Gefahrenfall
- Planungen für die Wiederherstellung des Normalbetriebes (CDC und AWWA 2012, S. 10–11)

### 2.6 Andere wissenschaftliche Konzepte, Forschungen/Ausfallwahrscheinlichkeiten und Auswirkungen Trinkwassernetz

Jalba et al. (2010) haben Schadenslagen untersucht, bei denen es im Bereich von Gesundheitseinrichtungen zu Beeinträchtigungen durch Krankheitserreger im Trinkwasser kam. Sie wollten dadurch bestehende Lücken im Krisenmanagement identifizieren, wobei nur diejenigen herausgesucht wurden, die durch das Miteinuarbeiten von verschiedenen Organisationen/Institutionen entstanden sind. (Jalba et al. 2010, S. 52–53) Sie fanden heraus, dass nur wenige Vorplanungen existieren, die eine Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung in Gesundheitseinrichtungen verhindern oder bewältigen sollen (Jalba et al. 2010, S. 55). Dies kann auch mit dem nicht-vorhandenen Bewusstsein/der Kenntnis der Verantwortlichkeiten und der mangelnden Kommunikationen unter den Beteiligten zusammenhängen, die die Autoren identifiziert haben (Jalba et al. 2010, S. 55–56). Die verschiedenen Organisationen/Institutionen trauen sich oft nicht gegenseitig und behalten ihre Expertisen bzw. Erkenntnisse für sich (Jalba et al. 2010, S. 55). Als letzten Punkt nennen die Autoren den Mangel an Übungen, die sowohl einzeln als auch miteinander nicht ausreichend stattfinden (Jalba et al. 2010, S. 55).

Einen intersektoralen Notfallplan für Einrichtungen des Gesundheitssektors hinsichtlich eines Ausfalles der Trinkwasserversorgung versuchten Welter et al. (2013) zu entwickeln bzw. deren möglichen Bestandteile aufzuzeigen. Als ersten Schritt sind Überlegungen anzustellen, wie und wo der Wasserbedarf im Ereignisfall reduzierbar ist (Welter et al. 2013, S. 8) und ob die Errichtung einer unabhängigen Wasserversorgung durch z.B. eine Grundwasserleitung, die bei Bedarf mit dem Krankenhaus verbunden wird, möglich sein kann (Welter et al. 2013, S. 8–9). Der Wasserversorger kann zudem eine Verbundleitung errichten, die eine Versorgung mit Trinkwasser aus einem anderen Versorgungsbereich ermöglicht, falls die heimische Versorgung unterbrochen wird (Welter et al. 2013, S. 10).

Wasservorratsbehälter können entweder als permanente und ständige Struktur auf dem Gelände des Krankenhauses errichtet oder temporär (z.B. in Form von Wasserblasen) vorgehalten werden, die dann die Gefahrenabwehr oder der WVU im Bedarfsfall befüllen. Hierfür sind Maßnahmenpläne zu erarbeiten, wie z.B. das exakte Vorgehen bzw. Alarmierung der Feuerwehr für die Befüllung der Wasserblasen unter dem Einsatz von Tanklastern. (Welter et al. 2013, S. 9) Hinsichtlich der Tankwagen ist jedoch zu beachten, dass diese nur eine begrenzte Maximalbefüllung haben und diese, besonders wenn es sich um die Wagen von Privatfirmen handelt, für andere Bereiche benötigt werden und ggf. nicht zur Verfügung stehen. Zudem

## 2. State of the Art

müssen die Krankenhäuser Einspeisepunkte für das Trinkwasser besitzen. (Welter et al. 2013, S. 9–10)

Falls sich in der Nähe des Krankenhauses Oberflächengewässer befinden, so können diese als Versorgungsquelle genutzt werden, wenn diese entsprechend den Trinkwasserverordnungen vorbehandelt/aufbereitet werden (Welter et al. 2013, S. 10). Bei der Nutzung von Oberflächengewässern und der Nutzung von Tankwagen ist auch darauf zu achten, dass die Verkehrslenkung und die Zugänglichkeit vorgeplant ist, um die Wasserversorgung so schnell wie möglich wiederherzustellen (Welter et al. 2013, S. 12). Als letzte Möglichkeit ist die Vorratsbildung von abgepacktem Wasser, wie z.B. durch Wasserflaschen, genannt (Welter et al. 2013, S. 11).

Bross und Krause (2017) evaluierten Anforderungen bzw. der Bedarf einer integrierten Ersatztrinkwasserversorgung für Krankenhäuser und aktuelle Schwachstellen, um aufzuzeigen welche Aspekte bei der Planung einer Ersatztrinkwasserversorgung nötig sind (Bross und Krause 2017, S. 432). Als Ergebnis stellten die Autoren heraus, dass die Qualitätsansprüche an das Wasser im Rahmen einer Ersatzversorgung weniger betrachtet wird, dies jedoch nötig ist, um Gefahren durch Krankheitserregern vorzubeugen. Auch eine eindeutige Bemessung des Wasserbedarfes muss erfolgen, da die Literaturangaben sehr unterschiedlich ausfallen. Es muss immer darauf geachtet werden, was wirklich mit Trinkwasser versorgt werden muss, denn so können z.B. viele Klimaanlageanlagen auch mit Brauchwasser betrieben werden. (Bross und Krause 2017, S. 436–437)

Aufgrund der Ergebnisse einer Evaluierung der kommunalen Krisenmanagementplanungen in der österreichischen Steiermark, die ergab, dass 63% der Gemeinden nur rudimentäre Notfallplanungen besitzen, haben Nicolics et al. (2017) einen Leitfaden zu Planungszwecken für Störfälle im Bereich der Trinkwasserversorgung erarbeitet (Nicolics et al. 2017, S. 263). Für eine adäquate Planung müssen zunächst Störfallszenarien festgelegt und deren Bewältigung mit konkreten Arbeitsanweisungen geplant bzw. formuliert werden, was auch einen Übergang vom Normalbetrieb zu einer Not- bzw. Ersatzversorgung beinhaltet (Nicolics et al. 2017, S. 271–272). Dabei ist besonders wichtig zu definieren, ab welchem Punkt das Katastrophenmanagement eingreift (also Zusammenarbeit mit der Gefahrenabwehr) und wer, wann, was konkret zu tun hat (Nicolics et al. 2017, S. 273).

Jack et al. (2015) identifizierten in zwei Fallstudien in Südafrika Gefahren bzw. Verwundbarkeit innerhalb des Wasserversorgungsnetzes, um anschließend ein Krisenmanagementkonzept zu entwickeln (Jack et al. 2015, S. 232). Als Ergebnis wurden folgende Gefahren bzw. Risiken ermittelt: Ständige Befüllung der Pumpwerke durch hohen Grundwasserspiegel, Kontaminierung des Grundwassers und Erosion des Rohrnetzes, Verunreinigung von Wassertanks, Hygienebedenken bei einigen Armaturen (Jack et al. 2015, S. 235–236). Für die weiteren Planungen des Krisen- und Notfallmanagements wurden Punkte aufgestellt, die einer dringenden Bearbeitung und Dokumentierung bedürfen:

- Zusammenstellung eines Teams mit allen zuständigen/betroffenen Akteuren
  - Beschreibung des aktuellen Zustandes des Wassernetzes
  - Risiko- und Gefahrenanalyse durchführen mit Szenarioentwicklung
  - Eindeutige Klärung der Zuständigkeiten
  - Kommunikationsprotokolle
  - Alarmstufen festlegen
  - Detaillierte Maßnahmenbeschreibungen
  - Schutz der Infrastruktur
- (Jack et al. 2015, S. 233)

## 2. State of the Art

Ein Managementkonzept zur Ersatztrinkwasserversorgung für die Tschechische Republik haben Strohmandl et al. (2015) in ihrer Arbeit umrissen. Sie weisen darauf hin, dass zunächst präventiv gehandelt werden muss, so dass beispielsweise Verbundleitungen für eine redundante Wasserversorgung errichtet werden (Strohmandl et al. 2015, S. 1366). Zudem müssen diejenigen Einrichtungen bekannt sein und in einem Plan erwähnt werden, die bei einem Ausfall besonders stark betroffen sind und welche Menge sie an Trinkwasser benötigen bzw. welche Kompensationsmöglichkeiten hinsichtlich des Trinkwasserbedarfs diese schon besitzen (Strohmandl et al. 2015, S. 1369). In der Tschechischen Republik obliegt die Organisation und Koordination der Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung bei dem Präsidenten der jeweiligen Region und der Feuerwehr, die Maßnahmen- und Einsatzpläne für Krisen und Katastrophen vorhält (Strohmandl et al. 2015, S. 1367). Die Versorgung im Notfall soll, wenn nicht über redundante Leitungen, über mobile Wassertanks/Tankwagen, Brunnen, Oberflächengewässer und Anschlüsse an Hydranten erfolgen (Strohmandl et al. 2015, S. 1366–1367). Besonders in den ersten Tagen sollte vermehrt eine Verteilung von Wasserflaschen erfolgen (Strohmandl et al. 2015, S. 1367). Wasser aus Oberflächengewässern oder Brunnen müssen mit entsprechenden Geräten aufbereitet und die Versorgung mit Tankwagen sorgfältig geplant werden (z.B. Routen, Kapazitäten, Be- und Entladung etc.) (Strohmandl et al. 2015, S. 1367). Strohmandl et al. (2015) geben als Vorlaufzeit der Maßnahmen fünf Stunden vor, was bedeutet, dass nach Ablauf dieser Zeit eine Ersatztrinkwasserversorgung eingerichtet sein soll (Strohmandl et al. 2015, S. 1367).

Nach einem großen Erdbeben in Japan im Jahre 2011 haben Matsumura et al. (2015) untersucht, welche Schäden bei den Trinkwasserversorgungssystemen der Krankenhäuser auftraten und welche Auswirkungen diese auf die Funktionsfähigkeit der Krankenhäuser hatten (Matsumura et al. 2015, S. 193–194). Am häufigsten wurden die Rohrleitungen der Krankenhäuser zerstört, deren Instandsetzung zwischen einem und 133 Tagen dauerte (Median bei drei Tagen) (Matsumura et al. 2015, S. 195). Weitere betroffene Bereiche des Netzes waren die Wassertanks und Pumpen (Matsumura et al. 2015, S. 195). Nur ein Krankenhaus, das auch tatsächlich einen Trinkwasserausfall meldete, meldete keine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit und zwei konnten behelfsmäßig Wasser aus Brunnen gewinnen und erhielten Lieferungen durch die Gefahrenabwehr (Matsumura et al. 2015, S. 195). Dies zeigt jedoch, dass eine adäquate Planung von Ersatzversorgungen die Beeinträchtigungen von Trinkwasserausfällen auf Krankenhäuser deutlich reduzieren können, wenn die Kapazitäten, wie in Japan, vorhanden sind (Matsumura et al. 2015, S. 197).

Piratla et al. (2015) haben empirische Untersuchungen durchgeführt, um die Konsequenzen eines Bruches von Haupttrinkwasserleitungen zu ermitteln und somit dessen Wahrscheinlichkeiten bzw. Vorhersagbarkeit für die Zukunft leichter zu gestalten (Piratla et al. 2015, S. 728). Dabei sind sie zum Ergebnis gekommen, dass das Gesundheitsrisiko, angegeben als Kosten basierend auf die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gesundheitsschadens (Piratla et al. 2015, S. 729), am geringsten ist (neben z.B. Reparaturkosten oder Schadenskosten an Besitztümern) (Piratla et al. 2015, S. 733). In sechs Jahren kam es in den Vereinigten Staaten von Amerika zu 11 schwerwiegenden Brüchen einer Hauptwasserleitung mit Wiederherstellungszeiten von 6 bis 264 Stunden (Piratla et al. 2015, S. 729–731). Eine eigene Durchschnittswertberechnung ergibt aus diesen Daten eine durchschnittliche Störung von 85,55 Stunden.

Auch Pietrucha-Urbanik und Pociask (2016) haben durch statistische Analysen Eintrittswahrscheinlichkeiten von Wasserrohrbrüchen ermittelt. Der Untersuchungszeitraum belief sich auf 10 Jahre und das Untersuchungsgebiet war eine Stadt in der Provinz Podkarpackie (Polen) mit 39375 Einwohnern und einer Gesamtfläche von 38,08 km<sup>2</sup> (Pietrucha-Urbanik und Pociask 2016, S. 48). Die Gesamtausfallrate (=Eintrittswahrscheinlichkeit) liegt laut den Autoren bei 1,78 Ausfällen pro Kilometer und Jahr. Dies ist nochmal aufgeteilt in die Rate von Hauptleitungen (1 Ausfall pro Kilometer und Jahr), Verteilerrohre (0,5 Ausfälle pro Kilometer und Jahr)

### 3. Methodikkonzept

und Wasserversorgungsanschlüsse (0,3 Ausfälle pro Kilometer und Jahr) (Pietrucha-Urbanik und Pociask 2016, S. 50). Kabir et al. (2016) kamen für die Stadt Calgary (Kanada) auf 2882 Rohrbrüche bei Rohren aus duktilem Gusseisen und 2067 Brüche bei Rohren aus normalem Gusseisen in den Jahren 1956 bis 2013 (Kabir et al. 2016, S. 146).

In einem Zeitraum vom 1.1.2015 bis 31.12.2016 wurde das Forschungsprojekt „Notfallvorsorgeplanung in der Wasserversorgung“ an der Universität der Bundeswehr München durchgeführt. Ziel war es, eine Notfallvorsorgeplanung für die Ersatztrinkwasserversorgung zu erarbeiten. Dabei sollten alle Bereiche, also Wasserversorgungsunternehmen, Katastrophenschutz und Kommunen mit all ihren Bewältigungskapazitäten einbezogen werden. Dieses Projekt ist vom 15.3.2017 bis 15.9.2018 in ein Folgeprojekt namens „Notfallvorsorgeplanung in der Wasserversorgung - Notfallvorsorgekonzepte“ übergegangen, weshalb zurzeit noch keine offiziellen Berichte zu Forschungsergebnissen vorliegen. (Krause 2016; Universität der Bundeswehr München 2017)

## 3. Methodikkonzept

Im Folgenden soll ein Überblick über die geplanten Methoden und die Struktur der Herangehensweise gegeben werden. Begründungen für die Wahl der in den Schritten jeweils herangezogene Literatur werden jeweils angezeigt. Eine explizite Darstellung der Methodik mitsamt der Entwicklung von Kategorien wird in dem Kapitel „Methodik“ der Thesis gegeben und eine Darstellung von alternativen Methoden zur Risikoermittlung erfolgt in dem Abschnitt 3.4 „Alternative Methoden“. Ein Gesamtdiagramm mit der Struktur der Methodik ist im Anhang zu finden.

Die Risikoanalyse wird als grundlegende Methode angewandt, da durch sie nicht nur ermöglicht wird, die Relevanz einer Gefährdung darzustellen, sondern auch, weil es auf Basis dieser Erhebung möglich ist, „[...] die zur Verfügung stehenden Kapazitäten an Einsatzkräften oder Material (z.B. Sandsäcke, Schlauchboote, Feldbetten) den eigentlich benötigten Kapazitäten gegenüber zu stellen, sprich einen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen, um Handlungsbedarfe und Deckungslücken herauszufinden.“ (BBK 2015, S. 17). Mit der Risikoanalyse können „[...] Schwachstellen und mögliche Auswirkungen einer Störung oder Zerstörung Kritischer Infrastrukturen[...]“ bewertet werden (Europäische Kommission 2008, S. 77). Dadurch wird eine Neukonzeption des Krisenmanagements ermöglicht.

### 3.1 Literatur

Als Grundlage für die Erstellung und Durchführung der Methodik dient folgende Literatur:

- Risikoanalyse:
  - o Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus - Leitfaden zur Identifikation und Reduzierung von Ausfallrisiken in Kritischen Infrastrukturen des Gesundheitswesens (BBK 2008b)
  - o Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz - Ein Stresstest für die Allgemeine Gefahrenabwehr und den Katastrophenschutz (BBK 2015)
  - o Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Teil 1: Risikoanalyse (BBK 2016)
  - o Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement: Leitfaden für Unternehmen und Behörden (BMI 2011)
  - o Emergency water supply planning guide for hospitals and health care facilities (CDC und AWWA 2012)
  - o Leitfaden zum Risikomanagement für Trinkwasserversorgungen hinsichtlich gezielter Einträge von chemischen, biologischen oder radioaktiven Substanzen (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014)
  - o Risk-based Criticality Analysis (Theoharidou et al. 2009)

### 3. Methodikkonzept

- Experteninterview:
  - o Interviews mit Experten – Eine praxisorientierte Einführung (Bogner et al. 2014)
  - o Qualitative Experteninterviews – Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung (Kaiser 2014)
  - o Methodik der empirischen Forschung (Albers et al. 2009)
- Dokumentenanalyse:
  - o Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung (Baur und Blasius 2014, S. 813ff.)

Die Neukonzeption der Krisenmanagementpläne erfolgt hinsichtlich der Literatur aufgrund der Konzepte, die in dem Kapitel „State of the Art“ identifiziert werden (u.a. Möglichkeiten und Guidelines zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung und zudem Fachliteratur der Wasserversorgung), Fachbüchern und Dokumenten zur Krankenhauseinsatzplanung (KHEP) und ausgewählter Literatur aus dem Bereich der Risikoanalyse, wie z.B. der Leitfaden vom BBK (2008b) oder des Centers for Disease Control and Prevention und American Water Works Association (CDC und AWWA) (2012).

### 3.2 Struktur/Vorgehen

In diesem Kapitel wird die Struktur der Methodik bzw. das Vorgehen als Übersicht dargestellt. Dabei wird zunächst auf die Risikoanalyse mitsamt der Identifizierung von Versorgungslücken im Krisenmanagement, dann auf Neukonzeption der Krisenmanagementpläne bzw. des Krankenhauseinsatzplanes und abschließend auf die benötigten Daten zur Erarbeitung mitsamt den zugehörigen Untermethoden eingegangen. Für einen besseren Überblick erfolgt eine Visualisierung durch ein fortlaufendes Flussdiagramm in den Abbildungen 2 bis 11.

#### 3.2.1 Risikoanalyse

Zunächst erfolgt die Beschreibung des Bezugsgebietes mit der Abgrenzung (siehe dazu auch die Eingrenzung in der Einleitung) und eine Analyse des Standortes, dessen einzelne Schritte in Abbildung 2 dargestellt sind. Für die generelle Beschreibung des Bezugsgebietes, der räumlichen Lage, Aufstellung der Prozessbausteine (Abteilungen und sonstige wichtige Einrichtungen des Krankenhauses) und die Darstellung des Versorgungsbereiches des Krankenhauses wird das Dokument „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ (BBK 2008b, S. 26ff.) herangezogen. Dieser Band des BBK liefert als einziges der in 3.1 genannten Dokumente eine Aufzählung möglicher Punkte, die innerhalb einer Standortanalyse beachtet werden müssen. Zudem wird über sechs Seiten erläutert, wie Prozessbausteine ermittelt und mit deren Abhängigkeiten dargestellt werden (BBK 2008b, S. 27–32), so dass mit dieser Datengrundlage weitergearbeitet werden kann. Zum Vergleich liefert das Dokument des BMI lediglich zwei Seiten als Arbeitsmaterial (BMI 2011, S. 15–16) und das CDC macht dazu keine Angaben.

Die Beschreibung der Situation der Wasserversorgung und ggfs. vorhandener Redundanzen am Krankenhaus Merheim bzw. dessen Hauptgebäude erfolgt angelehnt an das Dokument „Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Teil 1: Risikoanalyse“ (BBK 2016, S. 34).

### 3. Methodikkonzept

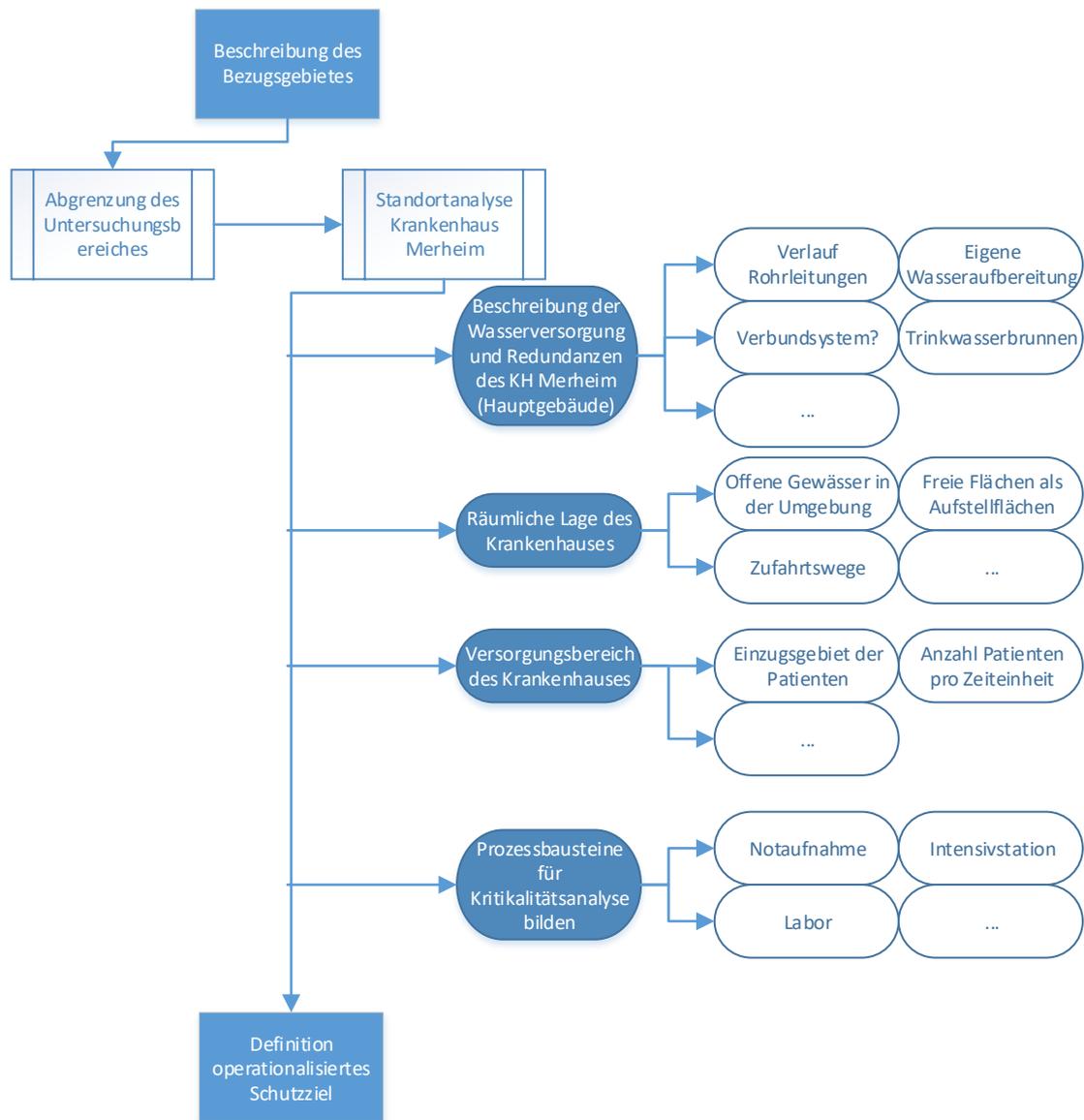


Abbildung 2: Struktur der Methodik Teil 1: Beschreibung des Bezugsgebietes (Eigene Darstellung nach BBK (2016, S. 36) und BBK (2008b, S. 26–28))

Anschließend erfolgt die Definition eines Schutzzieles (z.B. Verhinderung von Todesfällen) mitsamt der Festlegung des Schutzgutes (z.B. Mensch) und Schadensparameter (z.B. Unterbrechung der Wasserversorgung), die es im Rahmen der folgenden Kritikalitätsanalyse ermöglichen, diejenigen Prozessbausteine zu ermitteln, die für die Erfüllung des Schutzzieles essentiell sind. Nur diese Prozessbausteine, wie z.B. die Intensivstation mit ihren Abhängigkeiten, werden in dem weiteren Vorgehen betrachtet. Die Dokumente „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ (BBK 2008b, S. 33ff.), „Risikoanalyseverfahren und Schutzzieldefinition“ (Lauwe und Mayer 2017) und „Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz“ (BBK 2015, S. 30ff.) werden u.a. für die Definition des Schutzzieles und die Kritikalitätsanalyse herangezogen, ebenso wie die Definition von Kritischen Infrastrukturen und deren Bedeutung. Diese Definition des BMI kann als geltende Definition für den Schutz von Kritischen Infrastrukturen in Deutschland angesehen werden, da dieses Ministerium auf Bundesebene für diesen Bereich zuständig ist (BMI o.J.). Das BBK als zentrales Organisationselement für die Zivile Sicherheit und das dem BMI als Behörde untersteht, ordnet das Schutzziel noch in ein Ebenenkonzept ein, bei dem an erster Stelle das übergeordnete Ziel (Grundausrichtung des Risikomanagements), dann das Schutzziel (Maßstab für die Bewertung von Risiken) und dann die Handlungsziele (Grundlage für die Umsetzung von Maßnahmen) stehen (BBK 2008b, S. 33).

### 3. Methodikkonzept

Für die genaue Benennung der Definitionen „Schutzziel“ und „Kritikalität“ siehe die entsprechenden Abschnitte in dem Kapitel „Methode“.

Für die Kritikalitätsanalyse sind zudem die Ausarbeitungen „Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement“ (BMI 2011, S. 16ff.) und ggf. der „Leitfaden zum Risikomanagement für Trinkwasserversorgungen hinsichtlich gezielter Einträge von chemischen, biologischen oder radioaktiven Substanzen“ (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014) wichtig. Der Band „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ vom BBK wird daher herangezogen, da dort übersichtlich Beurteilungskriterien, u.a. in Form eines Entscheidungsbaumes (BBK 2008b, S. 40), für die Ermittlung der Kritikalität von Prozessbausteinen gegeben sind. Diese sind explizit für den Bereich des Gesundheitswesens gegeben, was sie für die Bearbeitung des Themas dieser Masterarbeit praktikabel machen. So sind dort beispielsweise schon diverse Einstufungen von medizinischen Bereichen hinsichtlich diverser Schutzziele angegeben (BBK 2008b, S. 38), die für die Bearbeitung herangezogen werden können. Da diese Einstufungen in Kritikalitätsstufen jedoch eher subjektiv sind, wird ein weiteres Dokument für eine eventuelle Zusatzüberprüfung herangezogen. Der „Leitfaden zum Risikomanagement für Trinkwasserversorgungen hinsichtlich gezielter Einträge von chemischen, biologischen oder radioaktiven Substanzen“ (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014) beschäftigt sich mit der Risikoanalyse und Maßnahmenempfehlungen im Falle eines beabsichtigten Eintrages von gesundheitsschädigenden oder radiologischen Stoffen (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 4). Die dort entwickelte Methodik für die Ermittlung der Kritikalität erfolgt quantitativ durch die Verrechnung verschiedener Parameter, wie z.B. die Bedeutung einer Versorgungseinheit (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 64–65). Diese Parameter könnten hinsichtlich ihrer Kategorisierung angepasst und auf das Krankenhaus Merheim angewendet werden, um rechnerisch die Kritikalitätsstufe zu bestimmen. Für die Anpassung der Parameter wird die Methodik von Theoharidou et al. (2009) herangezogen, die die Kritikalität als ein Produkt aus der Schwere der Beeinträchtigung, dem Umfang der Beeinträchtigten und der Beeinträchtigungszeit verstehen (Theoharidou et al. 2009, S. 41). Für diese Faktoren sind Kriterien zu entwickeln, die dann zu einer Kritikalitätseinstufung führen.

### 3. Methodikkonzept

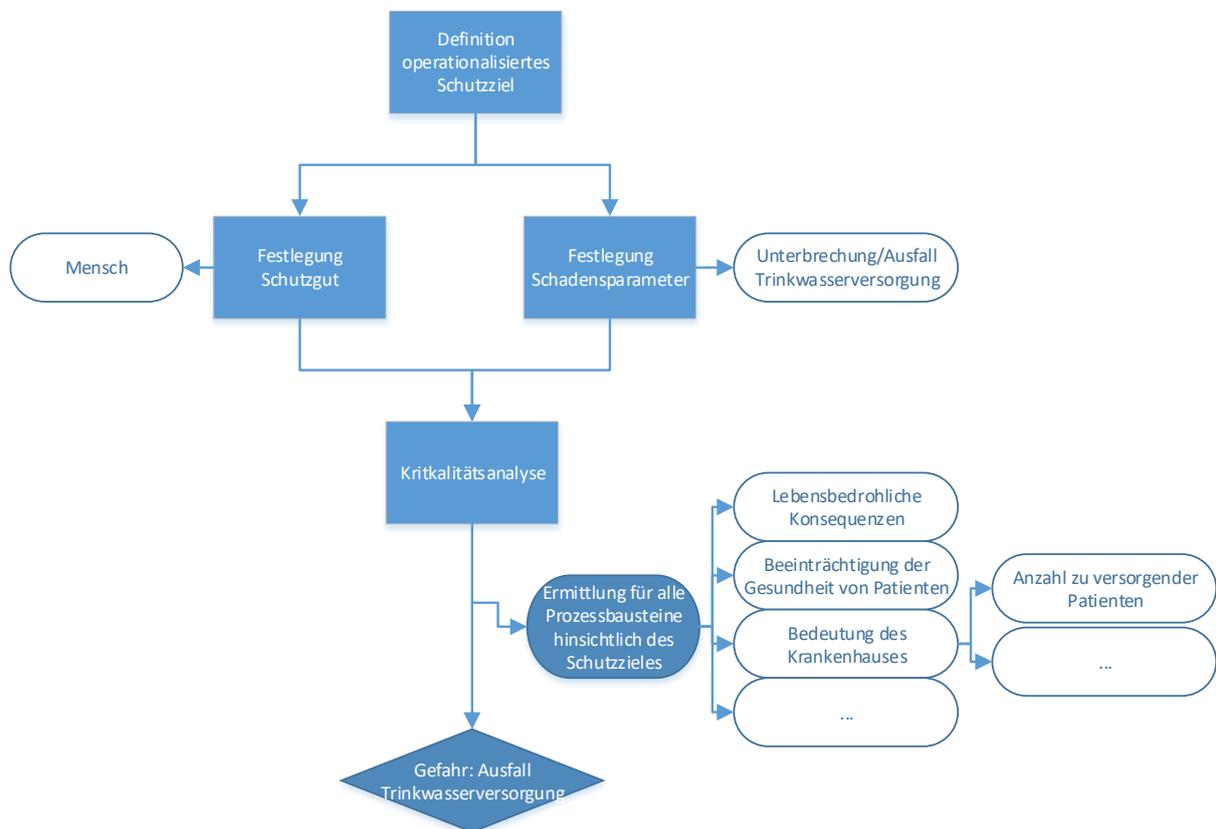


Abbildung 3: Struktur der Methodik Teil 2: Schutzziel und Kritikalitätsanalyse (Eigene Darstellung nach Lauwe und Mayer (2017, S. 136), BMI (2011, S. 13–16), BBK (2015, S. 24–26), BBK (2008b, S. 33–40))

Als eintretende Gefahr wird der Ausfall der Trinkwasserversorgung definiert. Diese wird jedoch nicht frei konstruiert, sondern durch Hinterlegung mit Referenzen aus aktuellen wissenschaftlichen Artikeln und Fachbüchern begründet. Zudem wurden die Bedeutung und die Möglichkeiten des Ausfalls von Trinkwasser in der Einleitung beleuchtet. Aus dieser Gefahr ist nun ein Szenario zu entwickeln, für das eine Eintrittswahrscheinlichkeit nach BBK (2008b, S. 49; BBK, S. 45) ermittelt werden muss. Die einzelnen Bestandteile, die ein Szenario mindestens haben sollte, sind in Abbildung 3 dargestellt. Diese entstammen den Werken „Schutz Kritischer Infrastrukturen – Risiko- und Krisenmanagement“ (BMI 2011, S. 17–18), „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ (BBK 2008b, S. 41–47) und „Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz“ (BBK 2015, S. 40–41). Die jeweiligen Werke zählen einzeln nur bestimmte Komponenten, die ein Szenario haben muss, auf. Da jedoch ein umfassendes Bild geschaffen werden soll, das nachvollziehbar ist, sind die Einzelteile hier zusammenaggregiert.

Die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgt aus Angaben der gefundenen Literaturquellen, die in den Kapiteln „State of the Art“ und „Einleitung“ genannt sind. Die Dokumente „Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz“ und „Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Teil 1: Risikoanalyse“ geben Anhaltspunkte für Wahrscheinlichkeitsklassen hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Eintritt ein Mal in X Jahren (BBK 2015, S. 45, 2016, S. 50).

### 3. Methodikkonzept

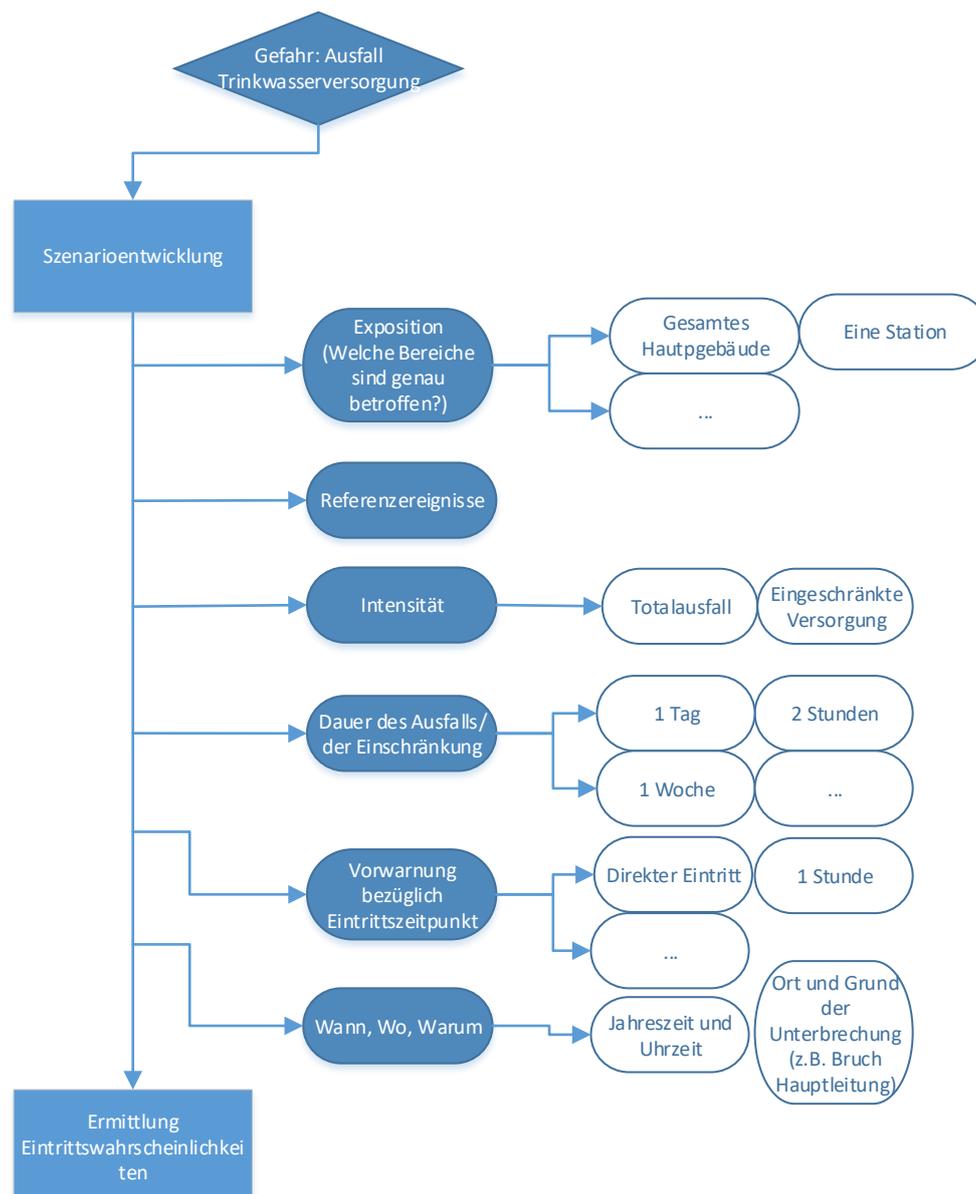


Abbildung 4: Struktur der Methodik Teil 3: Szenario und Eintrittswahrscheinlichkeit (Eigene Darstellung nach BBK (2008b, S. 41–47), BMI (2011, S. 17–18), BBK (2015, S. 40–41))

Nun erfolgt eine gedankliche Zweiteilung der Vorgehensweise nach der Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit: Verwundbarkeitsanalyse auf der einen und die Bestimmung des Schadensausmaßes auf der anderen Seite. Der Terminus „gedanklich“ ist deshalb wichtig, da beide Schritte Teil einer Risikoanalyse sind oder sein können (BBK 2016, S. 38–49). Dieser Schritt wird jedoch vorgenommen, da durch die Verwundbarkeitsanalyse und die vorherigen Schritte zunächst, durch eine Darstellung und Bewertung des Risikos, zu dem Forschungsziel „Bedarfsermittlung für intersektorale und sektorale Krisenmanagementpläne für die Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim“ gelangt werden soll. So würde ein hohes ermitteltes Risiko für einen Bedarf solcher Pläne sprechen.

Die Durchführung der Verwundbarkeitsanalyse erfolgt anhand des Dokumentes „Sicherheit der Trinkwasserversorgung“ (BBK 2016, S. 38ff.) und die Darstellung in Form einer Risikomatrix in der Form, die in „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ (BBK 2008b, S. 57) beispielhaft dargestellt ist.

### 3. Methodikkonzept

Das Dokument „Sicherheit der Trinkwasserversorgung“ wird deshalb für die Verwundbarkeitsanalyse herangezogen, da dort eine semiquantitative und schrittweise Ermittlung dargestellt wird (BBK 2016, S. 38) und diese Schritte mit konkreten Fragen mittels eines Fragebogens hinterlegt sind (BBK 2016, S. 76ff.). Durch das schrittweise Vorgehen ist eine hohe Nachvollziehbarkeit der ermittelten Verwundbarkeit gegeben.

Die Darstellung des Risikos innerhalb einer Risikomatrix ist in Deutschland gängige Praxis und wird neben dem Leitfaden „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ (BBK 2008b, S. 57) u.a. auch in den Dokumenten „Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz“ (BBK 2015, S. 77) oder in „Sicherheit der Trinkwasserversorgung“ (BBK 2016, S. 54) genutzt. Aber auch auf europäischer Ebene wird dies als Standard vorgeschlagen (European Commission 2010, S. 18). Der Vorteil dieser Darstellung ist, dass sofort ersichtlich wird, wie hoch das Risiko ist und aus welchen Teilen der Verwundbarkeit und der Eintrittswahrscheinlichkeit sich dieses zusammensetzt.

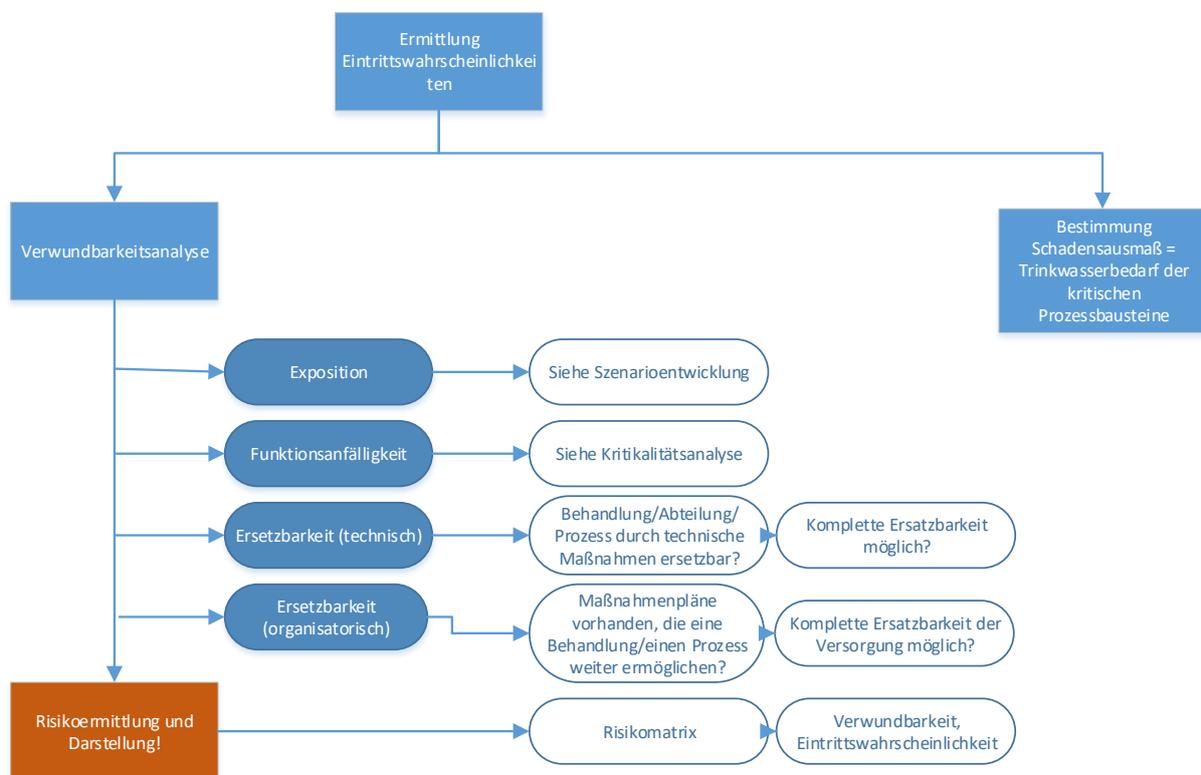


Abbildung 5: Struktur der Methodik Teil 4: Verwundbarkeitsanalyse und Risikoermittlung und -darstellung (Eigene Darstellung nach BBK (2008b, S. 57–59), BBK (2016, S. 39–45))

Bevor die Verwundbarkeitsanalyse jedoch durchgeführt werden kann, müssen alle bislang geplanten Maßnahmen und Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung ermittelt werden, die von dem Krankenhaus, der Gefahrenabwehr und ggf. vom dem Wasserversorger bereitgehalten werden. Dies ist nötig, um die technische oder organisatorische Ersetzbarkeit zu bewerten. Denn es wird davon ausgegangen, dass bei solchen Gefahrenlagen Maßnahmen ergriffen werden, die nicht nur die Trinkwasserversorgung sicherstellen sollen, sondern auch die Prozesse des Krankenhauses, wie z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation oder das Sterilisieren von Instrumenten, aufrechterhalten.

Nach der Ermittlung und Darstellung des Risikos, gehen die ermittelten geplanten Maßnahmen/Kapazitäten in den Soll-Ist-Vergleich ein. Diese dienen als Ist-Zustand des Krisenmanagements. Dabei sind jedoch auch die geplanten Maßnahmen auf ihre Geeignetheit hinsichtlich

### 3. Methodikkonzept

der Ersatztrinkwasserversorgung zu überprüfen. Dafür werden im Rahmen dieser Arbeit Kriterien entwickelt und definiert. Erfüllen die geplanten Maßnahmen nicht die erarbeiteten Kriterien, so können diese auch nicht in die Verwundbarkeitsanalyse und den Soll-Ist-Vergleich eingehen. Die Kriterien und deren Herleitung finden sich in Abschnitt „4.1. Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“.

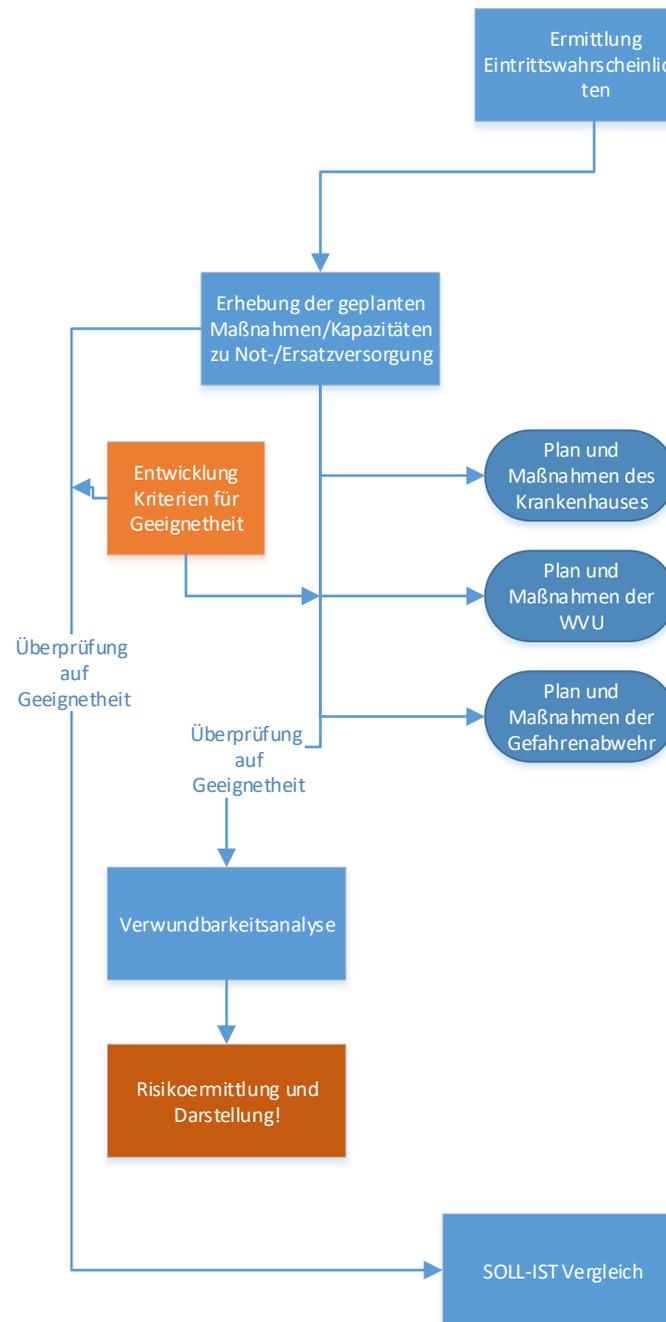


Abbildung 6: Struktur der Methodik Teil 5: Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung (Eigene Darstellung)

Als Schadensausmaß wird in dieser Thesis der Bedarf des Trinkwassers der als kritisch identifizierten Prozessbausteine (durch Kritikalitätsanalyse) definiert. Dieser wird durch ein Audit bei dem Krankenhaus ermittelt, das in „Emergency water supply planning guide for hospitals and health care facilities“ (CDC und AWWA 2012, S. 12ff.) erläutert wird. Dabei werden die Daten aus Experteninterviews (anhand von vorgefertigten Fragen) (CDC und AWWA 2012, S. 84–85) und Analyse von Dokumenten (z.B. Wasserrechnungen) (CDC und AWWA 2012, S.

### 3. Methodikkonzept

13) ermittelt, was eine hohe Praktikabilität dieses Vorgehens gewährleistet. Im Rahmen dieser Ermittlung und Analyse wird auch ein Plan entwickelt, der festlegt, wie eine beschränkte Wasserversorgung der kritischen Prozessbausteine aussehen könnte. Dies bedeutet, dass der Wasserbedarf so angesetzt wird, dass er unterhalb des Bedarfes im Normalbetrieb liegt, das Schutzziel jedoch weiterhin erreicht wird.

Der so ermittelte Trinkwasserbedarf (im Normalbetrieb und Notfallbetrieb) stellt die erforderliche Bewältigungskapazität (=Schadensausmaß) während eines Ausfalles der Trinkwasserversorgung dar und geht als Soll-Größe in den Soll-Ist-Vergleich ein (BBK 2015, S. 57).

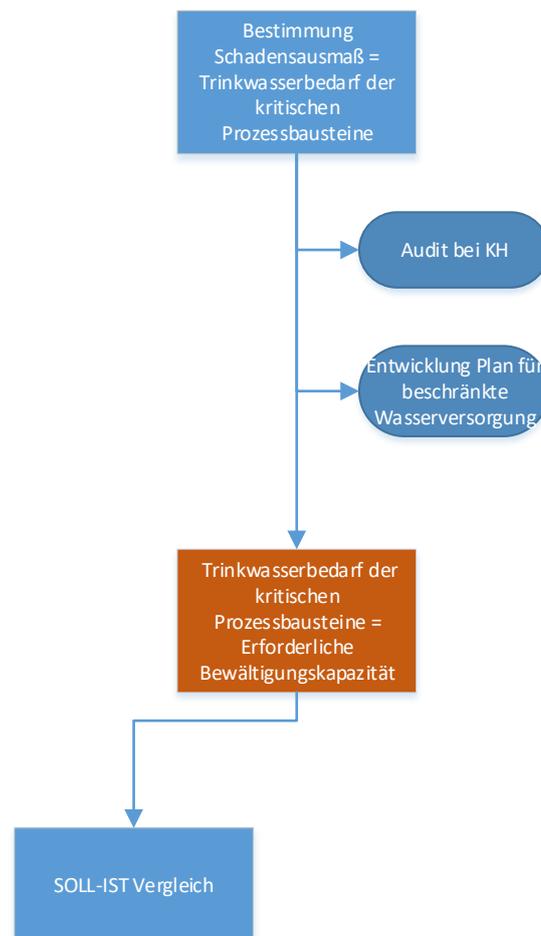


Abbildung 7: Struktur der Methodik Teil 6: Bestimmung Schadensausmaß/Trinkwasserbedarf (Eigene Darstellung)

#### 3.2.1 Überarbeitung/Neukonzeption der Krisenmanagementplanung

Der Soll-Ist-Vergleich dient dazu, die Lücken in der vorhandenen Krisenmanagementplanung und deren Bewältigungskapazitäten zu identifizieren (BBK 2015, S. 68). Sind solche Lücken („Gaps“) vorhanden, so wird evaluiert, welche weiteren Kapazitäten, wie z.B. nicht genutzte Notbrunnen, Oberflächengewässer oder Tankfahrzeuge, in dem Gebiet des Krankenhauses vorhanden sind. Die Kriterien zur Geeignetheit bezüglich der Ersatztrinkwasserversorgung werden hier ebenfalls angewendet und nur geeignete Maßnahmen werden in den Soll-Ist-Vergleich einbezogen.

### 3. Methodikkonzept

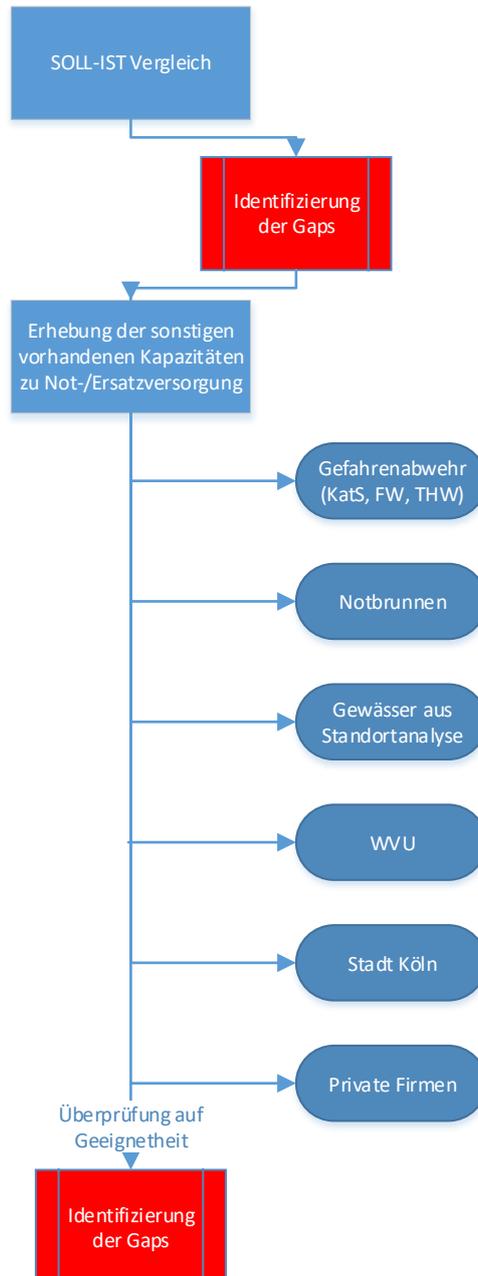


Abbildung 8: Struktur der Methodik Teil 7: Erhebung noch nicht genutzter Kapazitäten und Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung (Eigene Darstellung)

Sollte sich nach dieser Evaluierung herausstellen, dass diese Bewältigungskapazitäten noch immer nicht ausreichend sind, um die Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses sicherzustellen, so werden weitere Maßnahmen und benötigte Ressourcen aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik herangezogen. Diese Maßnahmen werden dann für das Bezugs Krankenhaus und die örtlichen Begebenheiten angepasst und so konzipiert, dass sie, nach Beschaffung erforderlicher Ressourcen, anwendbar sind. Nur geeignete Maßnahmen werden einbezogen, für deren Überprüfung die Kriterien aus Abschnitt „4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“ Anwendung finden.

### 3. Methodikkonzept



Abbildung 9: Struktur der Methodik Teil 8: Erhebung noch nicht vorhandener Maßnahmen, Kapazitäten und Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung (Eigene Darstellung)

Die Sammlung an Daten bezüglich Maßnahmen, Krisenmanagementplanungen, Konzepten, Kapazitäten und Ressourcen aus der „Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten“ (Ist-Zustand), der „Erhebung noch nicht genutzter Kapazitäten und Ressourcen“, der „Erhebung noch nicht vorhandener Maßnahmen, Kapazitäten und Ressourcen“ und das Konzept zur beschränkten Versorgung mit Trinkwasser fließen dann zunächst in die Überarbeitung des Krankenseinsatzplanes des Krankenhauses ein. Dabei wird jedoch nicht der gesamte Krankenseinsatzplan überarbeitet, sondern das Kapitel für die interne Gefahrenlage „Ausfall der Trinkwasserversorgung“ und die Kapitel, auf die sich dabei bezogen wird. So kann es z.B. möglich sein, neues Kartenmaterial anzufertigen, in welchem genaue Routen für Tanklaster mit Trinkwasser eingezeichnet sind, damit die Organisation an der Einspeisestelle in das Leitungssystem des Krankenhauses reibungslos ablaufen kann. Auch eine Überarbeitung der internen Alarmstufen kann nötig sein, falls sich diese als unzureichend für eine solche Gefahrenlage erweisen.

### 3. Methodikkonzept

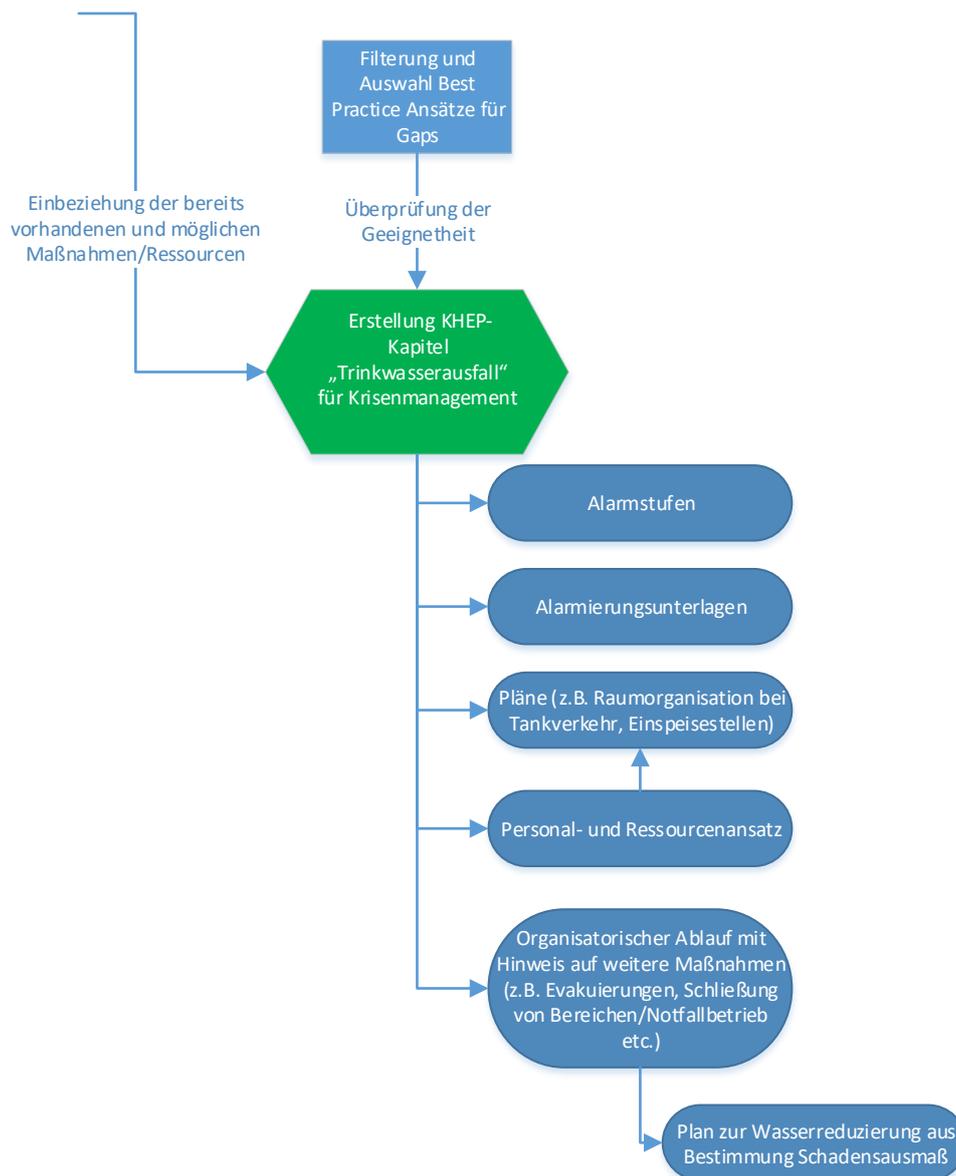


Abbildung 10: Struktur der Methodik Teil 9: Überarbeitung des Krankenhauseinsatzplanes (Eigene Darstellung)

Abschließend wird aus dem Datenmaterial der vorhergegangenen Schritte ein Katalog mit vorhandenen und noch zu beschaffenden Ressourcen zu Ermöglichung einer Ersatztrinkwasserversorgung für die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), sprich für die Gefahrenabwehr, und für das ansässige Wasserversorgungsunternehmen zusammengestellt. Darauf und auf den Neuentwicklungen des Krankenhauseinsatzplanes basierend, werden organisatorische Konzepte zur Verfügung gestellt, die erläutern sollen, wie eine Ersatztrinkwasserversorgung für das Krankenhaus von den BOS zu strukturieren und zu organisieren ist. Dazu können z.B. Kartenmaterialien mit Routen oder Aufstellflächen, Arbeitsanweisungen oder personelle/materielle Ressourcenansätze für festgelegte Teil-Aufgaben gehören.

### 3. Methodikkonzept

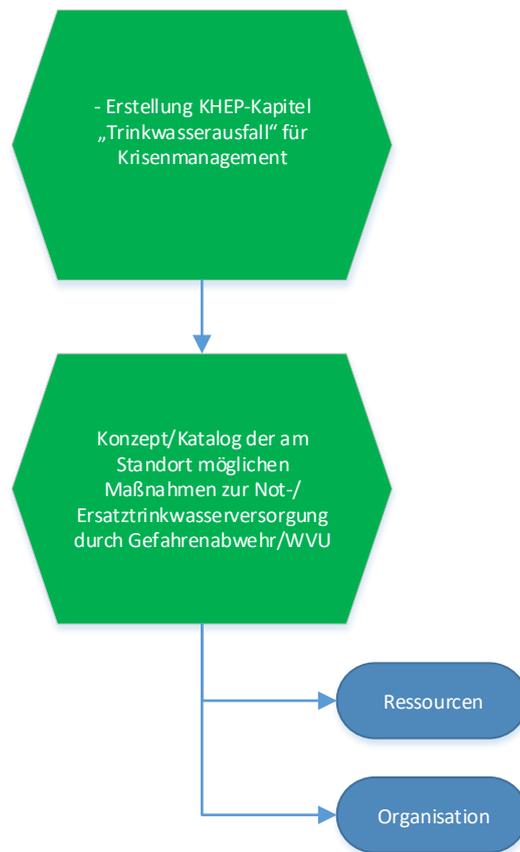


Abbildung 11: Struktur der Methodik Teil 10: Konzeption/Katalogerstellung der Maßnahmen zu Ersatzversorgung für Gefahrenabwehr und Wasserversorgungsunternehmen (Eigene Darstellung)

### 3.3 Benötigte Daten für die Methodik

Für einige Schritte der Methodik werden weiterführenden Daten von z.B. dem Krankenhaus (beispielsweise der Trinkwasserbedarf) oder die Quantität und der Einsatzwert der Einsatzeinheiten der Gefahrenabwehr benötigt. Um diese Daten zu ermitteln, kommen verschiedene Untermethoden und Arbeitstechniken zum Tragen. Tabelle 1 soll einen Überblick über die benötigten Daten pro Schritt der Methodikstruktur mitsamt der Erhebungsmethode und der Datenquelle geben. Eine genauere Betrachtung der benötigten Daten hinsichtlich der Art, Qualität und Alternativmethoden erfolgt jeweils in dem Kapitel „Methodik“.

Tabelle 5: Benötigte Daten, Ermittlung und Datenquellen (Eigene Darstellung)

Schritt	Benötigte Daten	Ermittlung/Methodik	Datenquelle
<b>Standortanalyse Krankenhaus Merheim</b>	Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses Merheim	Experteninterview in Anlehnung an einen Fragebogen des BBK (BBK 2016, S. 66)	Rheinenergie AG als Wasserversorgungsunternehmen in Köln
<b>Standortanalyse Krankenhaus Merheim</b>	Beschreibung vorhandener Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung im Krankenhaus	Experteninterview	Technischer Leiter des Krankenhauses
<b>Standortanalyse Krankenhaus Merheim</b>	Räumliche Lage des Krankenhauses	Dokumentenanalyse	Geografisches Kartenmaterial, dass von der Stadt Köln

### 3. Methodikkonzept

Schritt	Benötigte Daten	Ermittlung/Method	Datenquelle
			und dem Krankenhaus bezogen wird
<b>Standortanalyse Krankenhaus Merheim</b>	Versorgungsbereich des Krankenhauses	Recherche oder Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ärztlicher Leiter des Krankenhauses</li> <li>- Öffentliche Informationen des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Standortanalyse Krankenhaus Merheim</b>	Informationen zu Art und Anzahl der Abteilungen/Einrichtungen, die Prozessbausteine darstellen	Recherche oder Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technischer Leiter des Krankenhauses</li> <li>- Öffentliche Informationen des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Kritikalitätsanalyse</b>	Prozessbausteine, die für die Erfüllung des Schutzzieles wichtig sind	Eigene Erarbeitung, die durch Experteninterviews gestützt wird	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technischer Leiter des Krankenhauses</li> <li>- Ärztlicher Leiter des Krankenhauses</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Kritikalitätsanalyse</b>	Anzahl zu versorgender Patienten pro Prozessbaustein (Bedeutung) und deren mögliche Ersetzbarkeit/Evakuierung	Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ärztlicher Leiter des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Kritikalitätsanalyse</b>	Evakuierungszeiten der Stationen	Recherche	Literatur aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik
<b>Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit</b>	Statistische Daten zu vorhergegangenen Ereignissen	Dokumentenanalyse	Literatur aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik
<b>Bestimmung Schadensmaß</b>	Trinkwasserbedarf der kritischen Prozessbausteine im Normal- und Notfallbetrieb	Dokumentenanalyse und Audit, das angepasst nach (CDC und AWWA 2012, S. 12ff.) durchgeführt wird. Recherche in	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachliteratur und State of the Art</li> <li>- Wasserrechnungen</li> </ul>

### 3. Methodikkonzept

Schritt	Benötigte Daten	Ermittlung/Methoden	Datenquelle
		Fachliteratur und aktuellem Stand der Wissenschaft und Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchflussmesser</li> <li>- Technischer Leiter des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung/Aufrechterhaltung des Betriebes</b>	Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus	Dokumentenanalyse und Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Krankenhauseinsatzplan des Krankenhauses</li> <li>- Maßnahmenpläne oder Wasserversicherungsplan der Rheinenergie</li> <li>- Einsatzpläne der Gefahrenabwehr</li> <li>- Vertreter von THW, KatS, FW, WVU</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen</b>	Vorlaufzeiten der Maßnahmen	Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzpläne der Gefahrenabwehr</li> <li>- Vertreter von THW, KatS, FW, WVU</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> </ul>
<b>Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen</b>	Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung	Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter von THW, KatS, FW, WVU</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> <li>- Technischer Leiter des Krankenhauses</li> </ul>

### 3. Methodikkonzept

Schritt	Benötigte Daten	Ermittlung/Methoden	Datenquelle
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herr Exner und Kistemann von dem Hygieneinstitut an der Universitätsklinik Bonn</li> </ul>
<b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen	Dokumentenanalyse/Recherche und Experteninterview	Stärke- und Ausstattungsnachweise und Vertreter der Organisationen und Behörden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- THW</li> <li>- KatS</li> <li>- WVU</li> <li>- Berufsfeuerwehr Köln (Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz der Stadt Köln)</li> <li>- Stadt Köln</li> <li>- Ggf. private Firmen</li> </ul>
<b>Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps</b>	Maßnahmen mit benötigten Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung	Dokumentenanalyse und Experteninterview	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Literatur aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik</li> <li>- Herr Exner und Kistemann von dem Hygieneinstitut an der Universitätsklinik Bonn</li> </ul>

### 3.4 Alternative Methoden

Um die Gefährdung eines Krankenhauses oder das Risiko hinsichtlich einer Gefahr zu bestimmen, gibt es Alternativen zu dem Konzept, das im Vorangegangenen erläutert wurde. Einige Beispiele sollen hier kurz umrissen und erläutert werden, wieso diese Methoden im Rahmen dieser Thesis keine Anwendung finden.

#### 3.4.1. Health Care Failure Mode and Effect Analysis (HFMEA)

Die Methodik der HFMEA wurde von dem United States Department of Veterans Affairs National Center for Patient Safety entwickelt (Faiella et al. 2018, S. 117). Im Deutschen heißt

### 3. Methodikkonzept

FMEA Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse und ist „[...] eine analytische Methode zur vorbeugenden System- und Risikoanalyse. Sie dient dazu, mögliche Schwachstellen zu finden, geeignete Maßnahmen zu ihrer Vermeidung bzw. Entdeckung rechtzeitig einzuleiten, deren Bedeutung zu erkennen und zu bewerten (präventiver Ansatz). Die Methode ist aber auch geeignet, bestehende Produkte oder Prozesse zu verbessern (korrektiver Ansatz)“ (Deutsche Gesellschaft für Qualität 2012, S. 19). Die HFMEA wurde speziell entwickelt, um die Patientensicherheit bei medizinischen Handlungsabläufen so zu optimieren, dass möglichst wenige Patienten durch solche Fehler gefährdet werden (DeRosier et al. 2002, S. 249). In fünf Schritten wird die Verwundbarkeit ermittelt (DeRosier et al. 2002, S. 251ff.):

1. Gegenstand der Analyse wählen
2. Zusammenstellung eines Teams
3. Grafische Beschreibung des Prozesses  
In einem Flussdiagramm werden alle Schritte des Prozesses in chronologischer Reihenfolge aufgezeichnet und nummeriert. Bei jedem Prozessschritt werden jeweils alle Unterprozesse niedergeschrieben, die im Rahmen des Hauptprozesses wichtig sind. Diese Unterprozesse werden dann auch jeweils in chronologische Reihenfolgen gebracht und Abhängigkeiten gekennzeichnet. (DeRosier et al. 2002, S. 253)
4. Durchführung einer Gefahrenanalyse  
Für jeden Unterprozess werden mögliche Fehlerquellen identifiziert, in einer Tabelle aufgeschrieben und deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß ermittelt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß ergeben dann einen sogenannten „Hazard Score“. Als nächstes wird ein Fehlerbaum genutzt, um zu überprüfen, ob eine Fehlerquelle so kritisch ist, dass allein ihr Eintreten zu dem Ausfall des gesamten Prozesses führt, ob die Eintrittswahrscheinlichkeit der das Schadensausmaß durch bestimmte Maßnahmen verringert werden oder ob bestimmte Maßnahmen die Entdeckung von Fehlern erleichtern. (DeRosier et al. 2002, S. 253–254)
5. Gegenmaßnahmen  
Nachdem alle Werte aus Punkt 4 in ein Arbeitsblatt eingetragen wurde, werden diejenigen Prozesse gekennzeichnet, die Maßnahmen zur Risikoreduzierung erfordern. Dabei können die Fehlerquellen durch bestimmte Maßnahmen reduziert, akzeptiert oder komplett ausgeräumt werden. (DeRosier et al. 2002, S. 264)

Der erste und offensichtlichste Grund, der gegen die Auswahl der Methode spricht, ist, dass diese für medizinische Behandlungsprozesse gedacht ist. Jedoch könnte diese natürlich abgewandelt werden. Dabei würden jedoch auch eher die Fehlerquellen für eine Gefahr (hier der Trinkwasserausfall) erhoben, was nicht Gegenstand dieser Thesis sein soll. Zudem scheint diese Art der Analyse nicht so detailliert und ist stark abhängig von der subjektiven Einschätzung, zum Beispiel des Schadensausmaßes oder den eigentlichen Fehlerquellen, einer Vielzahl an verschiedenen Personen. Dadurch ist die Methode in hohem Maße subjektiv (Vélez-Díaz-Pallarés et al. 2013, S. 50) und hängt von Interpretationen ab (Wetterneck et al. 2004, S. 1710).

#### 3.4.2. Hospital Safety Index

Der Hospital Safety Index wurde von der World Health Organization (WHO) und der Pan America Health Organization (PAHO) als kostengünstiges und schnelles Instrument entwickelt, um die Wahrscheinlichkeit auszudrücken, inwieweit ein Krankenhaus während Gefahrenlagen einsatzbereit bleibt (WHO und PAHO 2015, S. 7–8). Durch diesen Ausdruck einer Wahrscheinlichkeit, dem Safety Index, kann geschlussfolgert werden, in welchen Bereichen des Krankenhauses Maßnahmen zu ergreifen sind, um die Sicherheit und Funktionalität des Krankenhauses zu erhöhen (WHO und PAHO 2015, S. 17).

### 3. Methodikkonzept

Innerhalb einer Evaluation werden Checklisten ausgefüllt, die bestimmten Modulen entsprechen. Diese Module gehören jeweils zu einer bestimmten Gefahr. Die Module können einzeln oder alle Module zusammen ausgefüllt werden. Dafür ist es nötig, die betrachteten Bereiche sorgfältig zu begutachten und alles gut zu dokumentieren, was bedeutet, dass jede Frage eines einzelnen Moduls beantwortet werden muss. (WHO und PAHO 2015, S. 24) Die Daten aus den Checklisten werden in ein Rechner-Tool eingegeben und miteinander nach Gewichtung verrechnet, woraus sich der „Safety Index“ ergibt (WHO und PAHO 2015, S. 32–33).

Der „Safety Index“ unterteilt sich in 3 Gruppen (A, B, C), bei denen jeweils erwähnt wird, was als Maßnahme erfolgen sollte. So ist bei einer Bewertung von C davon auszugehen, dass bei einer Exposition bezüglich einer Katastrophe oder Bedrohung die Funktion nicht mehr aufrechterhalten werden kann, weshalb dringend die Sicherheitsmaßnahmen, die baulichen Strukturen und das Krisenmanagement aktualisiert werden sollten. (WHO und PAHO 2015, S. 33)

Die Bearbeitung bzw. Ermittlung des Hospital Safety Index ist darauf ausgelegt, sehr schnell und einfach zu sein. Jedoch werden hier Experten für die Bearbeitung der Module benötigt, die einen hohen Grad an Erfahrung mitbringen (WHO und PAHO 2015, S. 19), wie z.B. in Gebäudestatik. Diese Bearbeitungsschritte dieser Thesis können nicht an andere Personen delegiert werden, weshalb dies ein erstes Ausschlusskriterium für diese Methode ist.

Ein weiteres Ausschlusskriterium ist die Notwendigkeit, alle Punkte eines Modules zu beantworten (WHO und PAHO 2015, S. 37). Das für diese Arbeit interessante Modul ist „Nonstructural Safety“, da dort u.a. das Wasserversorgungssystem und Wasserbevorratung betrachtet wird (WHO und PAHO 2015, S. 80). Jedoch sind dort auch Fragen zu Elementen, wie z.B. die Elektronik (WHO und PAHO 2015, S. 72) oder der Sicherheitszustand der Gebäudearchitektur (WHO und PAHO 2015, S. 62) zu beantworten. Diese zusätzlich zu bearbeitenden Elemente würden zu einem erheblichen Mehraufwand in der Bearbeitung führen, da irrelevanten Daten erhoben werden würden, wie z.B. das elektrische System, das nicht Bestandteil der Betrachtung dieser Arbeit ist.

#### 3.4.3. Health Care Facility Hazard and Vulnerability Analysis und Homeland Security Risk Management Process

Um Krisenmanagementpläne zu entwickeln, die eine Funktionsfähigkeit von Einrichtungen des Gesundheitssektors während Katastrophen aufrechterhalten, sehen auch Gluckman et al. (2016) die Notwendigkeit, zuvor eine Analyse der Verwundbarkeit der Einrichtung bezüglich möglichen Gefahren und den möglichen Bewältigungsmechanismen durchzuführen (Gluckman et al. 2016, S. 136).

Zunächst sollte hierfür ein interdisziplinäres Team die möglichen Gefahren für die Einrichtung begutachten und diese nach deren Relevanz für die Einrichtung bewerten (Gluckman et al. 2016, S. 137). Die Autoren benennen hier das mögliche Schadensausmaß (z.B. Todesopfer) als Risiko einer Gefahr (Gluckman et al. 2016, S. 137), welches qualitativ (z.B. in Form eines Indexes) oder quantitativ (z.B. hoch, mittel, niedrig) angegeben werden kann (Gluckman et al. 2016, S. 138). Im Anschluss soll die erwartete Eintrittswahrscheinlichkeit, z.B. auf Grundlage von historischen Daten, ermittelt werden (Gluckman et al. 2016, S. 138). Die letzte Kenngröße in der Ermittlung ist die „Preparedness“, welche numerisch ausdrücken soll, wie gut eine Einrichtung auf bestimmte Gefahren vorbereitet ist (z.B. durch Krankenseinsatzpläne mit entsprechenden Kapiteln oder technische Einrichtungen) (Gluckman et al. 2016, S. 138).

Ist die Erhebung der drei Kenngrößen (Risiko, Eintrittswahrscheinlichkeit, Preparedness) quantitativ erfolgt, so kann mittels einer Formel der „Weighted Score of Event“ ermittelt werden (Gluckman et al. 2016, S. 138). Dieser ermöglicht, je nach Höhe des Wertes, eine Reihenfolge

## 4. Methodik

festzulegen, für welche Gefahren Maßnahmen etabliert werden müssen, um die Sicherheit der Einrichtung zu erhöhen (Gluckman et al. 2016, S. 141).

Die Methodik der Health Care Facility Hazard and Vulnerability Analysis folgt dem angedachten Prozess des Risikomanagements des Heimatschutzes der Vereinigten Staaten. Denn auch dort wird folgende Reihenfolge empfohlen, um Risiken zu erkennen und Gegenmaßnahmen zu etablieren (Homeland Security 2011, S. 19ff.):

1. Kontext definieren
2. Potentielle Gefahren/Risiken identifizieren
3. Risikoanalyse und -bewertung
4. Maßnahmen entwickeln und etablieren

Betrachtet man diese Methoden im Hinblick auf die Gestaltung der Methodik dieser Arbeit, so wird ersichtlich, dass sich die Vorgehensweisen ähneln. Nur die Benennung der Größen (Risiko= Schadensausmaß) weichen bei der Health Care Facility Hazard and Vulnerability Analysis ab. Die Erkenntnis der Ähnlichkeit der Vorgehensweise erhöht die Validität des eigenen Methodikkonzeptes.

## 4. Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik, die übersichtlich in dem Kapitel „3. Methodikkonzept“ dargestellt wurde, näher beschrieben. Dazu gehören auch die Untermethoden, wie das Experteninterview oder die Dokumentenanalyse. In den jeweiligen Abschnitten sind die Methoden benannt, die Vor- und Nachteile aufgezeigt, um welche Art von Daten es sich handelt und ggf. die Datenqualität (Güte) erläutert. Die Vorgehensweise ist prinzipiell deduktiv, da die Thesen hinsichtlich der Problematik der Trinkwasserversorgung aufgestellt wurden (siehe dazu Abschnitt „1.2 Gegenstand der Arbeit und Forschungsfragen“), welche anhand einer Einzelfallbetrachtung zu bestätigen sind. Es kann jedoch auch möglich sein, dass aus der Einzelfallbetrachtung allgemeine Aussagen entstehen, was in diesen Einzelfällen einer induktiven Vorgehensweise entspräche.

Für eine grafische Darstellung der Bearbeitungsschritte bzw. deren genaue Reihenfolge wird auf das Kapitel „3. Methodikkonzept“ bzw. den „Anhang: Methodikstruktur-Gesamtdiagramm“ hingewiesen.

### 4.1. Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung

Damit Maßnahmen für die Ersatztrinkwasserversorgung in Krisenmanagementkonzepten eingebunden werden können, müssen sie Kriterien erfüllen, die eine Aussage darüber treffen, ob diese für das Krankenhaus Merheim geeignet sind. Überprüft werden alle Maßnahmen, das bedeutet, dass schon geplante, noch nicht geplante und Maßnahmen aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik mit diesen Kriterien bewertet werden. Nicht alle Kriterien sind als Ausschlusskriterium anzusehen, sondern sollen Aussagen darüber treffen, welche Maßnahmen am ehesten geeignet sind, z.B. wenn eine einzelne Maßnahme eine höhere Trinkwasserversorgungskapazität liefert als eine andere. Die geeignetsten Maßnahmen werden dann bevorzugt in die Planung miteinbezogen.

Im Folgenden sollen die einzelnen Kriterien dargestellt werden. Im Anschluss erfolgt eine Übersichtstabelle mit Grenzwerten bzw. Vergleichsmethodik.

#### 4.1.1 Vorlaufzeit

Bestimmte Maßnahmen benötigen eine gewisse Zeit, bis die nötigen Ressourcen am Einsatzort oder die Maßnahmen funktionsbereit sind. Dies wird als Vorlaufzeit bezeichnet. So braucht beispielsweise ein Behandlungsplatz, der 200km entfernt stationiert ist, circa 4,5 Stunden, bis

#### 4. Methodik

er arbeitsfähig ist (Anfahrt plus Aufbau) (Adams et al. 2015b, S. 35) und eine Trinkwasseraufbereitungsanlage benötigt bis zu einem Arbeitstag (DIN 2001-3, S. 35). Erst wenn eine Maßnahme technisch vorhanden und organisatorisch etabliert ist, kann sie die Trinkwasserversorgung ersatzmäßig übernehmen. Jedoch sollte dies nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen, da (wie schon mehrfach beschrieben) lebenswichtige Prozesse von der Trinkwasserversorgung abhängen. Strohmndl et al. (2015) sagen, dass innerhalb von fünf Stunden eine Ersatztrinkwasserversorgung etabliert sein muss (Strohmndl et al. 2015, S. 1367). Das BBK benennt einen Zeitraum von drei Stunden, nach dessen Ablauf eine Evakuierung nötig sei (BBK 2008b, S. 89). Das CDC nennt acht Stunden (CDC und AWWA 2012, S. 20). Jedoch machen die Autoren keine Aussage darüber, woher diese Größe stammt. Daher soll nun eine eigene Zeitangabe durch eine medizinische Betrachtung begründet ermittelt werden:

Eine Sepsis stellt die insgesamt dritthäufigste Todesursache dar (Reinhart et al. 2006, S. 430) und bedarf dringend einer Behandlung auf einer Intensivstation (Wetsch et al. 2014, S. 107). Auf Intensivstationen ist eine Sepsis die zweithäufigste Todesursache (Wetsch et al. 2014, S. 157) (siehe auch Abschnitt 4.2.5 „Kritikalitätsanalyse“ für weitere Angaben zu Sepsis und Intensivstation). Ein akutes Nierenversagen ist eine Komplikation bei 30% aller Intensivpatienten (Geberth und Nowack 2014, S. 6). 50% aller Patienten mit einem septischen Schock erleiden ein akutes Nierenversagen (Schmidt et al. 2010, S. 684) und dieser ist damit die häufigste Ursache für ein akutes Nierenversagen auf einer Intensivstation (Uchino et al. 2004, S. 1671; Silvester et al. 2001, S. 1912).

Die Mortalitätsrate bei einem akuten Nierenversagen, das durch einen septischen Schock bedingt ist, liegt zwischen 70% (Schrier und Wang 2004, S. 159) und 75% (Schmidt et al. 2010, S. 689). Pérez-Fernández et al. (2017) sprechen von einer Rate von 62,9% (Pérez-Fernández et al. 2017, S. 154).

Ein wichtiges Verfahren zur Behandlung bei Nierenversagen ist notfallmäßig die Hämodialyse oder Hämofiltration (Schmidt et al. 2010, S. 694; Geberth und Nowack 2014, S. 7; Oppert 2014, S. 332). Heutzutage wird immer häufiger die Dialyseform der „extended dialysis“ angewendet (Kielstein 2009, S. 230–231). Diese Methode wird auch im Krankenhaus Merheim genutzt, wie in Abbildung 12 ersichtlich ist. Eine Dialyse pro Tag dauert zwischen 3-8 Stunden und findet ungefähr drei Mal die Woche statt (Bagshaw et al. 2008, S. 612; Kielstein 2009, S. 232). Bei der „extended dialysis“ liegt die Dialysezeit zwischen 4-12 Stunden (Fliser und Kielstein 2006, S. 34). Die angewendeten Dialysegeräte verwenden Trinkwasser, das durch eine örtliche Umkehrosmoseanlage gereinigt wird (Fresenius Medical Care 2007, S. 5). Somit ist dieses System von Trinkwasser abhängig.

#### 4. Methodik



Abbildung 12: GENIUS Dialysegerät in der operativen Intensivstation des Krankenhaus Merheim (Quelle: Eigene Fotografie)

Ein akutes Nierenversagen kann im Krankheitsverlauf zu einer Urämie führen (Saner et al. 2015, S. 748). Lai Han et al. (2011) untersuchten die Auswirkungen einer Verringerung der Dialysehäufigkeit bei einer schweren bzw. dialyseindizierten Urämie auf die Mortalitätsrate und fanden heraus, dass bei dem Wegfall einer Dialysebehandlung pro Woche, die Mortalitätsrate um 40,7% ansteigt (Lai Han et al. 2011, S. 815).

Es wird eine 75%-ige Mortalitätsrate und eine Dialysezeit von vier Stunden als schlimmsten Fall angenommen. Dies würde bedeuten, dass pro unbehandelte Minute die Mortalitätsrate um 0,17% ansteigt. Somit beläuft sich die Zeit, bis die Mortalitätsrate einen Wert von 100% erreicht, auf 147 Minuten. Laut Schutzziel sind Todesopfer zu vermeiden, weshalb es einer Behandlung unterhalb der 147 Minuten bedarf.

Somit ist das Kriterium: Vorlaufzeit unter 147 Minuten

Da es ab dieser Zeit zu lebensbedrohlichen Effekten kommen kann, ist dies ein Ausschlusskriterium bei Nichterfüllung.

Die Vorlaufzeiten von Maßnahmen werden im Rahmen der Experteninterviews erhoben.

#### Hinweis:

Anzumerken ist, dass der optimale Zeitpunkt für eine Dialyse und dessen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit bei einem akuten Nierenversagen sehr kontrovers diskutiert wird (Oppert 2014, S. 333; Xu et al. 2017, S. 559). Daher sind die oben ausgeführten Betrachtungen nicht allgemein gültig und aus medizinischer Sicht möglicherweise angreifbar. Insbesondere die Schlussfolgerungen aus der Arbeit von Lai Han et al. (2011) sind mit der Berechnung der Mortalitätssteigerung pro Minute nicht ausreichend beleg- und überprüfbar. Jedoch sind diese vereinfachenden Annahmen dahingegen zielführend, dass sie eine Aussage über eine adäquate Vorlaufzeit von Maßnahmen zur Sicherung der Therapiemöglichkeiten durch eine Ersatztrinkwasserversorgung liefern können.

Zudem ist die Annahme, dass keinerlei Instrumente zum Zeitpunkt des Ausfalles vorhanden sind bzw. mit Dialyseflüssigkeit gefüllt sind, nicht ganz realitätsnah. Es ist davon auszugehen, dass Krankenhäuser noch einige Stunden ihre Funktionsfähigkeit ohne direkte Trinkwasserversorgung aufrechterhalten können. Dies kann durch gelagerte/vorbereitete Instrumente, das Nutzen von Restwasser in den Leitungen oder Reserven an abgepacktem Wasser begründet sein. Jedoch soll hier von dem schlimmsten Fall ausgegangen werden, damit ein Konzept

## 4. Methodik

entwickelt werden kann, das auch bei den widrigsten Umständen angewendet werden kann. Zudem gibt es keine eindeutigen Literaturwerte über die tatsächliche Zeitspanne, die ein Krankenhaus ohne Trinkwasser überstehen kann.

### 4.1.2 Einhaltung der Trinkwasserverordnung

Wie in Kapitel „2. State of the Art“ erwähnt, muss Wasser, das für den menschlichen Gebrauch gedacht ist, den Vorgaben der Trinkwasserverordnung genügen (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 2). Dies ist nötig, damit keine gesundheitsschädlichen Effekte aus Verunreinigungen für den Menschen entstehen (Exner und Kistemann 2004, S. 385).

Genügt das Wasser, das zur Ersatztrinkwasserversorgung herangezogen werden soll, nicht den Ansprüchen der Trinkwasserverordnung oder kann nicht gemäß §11 der Trinkwasserverordnung aufbereitet und desinfiziert werden (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 11), so gilt die Maßnahme als nicht geeignet. Dieses Kriterium ist ein Ausschlusskriterium, da laut Schutzzieldefinition dieser Arbeit keine Menschenleben gefährdet werden sollen. Denn besonders schwer bis sehr schwer immunsupprimierte Patienten sind bei Nichteinhaltung der Trinkwasserverordnung von schweren Infektionen bedroht (KRINKO 2010, S. 366; Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit 2016, S. 19).

Die Möglichkeiten der Einhaltung der Trinkwasserverordnung pro Maßnahme werden im Rahmen der Experteninterviews erhoben.

### 4.1.3 Versorgungskapazität

Eine Maßnahme zur Ersatztrinkwasserversorgung liefert Trinkwasser in bestimmten Mengen/Volumina pro Zeiteinheit. So gibt beispielsweise das THW die Leistungsfähigkeit ihrer mobilen Trinkwasseraufbereitungsanlage mit 15.000 Liter pro Stunde an (THW 2014, S. 163).

Einen Grenzwert für die mögliche Versorgungskapazität festzulegen und diesen als Ausschlusskriterium für eine einzelne Maßnahme festzulegen, ist nicht zielführend, da beispielsweise Tankcluster mehrfach angeschafft werden können. Jedoch kann dieser Wert als Indikator für eine höhere Geeignetheit herangezogen werden, was bedeutet, dass bei einer höheren Versorgungskapazität der einen Maßnahme, diese einer anderen (mit weniger Versorgungskapazität) vorgezogen werden sollte.

Die Erhebung der Daten erfolgt im Rahmen der Experteninterviews und Dokumentenanalysen, wo die Evaluierung der Kapazitäten schon in der Identifikation der geplanten, noch nicht geplanten und Best-Practice Maßnahmen vorgesehen ist.

### 4.1.4 Verfügbarkeit von Versorgungsquellen

Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung benötigten entsprechende Quellen, um Wasser beziehen zu können. Beispiele für Wasserquellen sind das Vorhandensein von Trinkwasser-notbrunnen im Bereich des Krankenhauses (Fischer und Wienand 2015, S. 6–7) oder von Oberflächengewässern (z.B. Seen) (Ozcelik 2017, S. 967). Sind solche Voraussetzungen nicht erfüllt, kann eine Wasserförderung und Verteilung nicht stattfinden. Daher wird im Rahmen der Standortanalyse (durch Dokumentenanalyse) eine solche Verfügbarkeit überprüft.

## 4. Methodik

### 4.1.5 Übersichtstabelle Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit

Tabelle 6: Übersichtstabelle Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit (Eigene Darstellung)

Kriterium-Name	Ausschlusskriterium? (ja/nein)	Grenzwert/Kriterium	Nichterfüllung bei?
Vorlaufzeit	Ja	147 Minuten	Überschreitung
Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Ja	Einhaltung möglich	Keine Einhaltung
Versorgungskapazität	Nein	Leistung in Volumen/Zeit	-
Verfügbarkeit von Versorgungsquellen	Ja	Physische Verfügbarkeit	Keine physische Verfügbarkeit

## 4.2 Risikoanalyse

Gemäß der Methodikstruktur wird hier die Methode der Risikoanalyse näher beschrieben. Risikoanalysen liefern die Grundlage für die weiteren Planungen eines Krisenmanagements, da diese eine „[...] methodisch nachvollziehbare Identifikation und Bewertung relevanter Risiken [...]“ (BBK 2008b, S. 13) ermöglichen (BBK 2008b, S. 13). Der Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass nicht alle Schritte und Berechnungen auf objektiven, sondern subjektiven Kriterien und Einschätzungen beruhen (Renn 1985, S. 114–115).

In einer Methodenbeschreibung soll im Normalfall lediglich das Vorgehen beschrieben und die Ergebnisse in einem separaten Ergebnisteil zusammengestellt werden. Da jedoch einige Informationen für die Untermethoden (Experteninterview und Dokumentenanalyse) notwendig sind, werden manche Parameter schon hier definiert. Diese Definitionen finden in folgenden Unterpunkten statt:

- Abgrenzung des Untersuchungsgebietes  
Um den Experten im Interview konkrete Fragen zu einem Bezugsobjekt stellen und diese identifizieren zu können, ist eine Vorauswahl des Untersuchungsgebietes notwendig. Nur so können konkrete Ergebnisse für die Aufgabenstellung gewonnen werden und die Experten relevante Dokumente zur Verfügung stellen.
- Definition Schutzziel  
Damit die Experten nur solche Antworten geben, die eine Erfüllung des Schutzzieles betreffen, muss dieses Schutzziel bekannt sein. Die Antworten würden sich vermutlich stark unterscheiden, z.B. wenn das Schutzziel einmal die Aufrechterhaltung von Leben ist und ein anderes Mal die Aufrechterhaltung aller Funktionen des Krankenhauses.
- Art der Gefahr und Szenarioentwicklung  
Den Experten muss klar sein, zu welcher Art von Gefahr und welchen Rahmenbedingungen sie sich äußern. Da es in dieser Arbeit um den Ausfall von Trinkwasser geht, sollten Fragen zu anderen Infrastrukturen vermieden werden. Zudem muss deutlich gemacht werden, dass es sich um eine begrenzte und keine Flächenlage handelt, da sonst, insbesondere bei den vorhandenen Bewältigungskapazitäten, mit abweichenden Angaben zu rechnen ist.
- Festlegung Schutzgut und Schadensparameter  
Damit eine Methodik für die Erhebung des Schadensausmaßes möglich wird, müssen zunächst das Schutzgut und die Schadensparameter feststehen. Dies ist hier insbesondere der Fall, da das mögliche Ausmaß des Schadens durch eine Dokumentenanalyse und Experteninterviews erhoben wird.

## 4. Methodik

### 4.2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Um eine bessere Bearbeitbarkeit der Risikoanalyse und der Entwicklung eines Krisenmanagementkonzeptes zu gewährleisten, wird das Untersuchungsgebiet eingegrenzt (BBK 2008b, S. 26).

Im Rahmen dieser Ausarbeitung wird das Krankenhaus Merheim im Köln untersucht. Dabei wird eine weitere Abgrenzung durchgeführt: Betrachtet wird nur das *Haupthaus des Klinikums*. Dies entspricht den Gebäudeteilen 20, 20a und 20b. Die Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200 in 51109 Köln.



Abbildung 13: Gebäudeübersicht Krankenhaus Merheim (Quelle: Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017a, S. 2))

### 4.2.2 Standortanalyse

Für eine Standortanalyse sind viele Faktoren von Bedeutung. Im Folgenden werden diese Punkte kurz dargestellt und aufgezeigt, durch welche Methode diese durchgeführt werden.

#### Beschreibung der Wasserversorgung und der Redundanzen des Krankenhauses Merheim

Die Versorgungssituation mit Trinkwasser zum Zeitpunkt der Untersuchung soll herausgearbeitet werden (BBK 2016, S. 34). Dies beinhaltet auch alle Redundanzen auf dem Gelände, wie z.B. Wassertanks, zu erheben. Dies ist wichtig, um einen Soll-Ist-Vergleich und eine Verwundbarkeitsanalyse durchzuführen.

## 4. Methodik

Durchgeführt wird diese Analyse durch die Untermethode des Experteninterviews bzw. durch die Dokumentenanalyse der durch Experten zur Verfügung gestellten Materialien. Für die Erhebung mitsamt der Beschreibung der erwarteten Daten wird auf die Kapitel „4.3 Experteninterview“ und „4.4 Dokumentenanalyse“ verwiesen.

### Räumliche Lage des Krankenhauses

Die räumliche Lage beinhaltet Angaben zu der natürlichen Umgebung, den nahegelegenen Gewässern, dem Straßennetz, der Topographie und der Lage in Relation zu der zugehörigen Stadt (BBK 2008b, S. 27). Diese Erhebung erfolgt durch die Dokumentenanalyse von Kartenmaterialien. Für deren Durchführung wird auf den Abschnitt „4.4 Dokumentenanalyse“ verwiesen, in dem auch die erwartete Detailtiefe und mögliche Quellen abgebildet sind.

### Versorgungsbereich des Krankenhauses

Zu dem Versorgungsbereich eines Krankenhauses zählen die Patientenzahlen bzw. die Anzahl an Betten des Krankenhauses und der Radius um das Krankenhaus bzw. das Gebiet aus dem die Patienten hauptsächlich kommen (BBK 2008b, S. 27). Die Erhebung erfolgt im Rahmen des Experteninterviews (siehe Abschnitt „4.3 Experteninterview“) und ggf. einer Literaturrecherche für den Fall, dass keine ausreichenden Ergebnisse gewonnen werden konnten.

### Bildung von Prozessbausteinen für Kritikalitätsanalyse

Prozessbausteine sind hier Komponenten eines Krankenhauses, die „[...]immer wieder von unterschiedlichen Prozessen genutzt werden“ (BBK 2008b, S. 28). Diese Prozessbausteine sind mitsamt ihren Aufgaben, Komponenten und Abhängigkeiten zu beschreiben (BBK 2008b, S. 31). Prozessbausteine eines Krankenhauses können z.B. sein: Notaufnahme, Intensivstation, Bettenstation, Labor, Cafeteria, Apotheke usw. (BBK 2008b, S. 30). Erhoben werden nur die Prozessbausteine, die auch in dem Untersuchungsgebiet liegen oder von denen eine Funktion eines Prozessbausteines im Untersuchungsgebiet wesentlich abhängt.

Die Erhebung erfolgt im Rahmen der Experteninterviews, weshalb auf Abschnitt „4.3 Experteninterview“ verwiesen wird.

### **4.2.3 Definition Schutzziel**

Schutzziele beschreiben einen anzustrebenden Sollzustand, der durch effektives Risiko- und Krisenmanagement herbeigeführt werden soll (BMI 2011, S. 13, 2005, S. 53). Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe beschreibt ein Schutzziel als „angestrebter Zustand eines Schutzgutes, der bei einem Ereignis erhalten bleiben soll“ (BBK 2013, S. 25). Somit sind bei einem aktuell niedrigen Schutzniveau Maßnahmen umzusetzen, die zu einer Erfüllung des Schutzzieles führen (Lauwe und Mayer 2017, S. 136). Das Schutzniveau kann in dieser Ausarbeitung als die geplanten Maßnahmen/Kapazitäten der Ersatztrinkwasserversorgung interpretiert werden. Eine Identifizierung von Lücken in dem Soll-Ist-Vergleich dieser Thematik führt somit zu einer Notwendigkeit der Neukonzeption/Überarbeitung des Krisenmanagements.

Die Entwicklung des Schutzzieles für dieses Theses soll nach dem Top-Down-Prinzip geschehen, was bedeutet, dass zunächst mit hohem Abstraktionsgrad gearbeitet wird und dann eine schrittweise Konkretisierung erfolgt (Müller-Stewens o.J.).

Wie schon im Zuge der Einleitung erwähnt, sind Krankenhäuser Kritische Infrastrukturen. Bei einer Beeinträchtigung oder einem Ausfall von Kritischen Infrastrukturen kann es u.a. zu Versorgungsengpässen und damit zu dramatischen Folgen für die Gesamtgesellschaft kommen (BMI 2009, S. 3). Im Bereich des Krankenhauses ist der Versorgungsengpass hinsichtlich der Gesundheitsversorgung bzw. von Gesundheitsdienstleistungen zu befürchten (BBK 2008b, S. 6). Diese Versorgung oder Dienstleistungen beinhalten Maßnahmen, die auf die Erkennung von

## 4. Methodik

Krankheiten, deren Linderung, Abwehr einer Verschlimmerung oder eine Heilung abzielen (Deutscher Bundestag 01.01.1989, § 107). Eine Krankheit wird laut einer Rechtsprechung des Bundessozialgerichtes (BSG) als ein „[...] regelwidriger Körper- oder Geisteszustand angesehen, der ärztlicher Behandlung bedarf oder - zugleich oder ausschließlich - Arbeitsunfähigkeit zur Folge hat“ (Bundessozialgericht, Urteil vom 20.10.1972). Somit wäre das ungünstigste Stadium einer Krankheit der Tod. Dies zeigt sich z.B. bei der Betrachtung einer Sepsis („komplexe systemische inflammatorische Wirtsreaktion auf eine Infektion“ (Reinhart et al. 2006, S. 431)), die einer Behandlung auf einer Intensivstation bedarf (Wetsch et al. 2014, S. 107), und an dritter Stelle der häufigsten Todesursachen steht (Reinhart et al. 2006, S. 430) und die am häufigsten vorkommende Todesursache auf Intensivstationen ist (Wetsch et al. 2014, S. 157). Somit kann das Minimalziel der Gesundheitsversorgung auf die Verhinderung von Todesopfern definiert werden.

Ein Krankenhaus kann sich in Sonderfällen bei der Leitstelle des Rettungsdienstes abmelden, um keine weiteren Notfallpatienten mehr zu erhalten (Ries und Christ 2015, S. 593). Dies ist dann der Fall, wenn die Leistungsfähigkeit des Krankenhauses maßgeblich beeinträchtigt ist (siehe hierzu z.B. Baden-Württemberg (20.10.2007, § 28)), was bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung angenommen werden kann. Dies entbindet das Krankenhaus zwar nicht von der Erstversorgung und Untersuchung eines eintreffenden Schwerstverletzten vor einer Weiterverlegung (Oberlandesgericht Köln, Urteil vom 19.07.1957). Da jedoch in dieser Thesis die Eingrenzung vorgenommen wurde, dass keine Flächenlage vorliegt, so kann die Annahme getroffen werden, dass die Notaufnahme eventuell nicht betrieben werden muss, da andere Kliniken mit Notaufnahmen die betroffenen Patienten aufnehmen können. Ist die Notaufnahme aber der einzige Anlaufpunkt für beispielsweise Polytraumapatienten, so müsste sie trotzdem eingeschränkt funktionsfähig bleiben.

Kann das Krankenhaus seinen Versorgungsauftrag nicht mehr erfüllen, was auch bei dem Ausfall der Wasserversorgung der Fall ist, so kann eine Evakuierung durchgeführt bzw. angeordnet werden (HSM 2007, S. 128–129). Die Patienten könnten dann von anderen Krankenhäusern übernommen werden. Die Aufnahmebereitschaft und -kapazität wird vereinfachend angenommen. Somit müssten entsprechende Abteilungen des Krankenhauses nicht mehr mit Trinkwasser versorgt werden. Jedoch müssen auch Aspekte der Versorgung von z.B. intensivpflichtigen Patienten während einer Evakuierung und Verlegung (z.B. hohe Abhängigkeit von lebenserhaltenden medizinischen Geräten (Münger 2015)), sowie die benötigte Zeit für die Evakuierung berücksichtigt werden. Diese Kriterien werden zur Bewertung der Kritikalität benötigt und werden daher in die Kriterien der Kritikalitätsanalyse einfließen. Zur genaueren Betrachtung und Herleitung der Kriterien wird auf den Abschnitt „4.2.5 Kritikalitätsanalyse“ verwiesen.

Zusammengefasst kann das operationalisierte **Schutzziel** wie folgt definiert werden:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

### 4.2.4 Festlegung Schutzgut und Schadensparameter

Schutzgüter sind Güter, die vor Schaden zu bewahren sind, wie z.B. Gesundheit, Eigentum oder der Mensch (BBK 2015, S. 16, 2010, S. 60). Damit die Auswirkung bzw. das Schadensmaß mess- und vergleichbar ist, müssen für die Schutzgüter sogenannte Schadenspara-

#### 4. Methodik

meter definiert werden (BBK 2010, S. 29). Schadensparameter können z.B. sein: Tote, Verletzte, politische Auswirkungen, Dauer der Unterbrechung der Stromversorgung (BBK 2015, S. 49–53). Mithilfe dieser Schadensparameter lässt sich also das Schadensausmaß beziffern.

Das Schutzgut dieser Arbeit ist der *Mensch*, dessen Schutz im Bevölkerungsschutz eine zentrale Rolle einnimmt (BBK 2015, S. 16). Der Schadensparameter ist die *Unterbrechung des Trinkwassers mit dem dazugehörigen Trinkwasserbedarf* des Krankenhauses. Der Trinkwasserbedarf wird im Rahmen der Experteninterviews (siehe Abschnitt „Audit zum Trinkwasserbedarf“) und der Dokumentenanalysen (siehe Abschnitt „4.4 Dokumentenanalyse“) erhoben.

##### 4.2.5 Kritikalitätsanalyse

Laut BMI ist die Kritikalität ein „[...] relatives Maß für die Bedeutsamkeit einer Infrastruktur in Bezug auf die Konsequenzen, die eine Störung oder ein Funktionsausfall für die Versorgungssicherheit der Gesellschaft mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen hat.“ (BMI 2009, S. 5). Laut Luijff et al. (2003) ist sie das Niveau, dass eine Kritische Infrastruktur zur Erhaltung der Sicherheit und Ordnung, der Wirtschaft, des Rechts, sowie der öffentlichen Gesundheit und der Umwelt inne hat (Luijff et al. 2003, S. 7). Sie sagt etwas über die erwarteten Auswirkungen eines Ausfalls eines Prozesses aus (Giovinazzi et al. 2016, S. 335). Durch eine Kritikalitätsanalyse werden Prozesse oder anderen Infrastrukturen auf ihr Kritikalitätsniveau untersucht, um Gefahren oder Verwundbarkeiten zu ermitteln (Theoharidou et al. 2009, S. 40).

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Kritikalitätsanalyse dazu dienen, alle Prozesse bzw. Prozessbausteine des Krankenhauses Merheim mit Bedeutung zur Erfüllung des Schutzzieles zu evaluieren. Sind die betrachteten Prozesse/Abteilungen hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles irrelevant, so wird diesen eine niedriges Kritikalitätsniveau zugeordnet. Bei hoher Relevanz für die Erfüllung des Schutzzieles ergibt sich dementsprechend eine hohe Kritikalitätsstufe. Nur Prozesse/Prozessbausteine/Bereiche mit hoher Kritikalität werden in die weiteren Betrachtungen einbezogen.

Die Berechnung bzw. Ermittlung der Kritikalität erfolgt in zwei Stufen, angelehnt an das Dokument des DVGW-Technologiezentrum Wasser (2014, S. 64), wobei eigene Faktoren, Merkmale und Berechnungen anhand von eigenen Überlegungen und Betrachtung der Methode von Theoharidou et al. (2009) erarbeitet wurden (siehe dazu auch Kapitel 3. Methodikkonzept“). Im ersten Schritt wird der Faktor für die Bedeutung des Gesamtobjektes  $K_B$  also des Krankenhauses an sich ermittelt (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 65). Dafür werden für das Krankenhaus die Patienten- bzw. Bettenzahlen und die Krankenhausklassifikation für die Ermittlung der Werte für die Faktoren in Tabelle 7 bestimmt. Die Regelbasis in Tabelle 8 bestimmt dann, welcher Wert für  $K_B$  als Ergebnis angenommen wird.

In dem Dokument des DVGW-Technologiezentrums Wasser werden noch die Faktoren „Zugänglichkeit technischer Unterlagen“ (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 66) und die „Allgemeine Sicherheitslage aus Sicht der zuständigen Polizei“ (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 67) hinzugenommen. Da im Rahmen dieser Arbeit jedoch keine Gefahr durch Terrorismus betrachtet werden soll, wird auf diese Faktoren verzichtet.

Tabelle 7: Kritikalitätsanalyse - Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes (Eigene Darstellung)

$K_B E$	Merkmale	Ergebnis
$K_B E_1$	Patienten/Betten>600	Ja/nein
$K_B E_2$	Krankenhaus der Maximalversorgung	Ja/nein

#### 4. Methodik

Zu Tabelle 7:

Die Angabe, dass die Anzahl der Patienten bzw. Betten größer als 600 sein soll, um ein Ja für den Faktor K\_B\_E\_1 zu erhalten, ist davon abgeleitet, dass ab 600 Betten ein Krankenhaus als Großkrankenhaus gilt (Blum 2017, S. 24). Diese Daten werden durch Experteninterviews (siehe Kapitel 4.3 Experteninterview“) und Recherchen erhoben.

Krankenhäuser mit einer Vielzahl an Fachabteilungen und der Verpflichtung zur Beteiligung an der Notfallversorgung gelten als Krankenhaus der Maximalversorgung (Eichhorn 1974, S. 98ff.) und sind daher von besonderer Bedeutung für die öffentliche Gesundheitsversorgung. Somit ist ein Ja bei dem Faktor K\_B\_E\_2 bei dieser Krankenhausklassifikation begründet.

Durch die Regelbasen in Tabelle 8 kann dann der Wert für K\_B abgelesen werden.

Tabelle 8: Kritikalitätsanalyse - Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes Regelbasis (Eigene Darstellung)

K_B	Regelbasis
1	K_B_E_1 = nein und K_B_E_2=nein
2	K_B_E_1 = ja und K_B_E_2=nein
3	K_B_E_1 = ja und K_B_E_2=ja

Als zweiter Schritt erfolgt die prozessbezogene Kritikalität (DVGW-Technologiezentrum Wasser 2014, S. 67) für jede Abteilung bzw. jede Einrichtung innerhalb des Krankenhauses. Zunächst erfolgt die Bewertung der Schwere der Beeinträchtigung (S\_V) nach Tabelle 9. Die Schwere der Beeinträchtigung ist nach Theoharidou et al. (2009, S. 43) ein wesentlicher Bestandteil der Ermittlung der Kritikalität und kann auch als Maß für die Qualität des gelieferten Dienstes angesehen werden (Fekete 2011, S. 19).

Tabelle 9: Kritikalitätsanalyse - Faktor Schwere der Beeinträchtigung (Eigene Darstellung)

S_V (Severity)	Merkmale
0	Keine unmittelbaren lebensbedrohlichen Effekte
2	Unmittelbare lebensbedrohliche Effekte

Wenn es aufgrund von Ausfällen der internen Infrastruktur zu lebensbedrohlichen Effekten kommt, kann davon ausgegangen werden, dass der Versorgungsauftrag des Krankenhauses nicht erfüllt wird, also die Qualität mangelhaft ist. Somit wird der Faktor S\_V beim Eintreten solcher Effekte mit 2 bewertet.

Die Einschätzung der Schwere der Beeinträchtigung wird anhand von Experteninterviews ermittelt, weshalb auf den Abschnitt 4.3 Experteninterview“ verwiesen wird.

Das definierte Schutzziel dieser Arbeit besagt, dass keine Todesfälle von Patienten aufgrund des Ausfalles von der Trinkwasserversorgung vorkommen sollen. Falls solche Auswirkungen zu befürchten sind, so sind solchen Fällen hohen Kritikalitätsstufen zuzuordnen (BBK 2008b, S. 38). Dadurch sind jedoch auch alle Prozesse, die beim Ausfall der Trinkwasserversorgung keine lebensgefährdenden Effekte aufweisen, nicht in die Kritikalitätsanalyse einzubeziehen. Daher wird der Faktor S\_X eingeführt, der nach Tabelle 10 ermittelt wird.

#### 4. Methodik

Tabelle 10: Kritikalitätsanalyse - Korrekturfaktor S\_X (Eigene Darstellung)

S_V	S_X
0	0,01
2	1

Der Umfang der Beeinträchtigung (S\_C) ist zu verstehen als Anzahl der betroffenen Personen (Theoharidou et al. 2009, S. 42) oder auch als „Critical Proportion“ (Fekete 2011, S. 18). Der Wert für diesen Faktor wird nach Tabelle 11 ermittelt. Die Zahl 20 in den Merkmalen ergibt sich aus der durchschnittlichen Bettenzahl einer Intensivstation (Blum 2017, S. 25). Auf Intensivstationen erfolgt eine Behandlung bei drohendem oder akuten Ausfall von lebenswichtigen Organen (Hinkelbein et al. 2014, S. 107) und sie sind somit als essentiell für die Erfüllung des Schutzzieles anzusehen. Bei einer Patientenzahl von Null kann davon ausgegangen werden, dass keine Leben gefährdet sein können, weshalb S\_X einen Wert von Null erhält.

Die Anzahl der Patienten/Betten pro Bereich wird anhand von Experteninterviews ermittelt, weshalb auf den Abschnitt „4.3 Experteninterview“ verwiesen wird.

Tabelle 11: Kritikalitätsanalyse - Faktor Umfang der Beeinträchtigung (Eigene Darstellung)

S_C (Scope)	Merkmale
0	0 Patienten pro Station/Bereich
2	<20 Patienten pro Station/Bereich
4	≥20 Patienten pro Station/Bereich

Die Zeit T kann die Zeit bis zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit oder die Expositionszeit hinsichtlich einer Gefahr sein (Theoharidou et al. 2009, S. 45). Ebenfalls möglich ist die Zeit bis zum Eintreten eines Ereignisses oder eine Tageszeit bzw. ein Datum (Fekete 2011, S. 18–19). Da in dieser Ausarbeitung alle Prozesse/Einrichtungen zur gleichen Zeit betroffen sein sollen und der Eintritt sofort, also ohne Vorwarnung, erfolgt, wird T als konstant mit dem Wert 0 angenommen (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Kritikalitätsanalyse - Zeit T (Eigene Darstellung)

T (Time)	Merkmale
0	Konstant

Laut Schutzzieldefinition können Patienten evakuiert oder verlegt werden und somit ist die Kritikalität für diese Bereiche niedriger einzustufen. Dies gilt ebenfalls für eine organisatorische oder technische Ersetzbarkeit des Prozesses. Auf Grundlage dieser Annahmen erfolgt die Ermittlung des Faktors E\_0 mit Bezug auf die Regelbasen in den Tabellen 13 bis 15.

Tabelle 13: Kritikalitätsanalyse - Faktor E\_0 Komponenten (Eigene Darstellung)

E_0 (Evakuierung/Ersetzbarkeit)	Merkmal	Ergebnis
E-1	Ersetzbarkeit	Ja/nein
E-2	Evakuierung zeitlich möglich	Ja/nein

Die Einschätzung der Ersetzbarkeit wird anhand von Experteninterviews ermittelt, weshalb auch auf den Abschnitt „4.3 Experteninterview“ verwiesen wird. Ersetzbar bedeutet, dass die Experten der Meinung sind, dass die Funktion des Prozessbausteines anderweitig übernommen oder z.B. Notaufnahmen bei der Leitstelle abgemeldet werden können (siehe dafür auch „4.2.3 Definition Schutzziel“).

#### 4. Methodik

Tabelle 14: Kritikalitätsanalyse - Faktor E\_0, Ermittlung E-2 (Eigene Darstellung)

E-2 Ergebnis	Evakuierungszeit des Bereiches	Erwartete Detailtiefe der Rechercheergebnisse
Ja	<147 Minuten	Zeit in Minuten
Nein	>147 Minuten	Zeit in Minuten

Eine Evakuierung gilt dann als zeitlich möglich (E-2 =ja), wenn die Evakuierungszeit unterhalb des Grenzwertes der Vorlaufzeit ist, die als Kriterium in Abschnitt „4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“ definiert wurde. Zudem kann dieser Wert durch eine Sonderregelbasis zu „nein“ gewandelt werden, falls eine Evakuierung unlogisch erscheint. Dies kann beispielsweise bei laufenden Operationen oder dem Transport von intensivpflichtigen Patienten im kritischen Zustand der Fall sein, wo ein unmittelbarer Abtransport eines Patienten kontraindiziert ist. Außerdem können starke Abhängigkeiten dazu führen, dass bestimmte Prozessbausteine funktionsfähig bleiben müssen, damit andere kritische Prozessbausteine funktionsfähig bleiben.

Die Ermittlung der jeweiligen Evakuierungszeiten erfolgt anhand von Literaturrecherchen in aktuellen wissenschaftlichen Studien.

Tabelle 15: Kritikalitätsanalyse - Faktor E\_0 Regelbasis und Bewertung (XOR= exklusives Oder) (Eigene Darstellung)

E_0	Regelbasis
1	E-1=ja und E-2 =ja
2	E-1=ja XOR E-2=ja
3	E-2=nein und E-2=nein

Tabelle 16: Kritikalitätsanalyse - Korrekturfaktor E\_X (Eigene Darstellung)

E_0	E_X
1	0,01
2	0,5
3	1

Die niedrigen Werte 0,01 oder 0,5 in der Tabelle 16 ermöglichen, dass keine Prozesse oder Bereiche in der Betrachtung bleiben, die hinsichtlich des Schutzzieles irrelevant sind. Dies bedeutet, dass z.B. technisch ersetzbare Prozesse als wenig kritisch eingestuft werden.

Die Berechnung der Bedeutung des Krankenhauses K(V) erfolgt anhand der Formel (1) (Maximalwert für das Ergebnis ist 5, was die Bedeutung des Krankenhauses gemäß Tabelle 17 widerspiegelt):

$$K(V) = \frac{5}{3} \cdot K_B \quad (1)$$

Die Berechnung der Kritikalitätsstufe wird durch Formel (2) und der Einteilung nach Tabelle 17 durchgeführt. Der Maximalwert für K(0) beläuft sich auf 5,6.

$$K(0) = \frac{2}{5} \cdot ((S_C + T + E_0 + K(V) + S_V) \cdot S_X \cdot E_X) \quad (2)$$

#### 4. Methodik

Tabelle 17: Kritikalitätsanalyse - Einteilung Kritikalitätsstufen (Eigene Darstellung)

K(O)	Kritikalitätsstufe
$4 < K$	5 sehr kritisch
$3 < K \leq 4$	4 kritisch
$2 < K \leq 3$	3 mittel kritisch
$1 < K \leq 2$	2 leicht kritisch
$K \leq 1$	1 unkritisch

Ab einer Kritikalitätsstufe von 4 werden die Bereiche/Prozesse in den weiteren Analyseschritten weiterführend betrachtet.

##### Beispielrechnung Kritikalitätsanalyse

Das Krankenhaus hat unter 600 Betten und ist kein Krankenhaus der Maximalversorgung. Daher ist:

$K_{B\_E\_1} = \text{nein}$  und  $K_{B\_E\_2} = \text{nein}$

Somit ergibt sich nach Tabelle 8:

$K_B = 1$

Es wird nun eine Station betrachtet, bei der Experten sagen, dass ein Ausfall der Trinkwasserversorgung zu lebensbedrohlichen Effekten führen kann. Daher ergibt sich nach Tabelle 9 und nach Tabelle 10:

$S_V = 2 \rightarrow S_X = 1$

Auf der Station sind zurzeit 10 Patienten untergebracht. Daher folgt nach Tabelle 11:

$S_C = 2$

Nach Tabelle 12 ergibt sich für die Zeit T:

$T = 0$

Die Ersetzbarkeit wird als nicht gegeben angesehen und eine Evakuierung ist nicht innerhalb des Zeitrahmens möglich. Daher ergibt sich:

$E_1 = \text{nein}$

$E_2 = \text{nein}$

Nach Tabelle 15 erreicht  $E_0$  also folgenden Wert:

$E_0 = 3$

$E_X$  resultiert gemäß Tabelle 16 zu:

$E_X = 1$

Die Gesamtbedeutung  $K(V)$  ergibt somit nach Formel (1):

$K(V) = 1,667$

Die Kritikalitätsstufe ergibt sich aus Formel (2) und Tabelle 17:

$K(O) = 3,47 \rightarrow \text{Stufe 4 (kritisch)}$

## 4. Methodik

Es wird darauf hingewiesen, dass Kritikalitätsanalysen stets viele Annahmen und Vereinfachungen benötigen (Fekete 2011, S. 17), die auch hier getroffen werden und sich somit ggf. von anderen Berechnungsmethoden unterscheiden. So kann beispielsweise nach White et al. (2016) die Kritikalität auch aus Konsequenzen in drei Ordnungen berechnet werden, wobei unter anderem die Größen „Verluste“ und „Verletzungen“ pro Einheit, „Kollateralschäden“, „Wirtschaftliche Verluste“ und „Reputation“ in die Berechnungen eingehen (White et al. 2016, S. 33–34).

### 4.2.6 Art der Gefahr

Im normalen Verlauf einer Risikoanalyse wird eine Gefährdungsanalyse durchgeführt, bei der alle möglichen Gefahren für das Krankenhaus ermittelt werden (BBK 2008b, S. 41, 2016, S. 36). Da in dieser Master-Thesis jedoch der Ausfall der Trinkwasserversorgung betrachtet wird, ist dies auch die zu betrachtende Gefahr. Wie schon in Kapitel 3. Methodikkonzept“ erwähnt, soll diese Annahme der Gefahr begründet sein. Da dies schon durch Verweise auf nationale und internationale Literatur, sowie durch Nennung von Fallbeispielen in dem Abschnitt 1.1 Relevanz des Themas“ geschieht, soll dies hier nicht erneut aufgezeigt werden.

### 4.2.7 Szenarioentwicklung

In diesem Abschnitt soll nun das Szenario entwickelt werden. Wie schon in 1.2 Gegenstand der Arbeit und Forschungsfragen“ erwähnt, soll hier keine Ursachenforschung erfolgen, weshalb der Grund für den Trinkwasserausfall eine untergeordnete Rolle spielt. Die Art der Gefahr wurde im vorherigen Abschnitt festgelegt.

#### *Exposition*

Die Frage nach der Exposition kann folgendermaßen gestellt werden: „Welche Prozesse, Teilprozesse und Risikoelemente können betroffen sein?“ (BMI 2011, S. 17).

Diese Frage beantwortet das BBK bei einem möglichen Trinkwasserausfall mit: Die gesamte Einrichtung (BBK 2008b, S. 42). Somit ist dies hier *das gesamte Untersuchungsgebiet* mit allen Prozessen und Prozessbausteinen.

#### *Referenzereignisse*

Um eine Nachvollziehbarkeit des Szenarios zu erreichen, ist eine Bezugnahme bzw. Darstellung von ähnlichen Ereignissen anzuraten (BBK 2015, S. 43). Dies ist im Rahmen dieser Arbeit schon in der Einleitung und in State of the Art geschehen. Daher soll in Tabelle 18 nur ein beispielhafter Auszug gegeben werden.

Tabelle 18: Szenarioerstellung: Beispiele von Referenzereignissen

Jahr	Ereignisort	Dauer des Ausfalls
1996-2014	Diverse Orte in den Vereinigten Staaten	6-264 Stunden (Piratla et al. 2015, S. 729–731). Durchschnitt: 85,55 Stunden
2000	Vereinigte Staaten	2 ½ Tage (Welter et al. 2013, S. 6)
2010	Lübeck	Mehrere Stunden (Lüdemann 2010)
2011	Japan	1-133 Tage Median bei 3 tagen (Matsumura et al. 2015, S. 195)
2017	Bremerhaven	Mehrere Stunden (Hellmers 2017)

## 4. Methodik

### Intensität

Die Intensität ist das angenommene Störungspotential eines Szenarios bzw. dessen Ausmaß (BMI 2011, S. 17; BBK 2016, S. 37).

In dieser Arbeit ist die Intensität wie folgt angenommen: Es besteht ein *Totalausfall der Trinkwasserversorgung des Untersuchungsgebietes und bei dessen Abhängigkeiten*. Es ist also keinerlei Wasserzufuhr mehr vorhanden, auch nicht aus dem Versorgungsnetz, das durch eine Verbundleitung zugeschaltet werden könnte. Eine Reparatur der normalen Infrastruktur ist nicht sofort möglich.

Es liegt *keine Flächenlage* vor, was bedeutet, dass keine anderen Krankenhäuser oder sonstige Gebiete betroffen sind. Dies stellt sicher, dass alle Einsatzkräfte und sonstige Ressourcen nicht anderweitig gebunden sind und es zu keinen Allokationsproblemen kommt.

### Dauer

Die Herleitung der angenommenen zeitlichen Ausdehnung des Ereignisses wird anhand der Referenzereignisse getätigt.

Aus der Betrachtung in Tabelle 18 wird eine *Ausfalldauer von drei Tagen (72 Stunden)* angenommen.

### Vorwarnung

Die Angabe der möglichen Vorwarnzeit gibt Aufschluss darüber, ob ein Ereignis erwartet wurde und sich somit von den entsprechenden Institutionen/Organisationen vorbereitet werden konnte (BBK 2015, S. 42–43). Eine Früherkennung würde erhebliche Vorteile hinsichtlich der Vorlaufzeiten bringen.

In diesem Szenario gibt es keine Vorwarnung. Das Ereignis tritt *unmittelbar* ein.

### Wann, Wo, Warum

Wie schon erwähnt, wird hier das „Warum“ nicht weiter betrachtet. Es ist jedoch erneut festzuhalten, dass keine Kontamination zu dem Ausfall geführt hat. Das „Wo“ wurde schon mit der Betrachtung des Untersuchungsgebietes und dessen Abhängigkeiten beantwortet.

Als Zeitpunkt wird hier ein Wochentag, z.B. Montag, angenommen, da dort die meisten Operationen stattfinden (Beck 2016, S. 37) und somit angenommen werden kann, dass alle Bereiche/Prozesse des Krankenhauses aktiv sind. Klimatisch ist ein durchschnittlicher Wert anzustreben, da bei besonders warmen oder kalten Temperaturen, weitere assoziierte Problematiken anzunehmen sind. Die Durchschnittstemperatur in Nordrhein-Westfalen lag im Jahr 2017 bei 10,3°C (Deutscher Wetterdienst 29.12.2017, S. 3).

Tabelle 19: Übersicht Szenario (Eigene Darstellung)

Angabe	Wert
Art der Gefahr	Trinkwasserausfall
Exposition	Das gesamte Untersuchungsgebiet mit allen Prozessen und Abhängigkeiten
Intensität	Totalausfall der Trinkwasserversorgung des Untersuchungsgebietes und von dessen Abhängigkeiten. Keine Flächenlage.
Dauer	3 Tage (72 Stunden)
Vorwarnung	Keine
Wann	Montag bei 10,3°C
Wo	Krankenhaus Merheim Gebäude 20, 20a und 20b mit zusätzlichen Prozessen, von denen diese abhängen.
Warum	Keine Kontamination, ansonsten unbestimmt.

## 4. Methodik

### 4.2.8 Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit (oder auch Plausibilität (BBK 2015, S. 45)) für ein Ereignis ist definiert als die Wahrscheinlichkeit, dass die angenommene Gefahr in Zukunft eintritt (FEMA 2017, S. 11). Dabei ist zu beachten, dass die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit statistisch kaum möglich ist, insbesondere, wenn dieses Ereignis noch nicht in dem Untersuchungsgebiet stattgefunden hat (BBK 2008b, S. 49). Jedoch können sonstige Referenzereignisse und andere Literaturangaben zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit herangezogen werden (BBK 2016, S. 50), die hier schon z.B. in dem Kapitel „2. State of the Art“ genutzt wurden. Die Analyse erfolgt im Rahmen der Dokumentenanalyse, weshalb auf Abschnitt „4.4 Dokumentenanalyse“ hingewiesen wird.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit ist in fünf Klassen unterteilt, die für den voraussichtlichen Eintritt der Gefahr innerhalb eines bestimmten Zeitraumes stehen (BBK 2016, S. 50, 2015, S. 45). Tabelle 20 zeigt die Klassifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit auf.

Tabelle 20: Klassifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit (Eigene Darstellung nach BBK (2016, S. 50))

Wert	Klassifizierung	1 Mal in ...Jahren
5	Sehr wahrscheinlich: Eintritt mehrmals pro Menschenleben in Deutschland	≤10
4	Wahrscheinlich: Eintritt wenige Male pro Menschenleben in Deutschland	100
3	Bedingt wahrscheinlich: Ereignis, das in Deutschland mehrere Generationen zurückliegt	1.000
2	Unwahrscheinlich: Ereignis in Deutschland denkbar und international schon mehrmals vorgekommen	10.000
1	Sehr unwahrscheinlich: Ereignis weltweit selten vorgekommen	100.000

### 4.2.9 Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung

Damit die Soll-Ist-Vergleiche und eine umfassende Verwundbarkeitsanalyse (siehe nächster Abschnitt) durchgeführt werden können, müssen alle schon geplanten Maßnahmen (technisch und/oder organisatorisch) zur Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses erhoben werden. Nur so können in der Verwundbarkeitsanalyse Fragen zur Ersetzbarkeit beantwortet werden. Diese Maßnahmen betreffen diejenigen, die von dem Krankenhaus selber, dem Wasserversorgungsunternehmen oder der Gefahrenabwehr geplant sind und die ggf. vorhandenen Reserven des Krankenhauses.

Die Erhebung der geplanten Maßnahmen geschieht anhand von Experteninterviews und Dokumentenanalysen, deren Vorgehensweise in den entsprechenden Abschnitten näher erläutert wird. Ebenfalls durch ein Experteninterview wird das Vorhandensein von Reserven und Redundanzen zur Trinkwasserversorgung am Krankenhaus Merheim überprüft.

Die erhobenen Maßnahmen werden anhand der Kriterien, die in Abschnitt „4.1. Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“ dargestellt sind, überprüft.

### 4.2.10 Verwundbarkeitsanalyse

Die Verwundbarkeit (oder auch Vulnerabilität) wird im Bevölkerungsschutz in Deutschland definiert als „Maß für die anzunehmende Schadensanfälligkeit eines Schutzgutes in Bezug auf ein bestimmtes Ereignis“ (BBK 2010, S. 60). Anders kann auch gesagt werden, dass die Verwundbarkeit die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein Szenario zu einem bestimmten Schaden oder

## 4. Methodik

Ausfall führt (White et al. 2016, S. 35). Eine weitere Definition ist: „Verwundbarkeit ist die Manifestation der inhärenten Zustände eines Systems (z. B. physische, technische, organisatorische, und kulturell), das einer natürlichen Gefahr ausgesetzt ist oder ausgenutzt wird, um das System nachteilig zu beeinflussen (Schäden zu verursachen)“ (Haines 2009, S. 1649).

Die hier angewendete Methodik ist angelehnt an die vom BBK (2016). Das Vorgehen besteht aus fünf Schritten, die im Folgenden näher erläutert werden sollen. Wichtig ist zu sagen, dass normalerweise keine Maßnahmen der Gefahrenabwehr berücksichtigt werden (BBK 2016, S. 38). Da in dieser Master-Thesis jedoch diese ggf. geplanten Maßnahmen eine grundlegende Bedeutung haben, werden diese mit einbezogen. Der Nichteinbezug von z.B. Baumaßnahmen (BBK 2016, S. 38) wird hier entsprochen. Die Analyse legt die Verwundbarkeit durch fünf Verwundbarkeitsstufen fest (gering=1, hoch=5) (BBK 2016, S. 39).

### 1. *Relevante und damit zu analysierende Komponenten festlegen*

Die relevanten Komponenten werden anhand der Kritikalitätsanalyse mitsamt den Untermethoden identifiziert. Dadurch ist es möglich, dass nicht alle Komponenten (hier Prozessbausteine genannt) betrachtet werden müssen (BBK 2016, S. 40).

### 2. *Exposition überprüfen*

Die Exposition wird hier durch das konzipierte Szenario bestimmt, in dem die Exposition beschrieben wird.

Liegt eine Exposition vor, so wird mit Schritt Drei fortgefahren. Ansonsten liegt die Verwundbarkeit bei 1, also gering. (BBK 2016, S. 40)

### 3. *Funktionsanfälligkeit überprüfen*

In diesem Schritt wird analysiert, ob die angenommene Gefahr dazu führen kann, dass der Prozessbaustein ausfallen kann bzw. beeinträchtigt wird (BBK 2016, S. 41). In diesem Fall ist also eine Abhängigkeit der Prozessbausteine von der Trinkwasserversorgung zu evaluieren. Dies geschieht anhand des „Audit zum Trinkwasserbedarf“ innerhalb der Experteninterviews und Literaturrecherchen. Ist ein Bedarf identifiziert, so gilt dieser Prozessbaustein als funktionsanfällig.

Ist die Funktionsanfälligkeit gegeben, so wird mit dem nächsten Schritt fortgefahren. Ansonsten wird die Verwundbarkeit des Prozessbausteines auf 2 festgelegt. (BBK 2016, S. 41)

### 4. *Technische Ersetzbarkeit überprüfen*

Eigentlich ist nur die Ersetzbarkeit von den betrachteten Prozessbausteinen vorgesehen und nicht die Betrachtung von beispielsweise Redundanzen im Bereich der Trinkwasserversorgung. Da aber davon ausgegangen wird, dass wenn eine Redundanz besteht und deren Einsatz vorgeplant ist, die Funktionsfähigkeit der Prozessbausteine aufrechterhalten werden kann, werden diese mit in die Betrachtung einbezogen.

Die Erfragung von technischen und organisatorischen Ersetzbarkeiten der Prozessbausteine wird bereits im Rahmen der Kritikalitätsanalyse bzw. den Experteninterviews durchgeführt (somit kann hier angenommen werden, dass nur Prozesse untersucht werden, die selbst zunächst nicht technisch ersetzbar sind). Daher wird auf die entsprechenden Kapitel verwiesen. Die Redundanzen bezüglich der Trinkwasserversorgung werden ebenfalls im Rahmen von Experteninterviews erfragt.

**Es wird also die technische Ersetzbarkeit der Trinkwasserversorgung für die jeweiligen Prozessbausteine untersucht, die eine Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit ermöglicht!**

#### 4. Methodik

Ist der Prozessbaustein vollständig oder teilweise technisch ersetzbar oder bestehen ausreichende Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung, so wird mit dem nächsten Schritt fortgefahren. Ansonsten erhält der Prozess eine Verwundbarkeit von 5=hoch (BBK 2016, S. 42).

##### 5. Organisatorische Ersetzbarkeit überprüfen

Die Erfragung von technischen und organisatorischen Ersetzbarkeiten der Prozessbausteine wird ebenfalls bereits im Rahmen der Kritikalitätsanalyse bzw. den Experteninterviews durchgeführt (z.B. auch Evakuierungen). Daher wird auf die entsprechenden Kapitel verwiesen. Hier wird die Komponente der geplanten Maßnahmen aller Beteiligten (Gefahrenabwehr, WVU und Krankenhaus) mit einbezogen, da bei sorgfältiger und ausreichender Planung von Ersatztrinkwasserversorgungen oder anderen Maßnahmen, wie z.B. der Evakuierung bzw. Verlegung von Patienten (wird nur betrachtet, falls dies laut Kritikalitätsanalyse möglich ist), davon ausgegangen wird, dass die Funktionsfähigkeit aufrechterhalten werden kann. Die Erhebung der geplanten Maßnahmen erfolgt in den Abschnitten „4.3 Experteninterview“ und „4.4 Dokumentenanalyse“. Dabei werden jedoch nur Maßnahmen einbezogen, deren Geeignetheit laut Abschnitt „4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“ belegt wurden. Die Erhebung von Maßnahmen wie der Möglichkeit einer Abmeldung bzw. Einstellung des Betriebs wird im Rahmen der Kritikalitätsanalyse durchgeführt.

**Es wird also die organisatorische Ersetzbarkeit der Trinkwasserversorgung bzw. die Handhabung im Rahmen des Notfallplanes für die jeweiligen Prozessbausteine untersucht, die eine Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit ermöglicht!**

Ist die technische und organisatorische Ersetzbarkeit vollständig gegeben, so liegt die Verwundbarkeit bei 3 (ist die technische Ersetzbarkeit nicht gegeben, so wird die Verwundbarkeit generell 5). Ist die technische Ersetzbarkeit nur teilweise vorhanden und eine organisatorische Ersetzbarkeit gegeben, so wird die Verwundbarkeit mit 4 beziffert. Ist auch hier die organisatorische Ersetzbarkeit nicht vorhanden, so ist die Verwundbarkeit hoch=5. (BBK 2016, S. 43)

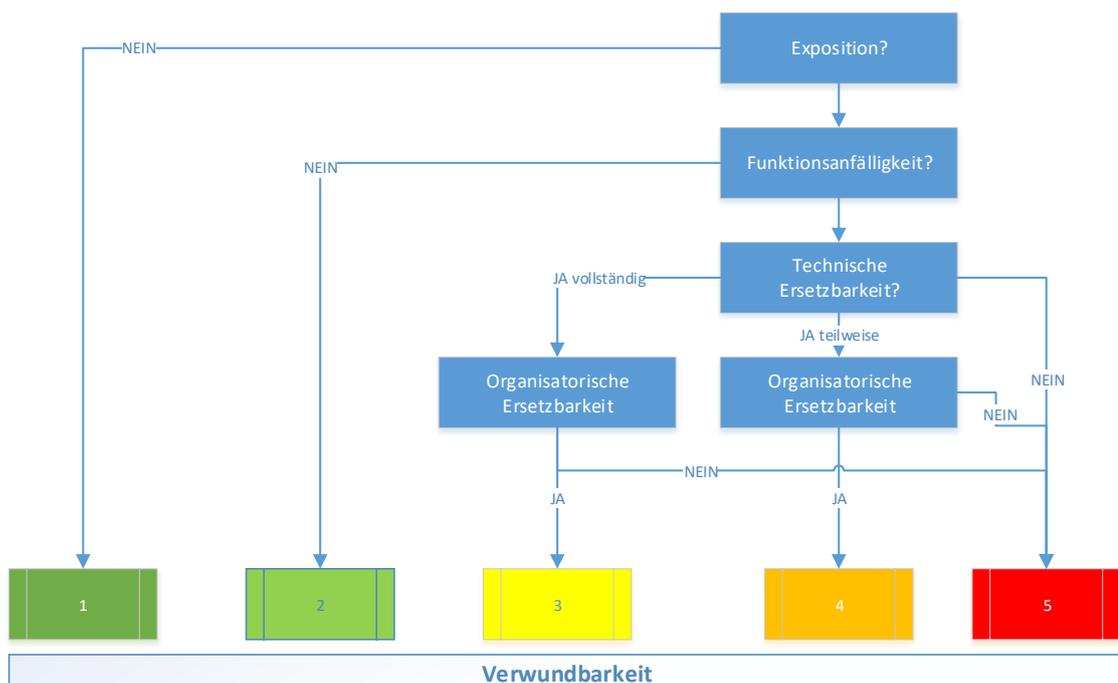


Abbildung 14: Ermittlungsschritte Verwundbarkeit (Eigene Darstellung nach BBK (2016, S. 43))

## 4. Methodik

### 4.2.11 Risikoermittlung und Darstellung

Das Risiko wird durch Zuhilfenahme einer Risikomatrix ermittelt, bei der die ermittelte Verwundbarkeit und die Eintrittswahrscheinlichkeit (in der Literatur auch manchmal Gefährdung genannt) der jeweiligen Prozessbausteine gegeneinander abgetragen werden (BBK 2008b, S. 57). Die angewendete Risikomatrix ist in Abbildung 15 dargestellt. Dabei wurde bewusst auf die Kategorie „Kein Risiko“ verzichtet, da immer ein Restrisiko besteht.

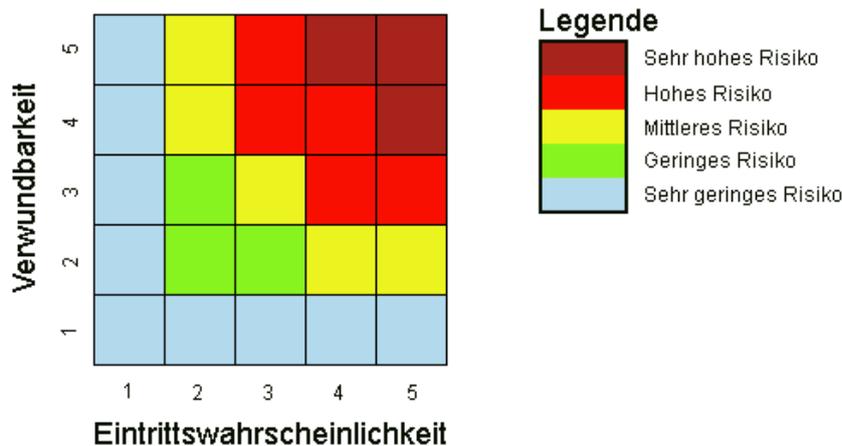


Abbildung 15: Risikomatrix (Eigene Darstellung angelehnt an BBK (2008b, S. 57))

Je nach Farbbereich bzw. korrespondierendem Risikolevel können Handlungsbedarfe abgelesen werden (BBK 2008b, S. 58–59):

- Sehr geringes Risiko: Kein Handlungsbedarf
- Geringes bis mittleres Risiko: Erwägung von Maßnahmen sind zu überprüfen
- Hohes und sehr hohes Risiko: Dringender Handlungsbedarf und zwingende Maßnahmenenerhebung nötig

Für das Risiko gibt es jedoch auch andere Sichtweisen hinsichtlich der Ermittlung. So ist eine andere weitverbreitete Definition die, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit dem erwarteten Schadensausmaß gegenübergestellt wird (European Commission 2010, S. 16; BBK 2016, S. 54). Die Homeland Security multipliziert die Werte der Eintrittswahrscheinlichkeit, der relativen Exposition und des erwarteten Schadensausmaßes miteinander, um das Risiko zu berechnen (Masse et al. 2007, S. 7). Doch nicht nur die Ermittlung, sondern auch der Begriff des Risikos wird nicht immer einheitlich genutzt. So benennen Gluckman et al. (2016) das Risiko einer Gefahr als mögliches Schadensausmaß (Gluckman et al. 2016, S. 137).

### 4.2.12 Bestimmung des Schadensausmaßes

Das Schadensausmaß ist beispielsweise eine Anzahl an Todesopfern, die durch das Szenario bedingt sind (BBK 2015, S. 52). In dieser Thesis ist das Schadensausmaß als die benötigte Menge an Trinkwasser für die kritischen Prozessbausteine definiert. Dabei soll möglichst der Bedarf im Normalbetrieb und im Notfallbetrieb, also bei Aktivierung eines Wasserrestriktionsplanes (CDC und AWWA 2012, S. 18), erhoben werden. Ein solcher Restriktionsplan bzw. Plan für eine beschränkte Wasserversorgung, ist ggf. zu erstellen. Die Erhebung der Trinkwasserdaten erfolgt nach dem Dokument der CDC und AWWA (2012) innerhalb eines Audits, das im Rahmen der Experteninterviews durchgeführt wird, und der Dokumentenanalyse der durch das Audit erhaltenen Unterlagen. Daher wird auf die Abschnitte „4.3 Experteninterview“ und „4.4 Dokumentenanalyse“ hingewiesen, wo die Erhebung genauer erläutert wird. Falls eine Erstellung eines Restriktionsplanes bzw. die Ermittlung des Wasserbedarfes im Notbetrieb nicht möglich ist, so kann auf Literaturwerte zurückgegriffen werden, die mit der aktuellen Patienten- oder Bettenzahl verrechnet werden.

## 4. Methodik

Der so ermittelte Trinkwasserbedarf ist die erforderliche Bewältigungskapazität im Rahmen des Krisenmanagements und geht als Soll-Größe in den Soll-Ist-Vergleich ein.

### 4.2.13 Soll-Ist-Vergleich

Bei dem hier angewendeten Soll-Ist-Vergleich werden die ermittelten Bewältigungskapazitäten dem erwarteten Schadensausmaß (benötigte Trinkwassermenge; siehe vorherigen Abschnitt) gegenübergestellt. Dadurch ist es möglich, Defizite und dementsprechend Handlungsbedarfe festzustellen (BBK 2015, S. 65).

Der Vergleich wird bei Bedarf (bei Identifizierung von Defiziten bzw. „Gaps“) an mehrere Stellen durchgeführt:

- Vergleich des aktuellen geplanten Ist-Zustandes (siehe „4.2.9 Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“) mit dem Schadensausmaß
- Vergleich des geplanten Ist-Zustandes zuzüglich der ansonsten vorhandenen Kapazitäten (siehe „4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“) mit dem Schadensausmaß

Der Soll-Ist-Vergleich liefert jeweils ein Ergebnis in Form der Abdeckung in Prozent. Das bedeutet, dass eine 100%ige Abdeckung erreicht wird, wenn die Maßnahmen dazu in der Lage sind, den Trinkwasserbedarf vollständig zu decken. Liefert der Soll-Ist-Vergleich eine Abdeckung von 100%, so kann der nächste Schritt (Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung, Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps) entfallen, da sonst eine Übererfüllung vorläge. Der Vergleich erfolgt zusätzlich bei dem Trinkwasserbedarf im Normal- und im Notfallbetrieb.

Die Redundanzen finden nur Einzug in die Verwundbarkeitsanalyse, da diese eine technische Ersetzbarkeit darstellen. Bei einem Trinkwasserausfall haben Redundanzen, wie eine Verbundleitung szenariobedingt schon versagt bzw. sind nicht wirksam, da es sonst nicht zu dem Ausfall gekommen wäre. Daher werden nur ggf. Reserven, wie beispielsweise Wassertanks, eigene Trinkwasserbrunnen oder eingelagerte Wasserreserven gezählt.

### 4.3 Experteninterview

Für die Erhebung zusätzlicher Daten, die im Rahmen der Risikoanalyse und der Evaluation bzw. Neukonzeption des Krisenmanagements benötigt werden, wird die Methodik des Experteninterviews angewendet. Durch diese Art des Interviews wird eine Person genutzt, um detaillierte und weitreichende Sachinformationen zu erlangen (Kaiser 2014, S. 2–3; Bogner et al. 2014, S. 2), die sonst nur für betriebsinterne Personen zugänglich sind (Bogner et al. 2014, S. 2), welche also über exklusives Wissen verfügen (Kaiser 2014, S. 6; Bogner et al. 2014, S. 18). Sind jedoch Informationen in schriftlicher Form, z.B. als technische Datenblätter, niedergeschrieben, so bietet sich eher eine Dokumentenanalyse als ein Experteninterview an (Bogner et al. 2014, S. 18), weshalb in dieser Arbeit beide Methoden für die Generierung weiterer Daten genutzt werden. Somit werden die Experten vor und innerhalb des Interviews nach Datenmaterialien befragt, die im Anschluss an das Interview ausgewertet werden können.

Experten sind im Besitz von drei Arten von Wissen, das für die Erarbeitung von wissenschaftlichen Arbeiten wichtig sein kann: Technisches Wissen, Prozesswissen und Deutungswissen. Technisches Wissen ist Fachwissen, was Fakten, Daten oder auch Kontexte beinhaltet (Bogner et al. 2014, S. 17–18). Das Prozesswissen ist eine Form des Erfahrungswissens, was Informationen über Handlungsabläufe, organisationale Konstellationen oder Ereignisse beinhaltet (Bogner et al. 2014, S. 18). Das Deutungswissen ist, im Gegensatz zu den vorher genannten, eine subjektive Art von Wissen (Kaiser 2014, S. 43; Bogner et al. 2014, S. 19), was

#### 4. Methodik

bedeutet, dass dies subjektive Sichtweisen, Relevanzen oder auch Interpretationen einschließt (Kaiser 2014, S. 44; Bogner et al. 2014, S. 18). Für die Erarbeitung dieser Master-Thesis sind vor allem das technische Wissen und das Prozesswissen von Bedeutung. Lediglich bei der Einschätzung der Kritikalität von Prozessbausteinen kann gewisses Deutungswissen der ausgesuchten Experten notwendig sein (Interpretation hinsichtlich der Bedeutung von Prozessbausteine für die Lebenserhaltung von Patienten).

Die hier angewendete Form des Experteninterviews ist das „Experteninterview zur explorativen Datensammlung“, welches eine Mischung aus dem „Informativem Experteninterview“, also zum reinen Zweck der Faktenerhebung, und dem „Explorativen Experteninterview“ darstellt (Bogner et al. 2014, S. 23). In einem „Explorativen Interview“ sind das uns zunächst unbekannte technische Wissen und das Prozesswissen von Interesse, genauso wie ein Zugang zu potentiellen weiteren Kontakten, die bei der Datenerhebung hilfreich sein können (Bogner et al. 2014, S. 23–24). Das Interview ist ebenfalls ein „systematisierendes Experteninterview“, da das Sachwissen der Experten innerhalb des Interviews leitfadengestützt erhoben und keine hermeneutische Technik zur Auswertung benötigt wird (Bogner et al. 2014, S. 24). Da diese erhobenen Informationen keine wesentlich neuen Daten darstellen (z.B. sind Wasserabrechnungen oder Organisationsstrukturen vorhanden und zumeist auch niedergeschrieben, aber nicht öffentlich zugänglich), so kann hier von der Quasi-Erhebung von Sekundärdaten gesprochen werden (Albers et al. 2009, S. 49). Dies ist der Fall, obwohl Befragungen zumeist als Datenerhebungsmethodik für Primärdaten angesehen werden (Albers et al. 2009, S. 50).

Die Planung, Durchführung und Analyse von Experteninterviews erfolgt nach Kaiser (2014, S. 12) in zehn Schritten. Da das genannte Werk jedoch aus dem Kontext der Politikwissenschaften kommt (Kaiser 2014, S. 1), dieser Master-Thesis keine Theorien abgeleitet werden sollen und die Methodik des Experteninterviews eine Untermethode ist, werden diese Schritte zunächst auf die folgenden begrenzt:

*Tabelle 21: Planungs- und Durchführungsschritte des Experteninterviews (Eigene Darstellung angelehnt an Kaiser (2014, S. 12))*

<b>Nr.</b>	<b>Schritt</b>
<b>1</b>	Entwicklung von Interviewleitfäden und Vorauswahl der Experten
<b>2</b>	Auswahl und Kontaktierung der Interviewpartner/Experten
<b>3</b>	Durchführung des Experteninterviews
<b>4</b>	Sicherung der Ergebnisse als Transkription
<b>5</b>	Kodierung des Textmaterials
<b>6</b>	Identifikation der Kernaussagen
<b>7</b>	Erweiterung der Datenbasis

Diese Schritte, die in Tabelle 21 aufgezeigt werden, sollen in den nächsten Abschnitten näher erläutert werden.

Die Methodik des Experteninterviews bietet jedoch auch mögliche Nachteile. So ist der Ertrag und die Zugänglichkeit von Informationen von der zeitlichen Verfügbarkeit des Interviewpartners abhängig (Bogner et al. 2014, S. 38). Findet sich kein zeitnaher Termin mit ausreichend Zeit für ein Interview, so können keine oder ggf. nicht ausreichende Informationen erhoben

## 4. Methodik

werden. Ebenfalls kann es vorkommen, dass ein Interviewpartner nicht bereit ist, Auskünfte über bestimmte Themen zu erteilen (Bogner et al. 2014, S. 38), was durch Desinteresse oder Misstrauen seitens des Experten begründet sein kann (Kaiser 2014, S. 81). Nicht zuletzt kann eine falsche Auswahl des Interviewpartners dazu führen, dass keine Daten generiert werden können, wenn dieser nicht über den entsprechenden Kenntnisstand verfügt (Kaiser 2014, S. 132) oder gar inkorrekte Angaben liefert.

### 4.3.1 Entwicklung von Interviewleitfäden und Vorauswahl der möglichen Experten

Im Folgenden soll zunächst erläutert werden, worunter ein Experte zu verstehen ist und auf welcher Grundlage eine Vorauswahl potentieller Experten als Interviewpartner erfolgt. Anschließend erfolgt eine Darstellung der benötigten Daten, die durch das Experteninterview erhoben werden sollen mitsamt der begründeten Nennung von potentiellen Experten. Darauf folgend wird die Erarbeitung des Interviewleitfadens mit der Erstellung der Interviewfragen erläutert und dargestellt.

#### *Definition von Experten*

Wie schon erwähnt, verfügen Experten über spezifisches Fachwissen, dessen Zugang für den Forschenden nicht einfach möglich ist. Er ist also „Träger des für wissenschaftliche Analysen relevanten Funktionswissens“ (Kaiser 2014, S. 38). Identifiziert werden kann er beispielsweise durch seine Position, Status oder welches Wissen bei ihm vermutet wird (Kaiser 2014, S. 38). Dies bedeutet, dass eine Person nicht immer nur dann mehr weiß, je höher sie in der Hierarchie steht, sondern wenn sie in der Position ist und über das Fachwissen verfügt, welches für das jeweilige Forschungsvorhaben relevant ist (Kaiser 2014, S. 73).

Bogner et al. (2014) definieren Experten folgendermaßen:

„**Experten** lassen sich als Personen verstehen, die sich – ausgehend von einem spezifischen Praxis- oder Erfahrungswissen, das sich auf einen klar begrenzbaren Problembereich bezieht – die Möglichkeit geschaffen haben, mit ihren Deutungen das konkrete Handlungsfeld sinnhaft und handlungsleitend für Andere zu strukturieren.“ (Bogner et al. 2014)

Somit lassen sich folgende Kriterien für die Auswahl von Experten ableiten (Kaiser 2014, 41 und 72; Bogner et al. 2014, S. 35):

1. Verantwortlichkeit in den Bereichen, die für die Beantwortung der Forschungsfragen relevant sind
2. Die Experten besitzen relevantes Wissen über die betrachteten Prozesse
3. Verfügbarkeit der Experten, damit ein Interview durchgeführt werden kann

#### *Zu erhebende Daten/Informationen*

In Tabelle 22 sind die Daten bzw. Informationen dargestellt, die durch Experteninterviews erhoben werden sollen.

#### 4. Methodik

Tabelle 22: Zu erhebende Informationen durch Experteninterviews (Eigene Darstellung)

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Art des Wissens	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
<b>Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</b>	Standortanalyse	Technisches Wissen	Dokumentenanalyse von Planungsunterlagen, welche im Anschluss an das Interview erfolgt, bei dem Datenmaterial erfragt wird	Angaben zu dem Wasserversorgungsnetz (Rohre, Anschlüsse etc.) mit Volumenangaben in m <sup>3</sup> , Art der Anschlüsse, Trinkwasserverbrauch des Krankenhauses etc.
<b>Beschreibung vorhandener Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung im Krankenhaus</b>	Standortanalyse	Technisches Wissen, Prozesswissen	-	Angaben zu Art, Anzahl, Leistung und Inbetriebnahme
<b>Versorgungsbereich des Krankenhauses</b>	Standortanalyse	Technisches Wissen	Recherche des Versorgungsgebietes in öffentlich zugänglichen Quellen, wie z.B. Internetauftritten	Angabe in Anzahl an Personen und namentlicher Nennung der Stadtteile, wo die Patienten herkommen.
<b>Erhebung aller Prozessbausteine (Abteilungen des Krankenhauses) mit seinen Abhängigkeiten</b>	Standortanalyse	Technisches Wissen	Recherche der Abteilungen des Krankenhauses beispielsweise anhand von Internetauftritten. Abhängigkeiten, wie z.B. von Klimaanlage bedürfen einer Recherche von entsprechender Fachliteratur	Namentliche Nennung der Funktionsbereiche des Krankenhauses (z.B. Intensivstation, Klimaanlage) mit deren Zusammenhängen.
<b>Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des</b>	Kritikalitätsanalyse und Verwundbarkeitsanalyse	Technisches Wissen, Prozesswissen, Deutungswissen (alle nötig, um die	Eigene Begründung, die nachvollziehbar dargestellt wird	Angabe mit Ja/Nein, ob ein Prozess essentiell hinsichtlich

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Art des Wissens	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
<b>Schutzzieles (inklusive der Erhebung der Ersatzbarkeit/Evakuierung)</b>		Frage adäquat beantwortet werden zu können)		der Lebenserhaltung von Patienten ist
<b>Anzahl zu versorgender Patienten pro Prozessbaustein (Bedeutung)</b>	Kritikalitätsanalyse	Technisches Wissen, Prozesswissen	Recherche der Abteilungen des Krankenhauses auf beispielsweise Internetauftritten	Anzahl der Patienten in ganzen Zahlen.
<b>Bedarf des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser</b>	Bestimmung des Schadensausmaßes	Technisches Wissen	Diese Informationen werden durch ein Audit erhoben, dass in das Experteninterview eingebunden wird. Dabei werden Daten abgefragt und erfragte Dokumente analysiert. Siehe dazu auch den Unterpunkt „Audit zum Trinkwasserbedarf“. Recherchen aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik	<p>Angabe, ob ein Prozessbaustein von Trinkwasser abhängig ist (nur damit funktionsfähig bleibt) und warum die Trinkwasserversorgung ggfs. nicht unterbrochen/untersagt werden kann.</p> <p>Trinkwasserverbrauch in m<sup>3</sup> pro Gebäudeteil/Geschoss und für das gesamte Krankenhaus.</p> <p>Trinkwasserbedarf pro Aktivität in m<sup>3</sup>.</p> <p>Angaben zur Verringerung des Trinkwasserverbrauchs mit Handlungsanweisungen.</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Art des Wissens	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung und Aufrechterhaltung des Betriebes</b>	Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus	Technisches Wissen, Prozesswissen	Dokumentenanalyse, die als Folgemethode angewendet wird	Angaben zu Handlungsanweisungen/Organisation, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (Z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, Standorte. Angabe über die Ersetzbarkeit der jeweiligen Prozessbausteine mit Ja/Nein und ggf. Beschreibung der Ersatzmaßnahme.
<b>Vorlaufzeiten der Maßnahmen</b>	Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen	Technisches Wissen, Prozesswissen	Dokumentenanalyse von Einsatzplänen	Angabe in Minuten
<b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b>	Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen	Technisches Wissen, Prozesswissen	Dokumentenanalyse von Maßnahmenbeschreibungen	Angabe mit Ja oder Nein bzw. Handlungsanweisungen für Wasseraufbereitungen

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Art des Wissens	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
<b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen	Technisches Wissen	Dokumentenanalyse, die als Folgemethode angewendet wird	Angaben zu Handlungsanweisungen/Organisation, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (Z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte, Standorte
<b>Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps</b>	Maßnahmen mit benötigten Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung	Technisches Wissen, Prozesswissen	Konzepte und Maßnahmen aus dem Kapitel „State of the Art“	Angaben zu Handlungsanweisungen/Organisation, Meldewegen, Technische Angaben (Z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte

#### 4. Methodik

##### *Identifizierung und Vorauswahl von möglichen Interviewpartnern als Experte*

In dem Abschnitt „Definition von Experten“ sind Kriterien für die Auswahl von potentiellen Experten für ein Experteninterview dargestellt worden. Anhand dieser Kriterien sollen nun jeweils potentielle Interviewpartner bzw. dessen Funktion für die Erhebung der benötigten Daten/Informationen ermittelt werden. Eine Darstellung mitsamt der Begründung ist in Tabelle 23 gegeben. Für eine Darstellung der möglichen Datenquellen im Zuge einer Dokumentenanalyse wird auf das Kapitel „4.4 Dokumentenanalyse“ verwiesen.

Tabelle 23: Identifizierung und Vorauswahl von Experten (Eigene Darstellung)

<b>Daten/Informationen</b>	<b>Art des Wissens</b>	<b>Möglicher Interviewpartner</b>	<b>Begründung</b>
<b>Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</b>	Technisches Wissen	Örtliches Wasserversorgungsunternehmen	Wasserversorgungsunternehmen (WVU) sind für die Bereitstellung von Trinkwasser in ausreichender Quantität und Qualität zuständig. Dazu gehört auch, dass Konzepte zur Versorgung, Dokumentationen zu Bau, Planung und Betrieb der Trinkwasserversorgungsanlagen und die Netzüberwachung sichergestellt sind. (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 803) Somit kann davon ausgegangen werden, dass das örtlich WVU alle nötigen Informationen über das Trinkwassernetz im Umfeld des Krankenhauses liefern kann.
<b>Beschreibung vorhandener Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung im Krankenhaus</b>	Technisches Wissen, Prozesswissen	Technischer Leiter des Krankenhauses	Der technische Dienst wird wie folgt definiert: „Zum Technischen Dienst wird das Personal gerechnet, das u.a. in folgenden Bereichen bzw. mit folgenden Funktionen eingesetzt wird: Betriebsingenieure, Einrichtungen zur Versorgung mit Heizwärme, Warm- und Kaltwasser, Frischluft, medizinischen Gasen, Strom, Instandhaltung, z.B. Maler, Tapezierer und sonstige Handwerker.“ (GBE-Bund o.J.) Der Technische Leiter überwacht alle technischen Prozesse und ist für diese und den Einsatz von Personal und Material verantwortlich. Zudem ist er mitverantwortlich für die Konzeptionierung von Notfallplänen. (Robert Half Deutschland GmbH & Co. KG o.J.) Er ist Bestandteil der Krankenhauseinsatzleitung bei internen oder externen Gefahrenlagen (Adams et al. 2015a, S. 40). Somit besitzt der technische Leiter einen weitreichenden Überblick über alle technischen Anlagen und

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
			Prozesse innerhalb des Krankenhauses, was auch die Versorgung mit Trinkwasser einschließt. Außerdem hat er umfangreiche Kenntnisse über die Maßnahmen im Falle einer Gefahrenlage.
<b>Versorgungsbereich des Krankenhauses</b>	Technisches Wissen	Ärztlicher Leiter des Krankenhauses	Leitende Ärzte sind Teil der Betriebsleitung des Krankenhauses (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 1998, § 35) und sind für die Behandlung der Patienten in ihrer Abteilung verantwortlich, der sie vorstehen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 1998, § 36). Damit verfügen Sie über Informationen bezüglich der Versorgung des Krankenhauses bzw. können leicht an diese Informationen gelangen.
<b>Erhebung aller Prozessbausteine (Abteilungen des Krankenhauses) mit seinen Abhängigkeiten</b>	Technisches Wissen	Technischer Leiter des Krankenhauses	Der Technische Leiter überwacht alle technischen Prozesse und ist für diese und den Einsatz von Personal und Material verantwortlich. Zudem ist er mitverantwortlich für die Konzeptionierung von Notfallplänen. (Robert Half Deutschland GmbH & Co. KG o.J.) Er ist Bestandteil der Krankenhauseinsatzleitung bei internen oder externen Gefahrenlagen (Adams et al. 2015a, S. 40). Somit besitzt der technische Leiter einen weitreichenden Überblick über alle technischen Anlagen und Prozesse innerhalb des Krankenhauses mit allen Abhängigkeiten.
<b>Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles (inklusive der Erhebung der Ersatzbarkeit/Evakuierung)</b>	Technisches Wissen, Prozesswissen, Deutungswissen (alle nötig, um die Frage adäquat beantworten zu können)	- Technischer Leiter des Krankenhauses	- Der Technische Leiter überwacht alle technischen Prozesse und ist für diese und den Einsatz von Personal und Material verantwortlich. Zudem ist er für die Konzeptionierung von Notfallplänen mitverantwortlich. (Robert Half Deutschland GmbH & Co. KG o.J.) Er ist Bestandteil der Krankenhauseinsatzleitung bei internen oder externen Gefahrenlagen (Adams et al. 2015a, S. 40). Somit besitzt der technische Leiter einen weitreichenden Überblick über alle technischen



#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
			<p>eine festgelegte Funktion in der Krankenhauseinsatzleitung (Adams et al. 2015a, S. 40). Daher kann davon ausgegangen werden, dass er Kenntnisse über alle sicherheitsrelevanten Prozesse des Klinikums und Zugang zu den Dokumenten der Krankenhauseinsatzplanung hat. Dies ermöglicht ihm, eine sachkundige Einschätzung der Kritikalität der Prozessbausteine hinsichtlich des Schutzzieles abzugeben.</p>
<p><b>Anzahl zu versorgender Patienten pro Prozessbaustein (Bedeutung)</b></p>	<p>Technisches Wissen, Prozesswissen</p>	<p>Ärztlicher Leiter des Krankenhauses</p>	<p>Siehe Punkt „Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles“</p>
<p><b>Bedarf des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser</b></p>	<p>Technisches Wissen</p>	<p>Technischer Leiter des Krankenhauses</p>	<p>Der Technische Leiter überwacht alle technischen Prozesse und ist für diese und den Einsatz von Personal und Material verantwortlich. Zudem ist er für die Konzeptionierung von Notfallplänen mitverantwortlich. (Robert Half Deutschland GmbH &amp; Co. KG o.J.) Somit besitzt der technische Leiter einen weitreichenden Überblick über alle technischen Anlagen und Prozesse innerhalb des Krankenhauses mit allen Abhängigkeiten. Er hat Zugang zu allen Verbrauchsdaten (z.B. Durchflussmessungen oder Wasserrechnungen) und kann daher Aussagen über den Trinkwasserbedarf der kritischen Prozessbausteine tätigen.</p>
<p><b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung und Aufrechterhaltung des Betriebes</b></p>	<p>Technisches Wissen, Prozesswissen</p>	<p>- Vertreter des Katastrophenschutzes/der Gefahrenabwehr (THW, FW)</p>	<p>- Wie schon in der Einleitung erwähnt, haben der Bevölkerungsschutz und der Katastrophenschutz im Rahmen der Daseinsvorsorge die Pflicht, u.a. Maßnahmenpläne für die Ersatztrinkwasserversorgung bei größeren Gefahrenlagen zu erarbeiten. Daher ist anzunehmen, dass die örtliche Feuerwehr und das THW auf Bundesebene Krisenmanagementpläne/Maßnahmenpläne zur Verfügung haben, die zur Be-</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
		<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="694 667 917 761">- Vertreter des örtlichen WVU</li>   <li data-bbox="694 1473 917 1635">- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> </ul>	<p data-bbox="989 264 1396 593">wältigung eines Trinkwasser-ausfalles dienen. Zudem sollten Einsatzpläne vorliegen, die entweder objektbezogen oder gefahrenbezogen sind und Informationen zu einsatztaktischen Maßnahmen liefern (Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 1; Kutschker 2017, S. 207)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="941 667 1404 1433">- Wasserversorgungsunternehmen sind verpflichtet Maßnahmenpläne für den Fall der Nichteinhaltung der Trinkwasserordnung (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 9) und Alarm- und Gefahrenabwehrpläne zu erstellen, die sorgfältig dokumentiert und aufbewahrt werden (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 803). Somit ist ein Vorhandensein solcher Pläne und Konzepte bei dem örtlichen WVU möglich und die Informationen können erfragt werden. Zu beachten ist erneut, dass diese Verpflichtung nicht für den Katastrophen- bzw. Großschadensfall besteht, wie es in diesem Szenario der Fall ist (siehe dazu State of the Art).</li>   <li data-bbox="941 1473 1404 2049">- Der Katastrophenschutzbeauftragte des Krankenhauses koordiniert die Arbeit der Arbeitsgruppe, die den Krankenhauseinsatzplan erarbeitet und stimmt diese mit den anderen Behörden, wie z.B. der Feuerwehr, ab. Somit ist er wesentlich verantwortlich für die Erstellung der Einsatzpläne. (Cwojdzinski 2008, S. 13) Zudem ist diese Position eine festgelegte Funktion in der Krankenhauseinsatzleitung (Adams et al. 2015a, S. 40). Daher kann davon ausgegangen werden, dass er Kennt-</li> </ul>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technischer Leiter des Krankenhauses</li> </ul>	<p>nisse über alle sicherheitsrelevanten Prozesse des Klinikums und Zugang zu den Dokumenten der Krankenhauseinsatzplanung hat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siehe vorherigen Punkt „Bedarf des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser“</li> </ul>
<p><b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b></p>	<p>Technisches Wissen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter des Katastrophenschutzes/der Gefahrenabwehr (THW, FW)</li> <li>- Vertreter des örtlichen WVU</li> <li>- Stadt Köln</li> <li>- Ggf. private Firmen</li> </ul>	<p>Trotz vorhandenen Maßnahmenplänen kann es der Fall sein, dass ein WVU oder BOS Ressourcen besitzen, die noch nicht in entsprechenden Krisenmanagementplänen für die Ersatztrinkwasserversorgung einbezogen wurden. So könnten beispielsweise Tankfahrzeuge oder Pumpen an den Standorten vorhanden sein, die jedoch z.B. nur für Reinigungs- oder Löscharbeiten genutzt werden. Aber auch Aufbereitungsanlagen, wie die des THW (siehe dazu das Kapitel „State of the Art“), könnten nicht berücksichtigt worden sein, falls diese nicht in der unmittelbaren Umgebung des Krankenhauses stationiert sind. Dies gilt ebenso für mögliche Ressourcen, wie die angesprochenen Tanklaster (z.B. von Getränkeherstellern), der Stadt/Kommune und privater Firmen in örtlicher Nähe, die vertraglich in eine Trinkwasserversorgung einbezogen werden könnten. Die Stadt oder Kommune ist zudem Träger der Informationen zu evtl. vorhandenen Notbrunnen, die in einen Krisenmanagementplan einbezogen werden könnten.</p>
<p><b>Vorlaufzeiten der Maßnahmen</b></p>	<p>Technisches Wissen, Prozesswissen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter der Gefahrenabwehr/des Katastrophenschutzes (THW, FW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch Einsatzerfahrungen in ihrer Organisation erlangen die Vertreter Erfahrungswerte bezüglich der Etablierung/Durchführung von Maßnahmen. Diese Erfahrungswerte werden weiterhin durch regelmäßige Übungen der Einsatzmaßnahmen gestärkt, die verpflichtend für alle Einsatzkräfte sind (Lan-</li> </ul>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter des örtlichen WVU</li>   <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> </ul>	<p>desregierung Nordrhein-Westfalen 01.01.2016, § 20, 01.01.2016, § 32). Somit sind sie in der Lage, Vorlaufzeiten von spezifischen Maßnahmen abzuschätzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aus der Pflicht Maßnahmenplänen zu erstellen (s.o.) und den Anforderungen an das technische Personal, sich kontinuierlich fortzubilden (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 805), kann davon ausgegangen werden, dass das Personal des WVU Erfahrungswerte über die Etablierungszeit von spezifischen Maßnahmen verfügt.</li>   <li>- Wie schon erwähnt, ist die Position des Katastrophenschutzbeauftragten eine festgelegte Funktion in der Krankenhaus-einsatzleitung (Adams et al. 2015a, S. 40). Die Krankenhauseinsatzpläne müssen ständig in Form von Übungen erprobt und verbessert werden (Adams et al. 2015a, S. 47; Lechleuthner 2008, S. 18; HSM 2007, S. 13), daher kann davon ausgegangen werden, dass der Katastrophenschutzbeauftragte Erfahrungswerte über die zeitlichen Größen der Maßnahmen hat.</li> </ul>
<p><b>Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps</b></p>	<p>Technisches Wissen, Prozesswissen</p>	<p>Experte im Bereich der Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern</p>	<p>Mögliche Best Practice Ansätze werden zunächst durch die eigenen Ergebnisse der Literaturrecherche identifiziert, die in dem Kapitel „State of the Art“ dargestellt sind. Jedoch kann es sein, dass einige praktikable Lösungsansätze übersehen oder nicht publiziert wurden. Daher kann ein Experte in diesem Bereich weitreichende Auskünfte über mögliche Wissenslücken geben und diese schließen. So ist sichergestellt, dass nur optimale Lösungen in die Neukonzeption des Krisenmanagements einfließen.</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Art des Wissens	Möglicher Interviewpartner	Begründung
<b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung bei Maßnahmen</b>	Technisches Wissen, Prozesswissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter des Katastrophenschutzes/der Gefahrenabwehr (THW, FW)</li> <li>- Vertreter des örtlichen WVU</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter des Krankenhauses</li> <li>- Experte im Bereich der Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern</li> <li>- Experte im Bereich der Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern</li> </ul>	Siehe Punkt „Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung und Aufrechterhaltung des Betriebes“ und „Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps“

#### *Datenqualität (Güte)*

Die Qualität bzw. Güte von Daten wird zumeist anhand von drei Hauptkriterien definiert: Reliabilität, Objektivität und Validität (Baur und Blasius 2014, S. 412; Albers et al. 2009, S. 485). Bei Experteninterviews können diese jedoch meistens nicht angewendet werden, weshalb folgende Kriterien Anwendung finden sollen: intersubjektive Nachvollziehbarkeit, theoriegeleitete Vorgehensweise, Neutralität und Offenheit des Forschers (Kaiser 2014, S. 9).

In Tabelle 24 auf der nächsten Seite sind diese Kriterien dargestellt und werden kurz definiert. Zudem erfolgt eine Darstellung des Erfüllungsgrades dieser Kriterien bezüglich dieser Arbeit, also inwieweit diese Kriterien im Rahmen der Methodik erfüllt werden und warum.

#### 4. Methodik

Tabelle 24: Gütekriterien Experteninterview

Kriterium-Name	Kriterium	Erfüllungsgrad der eigenen Methodik
<b>Intersubjektive Nachvollziehbarkeit</b>	Für diese Kriterium ist es wichtig, dass die Auswahl an Experten nachvollziehbar begründet wird (Kaiser 2014, S. 71) und die Leitfäden zugänglich gemacht werden (Kaiser 2014, S. 6).	Dieses Gütekriterium wird durch die begründete Auswahl der Experten in Tabelle 23, der Darstellung der gestellten Fragen in Tabelle 25 und den Interviewleitfäden im Anhang zur Gänze erfüllt.
<b>Theoriegeleitete Vorgehensweise</b>	Konfrontation der Ergebnisse mit dem zu Beginn erstellten, theoretischen Kontext (Kaiser 2014, S. 7)	Da es sich hier um explorative Befragungen handelt, kann dieses Kriterium nicht herangezogen werden (Kaiser 2014, S. 7) und entfällt.
<b>Neutralität und Offenheit des Forschers</b>	Der Forschende muss immer offen für alle Arten von Ergebnissen sein. Das bedeutet, dass auch solche Ergebnisse akzeptiert werden, die nicht den eigenen Erwartungen entsprechen. Somit dürfen auch keine Suggestivfragen gestellt werden. (Kaiser 2014, S. 7–9)	Wie in Tabelle 25 ersichtlich ist, werden keine Suggestivfragen gestellt. Im Rahmen der Auswertung der Interviews werden alle Ergebnisse akzeptiert, auch wenn dies eine vorzeitige Beendigung der Methode bedeuten würde. Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn das Krankenhaus einen Maßnahmenplan mit ausreichenden Versorgungskapazitäten besäße oder keiner der Prozessbausteine als kritisch eingestuft werden würde. Somit wird dieses Kriterium erfüllt.

#### *Erarbeitung und Erstellung des Interviewleitfadens und der Interviewfragen*

Interviewleitfäden haben zwei Funktionen. Zum einen dienen sie als Orientierungspunkt für den Interviewer, so dass er ständig diejenigen Fragen stellen kann, die für die Datenerhebung wichtig sind und aufeinander aufbauen (Kaiser 2014, S. 52; Bogner et al. 2014, S. 28). Zum anderen liefert der Leitfaden wichtige Hintergrundinformationen zu dem Forschungsthema und Informationen, die für die Beantwortung von konkreten Fragen notwendig sind (Kaiser 2014, S. 54). Als Beispiel kann dabei die Information zum festgelegten Schutzziel dienen, so dass bei der Kritikalitätsanalyse nur diejenigen Abhängigkeiten von der Trinkwasserversorgung erfragt werden, die bei einem Ausfall möglicherweise zu Todesfällen führen können. Auch der Hinweis auf das Untersuchungsgebiet ist wichtig, da dadurch festgelegt wird, welche Bereiche der Befragte zu beurteilen hat und keine unnötigen Daten erhoben werden.

Der Leitfaden besteht aus verschiedenen Themenblöcken mit Haupt- und Konkretisierungs- bzw. Ergänzungsfragen. Die Themenblöcke ergeben sich aus den Schritten der Methodikstruktur. Die Hauptfragen sind unbedingt zu stellen, da sie die gewünschten Informationen

#### 4. Methodik

liefern sollen. Die anderen Fragen sind optional. Es kann jedoch auch dazu kommen, dass ungeplante Fragen gestellt werden, die sich aus dem Gespräch ergeben oder Fragen, die eigentlich später gestellt werden sollten, in dem vorhergegangenen Gesprächsverlauf beantwortet wurden, weshalb diese dann weggelassen werden können. (Bogner et al. 2014, S. 28–29)

Zunächst sollen Fragen aus den vorgegebenen Forschungszielen bzw. Forschungsfragen (dargestellt in dem Kapitel „Einleitung“) entwickelt werden, damit ein Katalog an Fragen entsteht (Bogner et al. 2014, S. 32). Da schon die benötigten Informationen und Daten anhand der Forschungsfragen und -ziele identifiziert wurden (siehe dazu Tabelle 22) orientiert sich in diesem Fall die Fragensammlung an den dort genannten Punkten. Der Katalog mit den Fragen, die dann wirklich im Rahmen der Interviews gestellt werden sollen (Bogner et al. 2014, S. 33), und die zugehörigen benötigten Informationen/Daten sind in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Katalog der Interviewfragen (Eigene Darstellung)

Fragen	Benötigte Informationen/Daten
<p><b>Hauptfrage:</b>  <b>Wie ist konkret die Trinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim durch Ihr Unternehmen konzipiert?</b></p> <p><b>Unterfragen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist die Versorgung nur durch Ihr Unternehmen sichergestellt oder existiert ein Verbundsystem mit anderen Versorgern?</li> <li>- Wie verlaufen die Rohrleitungen für Trinkwasser im Bereich des Krankenhauses Merheim?</li> <li>- Aus welchen Quellen kommt das Trinkwasser, das u.a. das Krankenhaus Merheim erreicht?</li> <li>- Wie ist Ihr Kenntnisstand über den Trinkwasserverbrauch bzw. das von Ihnen gelieferte Trinkwasser an das Krankenhaus Merheim bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet?</li> </ul>	<p>Allgemeine Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</p>
<p><b>Hauptfrage:</b>  <b>Welche Redundanzen gibt es hinsichtlich der Trinkwasserversorgung in diesem Krankenhaus bzw. für das konkrete Untersuchungsgebiet?</b></p> <p><b>Unterfragen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt es Trinkwassernotbehälter, die für Ausfälle genutzt werden können?</li> <li>- Gibt es Brunnen, die einen direkten Anschluss an das Trinkwassernetz des Krankenhauses haben?</li> <li>- Gibt es Möglichkeiten der Umlenkung des Trinkwasserstromes von einem Bereich in andere Bereiche?</li> </ul>	<p>Beschreibung vorhandener Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung im Krankenhaus</p> <p>Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen: Kapazitäten</p>

Fragen	Benötigte Informationen/Daten
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt es mögliche Einspeisepunkte für eine Ersatztrinkwasserversorgung und wo sind diese?</li> <li>- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> </ul>	
<p><b>Hauptfrage:</b> Wie viele Patienten hat das Krankenhaus bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet pro Jahr durchschnittlich und welches Einzugsgebiet hat das Krankenhaus?</p>	Versorgungsbereich des Krankenhauses
<p><b>Hauptfrage:</b> Welche Abteilungen und sonstige Einrichtungen gibt es hier in diesem Untersuchungsgebiet?</p> <p><b>Unterfragen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Von welchen anderen Prozessen, wie z.B. Sterilgutversorgung, Lebensmittelversorgung, Klimaanlage oder Sprinkleranlage, sind diese abhängig?</li> <li>- Welche dieser Prozesse befinden sich im Bereich des Untersuchungsgebietes?</li> </ul>	Erhebung aller Prozessbausteine (Abteilungen des Krankenhauses) mit seinen Abhängigkeiten
<p><b>Hauptfrage:</b> Welcher dieser Prozesse oder Abteilungen sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!) Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!</p>	Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles
<p><b>Hauptfrage:</b> Wie viele Patienten werden pro Abteilung oder Station zurzeit und durchschnittlich behandelt?</p> <p><b>Unterfrage:</b> Wie viele sind davon als kritisch einzustufen? (Hinweis zur Terminologie „kritisch“: Es wird behelfsmäßig ein Klassifikationssystem der American Society of Anesthesiologists (ASA) herangezogen, das eine Einteilung von Patienten hinsichtlich der perioperativen Letalität und Morbidität ermöglicht (Irlbeck et al. 2017, S. 5). „Kritisch“ soll hier als ein Patientenzustand ab ASA-Klasse 4 definiert sein. Klasse 4 ist definiert als „Patient mit schwerer</p>	Anzahl zu versorgender Patienten (Für „Bedeutung“ in der Kritikalitätsanalyse)

Fragen	Benötigte Informationen/Daten
<p><b>Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt“ (ASA 2014)</b></p>	
<p><b>Diese Erhebung zum Trinkwasserbedarf wird im Zuge des Abschnittes „Audit zum Trinkwasserbedarf“ erläutert</b></p>	<p>Bedarf des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser</p>
<p><b><u>Hauptfrage:</u></b>  <b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?</b>  <b><u>Unterfragen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? <b>Stichwort: Krisenmanagement</b></li> <li>- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? <b>Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen</b></li> <li>- <b>Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?</b></li> <li>- <b>Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</b></li> <li>- <b>Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</b></li> <li>- <b>Welche sonstigen Maßnahmen führen Sie bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Rahmen des Krankenhauseinsatzplanes durch?</b></li> <li>- <b>Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?</b></li> </ul>	<p>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not-/Ersatzversorgung und zur Aufrechterhaltung des Betriebes</p> <p>Entwicklung Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen: Vorlaufzeiten der Maßnahmen, Kapazitäten</p>
<p><b><u>Hauptfrage:</u></b>  <b>Gibt es Maßnahmen/Möglichkeiten (technisch oder organisatorisch) die Prozesse des Krankenhauses (z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation, Sterilisation von Instrumenten oder Operationen) aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen?</b>  <b><u>Unterfragen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ist eine Verlegung oder Evakuierung der Patienten möglich?</b></li> <li>- <b>Ist eine Abmeldung möglich?</b></li> </ul>	<p>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not-/Ersatzversorgung und zur Aufrechterhaltung des Betriebes</p> <p>Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles</p> <p>Verwundbarkeitsanalyse</p>



Fragen	Benötigte Informationen/Daten
<p>sehen und die auch auf Untersuchungsbereich übertragbar wären?</p>	
<p><b>Hauptfrage:</b> Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben? <b>Unterfragen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt?</li> </ul>	<p>Entwicklung von Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen</p>
<p><b>Hauptfrage:</b> Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen? Dies können sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzpläne</li> <li>- Maßnahmenpläne</li> <li>- Krankenhauseinsatzplan</li> <li>- Krisenmanagementpläne</li> <li>- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)</li> <li>- Pläne des Geländes</li> <li>- Übersichtsdokumente zu vorhandenen Einheiten, taktischem Einsatzwert, Verfügbarkeit, Alarmierung etc.</li> <li>- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen</li> <li>- Pläne des Wassernetzes</li> <li>- Wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>- Pläne mit Standorten von Notbrunnen</li> <li>- Wasserrechnungen</li> <li>- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler</li> <li>- Patientenstatistiken der Abteilungen im Untersuchungsbereich</li> <li>- Sonstiges</li> </ul>	

Aus der Betrachtung des Fragenkataloges in Tabelle 25 wird ersichtlich, dass nicht alle Fragen für jeden Interviewpartner nötig und zielführend sind. Daher müssen die Leitfäden personen- bzw. funktionsbezogen angepasst werden (Bogner et al. 2014, S. 30), was zu insgesamt fünf

#### 4. Methodik

unterschiedlichen Leitfäden führt, in denen die jeweils diejenigen Fragen gestellt werden, die der Experte auch adäquat beantworten kann.

Die Reihenfolge, in der die Fragen der Themenkomplexe gestellt werden, orientiert sich an der Reihenfolge, die in Tabelle 25 dargestellt ist, da diese sich schon an der Methodikstruktur orientiert. Bevor jedoch die Fragen gestellt werden können, sind vorbereitende Erläuterungen notwendig. Dies sind nach Bogner et al. (2014, S. 59–60):

- Bedanken für die Gesprächsbereitschaft des Experten
- Vorstellung der eigenen Person mitsamt der Institutionszugehörigkeit
- Hintergrund des Interviews erläutern. Dazu zählen auch unbedingt notwendige Rahmeninformationen, die zur Beantwortung von Fragen notwendig sind. Das wären hier insbesondere: Schutzzieldefinition und Untersuchungsbereich
- Zeitlichen Rahmen des Interviews klären
- Erlaubnis um Tonbandaufzeichnung

Zusätzlich wird der Interviewte noch zu seiner Funktion innerhalb seiner Organisation/Institution befragt. Dies ist dem geschuldet, dass z.B. von dem Krankenhaus auch Vertreter von bestimmten Funktionen als Interviewpartner bereitgestellt werden, worauf kein Einfluss genommen werden kann. So kann jedoch trotzdem nachgewiesen werden, dass der Interviewpartner adäquates Wissen für die Beantwortung der Fragen besitzt. Diese Frage erfüllt auch die Anforderungen an eine Einstiegsfrage, die möglichst einfach gehalten werden sollte, damit sie leicht beantwortet werden kann (Kaiser 2014, S. 63; Bogner et al. 2014, S. 61).

Als Abschluss wird der Dank zur Kooperation ausgedrückt und nach eventuellen Anmerkungen gefragt.

Die Leitfäden sind in voller Länge im Anhang zu finden.

##### *Audit zum Trinkwasserbedarf*

Für die Ermittlung des Bedarfes des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser werden zu dem Experteninterviewleitfaden für den Leiter des technischen Dienstes des Krankenhauses Fragen ergänzt, die zu einem Audit gehören, das vom CDC und der AWWA entwickelt worden ist (CDC und AWWA 2012, S. 12ff.). Wie schon erwähnt, dient dieses Audit zur Trinkwasserbedarfsermittlung von Prozessbausteinen im Normalbetrieb. Jedoch wird auch derjenige Trinkwasserbedarf ermittelt, den die Prozessbausteine als Minimalversorgung benötigen (CDC und AWWA 2012, S. 14). Dies kann auch Fragen nach speziellen Abhängigkeiten beinhalten, wie z.B. die Anbindung der Feuerlöschvorrichtung an das Trinkwassernetz (CDC und AWWA 2012, S. 16). Hinzu kommt die Erhebung von wassersparenden Maßnahmen, wie z.B. das Baden mit Schwämmen oder die Abschaltung von Systemen (CDC und AWWA 2012, S. 16–17). Durch diese Ermittlung des Minimalbedarfes kann anschließend ein Konzept/Plan zur beschränkten Versorgung (Restriktionsplan) entwickelt werden, wodurch ersichtlich wird, wieviel Trinkwasser tatsächlich unbedingt benötigt wird, wenn die Trinkwasserversorgung ausfällt und welche Maßnahmen dafür notwendig sind, welche dann als Anweisungen in den Krankenseinsatzplan einfließen (CDC und AWWA 2012, S. 18).

Die Fragen, die innerhalb des Audits gestellt werden, sind in Tabelle 26 dargestellt. Dafür werden bestimmte Fragen aus den Beispielen des Dokumentes der CDC und AWWA (CDC und AWWA 2012, S. 84–85) genutzt und explizit nach Dokumenten, wie z.B. Wasserrechnungen oder Daten von Durchflussmessern gefragt, die den Trinkwasserbedarf belegen (CDC und AWWA 2012, S. 13).

## 4. Methodik

Tabelle 26: Fragen im Rahmen des Audits für den Trinkwasserbedarf (Eigene Darstellung angelehnt an CDC und AWWA (2012, S. 84–85))

Frage Nr.	Frage text	Anmerkung
1	Welche der kritischen Prozessbausteine und deren Abhängigkeiten sind von einer Trinkwasserversorgung abhängig? Ist z.B. die Löschwasserversorgung an das Trinkwassernetz angeschlossen?	Alle Prozessbausteine, die nicht von Trinkwasser abhängig sind, können in der weiteren Betrachtung wegfallen.
2	Welcher dieser Trinkwasseranbindungen kann nicht unterbrochen oder untersagt werden? Warum?	
3	Was ist der durchschnittliche Trinkwasserverbrauch/-bedarf pro kritischem Prozessbaustein und pro Prozess, von dem diese Abhängig sind?	
4	Haben Sie Daten für den Trinkwasserverbrauch pro Aktivität, wie z.B. für die Dialyse, Sterilisation oder Toilettenbesuch? Wenn ja, wie hoch ist der Verbrauch pro Aktivität und wie häufig pro Tag wird diese durchgeführt?	
5	Welche Aktivitäten der kritischen Prozesse können unterlassen werden oder gibt es wasserlose Alternativen?	Dieser Verbrauch kann dann von dem Bedarf abgezogen werden.
6	Wie lange könnten welche Aktivitäten ohne Wasserzufuhr von außen funktionieren?	Je nach Szenario könnten diese Verbräuche von dem Bedarf abgezogen werden.
7	Welche weiteren Maßnahmen zur Reduzierung des Bedarfes an Trinkwasser gibt es vor Ort?	
8	Welche Dokumente können Sie zur Verfügung stellen, um den Trinkwasserbedarf/-verbrauch der Prozessbausteine zu ermitteln? Beispiele wären Wasserrechnungen oder Daten von Durchflussmessern.	Für eigene Dokumentenanalyse, falls das Interview keine ausreichenden Daten liefert.

### 4.3.2 Auswahl und Kontaktierung der Interviewpartner/Experten

Im Folgenden soll aufgezeigt werden, welche Experten bzw. Institutionen kontaktiert werden. Diese werden anhand der im Abschnitt „Definition von Experten“ aufgezeigten Kriterien zur Identifizierung eines Experten begründet, damit die Auswahl nachvollziehbar ist (Kaiser 2014, S. 71). Dies wird in Tabelle 27 dargestellt, dessen Struktur sich an den zu erhebenden Daten/Informationen der Tabelle 23: Identifizierung und Vorauswahl von Experten“ orientiert.

Hinweis: Bei manchen Institutionen, wie z.B. bei dem Krankenhaus, der Rheinenergie oder der Feuerwehr können auch Vertreter von bestimmten Funktionen oder andere Experten des jeweiligen Bereiches als Interviewpartner bereitgestellt werden, worauf kein Einfluss genommen werden kann. Daher wird in diesen Fällen zunächst nur der erste Kontaktpartner aufgezeigt. In der Ergebnisdarstellung erfolgt dann eine Nennung des konkreten Interviewpartners mitsamt seiner Funktion/Expertise.

#### 4. Methodik

Tabelle 27: Kontaktpersonen für Experteninterview mit Begründung (Eigene Darstellung)

Daten/Informationen	Institution	Experte/Kontaktpartner	Begründung für Auswahl
<b>Allgemeine Beschreibung der Wasserversorgung vor Ort</b>	Rheinenergie als örtliches WVU	Lars Lohrberg (Vertretung: Dr. Iris Hübner)	Die Rheinenergie AG ist das Trinkwasserversorgungsunternehmen, das die Stadt Köln, die Stadt Frechen und Pulheim mit Trinkwasser versorgt (Rheinenergie AG 2017, S. 25). Die Rheinenergie AG ist Partner in dem Forschungsprojekt KIRMin (TH Köln o.J.a) und Herr Lohrberg ist der zuständige Ansprechpartner. Da sich das Forschungsprojekt mit Versorgungskonzepten durch Kritische Infrastrukturen befasst (TH Köln o.J.b), kann davon ausgegangen werden, dass dieser Interviewpartner umfassendes Wissen über das Krisenmanagement und die Struktur der Trinkwasserversorgung des Unternehmens hat.
<b>Beschreibung vorhandener Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung im Krankenhaus</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	Frau Dr. Katja Scholtes wurde als Kontaktperson ausgewählt, da sie zum einen leitende Abteilungsärztin der zentralen Notaufnahme des Krankenhauses Merheim ist (Kliniken der Stadt Köln gGmbH o.J.a) und somit über breites Wissen über die Strukturen des Krankenhauses und in der Humanmedizin verfügt. Zum anderen forscht Frau Dr. Scholtes im Bereich der Krankeneinsatzplanung (Scholtes o.J.), weshalb sie umfangreiche Kenntnisse in diesem Bereich und explizit im Bereich des Krisenmanagements des Krankenhauses Merheim besitzt. Daher kann auch davon ausgegangen werden, dass Frau Dr. Scholtes die notwendigen Kontaktpartner, wie z.B. den technischen Leiter, als Interviewpartner vermitteln kann.
<b>Versorgungsbereich des Krankenhauses</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	S.o.

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Institution	Experte/Kontaktpartner	Begründung für Auswahl
<b>Erhebung aller Prozessbausteine (Abteilungen des Krankenhauses) mit seinen Abhängigkeiten</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	S.o.
<b>Zuordnung der Kritikalitätsstufen für die Prozessbausteine hinsichtlich der Erfüllung des Schutzzieles</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	S.o.
<b>Bedarf des Krankenhauses bzw. der kritischen Prozessbausteine an Trinkwasser</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	S.o.
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung und zur Aufrechterhaltung des Betriebes</b>	Krankenhaus Merheim	Frau Dr. Katja Scholtes	S.o.
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Rheinenergie als örtliches WVU	Lars Lohrberg (Vertretung: Dr. Iris Hübner)	S.o.
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Berufsfeuerwehr Köln	Jürgen Schell	Die Berufsfeuerwehr Köln ist Teil des Amtes für Feuer- schutz, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz der Stadt Köln (Stadt Köln o.J.a). Die Berufsfeuerwehr Köln ist Partner in dem Forschungs- projekt KIRMin (TH Köln o.J.a) und Herr Rogmann ist der zuständige Ansprechpart- ner. Da sich das Forschungs- projekt mit Versorgungskon- zepten hinsichtlich Kritischer Infrastrukturen befasst (TH Köln o.J.b), kann davon aus- gegangen werden, dass die- ser Interviewpartner umfas- sendes Wissen über das Kri- senmanagement der Stadt Köln hinsichtlich Kritischer Infrastrukturen hat. Herr Rog- mann verwies auf Herrn Schell (Berufsfeuerwehr Köln), der sich u.a. mit den

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Institution	Experte/Kontakt-partner	Begründung für Auswahl
			Trinkwassernotbrunnen beschäftigt, die von der Stadt Köln unterhalten werden.
<b>Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	THW Regionalstelle Köln	Marc Bujack	Der THW Regionalstelle Köln sind diverse THW-Ortsverbände zugeordnet, worunter auch alle Kölner Ortsverbände und z.B. der Ortsverband Leverkusen oder der Ortsverband Bergisch Gladbach fallen. Die Regionalstelle betreut diese Ortsverbände, sorgt für deren Einsatzbereitschaft und verwaltet bzw. koordiniert deren Ressourcen. (THW o.J.c) Somit kann angenommen werden, dass dort alle Einsatzmöglichkeiten und Einsatzpläne abrufbar sind. Zudem können weitreichende Kontakte hergestellt werden. Herr Bujack ist der Leiter der Regionalstelle Köln (THW o.J.c) und wird daher kontaktiert.
<b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Rheinenergie als örtliches WVU	Lars Lohrberg (Vertretung: Dr. Iris Hübner)	S.o.
<b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	Berufsfeuerwehr Köln	Jürgen Schell	S.o.
<b>Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung</b>	THW Regionalstelle Köln	Marc Bujack	S.o.
<b>Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps</b>	Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit am Universitätsklinikum Bonn	Prof. Dr. med. Martin Exner	Prof. Dr. med. Martin Exner ist Direktor des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn o.J.). Er ist u.a. Mitglied in der Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt (Vorsitzender seit 2002) und des Berufsverbandes der deutschen Ärzte für Hygiene und Umweltmedizin (Exner 2007, S. 3).

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Institution	Experte/Kontaktpartner	Begründung für Auswahl
			<p>Er verfasste weit über 200 Publikationen u.a. in dem Bereich der Entwicklung des Water Safety Programmes. Er ist Mitglied im wissenschaftlichen Beirat von verschiedenen Fachzeitschriften, die sich mit den Themen Wasser und Gesundheitswesen auseinandersetzen. (Exner 2007, S. 4)</p> <p>Somit kann Herrn Exner eine große Expertise im Bereich der Trinkwasserversorgung in Krankenhäusern zugesprochen werden.</p>
<p><b>Vorlaufzeiten der Maßnahmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berufsfeuerwehr Köln</li> <li>- THW Regionalstelle Köln</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter Krankenhaus Merheim</li> <li>- Technischer Leiter Merheim</li> <li>- Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit am Universitätsklinikum Bonn</li> </ul>	<p>S.o.</p>	<p>S.o.</p>
<p><b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berufsfeuerwehr Köln</li> <li>- THW Regionalstelle Köln</li> <li>- Katastrophenschutzbeauftragter Krankenhaus Merheim</li> <li>- Technischer Leiter Krankenhaus Merheim</li> <li>- Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit am Universitätsklinikum Bonn</li> </ul>	<p>S.o.</p>	<p>S.o.</p>

## 4. Methodik

Da die Berufsfeuerwehr ein Amt der Stadt Köln ist (Stadt Köln o.J.a), wird davon abgesehen die Stadt Köln an sich bzw. erneut zu befragen. Dies wird damit begründet, dass die Berufsfeuerwehr durch ihre Zugehörigkeit zur Stadt Köln alle nötigen Informationen besitzt oder deren Zugang möglich ist.

Da es sich bei den hier durchzuführenden Experteninterviews größtenteils um Faktenabfragen handelt, ist ein Zusenden des Interviewleitfadens vor dem eigentlichen Interview ratsam. Denn dadurch können von dem Interviewpartner ggfs. Fakten nachrecherchiert und Dokumente herausgesucht werden. (Bogner et al. 2014, S. 30) Die Zusendung des Interviewleitfadens erfolgt ab der Zusage eines konkreten Interviewtermins seitens des Experten.

### 4.3.3 Durchführung des Experteninterviews

Das Interview findet möglichst zu zweit statt und wird prinzipiell mittels Aufnahmegerät aufgezeichnet (Kaiser 2014, S. 84). Sollte die Tonbandaufnahme verweigert werden, so werden nur weitere Dokumente zur Inhaltsanalyse erfragt oder um eine schriftliche Beantwortung der Fragen mit Unterschrift gebeten.

Zudem werden Ort und Zeit des stattfindenden Interviews auf der Oberseite des Interviewleitfadens protokolliert (Kaiser 2014, S. 88).

### 4.3.4 Sicherung der Ergebnisse als Transkription

Bei explorativen Experteninterviews sind ausführliche Transkriptionen nicht zwingend erforderlich, insbesondere dann, wenn größtenteils Daten und Fakten erhoben werden sollen. Dies ist in dieser Forschungsarbeit der Fall. Somit muss nicht das ganze Gespräch transkribiert werden, sondern lediglich eine Zusammenfassung der wichtigsten Informationen, die ermittelt werden sollen (Bogner et al. 2014, S. 41).

Dadurch werden die weiteren Schritte, die Kaiser (2014, S. 12) vorschlägt und in Tabelle 21 dargestellt sind, obsolet, da die nötigen Daten und Informationen automatisch durch die Zusammenfassung generiert werden (Kaiser 2014, S. 93).

Die Darstellung erfolgt durch die Niederschrift der Frage und der Zusammenfassung der Antwort des Experten, welche jeweils so markiert werden, dass durchgängig der Interviewer vom Interviewten unterschieden werden kann (Bogner et al. 2014, S. 42; Kaiser 2014, S. 98).

Als Grundlage für die zusammenfassende Transkription dienen die Tonbandaufnahmen.

## 4.4 Dokumentenanalyse

Für die Erhebung zusätzlicher Daten, die im Rahmen der Risikoanalyse und der Evaluation bzw. Neukonzeption des Krisenmanagements benötigt werden, wird neben der Methodik des Experteninterviews auch die Methodik der Dokumentenanalyse angewendet. Durch eine Dokumentenanalyse ist es möglich, Sekundärdaten aus internen (z.B. Buchhaltungsdokumenten oder hier Einsatzplänen) oder externen Datenquellen (z.B. Statistiken oder Kartenmaterialien öffentlicher Institutionen) zu erheben (Albers et al. 2009, S. 50; Baur und Blasius 2014, S. 813). Eine Sekundärdatenerhebung kann jedoch nachteilig sein, da nicht klar ist, wie diese Daten erhoben wurden und ob diese Daten für das eigene Vorhaben geeignet sind (Churchill 1999, S. 217; Shugan 2002, S. 375).

Die Dokumentenanalyse erfolgt nach Baur und Blasius (2014, 813 ff.) in fünf Schritten, die für das Vorhaben dieser Arbeit angepasst wurden. Diese sind in Tabelle 28 dargestellt.

## 4. Methodik

Tabelle 28: Planungs- und Durchführungsschritte der Dokumentenanalyse (Eigene Darstellung angelehnt an Baur und Blasius (2014, 819 ff.))

Nr.	Schritt
1	Auswahl der Datenquellen
2	Zugang zu den Datenquellen
3	Extraktionsmethode der Daten
4	Kategorisierung und Inhalt der Kategorien
5	Speicherung und Darstellung der Daten

Diese Schritte, die in Tabelle 28 aufgezeigt werden, sollen in den nächsten Abschnitten näher erläutert werden.

### 4.4.1. Auswahl der Datenquellen

Zunächst sind diejenigen Dokumente zu identifizieren, die die nötigen Informationen beinhalten könnten und somit relevant für die Forschungsfragen sind (Baur und Blasius 2014, S. 822).

#### *Zu erhebenden Daten/Informationen*

In Tabelle 29 sind die Daten bzw. Informationen dargestellt, die durch eine Dokumentenanalyse erhoben werden sollen.

Tabelle 29: Zu erhebende Informationen durch eine Dokumentenanalyse (Eigene Darstellung)

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
<b>Räumliche Lage des Krankenhauses</b>	Standortanalyse Krankenhaus Merheim  Entwicklung von Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen (Verfügbarkeit von Versorgungsquellen)		Geobasisdaten in Form von Kartenmaterial. Dabei handelt es sich um Landschafts- oder Geländemodelle, topographische Karten, Straßennamen, geografische Namen etc.
<b>Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</b>	Standortanalyse Krankenhaus Merheim	Experteninterview	Kartenmaterial mit Angaben zu dem Wasserversorgungsnetz (Rohre, Anschlüsse etc.) mit Volumenangaben in m <sup>3</sup> /h, Art der Anschlüsse etc.
<b>Statistische Daten zu vorhergegangenen Ereignissen</b>	Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit		Datum der Ereignisse mit Tag, Monat und Jahr
<b>Trinkwasserbedarf der kritischen Prozessbausteine im Normal- und Notfallbetrieb</b>	Bestimmung des Schadensausmaßes	Diese Informationen werden durch ein Audit erhoben, dass in das Experteninterview eingebunden ist. Da-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trinkwasserverbrauch in m<sup>3</sup>/h pro Gebäudeteil/Geschoss und für das gesamte Krankenhaus</li> <li>- Trinkwasserbedarf pro Aktivität in m<sup>3</sup></li> </ul>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
		bei werden Daten abgefragt und erfragte Dokumente analysiert.	- Maßnahmenplan zur Verringerung des Trinkwasserverbrauches mit Handlungsanweisungen
<b>Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus</b>	Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung/Aufrechterhaltung des Betriebes	Experteninterview	Maßnahmenpläne/Einsatzpläne mit Handlungsanweisungen/Organisation, Kartenmaterialien, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte
<b>Vorlaufzeit der Maßnahmen</b>	Entwicklung von Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen	Experteninterview	Angabe in Minuten
<b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b>	Entwicklung von Kriterien für die Geeignetheit der Maßnahmen	Experteninterview	Angabe mit Ja oder Nein bzw. Handlungsanweisungen für Wasseraufbereitungen oder Hinweise der Einhaltung
<b>Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen</b>	Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zu Not-/Ersatzversorgung	Experteninterview	Maßnahmenpläne/Einsatzpläne mit Handlungsanweisungen/Organisation, Kartenmaterialien, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte
<b>Maßnahmen mit benötigten Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung</b>	Filterung und Auswahl Best Practice Ansätze für Gaps	Experteninterview	Maßnahmenpläne/Einsatzpläne mit Handlungsanweisungen/Organisation, Meldewegen, Technische Angaben (z.B. Pumpförderleistung

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Schritt innerhalb der Methodikstruktur	Mögliche Alternativmethode zur Erhebung/Anmerkungen	Erwartete Detailtiefe
			in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten

Es soll darauf hingewiesen werden, dass einige der Informationen entweder schon im Rahmen der Experteninterviews erhoben werden oder die Dokumentenanalyse im Nachgang zu den Interviews erfolgt, bei denen nach relevanten Dokumenten gefragt wird.

#### *Identifizierung und Vorauswahl von möglichen Dokumenten*

In Tabelle 30 sind mögliche Dokumente/Datenquellen dargestellt, die im Rahmen der Dokumentenanalyse analysiert werden sollen. Dort ist auch begründet, warum diese Quellen als relevant angesehen werden. Für eine Darstellung der möglichen Datenquellen im Zuge des Experteninterviews wird auf das Kapitel „4.3 Experteninterview“ verwiesen.

Tabelle 30: Identifizierung und Vorauswahl von Dokumenten (Eigene Darstellung)

Daten/Informationen	Mögliche Datenquelle	Begründung
<b>Räumliche Lage des Krankenhauses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geografisches Kartenmaterial der Stadt Köln</li> <li>- Geografisches Kartenmaterial des Krankenhauses</li> <li>- Geografisches Kartenmaterial des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG)</li> </ul>	<p>„Geobasisdaten enthalten allgemeine topographische sowie Eigentumsinformationen und bieten damit die Grundlage für viele Studien“ (Baur und Blasius 2014, S. 983). Diese Daten liegen zu meist in Form von Karten vor.</p> <p>Als erster Ansprechpartner für Geobasisdaten ist das BKG, das gesetzlich dazu verpflichtet ist, diese Daten zu Erheben und bereitzustellen (Deutscher Bundestag 01.11.2012, § 3).</p> <p>Als lokaler Ansprechpartner dienen die Kataster- und Vermessungsämter der Städte, die solche Daten für ihr Verantwortungsgebiet bereitstellen (Stadt Köln o.J.b).</p> <p>Für Krankenhauseinsatzpläne sind sogenannte Planunterlagen unbedingt notwendig. Darunter zählen Lagepläne des Krankenhauses, der Gebäudeteile und Grundrisse der Gebäudege-</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Mögliche Datenquelle	Begründung
		<p>schosse. Darin sind Informationen, wie z.B. An- und Abfahrtswege von Fahrzeugen, Rettungs- und Evakuierungswege, besondere technische Einrichtungen usw. angegeben. (Scholl und Wagner 2010, S. 39)</p> <p>Durch diese Notwendigkeit der Erstellung und Vorhaltung dieser Pläne, kann davon ausgegangen werden, dass diese auch bei dem Krankenhaus Merheim vorhanden und einsehbar sind.</p>
<p><b>Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</b></p>	<p>Planungsunterlagen des WVU (Rheinenergie)</p>	<p>Wasserversorgungsunternehmen sind für die Bereitstellung von Trinkwasser in ausreichender Quantität und Qualität verantwortlich. Dazu gehört auch, dass Konzepte zur Versorgung, Dokumentationen zu Bau, Planung und Betrieb der Trinkwasserversorgungsanlagen und die Netzüberwachung sichergestellt sind. (Mutschmann und Stimmelmayer 2007, S. 803)</p> <p>Somit kann davon ausgegangen werden, dass das örtlich WVU alle nötigen Informationen über das Trinkwassernetz im Umfeld des Krankenhauses liefern kann.</p>
<p><b>Statistische Daten zu vorhergegangenen Ereignissen</b></p>	<p>Literatur aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik</p>	<p>Wie in der Einleitung ersichtlich ist, gab es schon mehrere Fälle, bei denen die Trinkwasserversorgung von Krankenhäusern ausgefallen ist. Aus diesen historischen Daten, welche aus Fachliteratur und anderen Quellen entnommen werden, könnte eine Wahrscheinlichkeit für den Eintritt einer solchen Gefahr abgeleitet werden.</p>
<p><b>Trinkwasserbedarf der kritischen Prozessbausteine im Normal- und Notfallbetrieb</b></p>	<p>- Dokumente aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik</p>	<p>Wie in dem Kapitel „2. State of the Art“ dargestellt, gibt es unterschiedliche Angaben über den Trinkwasserbedarf eines Krankenhauses. Aus den neueren Ermittlungen können Angaben</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Mögliche Datenquelle	Begründung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserrechnungen oder Wasserzählerstände/Durchflussmessungen des Krankenhauses</li> </ul>	<p>für die eigene Betrachtung herangezogen und angepasst werden, falls keine konkreten Daten zu dem Untersuchungsgebiet vorliegen.</p> <p>Im Rahmen des "Audit zum Trinkwasserbedarf" werden auch Dokumente, wie Wasserrechnungen oder Zählerstände von Wasserzählern/Durchflussmessern, erfragt (CDC und AWWA 2012, S. 13). Wasserzähler sind Durchflussmesser, die die verbrauchte Menge an Wasser bestimmen (Karger und Hoffmann 2013, S. 198) und auf deren Grundlagen Wasserrechnungen erhoben werden.</p>
<p><b>Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Krankenhauseinsatzplan des Krankenhauses</li> <li>- Maßnahmenpläne oder Wassersicherheitsplan des WVU (Rheinenergie)</li> </ul>	<p>Es besteht zumeist eine Verpflichtung zur Erstellung und Fortschreibung von Krankenhauseinsatzplänen (Cwojdzinski 2008, S. 4; Scholl und Wagner 2010, S. 24–25). Daher ist ein Vorhandensein dieser Planungen im Krankenhaus Merheim anzunehmen.</p> <p>Wasserversorgungsunternehmen sind verpflichtet Maßnahmenpläne für den Fall der Nichteinhaltung der Trinkwasserverordnung (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 9) und Alarm- und Gefahrenabwehrpläne zu erstellen, die sorgfältig dokumentiert und aufbewahrt werden (Mutschmann und Stimmelmayr 2007, S. 803, 2007, S. 727) Somit ist ein Vorhandensein solcher Pläne und Konzepte bei dem örtlichen WVU anzunehmen.</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Mögliche Datenquelle	Begründung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzpläne der Gefahrenabwehr</li> </ul>	<p>Wie schon in der Einleitung erwähnt, haben der Bevölkerungsschutz und der Katastrophenschutz im Rahmen der Daseinsvorsorge die Pflicht, u.a. Maßnahmenpläne für die Ersatztrinkwasserversorgung bei größeren Gefahrenlagen zu erarbeiten. Daher ist anzunehmen, dass die örtliche Feuerwehr und das THW auf Bundesebene Krisenmanagementpläne/Maßnahmenpläne zur Verfügung haben, die zur Bewältigung eines Trinkwasserausfalles dienen. Zudem sollten Einsatzpläne vorliegen, die entweder objektbezogen oder gefahrenbezogen sind und Informationen zu einsatztaktischen Maßnahmen liefern (Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 1; Kutschker 2017, S. 207)</p>
<p><b>Vorlaufzeit der Maßnahmen</b></p>	<p>Einsatzpläne/Maßnahmenpläne</p>	<p>Aufgrund der Pflicht einen Maßnahmenplan zu erstellen und dem evtl. Vorliegen von Einsatzplänen (s.o.), kann es möglich sein, dass das WVU und die Gefahrenabwehr Erfahrungswerte über die Etablierungszeit von Maßnahmen dokumentiert hat.</p>
<p><b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b></p>	<p>Maßnahmenbeschreibungen</p>	<p>Organisationen oder Behörden der Gefahrenabwehr stellen Unterlagen für ihre Einsatzkräfte zur Verfügung um darzustellen, wie z.B. Löschmaßnahmen ablaufen sollen und welche Aufgaben einzelne Einsatzkräfte haben (siehe hierzu z.B. Feuerweherschule Köln (2006)). Daraus kann entnommen werden, welche Arten von Wasser genutzt werden und ob Aufbereitungen vorgesehen sind.</p>
<p><b>Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie</b></p>	<p>Stärke- und Ausstattungsnachweise und Vertreter der</p>	<p>Eine Stärke- und Ausstattungsnachweisung enthält</p>

#### 4. Methodik

Daten/Informationen	Mögliche Datenquelle	Begründung
<b>z.B. auch die Standorte der Notbrunnen</b>	Organisationen und Behörden	Daten und Fakten zu Ein- satzeinheiten des Katastro- phenschutzes oder auch der Bundeswehr zur Abschät- zung des taktischen Einsatz- wertes (THWiki 2017; BBK o.J.). Zudem gibt es Normen, die Angaben über die Leis- tungsfähigkeit von Einsatz- fahrzeugen und Ausstattun- gen liefern (z.B. die DIN 14530-22 über das Tank- löschfahrzeug TLF 3000 (DIN 14530-22)), die heran- gezogen werden können.
<b>Maßnahmen mit benötigten Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung</b>	Konzepte und Maßnahmen aus dem Kapitel „State of the Art“	In dem „Kapitel 2. State of the Art“ werden Konzepte und Maßnahmen für eine Ersatztrinkwasserversorgung vorgestellt. Diese werden bei Bedarf mithilfe der Kriterien aus dem Kapitel „4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“ überprüft und dann ggfs. für Krisenmanagementpläne vorgeschlagen.

#### 4.4.2. Zugang zu den Datenquellen

Der Zugang zu den identifizierten Dokumenten muss ohne Barrieren für den Forschenden möglich sein, weshalb entweder frei zugängliche Quellen zu wählen sind, oder es werden Kooperationen mit entsprechenden Organisationen und Behörden eingegangen, damit der Zugriff auf Informationen gewährt wird, die aus Datenschutz- oder Sicherheitsgründen nicht öffentlich zugänglich sind (Baur und Blasius 2014, S. 819–820).

In Tabelle 31 sind die Datenquellen aus Tabelle 30 mit der Einordnung „Zugänglichkeit“ und „Zugangsmöglichkeit“ dargestellt. Die „Zugänglichkeit“ wird mit „offen“ und „geschlossen“ kategorisiert, was bedeutet, dass diese entweder frei zugänglich sind („offen“) oder nicht. Bei „Zugangsmöglichkeiten“ ist dargestellt, wie der Zugang zu den Dokumenten erreicht werden kann.

Tabelle 31: Zugang zu Daten innerhalb der Dokumentenanalyse (Eigene Darstellung)

Mögliche Datenquelle	Zugänglichkeit	Zugangsmöglichkeiten
<b>Geografisches Kartenmaterial der Stadt Köln</b>	Offen (externe Daten)	Einige Sätze an Kartenmaterial der Stadt Köln sind als Open Data frei verfügbar (Stadt Köln o.J.c). Dies können über das Portal „Offene Daten Köln“ bezogen werden (Offene Daten Köln 2018).

#### 4. Methodik

Mögliche Datenquelle	Zugänglichkeit	Zugangsmöglichkeiten
<b>Geografisches Kartenmaterial des Krankenhauses</b>	Geschlossen (interne Daten)	Wie in dem vorherigen Abschnitt erwähnt, sind Kartenmaterialien häufig Bestandteil des Krankenseinsatzplanes. Zudem könnten sie als Informationsquelle für den Technischen Leiter des Krankenhauses dienen. Diese Informationen sind zumeist Verschlusssache und werden nicht öffentlich zugänglich gemacht (Adams et al. 2015a, S. 39). Daher werden im Rahmen der Experteninterviews der Technische Leiter und der Katastrophenschutzbeauftragte auf die Gewährung des Zugangs zu diesen Dokumenten hin befragt.
<b>Geografisches Kartenmaterial des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG)</b>	Offen (externe Daten)	Das Kartenmaterial des BKG kann als Download bezogen oder aber auch in einer Web-Anwendung betrachtet werden (BKG 2018)
<b>Planungsunterlagen des WVU (Rheinenergie)</b>	Geschlossen (interne Daten)	Diese Unterlagen sind nicht öffentlich zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesem Dokument gebeten.
<b>Literatur aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik/ Konzepte und Maßnahmen aus dem Kapitel „State of the Art“</b>	Offen (externe Daten)	Diese Literatur wird aus einer Literaturrecherche heraus gewonnen.
<b>Krankenseinsatzplan des Krankenhauses</b>	Geschlossen (interne Daten)	Krankenseinsatzpläne sind zumeist Verschlusssache und nicht frei zugänglich (Adams et al. 2015a, S. 39). Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesem Dokument gebeten.
<b>Wasserrechnungen oder Wasserzählerstände/Durchflussmessungen des Krankenhauses</b>	Geschlossen (interne Daten)	Diese Unterlagen sind nicht öffentlich zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesem Dokument gebeten.
<b>Maßnahmenpläne oder Wassersicherheitsplan des WVU (Rheinenergie)</b>	Geschlossen (interne Daten)	Diese Maßnahmenpläne sind zumeist Verschlusssache und/oder nicht frei zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesen Dokumenten gebeten.
<b>Einsatzpläne der Gefahrenabwehr</b>	Geschlossen (interne Daten)	Diese Unterlagen sind nicht öffentlich zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesen Dokumenten gebeten.

#### 4. Methodik

Mögliche Datenquelle	Zugänglichkeit	Zugangsmöglichkeiten
<b>Maßnahmenbeschreibungen</b>	Geschlossen (interne Daten)	Diese Unterlagen sind nicht öffentlich zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesen Dokumenten gebeten.
<b>Stärke- und Ausstattungsnachweise und Vertreter der Organisationen und Behörden</b>	Geschlossen/Offen (interne Daten)	Diese Unterlagen sind nicht öffentlich zugänglich. Daher wird im Rahmen des Experteninterviews nach Zugang zu diesen Dokumenten gebeten. Die einzige Ausnahme bilden die Normen, die über den Beuth Verlag bezogen werden können.

#### 4.4.3. Extraktionsmethode der Daten

Die Daten werden manuell aus den jeweiligen Dokumenten ausgelesen. Eine rechnergestützte Auswertung erfolgt in dieser Ausarbeitung nicht. Jedes Dokument wird entsprechend den vorher definierten Kategorien auf relevante Datensätze hin überprüft und diese dokumentiert.

#### 4.4.4. Kategorisierung und Inhalt der Kategorien

Die Daten werden entsprechend einer strukturierten Inhaltsanalyse anhand von vorher definierten Kategorien erhoben (Baur und Blasius 2014, S. 548). Durch die Festlegung der Kategorien und deren Inhalt ist es möglich, die Dokumente optimal zu analysieren. Die Kategorisierung ist schon im Zuge der vorherigen Schritte erfolgt, die in den Tabellen Tabelle 29 bis Tabelle 31 ersichtlich sind.

#### 4.4.5. Speicherung und Darstellung der Daten

Die gewonnenen Daten werden entsprechen den Kategorien in einer Tabelle gespeichert. Dadurch erfolgt ebenfalls die Darstellung der Ergebnisse. Bei räumlichen Daten, wie z.B. die Standorte der Trinkwassernotbrunnen oder von Oberflächengewässern, kann eine Darstellung in einem Geoinformationssystem erfolgen.

#### 4.4.6. Datenqualität (Güte)

Die Qualität bzw. Güte von Daten wird anhand von drei Hauptkriterien definiert: Reliabilität, Objektivität und Validität (Baur und Blasius 2014, S. 412; Albers et al. 2009, S. 485).

In Tabelle 32 sind diese Kriterien dargestellt und werden kurz definiert. Zudem erfolgt eine Darstellung des Erfüllungsgrades dieser Kriterien in dieser Arbeit, also inwieweit diese Kriterien im Rahmen der Methodik erfüllt werden und warum.

Tabelle 32: Gütekriterien Dokumentenanalyse

Kriterium-Name	Kriterium	Erfüllungsgrad der eigenen Methodik
<b>Objektivität</b>	Eine Objektivität kann angenommen werden, wenn die Dokumente nicht durch den Forschenden manipuliert werden, die Auswertung keine Interpretationsspielräume aufweist und es bei der Auswertung keine Freiheitsgrade gibt (Albers et al. 2009, S. 485).	Die Ethik verbietet das verfälschen von Forschungsergebnissen und dieser Ethik soll hier entsprochen werden. Durch die Kategorisierung der Daten, die erhoben werden sollen (siehe Abschnitt 4.4.4. Kategorisierung und Inhalt der Kategorien“), und der Angabe der erwarteten Detailtiefe in Tabelle 29, sind keine Freiheitsgrade und Interpretationsspielräume gegeben.

Kriterium-Name	Kriterium	Erfüllungsgrad der eigenen Methodik
<b>Reliabilität</b>	Dieses Kriterium wird erfüllt, wenn verschiedene Messungen zu dem gleichen Ergebnis führen (Albers et al. 2009, S. 485; Baur und Blasius 2014, S. 427).	Dieses Kriterium ist für die Dokumentenanalyse von Einzelobjekten ungeeignet (Baur und Blasius 2014, S. 412) und entfällt.
<b>Validität</b>	Störeinflüsse externer Größen sollen möglichst ausgeschlossen sein. Dies bedeutet, dass die Erhebungs- und Auswertungssituation möglichst standardisiert ablaufen sollte. (Baur und Blasius 2014, S. 412)	Durch die Struktur der Methodik der Dokumentenanalyse in dem Kapitel 4.4 Dokumentenanalyse“ und den Beschreibungen in den Tabellen Tabelle 29 bis Tabelle 31 ist ein hoher Grad an Standardisierung gewährleistet. Daher wird dieses Kriterium erfüllt.

#### 4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatz-trinkwasserversorgung

Die noch nicht eingepflanzten Kapazitäten, wie z.B. Tankfahrzeuge, Aufbereitungsanlagen oder Trinkwassernotbrunnen im Bereich des Krankenhauses, werden anhand der Experteninterviews und Dokumentenanalysen erhoben (siehe dafür „4.3 Experteninterview“ und „4.4 Dokumentenanalyse“). Durchgeführt wird diese Erhebung jedoch nur, wenn bei dem Soll-Ist-Vergleich mit den geplanten Maßnahmen keine 100%ige Abdeckung nachgewiesen wird.

Diese Maßnahmen bzw. Kapazitäten werden erneut auf ihre Geeignetheit mit den entwickelten Kriterien überprüft. Um das zu ermöglichen werden alle nötigen Informationen (z.B. Vorlaufzeit) ebenfalls im Rahmen der Interviews und Dokumentenanalysen ermittelt. Die so gefilterten Maßnahmen können dann ebenfalls für die Konzipierung des Krisenmanagementplanes genutzt werden.

#### 4.6 Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps

Falls durch die Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten noch immer keine Abdeckung von 100% erreicht wurde, so können Maßnahmen aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik herangezogen werden, um Lücken in der Krisenmanagementplanung zu schließen. Diese Maßnahmen sind ebenfalls auf Geeignetheit zu überprüfen und es ist dann in den Plänen anzumerken, dass diese Maßnahmen auf Ressourcen beruhen, die ggf. noch nicht vorhanden sind. So kann beispielsweise ein Hinweis auf Investitionen im Bereich von Tankfahrzeugen nötig werden.

Die Erhebung findet durch Dokumentenanalysen der Artikel, Leitfäden, Normen etc. (siehe dafür auch den Abschnitt „4.4 Dokumentenanalyse“) und durch ein Interview mit einem Trinkwasserexperten (siehe dafür „4.3 Experteninterview“) statt.

#### 4.7 Erstellung eines Kapitels für den Krankenseinsatzplan

Die Erstellung des Kapitels „Ausfall der Trinkwasserversorgung“ für den Krankenseinsatzplan erfolgt anhand von Fachliteratur und den Inhalten, die im Abschnitt „

2.3 Notfallplanung der Krankenhäuser“ identifiziert wurden. Zudem werden ggf. vorhandene Inhalte des KHEP des Krankenhauses Merheim übernommen und ggf. modifiziert. Die Inhalte für die Maßnahmen stammen aus den Erhebungen, die in den Abschnitten „4.2.9 Erhebung

## 4. Methodik

der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“, „4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“ und „4.6 Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps“ beschrieben sind.

Die minimalen Inhalte des Kapitels sind:

- Beschreibung der Versorgungsanlage (CDC und AWWA 2012, S. 10)
- Feststellung und Meldung einer Beeinträchtigung (HSM 2007, S. 67–69). Kontaktinformationen zum Wasserversorgungsunternehmen (CDC und AWWA 2012, S. 10).
- Alarm- bzw. Alarmierungsstufen (Lechleuthner 2008, S. 21; HSM 2007, S. 59–63; Adams et al. 2015a, S. 41; Cwojdzinski 2008, S. 27) mit Aktivierung der KEL (Scholl und Wagner 2010, S. 28)
- Abstimmung mit BOS und anderen Kliniken (Scholl und Wagner 2010, S. 51–53)
- Alarmanweisungen nach Alarmstufe mit konkreten Aufgaben und Checklisten für die jeweiligen Funktionsträger (Adams et al. 2015a, S. 38)
- Übergangsregelungen von Normalbetrieb zu Notfallbetrieb (Lechleuthner 2008, S. 18; Adams et al. 2015a, S. 40)
- Einsatzablauf und Maßnahmen (Cwojdzinski 2008, S. 378; Scholl und Wagner 2010, S. 97ff.) mit Verweis auf andere Kapitel wie z.B. Evakuierungen (HSM 2007, S. 70)
- Plan zur Reduzierung des Wasserbedarfes (Cwojdzinski 2008, S. 171) mit Anweisungen aus den Ergebnissen des Trinkwasserbedarfsaudits. Angabe des Gesamtbedarfs an Trinkwasser im Normal- und Notfallbetrieb (CDC und AWWA 2012, S. 10)
- Materiallisten (Adams et al. 2015a, S. 39; CDC und AWWA 2012, S. 10)
- Lagepläne (Adams et al. 2015a, S. 39), auch mit besonderen Punkten, wie z.B. Löschwassereinspeisestellen (Adams et al. 2015a, S. 47)
- Kopien aller Verträge und anderer Vereinbarungen, die im Zusammenhang mit der Bewältigung der Schadenslage zusammenhängen
- Verkehrsregelungen (Adams et al. 2015a, S. 42; Cwojdzinski 2008, S. 42; Scholl und Wagner 2010, S. 39–40)
- Auflistung der Möglichkeiten einer Ersatztrinkwasserversorgung und der Wasseraufbereitung in dem Untersuchungsgebiet (CDC und AWWA 2012, S. 10)

### 4.8 Konzept/ Katalog für das Krisenmanagement der örtlichen Gefahrenabwehr und den WVU

Kreise bzw. kreisfreie Städte sind verpflichtet, Pläne zur Bewältigung von Großschadenslagen und für Einsätze bei besonders gefährdeten Objekten zu erstellen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 01.01.2016, § 4). Falls ein Einsatzplan für den Fall eines Trinkwasserausfalles für ein Krankenhaus dennoch nicht existiert oder unzureichend ist, soll hier ein Vorschlag für die BOS vorgelegt werden. Zudem soll auch ein Maßnahmenplan für den WVU erstellt werden, was anhand der Technisches Regel 1020 der DVGW (DVGW W 1020) geschehen soll. Es ist dennoch darauf hinzuweisen, dass die Erstellung den zuständigen Behörden obliegt und diese Planung nur dann adäquat und komplett durchgeführt werden kann, wenn die jeweiligen Institutionen zusammen planen. Daher ist hier nur ein Konzept als Vorschlag vorgesehen.

Ein Feuerwehrplan ist ein „[...] vorbereiteter Plan für die Brandbekämpfung und für Rettungsmaßnahmen an besonderen Orten oder Objekten“ (DIN 14095, S. 4). Einsatzpläne oder auch Objekteinsatzpläne bauen auf den Feuerwehrplänen auf und enthalten zusätzliche Angaben zur Einsatztaktik/Vorgehen, Angaben zu baulichen Anlagen (Kutschker 2017, S. 212; Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 6). Damit die Leitstellen exaktes Wissen über die zu alarmierenden Einheiten haben, muss auch eine Angabe zur Alarm- und Ausrückeordnung (AAO) gemacht werden (Kutschker 2017, S. 215). Es wird zur Erstellung auf Normen, Leitfä-

## 5. Ergebnisdarstellung

den von Feuerwehren, Fachbücher und die schon vorhandene Pläne zurückgegriffen. Die Inhalte für die Maßnahmen stammen aus den Erhebungen, die in den Abschnitten „4.2.9 Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“, „4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“ und „4.6 Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps“ beschrieben sind.

Die nötigen Inhalte eines Einsatzplanes (Brandfall ist hier nicht in der Betrachtung) sollten möglichst sein:

- Schnellübersicht (Kutschker 2017, S. 209)
- Allgemeine Objektinformationen (DIN 14095, S. 5)
- Übersichtsplan (DIN 14095, S. 6)
- Geschosspläne (DIN 14095, S. 6–7)
- Sonderpläne (DIN 14095, S. 7)
- Zusätzliche textliche Erläuterungen (DIN 14095, S. 7–8)
- Verkehrslenkung und Aufstellflächen (Kutschker 2017, S. 212)
- Bedingungsanweisungen für mögliche Einrichtungen vor Ort (Kutschker 2017, S. 212)
- Einspeisepunkte von Trinkwasser (angelehnt an die Forderung nach der Angabe der Löschwasserversorgung (Kutschker 2017, S. 212)) und andere wichtige Einrichtungen und Objekte (Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 15)
- Hinweise für die AAO (Kutschker 2017, S. 215; Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 15)
- Kurze Maßnahmenbeschreibungen des Einsatzverlaufes (werden ergänzt durch andere Angaben, wie z.B. die Verkehrslenkung) (Angelehnt an die Maßnahmenbeschreibungen für die Brandbekämpfung und Löschwasserförderung (Staatliche Feuerweherschule Würzburg 2017, S. 15))

In einem Maßnahmenplan von einem WVU sind „[...] die Kommunikationswege und gegenseitigen Erreichbarkeiten festzulegen und wie zu verfahren ist, wenn die leitungsgebundene Wasserversorgung unterbrochen werden muss.“ (DVGW W 1020, S. 9). In diesem Fall ist die leitungsgebundene Wasserversorgung nicht absichtlich unterbrochen. Die Inhalte für die Maßnahmen stammen aus den Erhebungen, die in den Abschnitten „4.2.9 Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“, „4.5 Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung“ und „4.6 Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen für die Schließung der Gaps“ beschrieben sind.

Die nötigen Inhalte eines Maßnahmenplanes für WVU sollten möglichst sein:

- Informationen zum eigenen Unternehmen (DVGW W 1020, S. 20)
- Zu benachrichtigende Stellen mit Nennung von eigenen Ansprechpartnern (DVGW W 1020, S. 14; DVGW W 1020, S. 20)
- Information der Verbraucher (DVGW W 1020, S. 14)
- Benennung der Maßnahmen und Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung (DVGW W 1020, S. 14; DVGW W 1020, S. 20)

## 5. Ergebnisdarstellung

Im Folgenden werden die Ergebnisse, die durch die Methodik generiert wurden, dargestellt. Die Ergebnisse, die schon in der Methodikbeschreibung erwähnt wurden (z.B. Schutzziel, Szenarioentwicklung etc.) sollen hier nicht erneut genannt werden. Die Ergebnisse der Untermethoden der Interviews und der Dokumentenanalysen, die untereinander vergleichend und ergänzend betrachtet werden, werden direkt den Obermethoden zugeteilt. Die Kernaussagen zu

## 5. Ergebnisdarstellung

den gestellten Fragen in dem Experteninterview und die Aussagen der erhaltenen Dokumente selbst sind im Anhang dargestellt.

Hinweis: Frau Dr. Scholtes hat eine Aufzeichnung eines Interviews abgelehnt und hat stattdessen die Fragen des Experteninterviews schriftlich beantwortet und unterschrieben. Das Dokument ist dem Anhang beigelegt. Zudem übernahm Frau Dr. Scholtes die Beantwortung der Leitfäden für einen ärztlichen Leiter und für den Katastrophenschutzbeauftragten. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass zurzeit kein Katastrophenschutzbeauftragter in dem Krankenhaus Merheim benannt ist. Wie jedoch schon dargestellt, besitzt Frau Dr. Scholtes ausreichend Expertise in diesem Bereich, um die Fragen adäquat beantworten zu können.

Die angegebenen Entfernungen basieren auf Recherchen der jeweiligen Standorte und der Ermittlung der Luftlinie durch die Website <https://www.luftlinie.org/> (Georg o.J.). Manche Größen/Daten mussten durch eigene Recherche ergänzt werden, was durch Literaturangaben gekennzeichnet ist. Dies gilt auch für Dokumente, auf die von den Experten verwiesen wurde.

In den Experteninterviews sind zusätzliche Erkenntnisse gewonnen worden, die nicht durch spezielle Fragen abgedeckt wurden. Diese werden entweder in den jeweiligen Abschnitten dargestellt, wenn es inhaltlich passend ist oder ansonsten in dem Abschnitt 5.14 Sonstige Erkenntnisse aus den Experteninterviews“.

### 5.1 Ergebnisse Standortanalyse

Im Folgenden werden die Ergebnisse hinsichtlich der Beschreibung der Wasserversorgung, der räumlichen Lage, des Versorgungsbereiches und der Prozessbausteine des Krankenhauses Merheim beschrieben.

#### 5.1.1 Beschreibung der Wasserversorgung und der Redundanzen des Krankenhauses Merheim

Die Wasserleitungen des Krankenhauses Merheim sind auf dem Gelände Privatbesitz der Klinik, als Ringleitung ausgelegt und werden durch zwei Einspeisungen (Einfahrt zur Olpener Straße und Adenauer Siedlung) versorgt, die sich gegenseitig ersetzen können und somit eine Art Verbundleitung vorliegt, da die Einspeisung zwar rein durch die Rheinenergie erfolgt, diese jedoch den Ausfall von einzelnen Wasserwerken oder Transportachsen kompensieren kann. Zusätzlich existiert eine Zuleitung von Seiten der Landeskliniken. Die Verteilung des Trinkwassers innerhalb der Gebäude des Untersuchungsgebietes erfolgt durch eine Druckerhöhungsanlage (siehe Abbildung 16), damit ein ständiger Wasserdruck von 2,5 bar in jedem Stockwerk herrscht. Die Druckerhöhungsanlage verfügt über zwei Wassertanks mit jeweils einem Fassungsvermögen von 12m<sup>3</sup>. Das Wasser wird durch fünf Pumpen gefördert. Die Verteilung erfolgt durch weitere Pumpen (maximal acht) bis ein kritischer Füllstand von 10% des Gesamtvolumens erreicht ist. Dann schalten sich die Pumpen aus. Weitere Redundanzen hinsichtlich der Trinkwasserversorgung, wie z.B. Wassertanks oder Aufbereitungsanlagen, sind nicht vorhanden. Als Vordruck benötigt die Druckerhöhungsanlage einen Druck von 1,5 bar. (Braun 2018 und Hübner et al. 2018)

Die Leistung einer einzelnen der acht Pumpen der Druckerhöhungsanlage zur Verteilung beläuft sich auf 6 m<sup>3</sup>/h (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des Krankenhauses). Das Gesamtvolumen der Tanks beläuft sich auf 24m<sup>3</sup> und bei einem Füllstand von 10%, also 2,4m<sup>3</sup>, wird die Verteilung eingestellt. Dies macht bei einem Trinkwasserausfall eine noch zu verteilende Menge von 21,6m<sup>3</sup>. Da immer von dem ungünstigsten Fall ausgegangen werden sollte, wird angenommen, dass alle acht Pumpen aktiv sind. Somit beträgt die Gesamtpumpleistung 48m<sup>3</sup>/h. Das direkt nutzbare Volumen der Tanks wäre somit nach 0,45 Stunden (= 27 Minuten) aufgebraucht.

## 5. Ergebnisdarstellung

Der Trinkwasserverbrauch des gesamten Krankenhauses belief sich in den Jahren 2016-2017 im Durchschnitt auf 11.900,875m<sup>3</sup> pro Jahr (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des Krankenhauses). Dies macht runtergerechnet pro Stunde einen Verbrauch von 16,529m<sup>3</sup> und 396,675m<sup>3</sup> pro Tag. Laut Rheinenergie beträgt der Spitzenbedarf des Krankenhauses Merheim 150m<sup>3</sup>/Stunde (Hübner et al. 2018).

Es gibt keine Möglichkeit des direkten Anschlusses einer externen Trinkwasserversorgung. Dafür wären bautechnische Maßnahmen nötig. (Braun 2018)

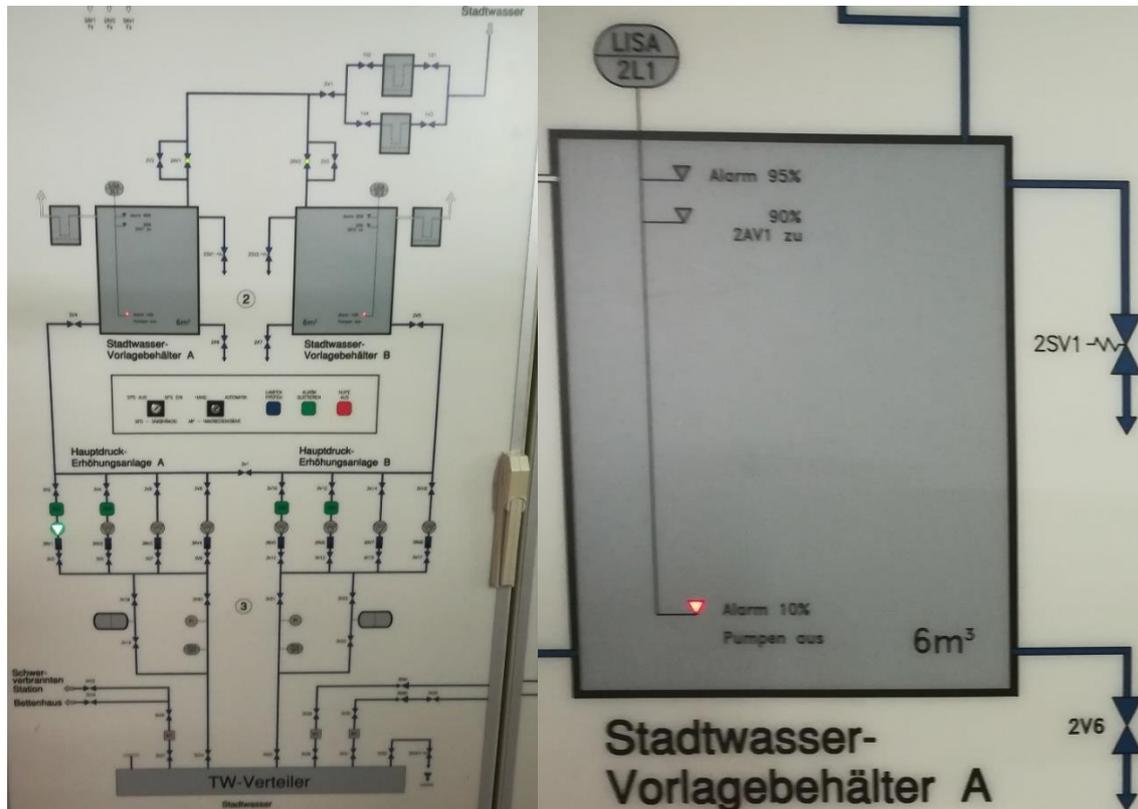


Abbildung 16: Druckerhöhungsanlage des Gebäudes 20 des Krankenhauses Merheim. Rechts Detaildarstellung des Vorlagebehälters (Quelle: Eigene Fotografie)

### 5.1.2 Räumliche Lage des Krankenhauses

Die Analyse erfolgte auf Grundlage des Kartenmaterials der Stadt Köln (Offene Daten Köln 2018). Ein Ausschnitt ist in Abbildung 17 dargestellt.

Das Krankenhaus liegt im Kölner Stadtteil Merheim (rechtsrheinisch) in einem urbanen Gebiet. Die Entfernung zur Kölner Innenstadt beträgt ca. 6,5 km. Bezüglich der Anbindung an das Straßennetz, liegt das Krankenhaus in direkter Nähe der Bundesstraße 55 (600 Meter Entfernung) und der Autobahn 4 mit der Autobahnauffahrt „Köln-Merheim“ (1,3 km Entfernung). Auf dem Gelände des Krankenhauses wird das Hauptgebäude von mehreren Straßen umringt, wodurch eine Anbindung von allen Richtungen und damit auch ein geregelter Pendelverkehr möglich ist. Das Gelände kann von mehreren Seiten befahren werden: Nordwestlich durch die Ostmerheimer Straße, südlich durch die Wilhelm-Griesinger-Straße, nördlich durch die Madausstraße.

Als Oberflächengewässer sind in der Umgebung des Krankenhauses der Rather See (1,25 km Entfernung) und der Flehbach (1,5 km Entfernung) angesiedelt.

## 5. Ergebnisdarstellung



Abbildung 17: Karte der Umgebung des Krankenhauses Merheim (Quelle: Offene Daten Köln (2018))

Das Krankenhaus liegt in einem flachen Gebiet mit keinen nennenswerten Erhöhungen (siehe dazu Abbildung 18).

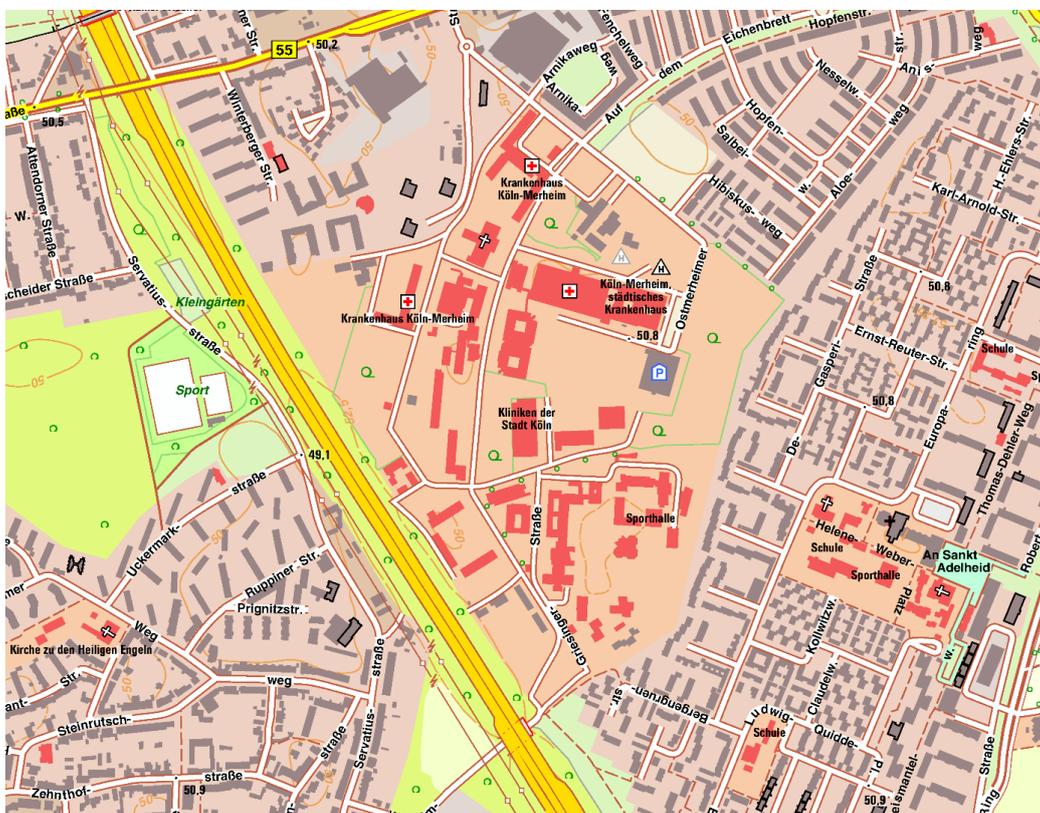


Abbildung 18: Topographische Karte Krankenhaus Merheim (Quelle: Geobasisinformationen und Landesvermessung für NRW (2018))

## 5. Ergebnisdarstellung

### 5.1.3 Versorgungsbereich des Krankenhauses

In Tabelle 33 sind die Fallzahlen des Krankenhauses Merheim im Geschäftsjahr 2016 dargestellt. Das Krankenhaus besitzt insgesamt 752 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 30).

Tabelle 33: Fallzahlen des Krankenhauses Merheim im Geschäftsjahr 2016 (Quelle: Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017b, S. 30))

Art der Fallzahlen im Jahr 2016	Anzahl
<b>Vollstationäre Fälle</b>	26.572
<b>Teilstationäre Fälle</b>	73
<b>Ambulante Fälle</b>	58.379
<b>Gesamtfallzahlen</b>	85.024

### Bildung von Prozessbausteinen für Kritikalitätsanalyse

Tabelle 34 zeigt die gebildeten Prozessbausteine des Untersuchungsgebietes. Diese stammen aus den Experteninterviews mit Herrn Braun, Frau Dr. Scholtes und den verwiesenen Dokumenten. Abgebildet sind auch die gegenseitigen Abhängigkeiten untereinander und von anderen Prozessen, wobei nur diejenigen Abhängigkeiten betrachtet wurden, die für die Funktionsfähigkeit des Prozessbausteines an sich nötig sind (Prozessbausteine können auch so von anderen Bereichen abhängig sein, dass Folgebehandlungen von anderen Abteilungen (z.B. chirurgische Abteilungen übernehmen Behandlungen von Patienten, die zuvor in der Notaufnahme behandelt wurden) übernommen werden). Die Abhängigkeit von der Wasserversorgung wird erst im Rahmen der Verwundbarkeitsanalyse erhoben.

Tabelle 34: Gebildete Prozessbausteine und Abhängigkeiten (Quellen: Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017a, S. 2; Kliniken der Stadt Köln gGmbH), Braun 2018)

Prozessbaustein	Gegenseitige Abhängigkeit	Weitere Abhängigkeiten
<b>Angiologie</b>		Klimaanlage
<b>Blutspende</b>		Klimaanlage
<b>Notaufnahme</b>	Anästhesiologie	Zentralsterilisation Zentrallabor Klimaanlage
<b>Operative Intensivstation</b>	Anästhesiologie Dialyse	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Zentrallabor Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Pflegeberatung</b>		Klimaanlage
<b>Patienteninformationszentrum</b>		Klimaanlage
<b>Schwerstbrandverletztenstation (=Intensivstation)</b>	Anästhesiologie Dialyse	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Zentrallabor Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Verwaltung</b>		Klimaanlage
<b>Zentrales Patienten-Management</b>		Klimaanlage
<b>Anästhesiologie</b>		Klimaanlage
<b>Augenklinik - Inklusive Chirurgie</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Klimaanlage
<b>Bronchoskopie</b>		Klimaanlage

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	Gegenseitige Abhängigkeit	Weitere Abhängigkeiten
<b>Lungenklinik inkl. Thoraxchirurgie</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Lungenintensivstation</b>	Anästhesiologie Dialyse	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Zentrallabor Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Medizinische Klinik I</b>	Anästhesiologie Dialyse	Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Nierenambulanz</b>	Dialyse	Klimaanlage
<b>Neurochirurgie</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Klimaanlage
<b>Neurologie</b>		Klimaanlage
<b>Orthopädie</b>		Klimaanlage
<b>Unfallchirurgie und Sporttraumatologie</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Klimaanlage
<b>Plastische Chirurgie</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Klimaanlage
<b>Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie</b>	Anästhesiologie Dialyse	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Klimaanlage
<b>Dialyse</b>		Klimaanlage
<b>Neurologische Intensivstation/Stroke Unit</b>	Anästhesiologie	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Zentrallabor Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Internistische Intensivstation</b>	Anästhesiologie Dialyse	Zentralwäscherei Zentralsterilisation Zentrallabor Fäkalienspülen Klimaanlage
<b>Zentrale Endoskopieabteilung</b>	Reinstwasseraufbereitungsanlage	Klimaanlage
<b>Reinstwasseraufbereitungsanlage (davon ist auch das Labor abhängig)</b>		

### 5.2 Ergebnisse Kritikalitätsanalyse

Auf den nächsten Seiten sind die Ergebnisse der Kritikalitätsanalyse für die Prozessbausteine aus Tabelle 34 dargestellt.

Anmerkung: Auch wenn Herr Braun alle Operationssäle als kritisch benannt hat, da Operationen nicht sofort unterbrochen werden können (Braun 2018), so wurde diese Aussage dahingehend relativiert, dass laufende Operationen bei einem Trinkwasserausfall weitergeführt bzw. beendet werden können (Braun 2018). Somit sind nicht alle Chirurgen als zwingend kritisch

## 5. Ergebnisdarstellung

einzustufen. Dadurch werden nur diejenigen Prozessbausteine entsprechend der Einschätzung von Frau Dr. Scholtes in die jeweilige Kategorie eingeteilt. Einige Prozesse sind bestimmten Werten zugeordnet worden, da andere Bereiche wesentlich von Ihnen abhängen. So sind beispielsweise viele Bereiche wesentlich von dem Zentrallabor abhängig, da ohne dieses keine Analysen mehr durchgeführt werden können, um den Gesundheitszustand des Patienten zu beurteilen. Daher erhält z.B. das Zentrallabor die gleichen Werte, wie die Intensivstationen.

### 5.2.1 Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes

Das Krankenhaus Merheim hat pro Jahr ca. 85.024 zu versorgende Patienten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 30), was durchschnittlich ca. 233 Patienten pro Tag entspricht. Zudem ist das Klinikum als ein Krankenhaus der Maximalversorgung eingestuft (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 3) und hat 752 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 30).

Tabelle 35: Ergebnis Faktor Bedeutung des Gesamtobjektes (Eigene Darstellung)

K_B_E	Merkmale	Ergebnis
K_B_E_1	Patienten/Betten>600	Ja
K_B_E_2	Krankenhaus der Maximalversorgung	Ja

Somit ergibt sich nach Tabelle 8 ein Wert von **K\_B = 3**.

### 5.2.2 Schwere der Beeinträchtigung pro Prozessbaustein

Die Faktoren S\_V und S\_X sind in Tabelle 36 pro Prozessbaustein abgebildet. Wurde einer der Prozessbausteine nicht bei der Frage nach kritischen Prozessen im Rahmen des Experteninterviews erwähnt, so erhält der Faktor S\_V einen Wert von Null.

Tabelle 36: Ergebnisse Faktor Schwere der Beeinträchtigung (S\_V) und Korrekturfaktor S\_X (Eigene Darstellung durch Ergebnisse der Interviews)

Prozessbaustein	S_V (Severity)	S_X
Angiologie	0	0,01
Blutspende	0	0,01
Notaufnahme	2 (gehört zur Unfallchirurgie und Sporttraumatologie)	1
Operative Intensivstation	2 (Braun 2018, Scholtes 2018)	1
Pflegeberatung	0	0,01
Patienteninformationszentrum	0	0,01
Schwerstbrandverletztenstation	2 (Braun 2018)	1
Verwaltung	0	0,01
Zentrales Patienten-Management	0	0,01
Anästhesiologie	2 (Durch starke Abhängigkeiten)	1
Augenklinik - Inklusiv Chirurgie	0	0,01
Bronchoskopie	0	0,01
Lungenklinik inkl. Thoraxchirurgie	2 (Scholtes 2018)	1

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	S_V (Severity)	S_X
Lungenintensivstation	2 (Braun 2018, Scholtes 2018)	1
Medizinische Klinik I	2 (Scholtes 2018)	1
Nierenambulanz		
Neurochirurgie	2 (Scholtes 2018)	1
Neurologie	2 (Scholtes 2018)	1
Orthopädie	0	0,01
Unfallchirurgie und Sporttraumatologie	2 (Scholtes 2018)	1
Plastische Chirurgie	0	0,01
Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie	2 (Scholtes 2018)	1
Dialyse	2 (Scholtes 2018, Braun 2018)	1
Neurologische Intensivstation/Stroke Unit	2 (Braun 2018, Scholtes 2018)	1
Internistische Intensivstation	2 (Braun 2018, Scholtes 2018)	1
Zentrale Endoskopieabteilung	0	0,01
Reinstwasseraufbereitungsanlage	2 (durch Abhängigkeiten)	1
Klimaanlage	2 (durch Abhängigkeiten)	1
Fäkalienspüle	2 (Braun 2018)	1
Zentrallabor	2 (Braun 2018)	1
Zentralsterilisation	2 (Braun 2018)	1
Zentralwäscherei	2 (Braun 2018 und durch Abhängigkeiten)	1

### 5.2.3 Umfang der Beeinträchtigung

In Tabelle 37 ist ersichtlich, dass für die Ermittlung von S\_C nicht nur die durchschnittlichen Patientenzahlen herangezogen wurden. Dies ist darin begründet, dass in den vorhandenen Unterlagen nur Fallzahlen pro Bereich benannt sind und somit nicht ersichtlich ist, wie viele Patienten sich gleichzeitig auf einer Station befinden. So kann es z.B. möglich sein, dass eine Diagnose erstellt wurde und ein Patient mehrerer Tage stationär behandelt wird. Daher wurden auch vorhandenen Zahlen an Betten pro Bereich miteinbezogen.

Tabelle 37: Ergebnisse Faktor Umfang der Beeinträchtigung (Eigene Darstellung)

Prozessbaustein	Anzahl an Patienten pro Tag/Betten	S_C (Scope)
Angiologie	Nicht ermittelbar	0
Blutspende	Nicht ermittelbar	0
Notaufnahme	58.000 Fälle im Jahr (Boldt 2014). Somit sind dies ca. 159 Patienten pro Tag.	4
Pflegeberatung	-	0
Patienteninformationszentrum	-	0
Schwerstbrandverletztenstation	10 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 159)	2
Verwaltung	-	0

## 5. Ergebnisdarstellung

<b>Prozessbaustein</b>	<b>Anzahl an Patienten pro Tag/Betten</b>	<b>S_C (Scope)</b>
<b>Zentrales Patienten-Management</b>	-	0
<b>Anästhesiologie</b>	42 Patienten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 47)	4
<b>Augenklinik - Inklusiv Chirurgie</b>	33 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 59)	4
<b>Bronchoskopie</b>	3 Behandlungsplätze (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017f)	2
<b>Lungenklinik inkl. Thoraxchirurgie</b>	107 Betten ohne Intensivstation (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 107)	4
<b>Lungenintensivstation</b>	17 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017c)	2
<b>Medizinische Klinik I</b>	77 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 118)	4
<b>Nierenambulanz</b>	Nicht ermittelbar	0
<b>Neurochirurgie</b>	Ca. 8 Patienten pro Tag (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 1373)	2
<b>Neurologie</b>	69 Betten ohne Intensivbetten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 148)	4
<b>Unfallchirurgie und Sporttraumatologie inkl. Orthopädie</b>	112 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 73)	4
<b>Operative Intensivstation</b>	32 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 47)	4
<b>Plastische Chirurgie</b>	37 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 159)	4
<b>Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie</b>	78 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 95)	4
<b>Dialyse</b>	Ca. 18 pro Tag (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017b, S. 119)	2
<b>Neurologische Intensivstation/Stroke Unit</b>	17 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017e)	2
<b>Internistische Intensivstation</b>	18 Betten (Kliniken der Stadt Köln gGmbH 2017d)	2
<b>Zentrale Endoskopieabteilung</b>	Nicht ermittelbar	0
<b>Reinstwasseraufbereitungsanlage</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)
<b>Klimaanlage</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)
<b>Fäkalienspüle</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)
<b>Zentrallabor</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)
<b>Zentralsterilisation</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)
<b>Zentralwäscherei</b>	-	4 (durch Abhängigkeiten)

## 5. Ergebnisdarstellung

### 5.2.4 Ersetzbarkeit/Evakuierbarkeit der Prozessbausteine

Falls für Prozessbausteine von den Experten lediglich eine bedingte Ersetzbarkeit genannt wurde, so wird die Ersetzbarkeit als nicht gegeben angesehen. Dies ist der Maxime dieser Arbeit geschuldet, dass immer von dem schlimmsten anzunehmenden Fall ausgegangen wird. So ist beispielsweise eine Abmeldung der Notaufnahme und ein Zurückgreifen auf Vorräte von Sterilgut möglich, jedoch muss die Notaufnahme die Versorgung von dennoch ankommenden Patienten übernehmen (Versorgungsauftrag) und es könnte der Fall eintreten, dass nicht alles Sterilgut ausreichend vorgehalten ist.

Tabelle 38: Ergebnisse Ersetzbarkeit/Evakuierbarkeit der Prozessbausteine (Eigene Darstellung)

Prozessbaustein	Evakuierungszeit	Ersetzbarkeit	E_0	E_X
<b>Angiologie</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Blutspende</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Ja	1	0,01
<b>Notaufnahme</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Abmeldung bei der Leitstelle möglich, aber Versorgungsauftrag besteht (Scholtes 2018)	2	0,5
<b>Pflegeberatung</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Patienteninformationszentrum</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Schwerstbrandverletztenstation</b>	82 Minuten (An-sorge 2014, S. 39). Ein Transport von kritisch Kranken kann zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen (DIVI 2004, S. 1; Cwojdzinski 2008, S. 196). Insbesondere menschliches Versagen während der Evakuierung und Transportstress ist während eines Transportes häufig anzutreffen (Flemming 2011, S. 211–213). Daher sollte eine Evakuierung möglichst vermieden werden bzw. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (Lichy und Braun 2016, S. 668)	Nein	3	1

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	Evakuierungszeit	Ersetzbarkeit	E_0	E_X
<b>Verwaltung</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Zentrales Patienten-Management</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Anästhesiologie</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37) Durch starke Abhängigkeit anderer Prozessbausteine von diesem Funktionsbereich, ist dieser so lange wie möglich funktionsfähig zu halten (siehe Tabelle 34)	Nein	3	1
<b>Augenklinik - Inklusiv Chirurgie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Bronchoskopie</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Lungenklinik inkl. Thoraxchirurgie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Lungenintensivstation</b>	82 Minuten (An-sorge 2014, S. 39). Ein Transport von kritisch Kranken kann zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen (DIVI 2004, S. 1; Cwojdzinski 2008, S. 196). Insbesondere menschliches Versagen während der Evakuierung und Transportstress ist während eines Transportes häufig anzutreffen (Flemming 2011, S. 211–213). Daher sollte eine Evakuierung möglichst vermieden werden bzw. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (Lichy und Braun 2016, S. 668)	Nein	3	1
<b>Medizinische Klinik I</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	Evakuierungszeit	Ersetzbarkeit	E_0	E_X
<b>Nierenambulanz</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Neurochirurgie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Neurologie</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Unfallchirurgie und Sporttraumatologie inkl. Orthopädie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Operative Intensivstation</b>	82 Minuten (An-sorge 2014, S. 39). Ein Transport von kritisch Kranken kann zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen (DIVI 2004, S. 1; Cwojdzinski 2008, S. 196). Insbesondere menschliches Versagen während der Evakuierung und Transportstress ist während eines Transportes häufig anzutreffen (Flemming 2011, S. 211–213). Daher sollte eine Evakuierung möglichst vermieden werden bzw. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (Lichy und Braun 2016, S. 668)	Nein	3	1
<b>Plastische Chirurgie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie</b>	108 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Dialyse</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5
<b>Neurologische Intensivstation/Stroke Unit</b>	82 Minuten (An-sorge 2014, S. 39). Ein Transport von kritisch Kranken kann zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen	Nein	3	1

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	Evakuierungszeit	Ersetzbarkeit	E_0	E_X
	(DIVI 2004, S. 1; Cwojdzinski 2008, S. 196). Insbesondere menschliches Versagen während der Evakuierung und Transportstress ist während eines Transportes häufig anzutreffen (Flemming 2011, S. 211–213). Daher sollte eine Evakuierung möglichst vermieden werden bzw. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (Lichy und Braun 2016, S. 668)			
<b>Internistische Intensivstation</b>	82 Minuten (An-sorge 2014, S. 39). Ein Transport von kritisch Kranken kann zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen (DIVI 2004, S. 1; Cwojdzinski 2008, S. 196). Insbesondere menschliches Versagen während der Evakuierung und Transportstress ist während eines Transportes häufig anzutreffen (Flemming 2011, S. 211–213). Daher sollte eine Evakuierung möglichst vermieden werden bzw. eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (Lichy und Braun 2016, S. 668)	Nein	3	1
<b>Zentrale Endoskopiesabteilung</b>	54 Minuten (An-sorge 2014, S. 37)	Nein	2	0,5

## 5. Ergebnisdarstellung

Prozessbaustein	Evakuierungszeit	Ersetzbarkeit	E_0	E_X
Reinstwasseraufbereitungsanlage	-	Nein	3	1
Klimaanlage	-	Ja	2	0,5
Fäkalienspüle	-	Nein	3	1
Zentrallabor	-	Nein	3	1
Zentralsterilisation	-	Bedingt. Zurückgreifen auf Einmalmaterialien und Reserven (Scholtes 2018; Braun 2018)	3	1
Zentralwäscherei	-	Bedingt. Zurückgreifen auf Reserven (Braun 2018)	3	1

### 5.2.5 Kritikalitätsberechnungsergebnis

Bedeutung des Krankenhauses nach Formel (1):

$$K(V) = (5/3) \cdot 3 = 5$$

Tabelle 39 auf der folgenden Seite zeigt die nach Formel (2) berechneten Kritikalitätsstufen pro Prozessbaustein. Eine Färbung in Rot bedeutet, dass diese Prozesse weiter betrachtet werden, da diese eine Kritikalitätsstufe von vier oder höher aufweisen.

## 5. Ergebnisdarstellung

Tabelle 39: Ergebnisse Kritikalitätsstufen (Eigene Darstellung)

Prozessbaustein	S_V	S_X	S_C	E_0	E_X	K (0)	Kritikalitätsstufe
Angiologie	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Blutspende	0	0,01	0	1	0,01	0,00024	1
Notaufnahme	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Operative Intensivstation	2	1	4	3	1	5,6	5
Pflegeberatung	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Patienteninformationszentrum	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Schwerstbrandverletztstation	2	1	2	3	1	4,8	5
Verwaltung	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Zentrales Patienten-Management	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Anästhesiologie	2	1	4	3	1	4,8	5
Augenklinik - Inklusive Chirurgie	0	0,01	4	2	0,5	0,022	1
Bronchoskopie	0	0,01	2	2	0,5	0,018	1
Lungenklinik inkl. Thoraxchirurgie	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Lungenintensivstation	2	1	2	3	1	4,8	5
Medizinische Klinik I	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Nierenambulanz	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Neurochirurgie	2	1	2	2	0,5	2,2	3
Neurologie	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Orthopädie	0	0,01	4	2	0,5	0,022	1
Unfallchirurgie und Sporttraumatologie	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Plastische Chirurgie	0	0,01	4	2	0,5	0,022	1
Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Dialyse	2	1	2	2	0,5	2,2	3
Neurologische Intensivstation/Stroke Unit	2	1	2	3	1	4,8	5
Internistische Intensivstation	2	1	2	3	1	4,8	5
Zentrale Endoskopieabteilung	0	0,01	0	2	0,5	0,014	1
Reinstwasseraufbereitungsanlage	2	1	4	3	0,5	5,6	5
Klimaanlage	2	1	4	3	1	5,6	5
Fäkalienspüle	2	1	4	2	0,5	2,6	3
Zentrallabor	2	1	4	3	1	5,6	5
Zentralsterilisation	2	1	4	3	1	5,6	5
Zentralwäscherei	2	1	4	3	1	5,6	5

## 5. Ergebnisdarstellung

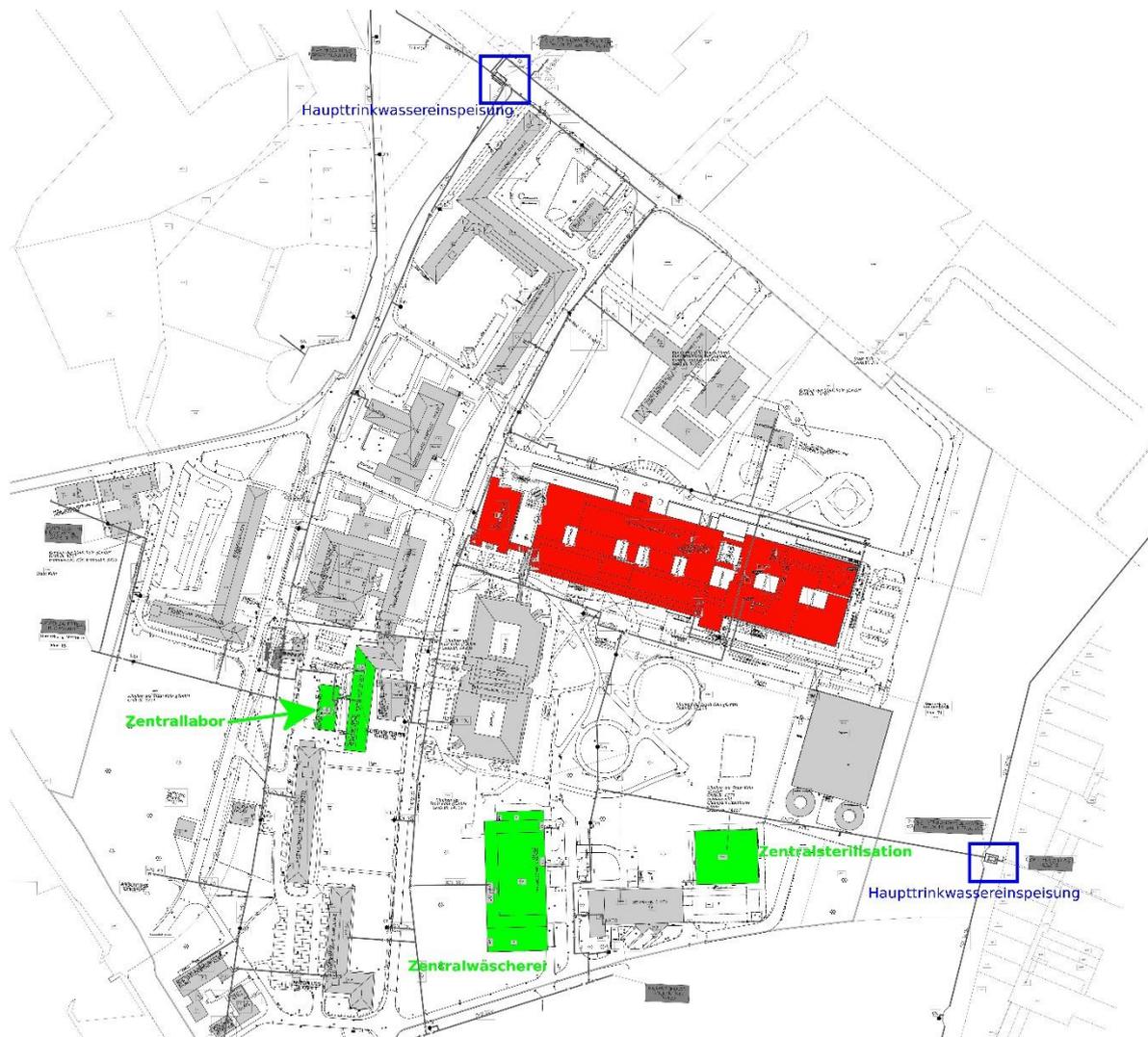


Abbildung 19: Geländeplan mit Wassereinspeisungen und Standorten der kritischen Prozessbausteine (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des erhaltenen Bestands-Lageplanes Trinkwasser (siehe Anhang))

### 5.3 Ergebnisse Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit

In Tabelle 40 sind die Jahreszahlen und Orte von Ereignissen dargestellt, bei denen es zu großen Trinkwasserrohrbrüchen und Trinkwasserausfällen in Krankenhäusern gekommen ist.

Tabelle 40: Darstellung von großen Trinkwasserrohrbrüchen mit und ohne Beteiligung von Krankenhäusern und Trinkwasserausfällen in Krankenhäusern

Jahr	Ort	Krankenhaus betroffen?
1996	Montgomery County (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 731)	Unklar
1997	North Dakota (Vereinigte Staaten von Amerika) (Siders und Jacobson 1998; Hargreaves et al. 2001)	Ja
1998	New York (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 731)	Unklar

## 5. Ergebnisdarstellung

<b>Jahr</b>	<b>Ort</b>	<b>Krankenhaus betroffen?</b>
<b>2000</b>	McAlester Regional Health Center in den Vereinigte Staaten von Amerika (Welter et al. 2013, S. 6)	Ja
<b>2003</b>	Fort Lauderdale (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 731)	Unklar
<b>2007</b>	Cottbus (Seidemann 2007)	Nein
<b>2008</b>	Denver (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2008</b>	Bethesda (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2009</b>	Dundalk (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2010</b>	Boston (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2010</b>	Lübeck (Lüdemann 2010)	Ja
<b>2011</b>	Japan(Matsumura et al. 2015, S. 195)	Ja
<b>2011</b>	Capital Heights (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2012</b>	Wilhelmshaven (Nordwest-Zeitung 2012)	Ja
<b>2013</b>	Chevy Chase (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2014</b>	Los Angeles (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2014</b>	Los Angeles (Vereinigte Staaten von Amerika) (Piratla et al. 2015, S. 730)	Unklar
<b>2017</b>	Texas (Vereinigte Staaten von Amerika) (Christensen 2017)	Ja
<b>2017</b>	Bremerhaven (Deutschland) (Hellmers 2017)	Ja
<b>2018</b>	Manchester (Großbritannien) (Yarwood 2018)	Ja
<b>2018</b>	Kiel (Norddeutscher Rundfunk 2018)	Ja
<b>2018</b>	Bitburg (Schommer 2018)	Ja
<b>2018</b>	Bünde (Raske 2018)	Ja

Durch Tabelle 40 ist zu erkennen, dass es nahezu jährlich zu einer Bedrohung der Trinkwasserversorgung und somit auch zu der Versorgung von Krankenhäusern kommt. Dies bestätigt auch eine Aussage von Scholl und Wagner (2010), die sagen, dass es alle 14 Tage zu einem

## 5. Ergebnisdarstellung

Gefahrenereignis in Deutschland kommt, das eine Evakuierung eines Krankenhauses notwendig macht (Scholl und Wagner 2010, S. 8–9). Viele der Ereignisse in Deutschland, wie z.B. in Wilhelmshaven oder Bremerhaven liegen weniger als 10 Jahre und die Ereignisse in Kiel, Bitburg und Bünde fanden in diesem Jahr statt (2018, zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Master-Thesis). Aus diesen Begründungen lässt sich folgende Eintrittswahrscheinlichkeit ableiten:

Tabelle 41: Ergebnis der Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit (Eigene Darstellung)

Wert	Klassifizierung	1 Mal in ... Jahren
5	Sehr wahrscheinlich: Eintritt mehrmals pro Menschenleben in Deutschland	≤10

### 5.4 Ergebnisse Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (inkl. Geeignetheit)

Im Folgenden werden die geplanten Maßnahmen bzw. Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung entsprechend des Akteurs (Krankenhaus, Feuerwehr, THW, Wasserversorger) beschrieben. Die geplanten Maßnahmen wurden anhand der Kriterien zur Geeignetheit überprüft.

#### 5.4.1 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des Krankenhauses

Das Krankenhaus Merheim ist im Besitz eines Krankenhauseinsatz- und Alarmplanes. Jedoch sind dort keine Maßnahmen für das Szenario Trinkwasserausfall beschrieben. Auch sind weitere Planungen und Kapazitätenbildungen zurzeit nicht erfolgt. (Braun 2018; Scholtes 2018)

Da keine Maßnahmen geplant sind, entfällt die Überprüfung auf die Geeignetheit.

#### 5.4.2 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten der Feuerwehr

Die Feuerwehr Köln hat keine Maßnahmen für einen Trinkwasserausfall bei einem Krankenhaus bzw. dem Krankenhaus Merheim geplant. Es gibt ein Konzept für die Notwasserversorgung der Bevölkerung, dass laut der Feuerwehr jedoch sehr grob, veraltet und ungeübt ist. (Schell 2018) Dessen Angaben werden daher nur in die sonstigen vorhandenen Kapazitäten mit einbezogen.

Da keine Maßnahmen geplant sind, entfällt die Überprüfung auf die Geeignetheit.

#### 5.4.3 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des THW

Das Technische Hilfswerk hat keine Maßnahmen für einen Trinkwasserausfall bei einem Krankenhaus bzw. dem Krankenhaus Merheim geplant. Dem THW sind auch keine Planungen im Gebiet Köln bekannt. Das THW wird nur auf Anforderung aktiv. (Bujack 2018)

Da keine Maßnahmen geplant sind, entfällt die Überprüfung auf die Geeignetheit.

#### 5.4.4 Geplante Maßnahmen/Kapazitäten des Wasserversorgers

Das Wasserversorgungsunternehmen (Rheinenergie) hat keine Maßnahmen für einen Trinkwasserausfall bei einem Krankenhaus bzw. dem Krankenhaus Merheim geplant und sind auch in keine anderen Planungen eingebunden (Hübner et al. 2018).

Da keine Maßnahmen geplant sind, entfällt die Überprüfung auf die Geeignetheit.

### 5.5 Ergebnisse Verwundbarkeitsanalyse

In diesem Abschnitt erfolgt die Darstellung der Verwundbarkeitsanalyse pro kritischem Prozessbaustein gemäß der in Abschnitt „4.2.10 Verwundbarkeitsanalyse“ beschriebenen Methodik.

## 5. Ergebnisdarstellung

Die relevanten Prozessbausteine für die Verwundbarkeitsanalyse stammen aus den Ergebnissen der Kritikalitätsanalyse. Diese sind in Tabelle 39 benannt. Da laut beschriebenem Szenario ein Totalausfall der Trinkwasserversorgung im Bereich des Untersuchungsgebietes (in der sich alle kritischen Prozessbausteine befinden) vorliegt, sind alle Prozessbausteine betroffen. Eine Verbundleitung bzw. die Versorgung mit Trinkwasser aus anderen Einspeisestellen ist für das Szenario, dass eine Mangelversorgung von einem der Versorger bzw. dessen Teilnetz vorliegt, jedoch nicht für ein Szenario des Ausfalles im Bereich des Privatnetzes des Krankenhauses gedacht. Daher, und aufgrund der Redundanzzeit von 27 Minuten durch die Druckerhöhungsanlage, wird die technische Ersetzbarkeit als teilweise gegeben angesehen.

Da keine Maßnahmen für den konkreten Fall des Trinkwasserausfalles geplant sind (siehe Abschnitt „5.4 Ergebnisse Erhebung der geplanten Maßnahmen/Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (inkl. Geeignetheit“), kann von keiner organisatorischen Ersetzbarkeit ausgegangen werden.

Tabelle 42 zeigt die Ergebnisse der Verwundbarkeitsanalyseschritte und die jeweils ermittelte Verwundbarkeit.

Tabelle 42: Ergebnisse der Verwundbarkeitsanalyse (Eigene Darstellung)

Prozessbaustein	Exposition?	Funktionsanfälligkeit (Braun 2018)	Technische Ersetzbarkeit	Organisatorische Ersetzbarkeit	Verwundbarkeit
<b>Operative Intensivstation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Anästhesiologie</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Schwerstbrandverletztensstation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Lungenintensivstation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Neurologische Intensivstation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Internistische Intensivstation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Reinstwasserbereitungsanlage</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Klimaanlage</b>	Ja	Nein, da geschlossenes System	-	-	2
<b>Zentrallabor</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Zentralsterilisation</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5
<b>Zentralwäscherei</b>	Ja	Ja	Teilweise	Nein	5

## 5. Ergebnisdarstellung

### 5.6 Ergebnisse Risikoermittlung

Die Ermittlung des jeweiligen Risikos für die Prozessbausteine erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse aus „5.3 Ergebnisse Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit“ und „5.5 Ergebnisse Verwundbarkeitsanalyse“.

Tabelle 43: Ergebnisse Risikoermittlung (Eigene Darstellung)

Prozessbaustein	Verwundbarkeit	Eintrittswahrscheinlichkeit	Risiko
Operative Intensivstation	5	5	Sehr hoch
Anästhesiologie	5	5	Sehr hoch
Schwerstbrandverletztenstation	5	5	Sehr hoch
Lungenintensivstation	5	5	Sehr hoch
Neurologische Intensivstation	5	5	Sehr hoch
Internistische Intensivstation	5	5	Sehr hoch
Reinstwasseraufbereitungsanlage	5	5	Sehr hoch
Klimaanlage	2	5	Mittleres Risiko
Zentrallabor	5	5	Sehr hoch
Zentralsterilisation	5	5	Sehr hoch
Zentralwäscherei	5	5	Sehr hoch

Da zehn von elf Prozessbausteinen mit einem sehr hohen Risiko benannt werden und ein Baustein mit einem mittleren Risiko, ergibt sich als Mittelwert aufgerundet ein sehr hohes Gesamtrisiko für die kritischen Prozessbausteine/das Krankenhaus Merheim.

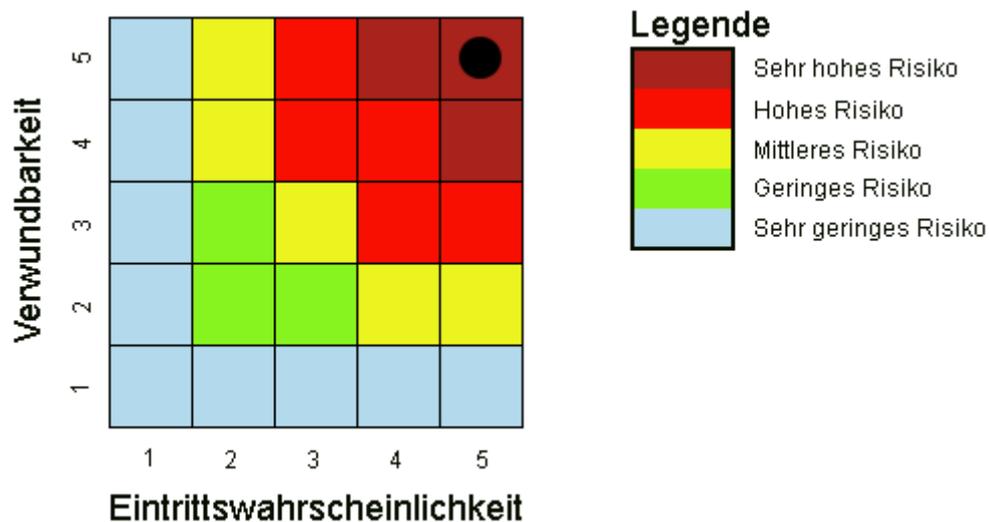


Abbildung 20: Ergebnis Risikomatrix

### 5.7 Ergebnisse Bestimmung des Schadensausmaßes

Laut den erhaltenen Dokumenten des Krankenhauses Merheim beläuft sich der Trinkwasserbedarf des gesamten Krankenhauses durchschnittlich auf 16,529 m<sup>3</sup> pro Stunde. Dabei ist ein Spitzenwert von 150m<sup>3</sup> pro Stunde möglich (Hübner et al. 2018). Eine Messung des Bedarfes an Trinkwasser pro Gebäudeteil oder Prozessbaustein ist im Krankenhaus Merheim

## 5. Ergebnisdarstellung

ohne Weiteres technisch nicht möglich (Braun 2018). Daher ist auch eine Aufstellung von Wasserrestriktionsplanungen nicht direkt möglich.

Tabelle 44 zeigt den Versuch, den Wasserbedarf der kritischen Prozessbausteine des Krankenhauses Merheim im Notstandsfall durch Literaturangaben zu erheben. Dabei ist jedoch problematisch, dass die Angaben von Welter et al. (2013) für ein Krankenhaus mit anderen Rahmenbedingungen (z.B. Größe) sind. Daher ist der ermittelte Wert von 29385,5 l/h bzw. 29,39m<sup>3</sup>/h nicht anwendbar.

Tabelle 44: Wasserbedarf der kritischen Prozesse des Krankenhauses im Notstandsfall laut Literatur

Prozessbaustein	Anzahl Betten/Patienten (siehe Kritikalitätsanalyse)	Trinkwasserbedarf im Notstandsfall	Trinkwasserbedarf in Liter/Stunde
<b>Operative Intensivstation</b>	32 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	200
<b>Anästhesiologie</b>	42 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	262,5
<b>Schwerstbrandverletztenstation</b>	10 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	62,5
<b>Lungenintensivstation</b>	17 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	106,25
<b>Neurologische Intensivstation</b>	17 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	106,25
<b>Internistische Intensivstation</b>	18 Betten	6,25 Liter/Bett und Stunde (Mutschmann und Stimelmayr 2007, S. 44)	112,5
<b>Reinstwasseraufbereitungsanlage</b>	-	1000 Liter/Stunde (EnviroFALK GmbH o.J.a, o.J.b)	1.000
<b>Klimaanlage</b>	-	Kein Bedarf (Braun 2018)	Kein
<b>Zentrallabor</b>	-	2010 Liter/Stunde (Welter et al. 2013, S. 8)	2.010
<b>Zentralsterilisation</b>	-	6594 Liter/Stunde (Welter et al. 2013, S. 8)	6.594
<b>Zentralwäscherei</b>	-	19194 Liter/Stunde <sup>4</sup> (Welter et al. 2013, S. 8)	19.194
<b>Gesamt</b>			<b>29.648</b>

<sup>4</sup> Diese Angabe gilt für den Normalfall. Da die Kritikalitätsanalyse ergeben hat, dass dieser Prozess kritisch ist, so kann dieser Bereich nicht gänzlich den Betrieb einstellen, wie es Welter et al. 2013, S. 8 anmerken.

## 5. Ergebnisdarstellung

Dadurch, dass keine Erhebung des Verbrauchs von einzelnen Prozessbausteinen möglich ist, muss im Weiteren mit dem Gesamtverbrauch gerechnet werden. Da immer von dem schlimmsten anzunehmen Fall ausgegangen werden muss, wird der Maximalwert von 150m<sup>3</sup>/h zugrunde gelegt. Zusätzlich gibt es einen Bedarf an Trinkwasser in Wasserflaschen, dessen Verbrauch bei 40,18 l/h Stunde liegt (Krause 2018 und siehe „5.9.1 Sonstige vorhandene Kapazitäten des Krankenhauses Merheim“).

**Schadensausmaß (Trinkwasserbedarf) = 150.040,18 Liter pro Stunde =150,04m<sup>3</sup>/h**

### 5.8 Ergebnisse des ersten Soll-Ist-Vergleiches

Tabelle 45 zeigt das Ergebnis des ersten Soll-Ist-Vergleiches auf und liefert die Abdeckungsrate bezüglich des Trinkwasserbedarfes des Krankenhauses Merheim. Da keine Maßnahmen geplant bzw. andere Kapazitäten eingeplant sind, wird hier auf eine Aufstellungstabelle für die Ermittlung der Ist-Größe verzichtet.

Tabelle 45: Abdeckungsrate bzw. Ergebnis des ersten Soll-Ist-Vergleiches (Eigene Darstellung)

Bedarf (SOLL)	Versorgungskapazität (IST)
150,04 m <sup>3</sup> /h	0m <sup>3</sup> /h
<b>Abdeckungsrate</b> <b>0%</b>	

### 5.9 Ergebnisse der sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung (inkl. Geeignetheit)

Im Folgenden werden die sonstigen vorhandenen Kapazitäten zur Not- und Ersatztrinkwasserversorgung dargestellt, die durch die Experteninterviews, Dokumentenanalysen und eigenen Recherchen erhoben wurden. In den jeweiligen Unterabschnitten ist zudem eine Überprüfung der Geeignetheit der jeweiligen Maßnahmen/Kapazitäten durchgeführt worden.

#### 5.9.1 Sonstige vorhandene Kapazitäten des Krankenhauses Merheim

Wie in Abschnitt „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“ dargestellt, besitzt das betrachtete Gebäude des Krankenhauses Merheim eine Druckerhöhungsanlage, die in der Lage ist, die Trinkwasserversorgung 27 Minuten aufrechtzuerhalten, bis der Tank leer ist. Da dies keine kontinuierliche Maßnahme darstellt, kann die Anlage jedoch nicht als Maßnahme zur Ersatztrinkwasserversorgung eingeplant werden. Jedoch erhöht sie die zu beanspruchende Vorlaufzeit der weiteren Maßnahmen, weshalb diese 27 Minuten von den Vorlaufzeiten der anderen Maßnahmen abgezogen werden können.

Bei der Begehung mit Herrn Braun ist festgestellt worden, dass das Krankenhaus im Keller einen Vorrat an Trinkwasserflaschen besitzt (siehe Abbildung 21). Dieses Wasser ist jedoch nicht für medizinische Zwecke geeignet, sondern nur für den Verzehr im Rahmen der Ernährung und Waschungen. Der Vorrat beläuft sich auf 13.500 Flaschen á 0,5 Liter (= 6750 Liter) bei einem Verbrauch dieser Menge innerhalb von sieben Tagen (Krause 2018). Dieser Vorrat kann jederzeit aufgefüllt werden (Krause 2018).

## 5. Ergebnisdarstellung



Abbildung 21: Trinkwasserflaschenvorrat Krankenhaus Merheim (Quelle: Eigene Fotografie)

### 5.9.2 Sonstige vorhandene Kapazitäten des THW in der Umgebung Köln

In Tabelle 46 sind alle sonstigen Kapazitäten des THW im Bereich Köln mitsamt der Transportkapazität oder Leistung, dem Standort und der berechneten Entfernung zum Krankenhaus Merheim dargestellt, die aus den Dokumenten des THW und dem Interview mit Herrn Bujack erhoben wurden.

Tabelle 46: Sonstige vorhandene Kapazitäten des THW in der Umgebung Köln (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse des THW und Bujack 2018)

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Wassertransportkapazität/Leistung	Standort	Entfernung zum Krankenhaus
<b>Fachgruppe Infrastruktur</b>	- Trinkwasserpumpe - Trinkwasserverteilung auch aus z.B. Intermediate Bulk Behälter mit 1m <sup>3</sup>	Ortsverband Beuel	21,44km
<b>Fachgruppe Infrastruktur</b>	- Trinkwasserpumpe - Trinkwasserverteilung auch aus z.B. Intermediate Bulk Behälter mit 1m <sup>3</sup> (diese müssen jedoch beschafft werden)	Ortsverband Brühl	15,31km
<b>Fachgruppe Infrastruktur</b>	- Trinkwasserpumpe - Trinkwasserverteilung auch aus z.B. Intermediate Bulk Behälter mit 1m <sup>3</sup> (diese müssen jedoch beschafft werden)	Ortsverband Köln Nord-West	11,30km
<b>Fachgruppe Infrastruktur</b>	- Trinkwasserpumpe Trinkwasserverteilung auch aus z.B. Intermediate Bulk Behälter mit 1m <sup>3</sup> (diese müssen jedoch beschafft werden)	Ortsverband Leverkusen	14,10km
<b>Fachgruppe Logistik der ehemaligen</b>	Wasserblase(n) 1000-5000 Liter (Anzahl unbekannt)	Ortsverband Leverkusen	14,10km

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Wassertransportkapazität/Leistung	Standort	Entfernung zum Krankenhaus
<b>Trinkwasseraufbereitungsanlage</b>			
<b>Trinkwasseraufbereitungsanlage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15m<sup>3</sup> pro Stunde Aufbereitung</li> <li>- Wasserblase(n) 1000-5000 Liter (Anzahl unbekannt)</li> </ul>	Ortsverband Ibbenbüren	155,97km
<b>Trinkwasseraufbereitungsanlage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15m<sup>3</sup> pro Stunde Aufbereitung</li> <li>- Wasserblase(n) 1000-5000 Liter (Anzahl unbekannt)</li> </ul>	Ortsverband Lemgo	175,75km

Tabelle 47 zeigt die Werte hinsichtlich der Kriterien zur Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten des THW. Ausschlusskriterien für eine Maßnahme sind die Vorlaufzeit, die Einhaltung der Trinkwasserverordnung und die Verfügbarkeit von Versorgungsquellen (siehe „4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung“). Eine rote Färbung der Tabellenzelle bedeutet, dass der Grenzwert bzw. das Kriterium, für eine Erfüllung der Ausschlusskriterien, nicht gegeben ist. Im Gegensatz bedeutet Grün, dass das Kriterium erfüllt wird.

Tabelle 47: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten des THW (Eigene Darstellung auf Basis von Bujack (2018) und Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse des THW)

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
<b>Fachgruppe Infrastruktur (Beuel)</b>	<p><b>3 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)</p> <p>Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h<sup>5</sup>): 25,73 Minuten</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“):</p> <p><b>Gesamtzeit 178,73 Minuten</b></p>	<b>Ja</b> (Bujack 2018)	Nur Transport/Verteilung: Behälter 1m <sup>3</sup> (Bujack 2018)	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

<sup>5</sup> Die empfohlene Marschgeschwindigkeit eines THW-Zuges mit LKWs beträgt 30 bis 50 km/h (THW 2001, S. 23; THW o.J.b)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
Fachgruppe Infrastruktur (Brühl)	<p><b>3 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)</p> <p>Zuzügliche Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 18,37 Minuten</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit 171,37 Minuten</b></p>	Ja (Bujack 2018)	Nur Transport/Verteilung: Behälter 1m <sup>3</sup> (Bujack 2018)	Ja (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
Fachgruppe Infrastruktur (Köln Nord-West)	<p><b>3 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)</p> <p>Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 13,56 Minuten</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit 166,56 Minuten</b></p>	Ja (Bujack 2018)	Nur Transport/Verteilung: Behälter 1m <sup>3</sup> (Bujack 2018)	Ja (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
Fachgruppe Infrastruktur (Leverkusen)	<p><b>3 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)</p> <p>Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 16,92 Minuten</p>	Ja (Bujack 2018)	Nur Transport/Verteilung: Behälter 1m <sup>3</sup> (Bujack 2018)	Ja (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
	Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit 169,92 Minuten</b>			
<b>Fachgruppe Logistik der ehemaligen Trinkwasseraufbereitungsanlage</b>	<b>3 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)  Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 16,92 Minuten  Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit 169,92 Minuten</b>	<b>Ja</b> (Bujack 2018)	Nur Transport/Verteilung: Behälter 1m <sup>3</sup> (Bujack 2018)	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
<b>Trinkwasseraufbereitungsanlage (Ibbenbüren)</b>	<b>24 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)  Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 187,16 Minuten  Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit 1600,16 Minuten</b>	<b>Ja</b> (Bujack 2018)	Trinkwasseraufbereitung von 15m <sup>3</sup> /h  Transport von Wasserblase 1000-5000l (Bujack 2018)	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage/Einheit	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
<b>Trinkwasseraufbereitungsanlage (Lemgo)</b>	<p><b>24 Stunden generelle Vorlaufzeit</b> (Bujack 2018)</p> <p>Zuzüglich Anfahrtszeit (angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit 50km/h): 210,9 Minuten</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe „5.1 Ergebnisse Standortanalyse“):  <b>Gesamtzeit 1623,9 Minuten</b></p>	<b>Ja</b> (Bujack 2018)	<p>Trinkwasseraufbereitung von 15m<sup>3</sup>/h</p> <p>Transport von Wasserblase 1000-5000l (Bujack 2018)</p>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

### 5.9.3 Sonstige vorhandene Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderer BOS

In Tabelle 48 sind alle sonstigen Kapazitäten der Feuerwehr Köln mitsamt der Transportkapazität oder Leistung, dem Standort und der berechneten Entfernung zum Krankenhaus Merheim dargestellt, die aus den Dokumenten der Feuerwehr Köln und dem Interview mit Herrn Schell erhoben wurden.

Tabelle 48: Sonstige vorhandene Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderen BOS im Bereich Köln (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Feuerwehr Köln und Schell 2018)

Art des Fahrzeuges/Anlage	Wassertransportkapazität/Leistung	Standort	Entfernung zum Krankenhaus
<b>Dekontaminations - LKW</b>	2 Vorratsbehälter á 1000l	Löschgruppe Flittard	8,34km
<b>Dekontaminations - LKW</b>	2 Vorratsbehälter á 1000l	Löschgruppe Brück	2,15km
<b>Dekontaminations - LKW</b>	2 Vorratsbehälter á 1000l	Umweltschutzdienst Nippes	8,55km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 1: Agrippastraße (Köln-Innenstadt)	6,93km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 2: Schillingsrotter Weg/Militärtingstraße (Köln-Marienburg).	7,39km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l;	Feuer- und Rettungswache 3: Gleueler	10,21km

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Wassertransportkapazität/Leistung	Standort	Entfernung zum Krankenhaus
	2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Straße (Köln-Lindenthal)	
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 4: Äußere Kanalstraße/Venloer Straße (Köln-Ehrenfeld).	10,72km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 5 und Branddirektion: Scheibenstraße (Köln-Weidenpesch).	9,04km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 6: Volkhoener Weg (Köln-Chorweiler).	14,10km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 7: Kaiserstraße (Köln-Porz).	6,46km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 8: Hardtgenbuscher Kirchweg (Köln-Ostheim).	2km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 9: Bergisch Gladbacher Straße (Köln-Mülheim)	3,79km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 10: Gießener Straße (Köln-Deutz)	4,37km
<b>Tanklöschfahrzeug</b>	Löschwassertank mit 4.800l; 2.400l/min Pumpleistung bei 8bar	Feuer- und Rettungswache 14: Richard-Wagner-Straße (Köln-Lövenich).	15,55km
<b>3 Wasserwerfer der Bundespolizei</b>	Wassertanks á 9000l	St. Augustin	20,66km
<b>3 Wasserwerfer der Bundespolizei</b>	Wassertanks á 9000l	Bad Bergzabern	215,44km
<b>6 Trinkwasseraufbereitungsanlagen der Bundespolizei</b>	Je 10.000 l/Stunde, Je 1.000l Wasserspeicher	St. Augustin	20,66km
<b>8 Wasserbehälter der Bundespolizei</b>	Je 1.000l	St. Augustin	20,66km
<b>3 Wasserversorgungssätze des Deutschen Roten Kreuzes Köln</b>	Je 2.000l	-	
<b>2 Wasserversorgungssätze des Maltesers-Hilfsdienstes Köln</b>	Je 2.000l	-	

## 5. Ergebnisdarstellung

Tabelle 49 zeigt die Werte hinsichtlich der Kriterien zur Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderer BOS. Ausschlusskriterien für eine Maßnahme sind die Vorlaufzeit, die Einhaltung der Trinkwasserverordnung und die Verfügbarkeit von Versorgungsquellen (siehe 4.1.Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung). Eine rote Färbung der Tabellenzelle bedeutet, dass der Grenzwert bzw. das Kriterium, für eine Erfüllung der Ausschlusskriterien, nicht gegeben ist. Im Gegensatz bedeutet Grün, dass das Kriterium erfüllt wird. Gelb bedeutet hier, dass es theoretisch möglich ist, jedoch eher auf Alternativen zurückgegriffen werden sollte.

Tabelle 49: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten der Feuerwehr Köln und anderer BOS (Eigene Darstellung auf Basis von Schell (2018) und Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Feuerwehr Köln)

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
<b>Dekontaminations - LKW (Flittard)</b>	Für Feuerwehren gilt eine allgemeine Hilfsfrist von <b>9,5 Minuten</b> (1,5 Minuten Disposition, 8 Minuten Ausrücke- und Anfahrtszeit) (AGBF 2015, S. 3)  Befüllungszeit bei maximaler Pumpleistung von 7.200l/h bei 5,5bar (BBK 2017, S. 8; ESPA o.J.): <b>16,67 Minuten</b> (Fahrzeiten zur und von der Wasserquelle wären zusätzlich individuell einzubeziehen)  <b>Gesamtzeit: 26,17 Minuten</b>	<b>Ja</b> (Schell 2018)	Transport von <b>2000l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
<b>Dekontaminations – LKW (Brück)</b>	<b>Gesamtzeit: 26,17 Minuten</b> (Begründung s.o.)	<b>Ja</b> (Schell 2018)	Transport von <b>2000l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
<b>Dekontaminations – LKW (Nippes)</b>	<b>Gesamtzeit: 26,17 Minuten</b> (Begründung s.o.)	<b>Ja</b> (Schell 2018)	Transport von <b>2000l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
<b>Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 1)</b>	<p>Für Feuerwehren gilt eine allgemeine Hilfsfrist von <b>9,5 Minuten</b> (1,5 Minuten Disposition, 8 Minuten Ausrücke- und Anfahrtszeit) (AGBF 2015, S. 3)</p> <p>Die Desinfektion des Tanks benötigt mindesten 30 Minuten und danach muss der Tank zwei Mal befüllt und entleert werden (Cimolino 2015; Feuerwehr Weissenbrunn o.J.). Befüllungszeit bei maximaler Pumpleistung von 2.400l/min: 2 Minuten. Dies macht bei Desinfektion inklusive Neubeauffüllung: 45,5 Minuten</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse): <b>Gesamtzeit 18,5 Minuten</b></p>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 2)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 3)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 4)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 5)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 6)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 7)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer-	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018)	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b>

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
und Rettungswache 8)	(Begründung s.o.)	<b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide		(z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 9)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 10)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
Tanklöschfahrzeug (Feuer- und Rettungswache 14)	<b>Gesamtzeit 18,5 Minuten (Begründung s.o.)</b>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von <b>4800l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)
3 Wasserwerfer der Bundespolizei (St. Augustin)	Eine Vorlaufzeit konnte nicht ermittelt werden. Die Desinfektion des Tanks benötigt mindesten 30 Minuten und danach muss der Tank zwei Mal befüllt und entleert werden (Cimolino 2015; Feuerwehr Weissenbrunn o.J.). Befüllungszeit bei maximaler Pumpleistung von 3.500l/min	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Transport von jeweils 9000l	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
	<p>bei 10bar (T-Online 2009): 3,57 Minuten. Dies macht bei Desinfektion inklusive Neube- füllung: <b>7,71 Minuten</b></p> <p>Die Anfahrtszeit beträt bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 50km/h: <b>24,79 Minuten</b></p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse): <b>Gesamtzeit: 5,50 Minuten</b></p>			
<p><b>3 Wasserwerfer der Bundespolizei (Bad Bergzabern)</b></p>	<p>Eine Vorlaufzeit konnte nicht ermittelt werden. Die Desinfektion des Tanks benötigt mindesten 30 Minuten und danach muss der Tank zwei Mal befüllt und entleert werden (Cimolino 2015; Feuerwehr Weissenbrunn o.J.). Befüllungszeit bei maximaler Pumpleistung von 3.500l/min bei 10bar (T-Online 2009): 3,57 Minuten. Dies macht bei Desinfektion inklusive Neube- füllung: <b>7,71 Minuten</b></p>	<p><b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holzweide</p>		<p><b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)</p>

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
	<p>Die Anfahrtszeit beträgt bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 50km/h: <b>258,53 Minuten</b></p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit: 239,24 Minuten</b></p>			
<p><b>6 Trinkwasseraufbereitungsanlagen der Bundespolizei (St. Augustin)</b></p>	<p>Es konnte keine spezifische Vorlaufzeit ermittelt werden. Daher wird auf die Vorlaufzeit der Trinkwasseraufbereitungsanlage des THW zurückgegriffen, die sich auf 24 Stunden beläuft (Bujack 2018): <b>24 Stunden</b></p> <p>Die Anfahrtszeit beträgt bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 50km/h: <b>24,79 Minuten</b></p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit: 1437,79 Minuten</b></p>	<p><b>Ja</b></p>	<p>Je 10.000 l/Stunde Aufbereitung, Je 1.000l Wasserspeicher</p>	<p><b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)</p>

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
<b>8 Wasserbehälter der Bundespolizei (St. Augustin)</b>	<p>Eine Vorlaufzeit konnte nicht ermittelt werden.</p> <p>Die Anfahrtszeit beträgt bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 50km/h: <b>24,79 Minuten</b></p> <p><b>Gesamtzeit: 24,79 Minuten</b></p>	<b>Fraglich</b> (Schell 2018) <b>Chlorung möglich</b> durch eingelagerte Chlortabletten im Wasserwerk Holweide	Je 1.000l	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
<b>3 Wasserversorgungssätze des Deutschen Roten Kreuzes Köln</b>	<p>Vorlaufzeit von maximal 60 Minuten (Adams et al. 2015b, S. 30)</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse): <b>Gesamtzeit: 33 Minuten</b></p>	<b>Ja</b> (Schell 2018)	Je 2.000l	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)
<b>2 Wasserversorgungssätze des Maltesers-Hilfsdienstes Köln</b>	<p>Vorlaufzeit von maximal 60 Minuten (Adams et al. 2015b, S. 30)</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit: 33 Minuten</b></p>	<b>Ja</b> (Schell 2018)	Je 2.000l	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächengewässer)

### 5.9.4 Sonstige vorhandene Kapazitäten des Wasserversorgers

Von Seiten der Rheinenergie gibt es keine leitungsungebundenen Maßnahmen für eine Ersatztrinkwasserversorgung. Für die leitungsgebundene Wasserversorgung gibt es Entstördienste, Rufbereitschaften, Störbeseitigungen und Fremdfirmen für eine Instandsetzung. Durch diese Dienste wäre es möglich Leitungen auch provisorisch zu verlegen bzw. zerstörte zu reparieren. Die Einspeisestellen zum Krankenhaus können jeweils 100% des Trinkwasserbedarfes des Krankenhauses decken (Hübner et al. 2018). Da es sich um ein lokal begrenztes Ereignis handelt, wäre es möglich Trinkwasser z.B. bei den Einspeisestellen oder intakten Bereichen des öffentlichen Trinkwassernetzes zu beziehen.

## 5. Ergebnisdarstellung

### 5.9.5 Sonstige Kapazitäten

In Köln hat die FrieslandCampina GmbH (ehemals Tuffi Campina) bis zu 40 Milchtanklastzüge zur Verfügung (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Feuerwehr Köln).

Tabelle 50 zeigt die Werte hinsichtlich der Kriterien zur Geeignetheit der sonstigen Maßnahmen/Kapazitäten. Ausschlusskriterien für eine Maßnahme sind die Vorlaufzeit, die Einhaltung der Trinkwasserverordnung und die Verfügbarkeit von Versorgungsquellen (siehe 4.1. Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung). Eine rote Färbung der Tabellenzelle bedeutet, dass der Grenzwert bzw. das Kriterium, für eine Erfüllung der Ausschlusskriterien, nicht gegeben ist. Im Gegensatz bedeutet Grün, dass das Kriterium erfüllt wird. Gelb bedeutet hier, dass es theoretisch möglich ist, jedoch ggf. auf andere Alternativen zurückgegriffen werden muss.

Tabelle 50: Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen/Kapazitäten sonstiger Kapazitäten (Eigene Darstellung anhand Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Feuerwehr Köln)

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
40 Tanklastzüge	Die Tanklastzüge sind beständig im weiteren Kölner Umland unterwegs, weshalb nicht zwingend auf sie zurückgegriffen werden kann. Daher ist davon auszugehen, dass <b>maximal nur ein Bruchteil der Gesamtanzahl im Einsatzfall tatsächlich nutzbar ist.</b> Wird angenommen, dass sich ein Tanklastzug in z.B. Euskirchen befindet, so benötigt dieser eine Anfahrt zur Firma von (50km/h Durchschnittsgeschwindigkeit): <b>42,23 Minuten</b>  Eine Reinigung benötigt: <b>30 Minuten</b>	<b>Ja</b> (Schell 2018; Bujack 2018)	Transport von je <b>ca. 28.000l</b>	<b>Ja</b> (z.B. Notbrunnen, intakte Trinkwasserleitungen oder Oberflächen-gewässer)

## 5. Ergebnisdarstellung

Art des Fahrzeuges/Anlage	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Versorgungskapazität	Verfügbarkeit von Versorgungsquellen
	<p>Die Befüllung mit Trinkwasser benötigt bei Pumpleistung von 750 Liter/Minute (Mercedes Benz Trucks 2014): <b>37,33 Minuten</b></p> <p>Die Anfahrt zum Klinikum benötigt: <b>9,972 Minuten</b></p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit: 92,53 Minuten</b></p>			

### 5.9.6 Trinkwassernotbrunnen

In Tabelle 51 sind diejenigen Trinkwassernotbrunnen dargestellt, die sich im Bereich des Krankenhauses Merheim befinden. Diese werden durch die Rheinenergie gewartet (Hübner et al. 2018; Schell 2018). Das THW wäre dazu in der Lage die Brunnen in Betrieb zu nehmen und ist auch von der Stadt Köln dafür vorgesehen (Bujack 2018). Die Zuständigkeit hinsichtlich der Inbetriebnahme ist jedoch zurzeit nicht ausreichend geklärt (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Feuerwehr Köln).

Tabelle 51: Trinkwassernotbrunnen im Bereich des Krankenhauses Merheim (Eigene Darstellung anhand Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente der Feuerwehr Köln und Standortanalyse)

Standort	Betriebsbereitschaft ja/nein (Bei ja kann dieser Brunnen direkt und ohne Vorlaufzeit genutzt werden)	Leistungsfähigkeit in m <sup>3</sup> /h	Entfernung zum Krankenhaus (Luftlinie)
Köln Merheim Fußfallstraße	ja	30	Ca. 1,2 km
Köln Merheim Rheinische Landeslinik Wilhelm-Griesinger-Straße 23	Privat, daher nicht benutzbar	27	Ca. 400m
Köln Merheim Krankenhaus Merheim	Unklar, da keine Angabe. Zudem ist dieser laut Interviews mit Experten	6	-

## 5. Ergebnisdarstellung

Standort	Betriebsbereitschaft ja/nein (Bei ja kann dieser Brunnen direkt und ohne Vorlaufzeit genutzt werden)	Leistungsfähigkeit in m <sup>3</sup> /h	Entfernung zum Krankenhaus (Luftlinie)
Ostmerheimer Straße 200	des Krankenhauses nicht mehr existent. (Braun 2018)		
Köln Ostheim Buchheimer Weg	Ja	30	Ca. 1 km
Köln Brück Andreas-Hermes-Straße	Ja	30	Ca. 900m
Köln Brück Helene-Weber-Platz/Europaring	Ja	30	Ca. 500m
Köln Brück Oberer Bruchweg	Ja	30	Ca. 1,7 km

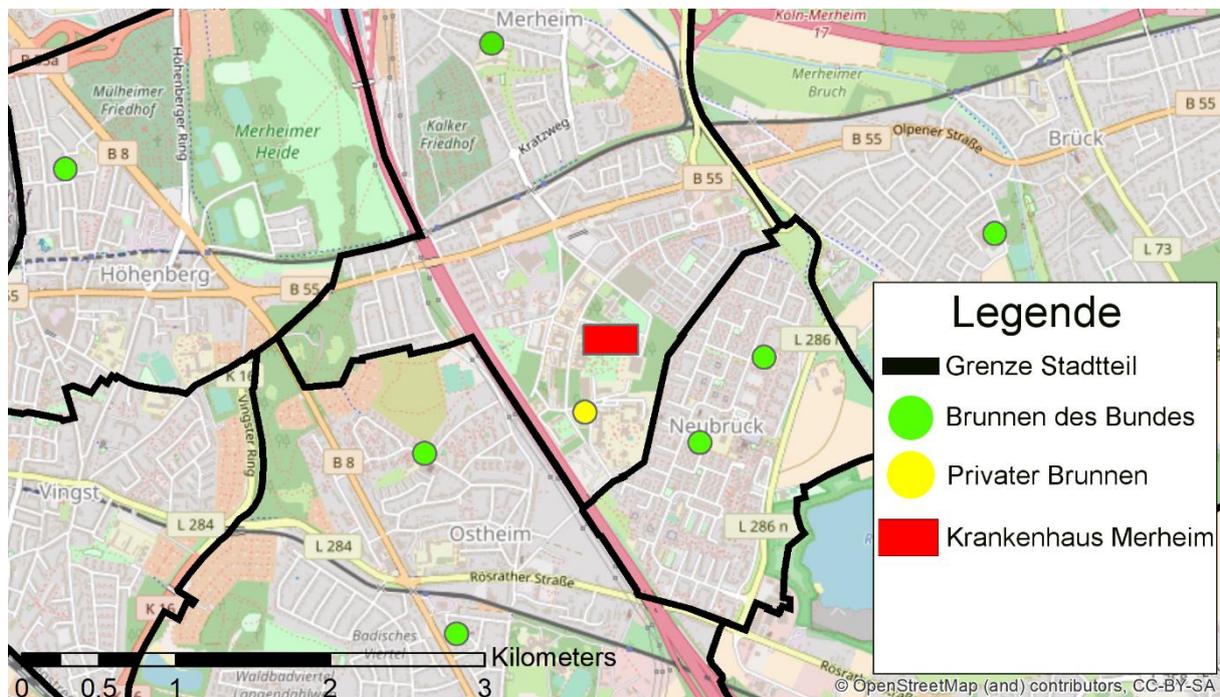


Abbildung 22: Karte der Standorte der Trinkwassernetzbrunnen im Bereich des Krankenhauses Merheim (Quelle: Eigene Darstellung in ArcMap Version 10.5)

Tabelle 52 zeigt die Werte hinsichtlich der Kriterien zur Geeignetheit der Trinkwassernetzbrunnen im Bereich des Krankenhauses. Ausschlusskriterien für eine Maßnahme sind die Vorlaufzeit, die Einhaltung der Trinkwasserverordnung und die Verfügbarkeit von Versorgungsquellen (siehe 4.1. Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung). Eine rote Färbung der Tabellenzelle bedeutet, dass der Grenzwert bzw. das Kriterium, für eine Erfüllung der Ausschlusskriterien, nicht gegeben ist. Im Gegensatz bedeutet Grün, dass das Kriterium erfüllt wird. Gelb bedeutet hier, dass es theoretisch möglich ist, jedoch ggf. auf andere Alternativen zurückgegriffen werden muss.

## 5. Ergebnisdarstellung

Tabelle 52: Überprüfung der Geeignetheit der Trinkwassernotbrunnen

Standort	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Verfügbar (hier Betriebsbereitschaft)	Versorgungskapazität in m³/h
Köln Merheim Fußfallstraße	<p>Inbetriebnahmezeit: <b>2 Stunde</b> (Vgl. Anhang Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente der Feuerwehr Köln)</p> <p>Das THW hat eine allgemeine Ausrückzeit von: 1 Stunde (Buck 2018)</p> <p>Nach Abzug der Redundanzzeit von 27 Minuten (siehe 5.1 Ergebnisse Standortanalyse“): <b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b></p>	<p>Die Einhaltung der Qualitätsansprüche der Notbrunnen ist fraglich (Buck 2018). Es ist daher eine <b>adäquate Aufbereitung</b> des geförderten Wassers <b>notwendig</b> (Exner 2018). Dies kann z.B. durch Chlortabletten geschehen (Hübner et al. 2018). Doch auch dann ist eine <b>100%ige Einhaltung der Verordnung nicht zwingend gegeben</b> (Hübner et al. 2018)</p>	ja	30
Köln Merheim Rheinische Landesklinik Wilhelm-Griesinger-Straße 23	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Privat, daher nicht nutzbar	27
Köln Merheim Krankenhaus Merheim Ostmerheimer Straße 200	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Unklar, da keine Angabe. Zudem ist dieser laut Interviews mit Experten des Krankenhauses nicht mehr existent.	6
Köln Ostheim Buchheimer Weg	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Ja	30
Köln Brück Andreas-Hermes-Straße	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Ja	30

## 5. Ergebnisdarstellung

Standort	Vorlaufzeit	Einhaltung der Trinkwasserverordnung	Verfügbar (hier Betriebsbereitschaft)	Versorgungskapazität in m <sup>3</sup> /h
Köln Brück Helene-Weber-Platz/Europaring	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Ja	30
Köln Brück Oberer Bruchweg	<b>Gesamtzeit: 153 Minuten</b> (Begründung s.o.)	s.o.	Ja	30

### 5.10 Ergebnisse des zweiten Soll-Ist-Vergleiches

In Tabelle 53 wird aufgezeigt, wie die zweite Ist-Größe (=Ersatztrinkwasserkapazität) ermittelt wurde. Dabei ist eine Gegenüberstellung der Wasserbezugsquellen und der Transport- bzw. Aufbereitungsmöglichkeiten erfolgt, da nur vorhandenes Wasser auch transportiert werden kann. Sind die Gesamtmengen grün markiert, so stimmen diese Mengen überein. Bei einer Rotfärbung ist entweder die Gewinnungs- oder die Transportkapazität unzureichend. Die Gelbfärbung einiger Transportkapazitäten ist auf die fragliche Geeignetheit zurückzuführen, die in dem vorherigen Abschnitt erläutert wurde. Es sind nur diejenigen Maßnahmen/Kapazitäten eingeflossen, die im vorherigen Kapitel auf ihre Geeignetheit hin überprüft wurden.

Tabelle 54 zeigt das Ergebnis des zweiten Soll-Ist-Vergleiches auf und liefert die Abdeckungsrate bezüglich des Trinkwasserbedarfes des Krankenhauses Merheim.

Tabelle 53: Ermittlung der zweiten Ist-Größe (Eigene Darstellung)

Trinkwassergewinnung/Wasserkapazitäten	Wassertransport und Aufbereitung
<b>Trinkwasserflaschen (kein Transport notwendig):</b> 6750 Liter bzw. <b>40,18 l/h</b> (Berechnung anhand von Verbrauch)	3 Dekontaminations-LKW der Feuerwehr: 6000 Liter
<b>Einspeisestellen/intaktes Versorgungsnetz der Rheinenergie:</b> <b>100% des Bedarfes(150m<sup>3</sup>/h)</b>	11 Tanklöschfahrzeuge der Feuerwehr: 52.800 Liter
	3 Wasserwerfer der Bundespolizei: 27.000 Liter
	8 Wasserbehälter der Bundespolizei: 8.000 Liter
	Wasserversorgungssätze der Hilfsorganisationen: 10.000 Liter
	40 Tanklastzüge: 1.120.000 Liter
	<b>Gesamt (ohne fragliche Optionen):</b> 16.000 Liter bzw. <b>4.000l/h (im Pendelverkehr nach Reed (2013, S. 48))</b>
<b>Gesamt:</b> <b>150.040,18 Liter pro Stunde =150,04m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Gesamt:</b> 1.223.800 Liter bzw. <b>305.950 l/h (im Pendelverkehr nach Reed (2013, S. 48))</b>

## 5. Ergebnisdarstellung

Tabelle 54: Abdeckungsrate bzw. Ergebnis des zweiten Soll-Ist-Vergleiches (Eigene Darstellung)

Bedarf (SOLL)	Versorgungskapazität (IST)
150.040,18 l/h	305.950l/h
<b>Abdeckungsrate 203,42%</b>	

### 5.11 Ergebnisse der Filterung und Auswahl von Best Practice Ansätzen (inkl. Geeignetheit)

Da die Abdeckungsrate bei dem zweiten Soll-Ist-Vergleich bei 203,42% lag, kann auf eine Auswahl von Best Practice Ansätzen verzichtet werden.

### 5.12 Ergebnis Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan

Da es keine Möglichkeit der Einspeisung von Trinkwasser durch Ersatzversorgungsmaßnahmen in das Krankenhaus gibt (siehe Standortanalyse), ist es nicht möglich eine realitätsnahe Planung und somit eine Erstellung eines Kapitels für den Krankenhauseinsatzplan für eine Ersatztrinkwasserversorgung durchzuführen. Daher ist bei einem kompletten Trinkwasser-ausfall in dem Untersuchungsgebiet eine höhere Eskalationsstufe hin zur Evakuierung geboten, was in einem entsprechenden Kapitel des Krankenhauseinsatzplanes niedergeschrieben werden kann. Somit sind die benötigten Bestandteile des Kapitels:

- Feststellung und Meldung einer Beeinträchtigung. Kontaktinformationen zum Wasserversorgungsunternehmen und anderen zuständigen Personen
- Alarm- bzw. Alarmierungsstufen mit Aktivierung der KEL
- Abstimmung mit BOS
- Alarmanweisungen nach Alarmstufe

Beispielhaft könnte ein solches Kapitel für das in dieser Arbeit beschriebene Szenario wie folgt aussehen:

#### **Längerer Ausfall der kompletten Trinkwasserversorgung**

Ist die Trinkwasserversorgung im gesamten Krankenhaus ausgefallen, so gelten folgende Anweisungen.

##### **1. Feststellung und Meldung**

Wird ein Ausfall von einem der Mitarbeiter festgestellt, so ist unverzüglich der Technische Leiter zu informieren.

Interne Notrufnummer: 0123456789

##### Meldung an den Technischen Leiter:

- Was ist passiert?
- Wo ist es passiert?
- Wer meldet das Ereignis?

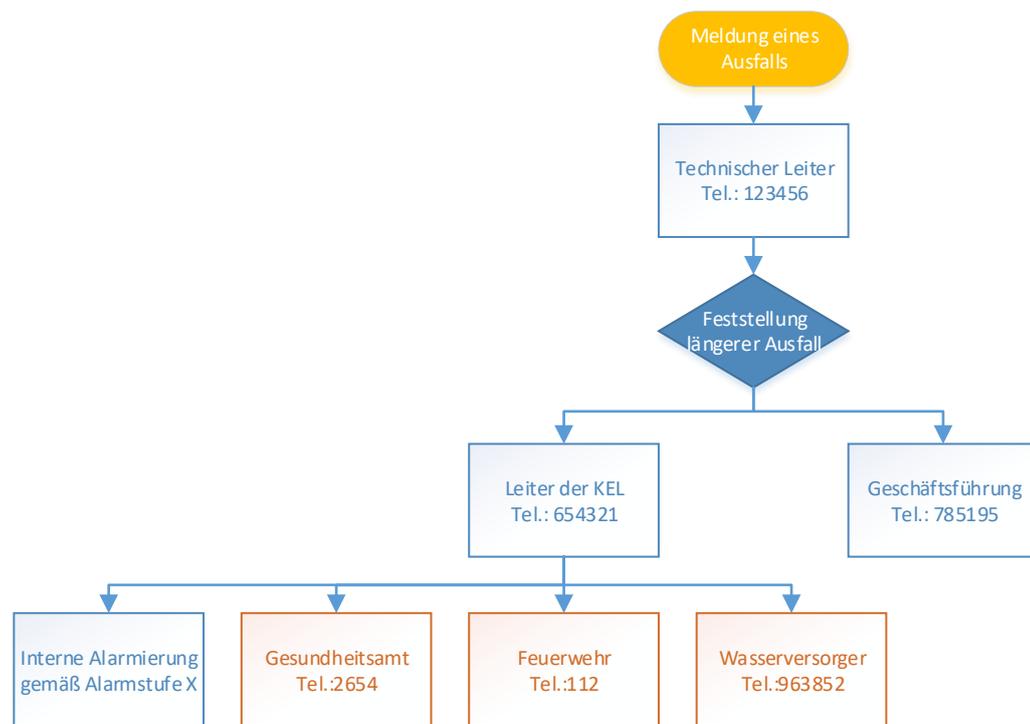
Stellt der Technische Leiter einen Ausfall fest, der voraussichtlich nicht innerhalb von unter 147 Minuten instand zu setzen ist, so kontaktiert dieser die Geschäftsleitung und den Leiter der KEL. Es wird gemäß Punkt 2 fortgefahren.

Wird von dem Technischen Leiter ein örtlich und zeitlich begrenzter Ausfall festgestellt, so sind diese Störungen vom Technischen Dienst zu lokalisieren und durch Maßnahmen zu beheben. *Die betroffenen Armaturen oder Geräte sind ohne Freigabe durch das Gesundheitsamt auch nach einer Instandsetzung nicht zu benutzen!*

## 2. Alarm- bzw. Alarmierungsstufen

Bei einem solchen Ereignis ist gemäß den allgemeinen Alarmstufen des Krankenhauses (Verweis auf das entsprechende Kapitel) die Alarmstufe X auszurufen. Dementsprechend werden alle personellen und materiellen Ressourcen eingesetzt und sofort die KEL aktiviert.

Die KEL nimmt Kontakt zu dem Wasserversorgungsunternehmen, der Feuerwehr und dem Gesundheitsamt auf. Die interne Alarmierung von Mitarbeitern erfolgt anhand des allgemeinen Alarmierungsschemas (Verweis auf Kapitel) gemäß der Alarmierungsstufe X.



Alarmierungsüberblick

## 3. Kontaktdaten

Technischer Leiter:	Tel. 123456
Geschäftsführung:	Tel. 785195
Leiter der KEL:	Tel. 654321
Wasserversorger (Rheinenergie):	Tel. 963852
Gesundheitsamt Köln:	Tel. 2654
Feuerwehr Köln:	Tel. 112

## 4. Alarmanweisung gemäß Alarmierungsstufen

Durch ein solches Ereignis besteht die Möglichkeit der erheblichen Gesundheitsgefährdung von Patienten und der Versorgungsauftrag kann nicht mehr erfüllt werden. Daher ist eine Evakuierung oder Räumung gemäß dem Kapitel Y „Evakuierung und Räumung“ vorzubereiten und durchzuführen.

Die Alarmanweisungen nach Alarmstufe mit konkreten Aufgaben und Checklisten für die jeweiligen Funktionsträger finden sich in dem Evakuierungskapitel des Einsatzplanes.

Besonders gefährdete Bereiche bei einem solchen Szenario sind:

- Operative Intensivstation
- Schwerstbrandverletztenstation
- Lungenintensivstation
- Neurologische Intensivstation

## 5. Ergebnisdarstellung

- Internistische Intensivstation
- Reinstwasseraufbereitungsanlage
- Zentrallabor
- Zentralsterilisation
- Zentralwäscherei

Daher gelten zu der allgemeinen Evakuierungsplanung folgende Anweisungen:

- Zunächst sind alle Intensivstationen zu evakuieren/räumen.
- Danach folgen alle liegenden Patienten und anschließend alle gefährigten Patienten.
- Das Labor stellt alle geplanten Untersuchungen ein, die nicht zeitkritisch und nicht für die Vereitelung von weiteren Gesundheitsschäden nötig sind. Es sind nur Untersuchungen durchzuführen (wenn möglich), die einer Einschätzung der Transportfähigkeit von Patienten oder zur Verhinderung von weiteren, schwerwiegenden Gesundheitsschäden notwendig sind.
- Falls möglich und nötig, bilden die Zentralsterilisation und die Zentralwäscherei Vorräte an Materialien, die für Notfallbehandlungen benötigt werden.

Wird von dem Technischen Leiter ein örtlich und zeitlich begrenzter Ausfall festgestellt, so sind diese Störungen vom Technischen Dienst zu lokalisieren und durch Maßnahmen zu beheben. *Die betroffenen Armaturen oder Geräte sind ohne Freigabe durch das Gesundheitsamt auch nach einer Instandsetzung nicht zu benutzen!* Die betroffenen Armaturen/Geräte sind durch ein Schild mit der Aufschrift „NICHT BENUTZEN“ zu markieren, bis eine Freigabe erfolgt ist. Falls nötig wird auf Einmalmaterialien bzw. Ersatzflüssigkeiten zurückgegriffen (z.B. Einmaltücher für Waschungen).

### **5. Zusammenarbeit mit Feuerwehr, Polizei, etc.**

Die Abstimmung zur Erforderlichkeit einer Evakuierung oder Räumung erfolgt zwischen dem Leiter der KEL und dem Einsatzleiter der Feuerwehr. Die Anordnung einer Evakuierung oder Räumung kann ausschließlich durch den Einsatzleiter der Feuerwehr oder der Polizei erfolgen, welcher auch den Umfang der Evakuierung/Räumung (z.B. Stationsverlegung oder Kompletträumung) festlegt. Diese sind gegenüber den Mitarbeitern des Krankenhauses, den Patienten und allen anderen anwesenden Personen weisungsbefugt. Das Gesundheitsamt ist zuständig für alle hygienischen Fragen und ist daher in diesen Punkten weisungsbefugt. Die jeweiligen Ansprechpartner sind untereinander bekanntzugeben.

### **5.13 Ergebnis Konzept/Katalog für das Krisenmanagement der örtlichen Gefahrenabwehr und den WVU**

Da es keine Möglichkeit der Einspeisung von Trinkwasser durch Ersatzversorgungsmaßnahmen in das Krankenhaus gibt (siehe Standortanalyse), ist es nicht möglich eine realitätsnahe Planung und somit eine Erstellung eines Konzeptes für die Gefahrenabwehr und den Wasserversorger für eine Ersatztrinkwasserversorgung durchzuführen

### **5.14 Sonstige Erkenntnisse aus den Experteninterviews**

In den Experteninterviews sind weitere Erkenntnisse gewonnen worden, die ggf. nicht für die vorherigen Analysen von Nöten waren. Jedoch sind diese für eine Diskussion hinsichtlich der Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern von großem Mehrwert. Diese Erkenntnisse sollen im Folgenden dargestellt werden.

## 5. Ergebnisdarstellung

### 5.14.1 Meinungen zu der Problematik des Trinkwasserausfalles in Krankenhäusern und der Ersatzversorgung

Das Thema Trinkwasserversorgung ist jahrelang unzureichend behandelt bzw. unterschätzt worden, was dazu geführt hat, dass keine Planungen existieren bzw. vorhandene nicht mehr aktuell sind (Schell 2018, Braun 2018, Exner 2018). Trinkwasser stellt jedoch ein sehr wichtiges Thema dar und muss weiter und intensiver behandelt werden (Schell 2018), was auch die Gespräche in der Trinkwasserkommission zeigen (Exner 2018). Die Kapazitäten für die Bewältigung einer solchen Lage sind prinzipiell vorhanden, jedoch müssen diese auch genutzt und geplant werden (Exner 2018). Ein solcher Maßnahmenplan müsste laut Rheinenergie situativ für mehrere Szenarien und ggf. gekoppelt mit anderen Szenarien, wie z.B. Bewältigung von Stromausfällen, entwickelt werden (Hübner et al. 2018). Die Konzeption Zivile Verteidigung hat als großen Bestandteil die Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung, jedoch fehlen dort explizite Überlegungen für Krankenhäuser (Exner 2018).

Die Folgen eines Trinkwasserausfalles in einem Krankenhaus sind bislang wenig erforscht worden (Braun 2018). Im Krankenhaus Merheim wurde das Thema der Notfallplanung bezüglich eines Trinkwasserausfalles in 36 Jahren nicht betrachtet (Braun 2018). Dies bestätigt auch Herr Exner, der sagt, dass seit 30 Jahren keine ausreichende Betrachtung mehr stattgefunden hat (Exner 2018).

Die Wasserversorgungsunternehmen sind überzeugt davon, dass ein solches Szenario, wie es in dieser Arbeit bearbeitet wird, nicht eintritt (Braun 2018). Die Rheinenergie empfindet das Szenario als sehr theoretisch bzw. unrealistisch und kurzfristig beherrschbar und ergänzt, dass es nur zum einem Problem werden würde, wenn ein großflächiger Ausfall, gekoppelt mit z.B. einem Stromausfall, eintreten würde (Hübner et. al). Herr Exner entgegnet, dass das Hauptproblem das mangelnde Bewusstsein der Gefahr eines Trinkwasserausfalles und der Notwendigkeit von Vorplanungen sei. Es sollte die Zeit genutzt werden, damit man sich nicht hinterher große Vorwürfe machen müsse. Auch aus Sicht der öffentlichen Gesundheit sei dieses Thema ganz hochrangig. (Exner 2018)

### 5.14.2 Verantwortlichkeiten bei der Not- bzw. Ersatztrinkwasserversorgung

Viele Aufgaben hinsichtlich der Ersatzversorgung sind auf die Rheinenergie übertragen worden (z.B. Lagerung Chlor oder Inbetriebnahme Notbrunnen), obwohl die Verantwortlichkeit bei z.B. einer Katastrophenlage nicht bei der Rheinenergie liegt, sondern eigentlich bei der Feuerwehr (Schell 2018).

Die Kommune ist in der Pflicht alle Akteure (WVU, BOS) zusammenzubringen, damit Pläne erarbeitet werden (Schell 2018). Dies bedeutet, dass auch die Ansprechpartner und Führungsstellen, sowohl bei den BOS, dem WVU, als auch innerhalb des Krankenhauses, eindeutig benannt werden müssen (Bujack 2018). Oft sind den einzelnen Akteuren die Einsatzoptionen der anderen Akteure nicht ausreichend bekannt (Bujack 2018). Das BBK muss ebenfalls Konzepte für solche Lagen entwickeln (Exner 2018) und das Gesundheitsamt ist mit einzubeziehen (Hübner et al. 2018)

Das Trinkwassernetz im Bereich des Krankenhauses ist ein Privatnetz (Hübner et al. 2018; Braun 2018). Daher hat dort die Rheinenergie keine Befugnisse und Verantwortungen, weshalb Notfallplanungen durch den Betreiber des Krankenhauses und die Feuerwehr zu erarbeiten sind (Hübner et al. 2018). Die Evakuierung wäre das Mittel der Wahl bei einem solchen Ereignis (Hübner et al. 2018). Die Rheinenergie ist bei Großschadenslagen bzw. Katastrophen Mitglied des Krisenstabes der Stadt Köln und wird beratend bzw. unterstützend tätig (Hübner et al. 2018)

## 6. Diskussion

### 5.14.2 Problematik Krankenhaus

Früher verfügten viele Krankenhäuser über eigene Brunnen, die für eine Ersatzversorgung dienen konnten. Jedoch sind diese in großen Teilen nicht mehr existent. (Exner 2018) Es muss daher mehr im Bereich der Prävention/Selbsthilfefähigkeit statt Abwehr getan werden (z.B. Neuerrichtung von eigenen Brunnen im Bereich des Krankenhauses) (Hübner et al. 2018).

Die Bedarfe an Trinkwasser für Funktionsbereiche innerhalb eines Gebäudes des Krankenhauses müssten explizit und kleinteilig erhoben werden, damit die Allokation in Gefahrenlagen optimiert wird und der Wasserbedarf im Ereignisfall reduziert werden kann (Exner 2018).

Bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung können Krankenhäuser den akuten Bedarf innerhalb von Stunden nicht mehr decken. Vieles kann zwar kompensiert werden, wie bei Intensivstationen, wo viele Prozesse ohne Trinkwasser funktionieren oder bei Waschungen durch Desinfektionsmittel. (Exner 2018) Bestimmte Menge an Sterilgut und Wäsche ist für einen gewissen Zeitraum vorhanden (Braun 2018). Dennoch ist ein Ausfall sehr problematisch, da Trinkwasser im Krankenhaus gebraucht wird, wie z.B. zum Händewaschen, Reinigungsautomaten, Spülungen für Abwasserentsorgungen etc. Der Ausfall würde also zu einer Störung der hygienischen Patientenbetreuung führen. (Exner 2018)

### 5.14.3 Trinkwassernotbrunnen

Die Notbrunnen sind hinsichtlich der Ergiebigkeit, Funktionalität und Hygiene problematisch (Bujack 2018). Daher ist eine adäquate Instandhaltung bzw. -setzung der Notbrunnen und eine vorgeplante Aufbereitung des Wassers nötig (Exner 2018). Andernfalls wäre es sinnvoller, Wasser von außen durch z.B. hygienisch unbedenkliche Milchlaster zuzuführen (Bujack 2018).

Die Zeit bis zur vollständigen Inbetriebnahme eines Notbrunnens ist nicht gesichert anzugeben, da in Köln seit zehn Jahren keine Inbetriebnahme mehr erprobt wurde (Schell 2018, Hübner et al. 2018). Schulungen zur Inbetriebnahme für die Feuerwehr werden nicht mehr durchgeführt (Schell 2018).

## 6. Diskussion

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse aus Kapitel 5 interpretiert und mit anderen wissenschaftlichen Ergebnissen verglichen werden. Abschließend erfolgt eine kritische Betrachtung der eigenen Vorgehensweise und die Möglichkeiten der Übertragung der Ergebnisse dieser Arbeit.

### 6.1 Interpretation der Ergebnisse

Die Interpretation der Ergebnisse soll im Folgenden dargestellt werden. Zunächst wird das aktuelle Problembewusstsein, die durchgeführte Risikoanalyse und die Analyse der aktuell vorgehaltenen Planungen eingegangen. Anschließend erfolgt eine Betrachtung der erhobenen sonstigen Ressourcen für ein adäquates Krisenmanagement.

#### 6.1.1 Problembewusstsein, Risikoanalyse und aktuelle Planungen

Im Rahmen der Experteninterviews wurde deutlich, dass fünf von sechs Experten bzw. Institutionen den Trinkwasserausfall in Krankenhäusern und damit die Vorplanung für eine Ersatzversorgung als ein Thema mit hoher Relevanz einstufen. Es gilt als ein hochrangiges Thema für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Gesundheit mit hohem Handlungsbedarf. Trotz dieser Einschätzung ist jedoch seit über 30 Jahren keine explizite Betrachtung und seit 10 Jahren keine vorgeschriebenen Übungen zum Betrieb von Notbrunnen mehr durchgeführt worden. Dies zeigt, dass Planungen für eine Ersatztrinkwasserversorgung oft vernachlässigt oder vergessen wurden. Somit lässt sich trotz der zugesprochenen hohen Relevanz ein bislang mangelndes Problembewusstsein bei den verantwortlichen Stellen als Hauptproblem feststellen

## 6. Diskussion

(siehe auch Herr Exners Aussage). Selbst in der Konzeption Zivile Verteidigung sind keine expliziten Planungen/Maßnahmen für Krankenhäuser vorgesehen.

Die Rheinenergie sieht das in dieser Arbeit dargestellte Szenario als einziger Akteur als unrealistisch und zu theoretisch an. Es wird auf die größere Problematik des kompletten Ausfalles von Wasser (z.B. einer kompletten Rheinseite von Köln) durch z.B. einen großflächigen Stromausfall hingewiesen. Jedoch scheinen auch für solche Fälle keine konkreten Planungen zu existieren, weshalb Planungen für kleinere Lagen einen ersten Grundstein bilden würden, auf denen dann Konzepte für weitere Szenarien aufgebaut werden könnten. Falls sich aber doch diese niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit bewahrheiten sollte, so würde sich auch das ermittelte Risiko und der dadurch bedingte Handlungsbedarf verringern. Jedoch haben eigene Analysen eine hohe Wahrscheinlichkeit ergeben und es wird hier von einem Katastrophenfall ausgegangen, weshalb es nicht regelmäßig zu solchen Ereignissen kommen muss, damit ein Handlungsbedarf entsteht und das Risiko als hoch eingeschätzt werden kann. Somit wird das in dieser Arbeit ermittelte sehr hohe Risiko und die zugehörige Wahrscheinlichkeit als durchaus plausibel bzw. zweckdienlich angesehen.

Hinsichtlich der Verantwortlichkeiten für einen Trinkwasserausfall bei Krankenhäusern in dieser Größenordnung besteht keine eindeutige Sicherheit bei den einzelnen Akteuren, obwohl die Verantwortung per Gesetz auf die kommunale Gefahrenabwehr bzw. den Katastrophenschutz übergeht. So sieht beispielsweise die Feuerwehr die Verantwortung für den Betrieb von Notbrunnen bei der Rheinenergie und dem THW. Die Rheinenergie wiederum entgegnet, dass diese bei der Feuerwehr liegt. Es ist dabei zu ergänzen, dass nur die Rheinenergie direkte Zugangsmöglichkeiten zu den Chlortablettenvorräten und den Instrumenten, die von einigen Notbrunnen abgebaut wurden und für den Betrieb notwendig sind, hat. Die Verantwortlichkeiten wurden von den einzelnen Akteuren gedanklich so weitergeschoben, dass eine hohe Unsicherheit besteht und somit bei den einzelnen zu einer mangelnden Planungsbereitschaft führt. Daher bedarf es einer umfassenden Aufklärung bzw. Klärung bezüglich der Verantwortlichkeiten. Die Stadt Köln ist in der Pflicht alle Beteiligten zusammenbringen, die Aufklärung durchzuführen und Planungen zu initiieren.

Mithilfe der durchgeführten Kritikalitätsanalyse konnte im ersten Schritt aufgezeigt werden, dass das Krankenhaus Merheim eine hohe Bedeutung für die öffentliche Gesundheitsversorgung im Bereich Köln und somit als Kritische Infrastruktur eine sehr hohe Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen hat, da es ein Krankenhaus der Maximalversorgung ist und eine hohe Anzahl an Patienten zu versorgen hat (Vgl. BBK 2008b, S. 5; Spence et al., S. 36; Nukavarapu und Durbha, S. 223). Dies zeigt sich in den Werten  $K_B=3$  bzw.  $K(V)=5$ , welche die höchsten zu erreichenden Werte darstellen. Als besonders kritische Prozessbausteine des Krankenhauses sind vor allem die Intensivstationen identifiziert worden, was daraus resultiert, dass dort hauptsächlich kritische Patienten (kritisch im medizinischen Sinn. Vgl. zur Definition den Abschnitt „Erarbeitung und Erstellung des Interviewleitfadens und der Interviewfragen“) Patienten behandelt werden und somit diese Abteilungen essentiell für die Erfüllung des definierten Schutzzieles sind. Zudem sind solche Patienten, wie sie auf Intensivstationen behandelt werden, nicht ohne größeren Aufwand und ohne erhebliche Risiken für die Gesundheit der Patienten zu evakuieren.

Insbesondere die Intensivstationen, aber auch andere Bereiche, sind von weiteren Prozessen abhängig. Identifiziert wurden dabei vor allem die Prozessbausteine Reinstwasseraufbereitung, die Klimaanlage, das Zentrallabor, die Zentralsterilisation, die Anästhesiologie und die Wäscherei. All diese Prozessbausteine, bis auf die Klimaanlage, da diese unabhängig von der Trinkwasserversorgung ist, weisen auch eine sehr hohe Verwundbarkeit und damit ein sehr hohes Risiko auf. Da ein ordnungsgemäßer Betrieb von beispielsweise den Intensivstationen ohne diese Prozesse nicht möglich ist, erklärt dies die hohen zugeordneten Kritikalitätsstufen

## 6. Diskussion

für die Prozesse und somit deren hohe Bedeutung. Andere Bereiche, wie z.B. die Notaufnahme, die eigentlich für eine primäre Notfallbehandlung notwendig und somit schutzzielrelevant ist, erreichen nur einen mittleren Kritikalitätswert. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Notaufnahme bei der Leitstelle abgemeldet werden kann und somit möglichst keine Rettungswagen diese mehr anfahren, was die hohe ermittelte Schwere der Beeinträchtigung bei einem Trinkwasserausfall relativiert. Auch wenn eine Behandlung bei einem dennoch eintreffenden Notfallpatienten möglich sein muss, so kann durch diese Möglichkeit der Abmeldung und der Tatsache, dass keine Flächenlage vorliegt und somit keine anderen Krankenhäuser beeinträchtigt sind, die Notfallpatienten übernehmen können, davon ausgegangen werden, dass die mittlere Kritikalität angemessen ist. Operationssäle können laut Expertenaussagen ihre Operationen zu Ende führen und sind laut Literaturwerte schnell evakuierbar (die Evakuierung von Operationssälen kann jedoch auch kritisch hinterfragt werden, was im Bereich der kritischen Diskussion der Methodik erfolgt). Daher ist deren ermittelte niedrigere Kritikalität ebenfalls plausibel. Auffällig ist, dass sehr wenig Prozesse bzw. Prozessbausteine ersetzbar sind, was zu einer geringen Flexibilität bei einer Störung führt.

Als Gesamtergebnis wurde für fast alle kritischen Prozessbausteine, bedingt durch die hohe Eintrittswahrscheinlichkeit und die hohen Verwundbarkeiten, ein sehr hohes Risiko berechnet. Nur die Klimaanlage weist ein mittleres Risiko auf, da diese als einziger kritischer Baustein nicht von der Trinkwasserversorgung abhängig ist. Die hohen Verwundbarkeiten resultieren hauptsächlich aus dem Mangel an geplanten Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung, was dem Defizit an organisatorischen Ersetzbarkeiten entspricht, und der nur teilweise gegebenen technischen Ersetzbarkeiten. Die technische Ersetzbarkeit ist eine Größe, die hier mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist, da prinzipiell eine redundante Versorgung durch die zweifache (dreifache, wenn die notfallmäßige Verbindung zu dem benachbarten Krankenhaus mitgezählt wird) und sich gegenseitig ersetzbare Trinkwassereinspeisungen in das private Trinkwassernetz des Krankenhauses vorhanden ist (was einen Ausfall durch Mangelversorgung durch den Wasserversorger eher unwahrscheinlich werden lässt). Ist jedoch ein Schaden an dem privaten Trinkwassernetz des Krankenhauses oder ein Sabotageakt erfolgt, welche zu dem Ausfall geführt haben, so ist dieses Redundanzsystem wirkungslos. Die Einschätzung der teilweise gegebenen technischen Ersetzbarkeit ist somit nachvollziehbar begründet.

Trotz der von den Interviewpartnern als hoch eingestuften Relevanz des Themas, sind keine Vorplanungen für einen Trinkwasserausfall vorhanden. Die Analyse hat ergeben, dass weder von den BOS, noch von der Rheinenergie oder von dem Krankenhaus Merheim (es ist kein Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan vorhanden) Maßnahmen/Planungen für den Fall eines Trinkwasserausfalles in einem Krankenhaus vorgehalten werden. Auch gibt es von Seiten des Krankenhauses keine Redundanzen (die Druckerhöhungsanlage ist als solche nicht vorgesehen). Ehemalige krankenhauseigene Brunnen sind zurückgebaut worden und können somit nicht als Redundanz dienen. Die z.B. von der Konzeption Zivile Verteidigung oft vorgesehenen Trinkwassernotbrunnen (BMI 2016, S. 46) sind zwar vorhanden, jedoch sind diese unter drei Stunden nicht in Betrieb zu nehmen und es ist nicht geplant, wie das geförderte Wasser zu dem Krankenhaus gelangen soll. Die Anbindung des Wassernetzes des Krankenhauses an das öffentliche Trinkwassernetz wird durch zwei unabhängige Einspeisestellen sichergestellt, die sich gegenseitig ersetzen können. Doch auch diese Redundanz kann nur eingeschränkt als wirkungsvoll angesehen werden (siehe oben). Eine ggf. mögliche und geplante Ersatztrinkwasserversorgung ohne Redundanzen würde schon zu Beginn an den nicht vorhandenen Möglichkeiten einer Einspeisung von Trinkwasser von außen in das Krankenhaus scheitern. Diese müsste aufwendig und mit baulichen Maßnahmen errichtet werden, was in einem akuten Gefahrenfall nicht zielführend wäre. Somit ist auch eine weitere Planung, wie z.B. die Streckenführung und Fahrzeugaufstellung für einen Pendelverkehr mit Tanklastern nicht ohne weiteres möglich.

## 6. Diskussion

Es ist also zusammenfassend hervorzuheben, dass trotz einem zum Teil gegebenen Problembewusstsein bzw. der als hoch eingeschätzte Relevanz, keine Planungen für den Trinkwasserausfall in einem Krankenhaus existieren. Dies kann entweder durch die schon angesprochenen unbekanntenen Zuständigkeiten oder mangelnden Problembewusstsein bei manchen verantwortlichen Stellen, aber auch an mangelnden finanziellen und personellen Ressourcen liegen. So legen Krankenhäuser immer mehr den Fokus auf Kostenersparnis (Hellmann 2018, S. 36) und die Investitionen für Krankenhäuser durch die Bundesländer sinken (Rösel 2013, S. 4–5), so dass es zu einem erheblichen Investitionsstau kommt (Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG); Verband der Privaten Krankenversicherungen (PKV); GKV-Spitzenverband 28.03.2018). Dies führt dann auch dazu, dass, wie Herr Schell bestätigte, mehrere Aufgaben von einer Person übernommen werden müssen. Im schlimmsten Fall ist diese Person zudem nicht der Experte für diesen Bereich oder wird eine nötige Stelle, wie im Beispiel Krankenhaus Merheim in Bezug auf den Katastrophenschutzbeauftragten, gar nicht besetzt. Es ist jedoch erwiesen, dass Personal, das nur dort arbeitet, wo seine fachliche Kompetenzen liegen, bedeutend effektiver seine Arbeit verrichten kann (Pfitzer et al. 2015, S. 26). Somit wäre es nötig, dass mehr Personal für entsprechende Planungsprozesse eingestellt bzw. beauftragt wird. Die Rheinenergie hat keine Planungen für das Krankenhaus Merheim übernommen, da diese für das private Netz des Krankenhauses nicht zuständig sind, sondern der Krankenhausträger. Dabei sind sie nicht nur nicht verantwortlich, sondern dort auch nicht handlungsberechtigt. Somit könnte die Rheinenergie auch dann keine Vorkehrungen treffen, selbst wenn sie dies möchte. Trotzdem sieht die Rheinenergie ein Szenario, wie es hier beschrieben wurde als kurzfristig beherrschbar an, weshalb von ihr keine weiteren Planungen für eine Bewältigung als sinnvoll angesehen werden.

### 6.1.2 Sonstige Kapazitäten zur Ersatztrinkwasserversorgung und zukünftige Planungen.

Die Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten für eine Ersatztrinkwasserversorgung hat eine Abdeckungsrate von über 200% ergeben, was verdeutlicht, dass mit einer sorgfältigen Planung eine Ersatzversorgung durchaus möglich wäre. Dabei ist jedoch zu beachten, dass insbesondere die Milchtanklastzüge zu der hohen Rate führen, welche aber nicht zwingend immer in vollem Maße zur Verfügung stehen, da diese fast rund um die Uhr Auslieferungsfahrten unternehmen. Eine Ersatzversorgung ist aber nicht nur durch den alleinigen Einsatz der Milchtanklastzüge möglich, sondern auch durch den Einsatz der Möglichkeiten der Hilfsorganisationen, der Dekontaminations-LKWs der Feuerwehr und von 20 Tanklastzügen könnte der maximale Bedarf von 150m<sup>3</sup> gedeckt werden (oder 19 Tanklastzüge und 4 Tanklöschfahrzeuge der Feuerwehr). Viele andere Maßnahmen/Fahrzeuge, wie z.B. die Trinkwasseraufbereitungsanlagen, erfüllen die Geeignetheitskriterien nicht. Allen voran ist die Vorlaufzeit vieler Maßnahmen problematisch, die z.B. bei den Trinkwasseraufbereitungsanlagen ca. 24 Stunden beträgt. Auch die Trinkwassernotbrunnen erfüllen die Vorlaufzeit bis zur Inbetriebnahme nicht. Bei diesen wurde außerdem zusätzlich noch festgestellt, dass diese zwar zusammen den Bedarf des Krankenhauses an Trinkwasser decken könnten, dieses Wasser zum einen jedoch noch zum Krankenhaus gelangen muss und zum anderen die Qualität des gewinnbaren Trinkwassers fraglich ist. Es würde also einer sorgfältigen Aufbereitung bedürfen, welche ggf. nur durch die benannten Trinkwasseraufbereitungsanlagen oder durch eine starke Chlorung möglich wäre. Hygienetechnischen Bedenken gibt es ebenfalls bei dem Einsatz von Tanklöschfahrzeugen und Wasserwerfen, da Uneinigkeit darüber besteht, ob eine adäquate Aufbereitung der Wassertanks möglich ist. Daher ist das örtliche Gesundheitsamt zu informieren bzw. zu konsultieren, dass Aufklärung oder Ausnahmegenehmigungen (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 12) für diesen Sachverhalt liefern kann. Alle sonstigen identifizierten Maßnahmen sind hinsichtlich der Einhaltung der Trinkwasserverordnung unbedenk-

## 6. Diskussion

lich, wobei zu beachten ist, dass hier keine Kontamination des Trinkwassers als Szenario vorliegt. Bei einem kontaminationsbedingtem Ausfall müssten ggf. andere Maßnahmen getroffen werden, die andere Ressourcen benötigen.

Prinzipiell ist die Verfügbarkeit von Wasserquellen für eine Ersatztrinkwasserversorgung gegeben. So gibt es mit dem Rather See und der Flehbach in unmittelbarer Umgebung Oberflächengewässer, wobei hier noch zu evaluieren ist, in welcher Quantität dort Wasser gewonnen werden kann und inwieweit das Wasser aufbereitet werden müsste. Zudem besteht durch das Szenario, das nur einen lokalen Ausfall der Trinkwasserversorgung vorsieht, die Möglichkeit, dass Trinkwasser aus dem noch intakten öffentlichen Trinkwassernetz gewonnen und anschließend zum Krankenhaus Merheim befördert/transportiert werden könnte.

Die Aussage, dass genügend Ressourcen vorhanden sind, diese jedoch eine sorgfältige Planung und Koordinierung bedürfen, bestätigte auch Herr Exner. Dies beinhaltet nicht nur den Einsatz von Fahrzeugen und Aufbereitungsanlagen, sondern auch die genaue Beschreibung der Inbetriebnahme der Notbrunnen in den Plänen für die Gefahrenabwehr und des Krankenhauses.

Ein konkreter Handlungsbedarf für zukünftige Planungen ist durch das ermittelte sehr hohe Risiko gegeben. Zunächst muss eine genaue Erhebung des Trinkwasserbedarfes pro Prozess oder Funktionsbereich im Krankenhaus und eine Planung zur Reduzierung dieses Bedarfes an Trinkwasser im Notfall durchgeführt werden. Außerdem ist ein Anschluss für die Ersatzversorgung in das Trinkwassernetz des Krankenhauses zu errichten. Aufbauend auf die erhobenen Mengenangaben und Standorte der Anschlüsse, ist die Kommune in der Pflicht, Feuerwehr, Hilfsorganisationen, THW, Bundespolizei, den Krankenhausbetreiber und die Rheinenergie zusammenzubringen, damit Planungen adäquat durchgeführt werden können. Die Rheinenergie hat als Unternehmen zwar, wie schon erwähnt, eigentlich keine Handlungsgewalt bezüglich des Privatnetzes des Krankenhauses, jedoch kann diese im Einverständnis mit dem Krankenhausbetreiber durch ihre Erfahrungen und Ressourcen maßgeblich zu einer Bewältigung solcher Lagen beitragen. Die Bundespolizei ist in die Planungen mit einzubeziehen, da auch in einem Katastrophenfall die Feuerwehreinatzleitung keine automatische Verfügungsgewalt über deren Einheiten hat. Dies kommt daher, dass Feuerwehr und Polizei originär unterschiedliche Aufgaben in Einsätzen wahrnehmen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 01.01.2016, § 34). Die Einbeziehung der Einheiten der Polizei kann nur über Amtshilfe erfolgen (Innenminister des Landes Nordrhein-Westfalen, § 5).

Falls ein Pendelverkehr mit Tanklastern (oder anderen Fahrzeugen) für die Versorgung geplant werden soll, so ist dies nicht gänzlich unproblematisch. Der Aufwand, allein 20 Tanklastzüge im Pendelverkehr von der Abfüllstelle über die Straßen und das Gelände des Krankenhauses zur Einspeisestelle fahren zu lassen, fordert einen hohen Koordinierungs- und Platzbedarf. Neben der eventuellen Nichtverfügbarkeit von den Milchtanklastzügen oder auch der Einheiten der Bundespolizei, die sich in anderen polizeilichen Einsätzen befinden können, ist auch der Einsatz von einer großen Anzahl an Feuerwehrfahrzeugen problematisch. Diese werden originär für feuerwehrtechnische Einsätze wie den Brandschutz vorgehalten und stünden dann unter Umständen für diese Art von Einsätzen nicht mehr zur Verfügung, was es zu vermeiden gilt. Für die aus all diesen genannten Gründen und aus hygienetechnischen Bedenken fraglichen Ressourcen sollten demnach, wenn möglich, Alternativen oder Handlungskonzepte (z.B. Verringerung der Vorlaufzeiten, Aufbereitung, Verträge mit den Milchlieferanten und anderen Firmen, überörtliche Hilfe) evaluiert werden, so dass auch unter den widrigsten Umständen genügend Ressourcen zur Verfügung stehen und die Qualitätsansprüche an das Wasser erfüllt werden. Neben dem Transport muss auch die Verantwortung für die Inbetriebnahme und den weiteren Betrieb der Trinkwassernetzbrunnen eindeutig geklärt werden. Dies beinhaltet

## 6. Diskussion

tet auch die Aufbereitung des Wassers, die ggf. durch eine andere Stelle als das THW durchgeführt wird, um die Vorlaufzeiten so gering wie möglich zu halten. Eine ständige Übung der Inbetriebnahme und erarbeiteter Konzepte können ebenfalls zu einer Verringerung der Vorlaufzeiten beitragen.

Falls Planungen der Bewältigung als nicht zweckdienlich angesehen werden oder aus anderen Gründen nicht durchführbar sind, so sind präventive oder zur Selbsthilfe befähigende Maßnahmen anzuraten. Würden z.B. durch das Krankenhaus eigene Trinkwasserbrunnen mit ausreichend hoher Kapazität und Qualität betrieben, so könnte die Ersatzversorgung ohne größere Unterbrechungen und Zeitverzögerungen gewährleistet werden.

Eine adäquate Planung in Form von einem Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan und Krisenmanagementplänen für die Gefahrenabwehr bzw. den Wasserversorger konnten durch den Mangel an einer Einspeisestelle in das Krankenhaus nicht erstellt werden. Alle Planungen wären rein fiktiver Natur, da ein Standort einer solchen Stelle reiner Mutmaßung entspräche. Dies macht eine Planung von z.B. einem Pendelverkehr, Anfahrten, Verteilungen etc. nicht möglich. Jedoch konnte ein kurzes Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan erstellt werden, das auf die weitreichenden Folgen eines Trinkwasserausfalles aufmerksam macht und Anweisungen zum schnelleren Übergang zu einer Evakuierung/Räumung liefert, die bei einem solchen Szenario mit hoher Wahrscheinlichkeit nach kurzer Zeit angebracht ist (BBK 2008b, S. 89; Zane et al. 2010, S. 6). Durch das so erreichte schnellere Handeln können zumindest viele weitere Folgeschäden bei den Patienten verhindert werden, auch wenn das Ziel, konkrete Pläne für eine Ersatztrinkwasserversorgung zu erstellen, nicht erreicht werden konnte.

### 6.2 Vergleich mit anderen Studien

Die eigenen Ergebnisse sollen im Folgenden mit anderen Studien verglichen werden.

#### 6.2.1 Bedeutung des Krankenhauses und dessen Trinkwasserversorgung

Die eigene Analyse hat das Krankenhaus Merheim als Krankenhaus der Maximalversorgung mit einer hohen Anzahl an zu versorgenden Patienten identifiziert, was bedeutet, dass das Krankenhaus Merheim als Kritische Infrastruktur eine hohe Gesamtbedeutung für die öffentliche Gesundheitsversorgung hat. Eine hohe Bedeutung von Krankenhäusern bestätigen auch Spence et al. (2010), Bish et al. (2014) und Nukavarapu und Durbha (2016), die sagen, dass Krankenhäuser stets eine zeitkritische medizinische Behandlung von Patienten bzw. den Zugang zu medizinischer Behandlung gewährleisten müssen (Spence et al. 2010, S. 36; Bish et al. 2014, S. 105; Nukavarapu und Durbha 2016, S. 223). Die hohe Abhängigkeit von Krankenhäusern von Trinkwasser ist durch die hohe Vulnerabilität der als sehr kritisch eingestuften Prozessbausteine ersichtlich. Dies bestätigen auch Giovinazzi et al. (2016), die die Wasserversorgung als zweitwichtigste bzw. zweitkritischste Infrastruktur innerhalb von Krankenhäusern identifiziert haben (Giovinazzi et al. 2016, S. 351). Eine gegenteilige Meinung bezüglich der Wichtigkeit der Wasserversorgung für Krankenhäuser vertreten jedoch Piratla et al. (2015). Laut deren Studie ist das Gesundheitsrisiko (quantifiziert als Kosten) bei einem Wasserausfall vergleichsweise gering (Piratla et al. 2015, S. 733). Dies würde die Aussage der Rheinenergie bestätigen, die sagt, dass das Szenario des Trinkwasserausfalles relativ unproblematisch, somit sehr schnell zu beheben, und unwahrscheinlich ist (Hübner et al. 2018). Fakt ist jedoch auch, dass die allgemeine Bedrohung von Trinkwassernetzen (z.B. auch durch Terrorismus) als immer höher eingeschätzt wird (Birkett 2017; White et al. 2016, S. 29; Clark und Deininger 2000, S. 79).

#### 6.2.2 Problembewusstsein und Mangel an Planungen

Forderungen nach Redundanzen und adäquaten Handlungs- und Maßnahmenplänen zur Bewältigung von Lagen, wie sie in dieser Arbeit beschrieben wurden, werden immer lauter (Styrmist 2015, S. 27, 2017, S. 25) und es wird angeprangert, dass der Trinkwassersicherstellung

## 6. Diskussion

für Krankenhäuser sehr wenig Priorität eingeräumt wird (Hoyle 2010, S. 285). Dies bestätigt zu großen Teilen die Ergebnisse dieser Arbeit, die besagen, dass zwar ein Bedarf an Planungen gesehen wird, jedoch bislang wenig oder gar nicht gehandelt wurde und keine Pläne für den Trinkwasserausfall in Krankenhäusern existieren (gilt für alle Akteure). Auch Fischer et al. (2013) und Pfenninger und Adolph (2017) bemängeln, dass zumeist nur Pläne für den Brandfall oder den Massenanfall von Verletzten existieren und weiterentwickelt werden (Fischer et al. 2013, S. 36– 37; Pfenninger und Adolph 2017, S. 674). Vorplanungen für die Bewältigung eines Trinkwasserausfalls in Krankenhäusern sind national und international bei allen Akteuren defizitär (Jalba et al. 2010, S. 55; Nicolics et al. 2017, S. 263).

Herr Bujack des THW hat angemerkt, dass die verschiedenen Organisationen und Behörden oft nicht darüber informiert sind, welche Maßnahmen und Kapazitäten der jeweils andere besitzt (Bujack 2018). Jalba et al. (2010) haben ähnliche Ergebnisse erhalten, nämlich dass sich oft verschiedene Organisationen bzw. Institutionen misstrauen und so ihre eigene Expertisen und Erkenntnisse für sich behalten (Jalba et al. 2010, S. 55).

### 6.2.3 Maßnahmenplanungen

Bei der Erhebung der sonstigen Kapazitäten für eine Ersatztrinkwasserversorgung und deren Überprüfung auf Geeignetheit wurde darauf hingewiesen, dass insbesondere die Milchtanklastzüge ggf. nicht zur Verfügung stehen, da diese im weiteren Umland von Köln Auslieferungsfahrten durchführen. Dies bestätigen auch Welter et al. (2013), die generell auf die Problematik der Verfügbarkeit von Tanklastwagen von privaten Firmen, aber auch von anderen Organisationen, hinweisen (Welter et al. 2013, S. 9).

Das Krankenhaus Merheim ist nicht im Besitz einer Einspeisestelle zur Ersatzversorgung mit Trinkwasser. Es bestätigten schon die Experten, die interviewt wurden, dass auch die anderen Kliniken in Köln und auch das Universitätsklinikum Bonn über keine solche Einspeisestelle verfügen (Exner 2018; Bujack 2018). Dass dies ein weitläufiges Problem darstellt, wird durch die Betrachtung der Arbeiten von Welter et al. (2013), Adams et al. (2015a) und Pfenninger und Adolph (2017) deutlich. Alle diese Autoren weisen explizit auf die notwendige Errichtung einer solchen Einspeisestelle hin (Pfenninger und Adolph 2017, S. 676; Adams et al. 2015a, S. 47; Welter et al. 2013, S. 10), was darauf schließen lässt, dass ein Großteil aller Krankenhäuser diese nicht besitzen.

### 6.2.4 Kritikalität der Prozessbausteine

In Tabelle 55 sind erneut die identifizierten kritischen Prozessbausteine in dem Krankenhaus Merheim, die von der Trinkwasserversorgung abhängen, dargestellt und mit kritischen Prozessbausteinen, die im Rahmen anderer Arbeiten identifiziert wurden, verglichen. Eine Graufärbung der Nennungen der anderen Studien bedeutet, dass dieser Prozessbaustein in dem Krankenhaus Merheim (genauer: in dem Untersuchungsbereich) nicht vorhanden oder dort nicht von der Trinkwasserversorgung abhängig ist. Eine Grünfärbung bedeutet eine Übereinstimmung mit den eigenen Ergebnissen. Dabei ist zu erwähnen, dass sich die Arbeiten von The Florida Department of Health (2011) und Zane et al. (2010) nur auf Evakuierungen bzw. der Evakuierungspriorität beziehen und somit nicht Bereiche wie z.B. das Labor oder die Zentralsterilisation erwähnen. Jedoch zeigt auch die Betrachtung der Ergebnisse dieser beiden Arbeiten, dass vor allem die Intensivstationen hochkritische und zu schützende Bereiche in einem Krankenhaus sind. Das CDC weist darauf hin, dass all die von ihnen genannten Bereiche auch bei einem Notstand (hier Trinkwasserausfall) ihre Funktion aufrechterhalten müssen (CDC 2003, S. 64).

## 6. Diskussion

Tabelle 55: Vergleich von kritischen Prozessbausteinen

Kritische Prozessbaustein nach eigener Erhebung	Kritische Prozessbausteine nach CDC und AWWA (2012, S. 70)	Kritische Prozessbausteine nach The Florida Department of Health (2011, S. 29) (Evakuierung)	Kritische Prozessbausteine nach Zane et al. (2010, S. 23) (Evakuierung)
Operative Intensivstation	Sterilisation	Intensivstationen	Erwachsenen Intensivstation
Schwerstbrandverletztenstation	Speisesaal/Cafeteria	Operationssäle	Verbrennungsintensivstation
Lungenintensivstation	Operationssäle und Aufwachräume	Notaufnahme	Neugeborenen- und Kinder-Intensivstation
Neurologische Intensivstation	Notaufnahme		Erwachsenen- und Kinderchirurgie
Internistische Intensivstation	Labor		Psychiatrie
Reinstwasseraufbereitungsanlage	Dialyse		
Zentrallabor	Intensivstationen		
Zentralsterilisation	Gastroenterologie		
Zentralwäscherei	Wäscherei		
Anästhesiologie	Sprinkleranlage		
	Hydrotherapie		
	Klimaanlage		

Es ist auffällig, dass zwei von drei der anderen Arbeiten die Notaufnahme und die Operationssäle als zusätzlich sehr kritisch einstufen. Die Notaufnahme wurde im Rahmen dieser Arbeit als mittelkritisch für das hier beschriebene Szenario eingestuft, da eine teilweise Abmeldung und somit Ersetzbarkeit (andere Krankenhäuser übernehmen die Notfallversorgung von Patienten, die durch den Rettungsdienst gebracht werden) möglich ist. Operationen können laut Experten, wie schon dargestellt, ohne frisches Trinkwasser weitergeführt und andere Operationen verschoben werden. Zudem ist eine zeitlich akzeptable Evakuierung/Ersatz möglich (siehe hierzu die kritische Betrachtung in der Diskussion der Methodik). Jedoch bestätigt auch Frau Dr. Scholtes im Rahmen des Interviews, dass die Chirurgie ein wesentlicher Teil der Behandlung von kritischen Patienten darstellt (Scholtes 2018) und somit wäre eine Einbeziehung dieser in die kritischen Prozessbausteine durchaus angemessen. Dies gilt ebenso für die Dialyse, wobei hier noch der Aspekt der Vorratshaltung an Dialyseflüssigkeit zu erwähnen ist (siehe dazu „6.3 Diskussion der eigenen Methodik“). Die Cafeteria bzw. der Speisesaal ist hier nicht als kritisch anzusehen, da diese keine tragende Rolle bei der Erfüllung des Schutzzieles (kurz gesagt: die Verhinderung von Todesfällen) spielt. Die Anästhesiologie wurde in dieser Analyse für kritisch befunden, da viele Bereiche, wie z.B. die Intensivstation, von diesem Bereich abhängen. Die entsprechenden Fachärzte sind bedeutend für die Bereiche Anästhesie (z.B. bei Operationen), Intensivmedizin, Schmerztherapie und Notfallmedizin (Bauer et al. 2006, S. 892). Daher ist es auffällig, dass dieser Bereich nicht in den anderen Studien genannt wird. Möglich wäre, dass der Bereich der Anästhesiologie an sich nicht weiter betrieben werden muss, wenn einzelne Anästhesisten in den kritischen Bereichen tätig werden.

Das Ergebnis der Bedeutung des Gesamtobjektes im Rahmen der Kritikalitätsanalyse (Kritikalität= sehr hoch) bestätigt sich auch bei der Betrachtung des Dokumentes des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz der Schweiz (BABS) (2012), das Krankenhäusern zwar keine „sehr

## 6. Diskussion

große Kritikalität“ (=Maximum) zuweist, aber eine „große Kritikalität“ (Stufe unter der sehr großen Kritikalität) (BABS 2012, S. 7719).

### 6.2.5 Trinkwasserbedarf von Krankenhäusern

Tabelle 56 zeigt einen Vergleich des ermittelten Trinkwasserbedarfes des Krankenhauses Merheim mit denen aus verschiedener Literatur. Der durchschnittliche Verbrauch des Krankenhauses Merheim beläuft sich mit 16,53 m<sup>3</sup>/h unter den Werten von Welter et al. (2013) (+112,04%), Collett et al. (2016) (+107,21%) und Garcia-Sanz-Calcedo et al. (2017) (+36,48%). Der angedachte Bedarf von Mutschmann und Stimmelmayer (2007) und des BMI (2016) in der Konzeption Zivile Verteidigung ist um über 72% erheblich niedriger. Die letzte Spalte zeigt den Bedarf Krankenhauses Merheim, der durch die Bettenanzahl der kritischen Prozessbausteine in Kombination mit dem Bedarfswerten von Mutschmann und Stimmelmayer (2007) und des BMI (2016) errechnet wurde. Dieser Wert entspricht annähernd denen von Welter et al. (2013), Collett et al. (2016) und Garcia-Sanz-Calcedo et al. (2017). Anzumerken ist, dass der durchschnittliche Verbrauch des Krankenhauses Merheim noch dem Wert entspricht, der ohne Maßnahmen zur Senkung des Bedarfes im Notfall zustande gekommen ist. Eine solche Notfallbedarfsplanung erfolgt jedoch laut Matsumura et al. (2015, S. 195) generell nur in den wenigsten Krankenhäusern. Eine solche Planung in Merheim war aufgrund der mangelnden Möglichkeiten der Trinkwassermessungen nicht möglich.

Tabelle 56: Vergleich der Trinkwasserbedarfe eines Krankenhauses mit den eigenen Ergebnissen

Maximaler Bedarf des Krankenhauses Merheim (Hübner et al. 2018) [m <sup>3</sup> /h]	Durchschnittlicher Bedarf des Krankenhauses Merheim [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf im Notfall nach Mutschmann und Stimmelmayer (2007, S. 44) und BMI (2016, S. 46) (Anhand der Gesamtbettenzahl des Krankenhauses=752) [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf eines Krankenhauses im Notfall nach Welter et al. (2013, S. 8) [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf eines Krankenhauses nach Collett et al. (2016, S. 136) (Anhand der Gesamtbettenzahl des Krankenhauses=752) [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf eines Krankenhauses nach Garcia-Sanz-Calcedo et al. (2017, S. 8) (Anhand der Gesamtbettenzahl des Krankenhauses=752) [m <sup>3</sup> /h]	Bedarf durch Kombination von Literaturangaben und der Bettenzahlen der kritischen Prozessbausteine (siehe Tabelle 44) [m <sup>3</sup> /h]
150,04	16,53	2,35 bis 4,7	35,05	34,25	22,56	29,68

### 6.3 Diskussion der eigenen Methodik

Im Rahmen der Bearbeitung dieser Masterarbeit wurden die viele Vor- und Nachteile der angewendeten Methoden festgestellt. Zudem ergaben sich Schwachpunkte in der eigenen Durchführung, weshalb das eigene Vorgehen nun kritisch diskutiert werden soll.

#### 6.3.1 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse hat sich dahingehend als hilfreich erwiesen, dass ein Konkretisierung des Szenarios ermöglicht wurde und es die Risiken von Prozessbausteinen identifiziert und bewertet werden konnten, was die Vorteile der Risikoanalyse nach BBK (2008b, S. 13) bestätigt. Jedoch zeigt insbesondere die hier angewendete Kritikalitätsanalyse, dass die Aussagen, viele Schritte einer Risikoanalyseschritte beruhen auf subjektiven Einschätzungen (Renn 1985, S.

## 6. Diskussion

114–115) und bei Kritikalitätsanalysen viele Annahmen und Vereinfachungen nötig sind (Fekete 2011, S. 17), ebenfalls zutreffen. So ist schon allein die Annahme des gewählten Schutzzieles dafür verantwortlich, dass z.B. Bereiche für die Essenversorgung aus der Betrachtung herausfallen. Wäre das Schutzziel so definiert, dass eine Grundversorgung aller Patienten gewährleistet sein muss, so würden diese Bereiche womöglich als kritisch eingestuft. Die beiden Annahmen bzw. Kriterien der Ersatzbarkeit und Evakuierbarkeit, die ebenfalls der Schutzzieldefinition entsprechen, sind deshalb kritisch zu hinterfragen, da zum einen die Notaufnahme ein wichtiger Teil der Notfallversorgung ist, aber durch die Abmeldung (Ersetzbarkeit) eine mittlere Kritikalität erhält. Zum anderen ist zu hinterfragen, ob Operationssäle tatsächlich so einfach und schnell zu evakuieren sind. Denn schon die Einschätzung von Herrn Braun und Frau Dr. Scholtes (welche wiederum subjektiven Einschätzungen entsprechen) zeigen auf, dass diese Bereiche kritisch im Rahmen des Schutzzieles sind. Es ist zu überlegen, ob bestimmte chirurgische Bereiche nicht doch aufrechterhalten werden müssen, um z.B. Notoperationen durchzuführen. Somit wären mehr und detailliertere Kriterien, die in die Berechnung der Kritikalität eingehen, zu entwickeln und anzuwenden. Es ist ebenfalls zu überlegen, ob eine ähnliche Schutzzieldefinition ohne die Aspekte der Ersetzbarkeit/Evakuierung sinnvoller ist. Jedoch hat die eigene Analyse, wie der Abschnitt „6.2 Vergleich mit anderen Studien“ zeigt, annähernd zu den gleichen kritischen Prozessbausteinen geführt, wie sie auch bei anderen Arbeiten genannt werden.

Die Bildung von Prozessbausteinen wurde anhand von Literatur durchgeführt, wodurch die wichtigsten Funktionsbereiche herausgearbeitet werden konnten. Jedoch sind manche dieser Bereiche auch anderen Funktionsbereichen zugeordnet gewesen (Beispiel: Die Notaufnahme gehört zur Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie), was eine Differenzierung erschwert hat. Außerdem hätte die Prozessbausteinbildung ggf. noch detaillierter durchgeführt werden können, so dass z.B. Funktionsbereiche innerhalb der gebildeten Bausteine genannt werden. Als Beispiel wäre der Schockraum zu nennen, der Teil der Notaufnahme ist. Es konnten nicht alle Abhängigkeiten (der Prozessbausteine untereinander oder von anderen Prozessen) eindeutig ermittelt werden. Dies ist darin begründet, dass nur nach kritischen Abhängigkeiten gefragt wurde und die erhaltenen Dokumente keine ausreichenden Informationen über diesen Sachverhalt beinhalten. Somit wären weiterführende Untersuchungen der Abhängigkeiten innerhalb eines Krankenhauses indiziert.

Die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgte auf Basis von Ereignissen, die nicht nur eine lokale Gefahrenlage darstellten, sondern z.B. auch Ereignisse, die sich aufgrund von Stromausfällen oder großflächigeren Trinkwasserausfällen ereignet haben. Zudem stammen viele der Daten aus dem internationalen Kontext, weshalb eine 10-jährliche Bedrohung in Deutschland zu hinterfragen ist. Dazu kommt, dass die Trinkwassernetze in unterschiedlichen Ländern ggf. einen unterschiedlichen Aufbau und somit Zuverlässigkeit aufweisen. Somit müssten für eine genauere Analyse mehr Daten aus Deutschland erhoben werden. Die Anzahl an Datensätzen sollte dabei so deutlich erhöht werden, damit eine ggf. vorhandene statistische Signifikanz eindeutig ermittelt werden kann. Die Literaturrecherche hat desbezüglich jedoch keine weiteren Ergebnisse geliefert.

Aufgrund der fehlenden technischen Möglichkeiten konnten keine differenzierten Messungen des Trinkwasserbedarfes pro Prozessbaustein durchgeführt werden, was dazu geführt hat, dass keine Restriktionsplanung für den Notstandsfall möglich war. Daher wurde das Schadensmaß anhand des Gesamtwasserverbrauches des Krankenhauses Merheim durchgeführt. Da das Untersuchungsgebiet jedoch nicht das gesamte Krankenhaus beinhaltet und der Maximalwert als Trinkwasserbedarf einbezogen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass der Trinkwasserverbrauch für das Untersuchungsgebiet als zu hoch angenommen wurde. Eine Messung mit mobilen Durchflussmessern pro Prozessbaustein sollte durchgeführt werden, damit exakte Ergebnisse erhalten werden und die angestrebte Detailtiefe erreicht

## 6. Diskussion

wird. Jedoch ist dies zum einen sehr zeit- und kostenaufwendig und bedarf zum anderen eines Eingriffs in das Trinkwassernetz des Krankenhauses, was nicht unproblematisch ist.

### 6.3.2 Experteninterview

Kaiser (2014) und Bogner et al. (2014) behaupten, dass der Vorteil eines Experteninterviews darin besteht, dass Informationen gesammelt werden können, die sonst nur betriebsinternen Personen zugänglich sind (Bogner et al. 2014, S. 2; Kaiser 2014, S. 6). Dies hat sich insoweit bestätigt, dass weitreichende Informationen z.B. über den Trinkwasserbedarf des Krankenhauses Merheim, Informationen über das Wassernetz des Krankenhauses, Standorte von Trinkwassernotbrunnen, Fahrzeugdaten, Maßnahmen/Kapazitäten zur Bewältigung von Trinkwasserausfällen usw. erhoben werden konnten. Jedoch konnte in einigen Bereichen nicht die erwartete Detailtiefe oder Vielfalt an erhaltenen Dokumenten erreicht werden, wie z.B. exakte Daten zu den sonstigen Kapazitäten für eine Ersatztrinkwasserversorgung, bei denen manche Daten zur Ausstattung der Fahrzeuge, die Alarmierungsschemata und technische Anschlussmöglichkeiten fehlen, oder Daten zu den exakten Abhängigkeiten der Prozessbausteine untereinander und von anderen Prozessen. Auch Angaben zu der Zeit, die ein Prozess oder Prozessbaustein ohne Wasser funktionsfähig bleiben kann, wurden nicht ermittelt. Die mangelnde Erlangung der Daten kann entweder an der schweren Abschätzbarkeit oder Unmöglichkeit der Beantwortung liegen, wie z.B. bei der Zeit der Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Prozessen ohne Wasser (Braun 2018), oder an einer unzureichenden Fragestellung seitens des Interviewenden. Die Fragen sollten also eindeutiger und differenzierter ausgestaltet und weitere bei Bedarf ergänzt werden.

Die Problematik der zeitlichen Verfügbarkeit von Interviewpartnern (Bogner et al. 2014, S. 38) hat im Rahmen dieser Ausarbeitung keine Rolle gespielt. Alle angesprochenen Experten haben sich ausreichend Zeit für das Interview genommen und offen auf alle Fragen geantwortet. Das Krankenhaus Merheim hat alle Ressourcen zur Verfügung gestellt, die für eine Bearbeitung der Arbeit nötig waren, so dass z.B. mehrere Ortstermine wahrgenommen und wichtige Bereiche wie die operative Intensivstation oder die Druckerhöhungsanlage besichtigt werden konnten. Kontakte zu anderen wichtigen Personen wurden umgehend zur Verfügung gestellt. Die Rheinenergie hat für den Interviewtermin eigenständig mehrerer Personen aus allen relevanten Bereiche für das Interview organisiert. Somit war die Auswahl der Interviewpartner zielführend.

Bogner et al. (2014) weisen darauf hin, dass nicht jeder Interviewpartner dazu bereit ist, Auskünfte über bestimmte Themen zu erteilen (Bogner et al. 2014, S. 38). Die Rheinenergie wollte z.B. keine Maßnahmenpläne im Sinne der Trinkwasserverordnung oder Pläne des Trinkwassernetzes bereitstellen. Dies war jedoch nicht durch Misstrauen begründet, sondern dadurch, dass diese Dokumente sicherheitsrelevant und nur für den internen Gebrauch bestimmt sind.

Neben den reinen Fakten, die durch die Interviews erhoben wurden, sind durch die Gespräche noch weitere Erkenntnisse gewonnen worden, die zur Bearbeitung des Themas beigetragen haben. Sie haben neue Aspekte aufgezeigt, die vorher nicht mit in die Überlegungen eingegangen sind. Dies zeigt zum einen die hohe Brisanz des Themas, ist jedoch methodisch nicht unproblematisch. Denn die gewählte Form des Interviews hatte zum Ziel, nur vordefiniertes Faktenwissen zu erheben, weshalb auch keine ausführliche Transkription erforderlich war. Sonstige Erkenntnisse sind dabei nicht vorgesehen. Zudem kam es im Rahmen eines Interviews zu kleineren Diskussionen über bestimmte Themenbereiche. Auch wenn die Aussagen des Interviewpartners so als Ergebnis aufgenommen wurden, wie sie getätigt worden sind, so wurde dennoch hier die Neutralität und Offenheit des Forschers als Gütekriterium gefährdet.

Als zusätzliche Interviewpartner hätten noch die örtlichen Hilfsorganisationen, das örtliche Gesundheitsamt und die Verwaltung und Pflegeleitung des Krankenhauses Merheim dienen kön-

## 6. Diskussion

nen. Insbesondere das Gesundheitsamt kann z.B. Aussagen über die Möglichkeiten oder Bedenken bezüglich der Einhaltung der Parameter nach der Trinkwasserverordnung oder der Notwendigkeit von Analysen der Trinkwasserqualität bei einer Ersatztrinkwasserversorgung tätigen. Das Gesundheitsamt kann eine Wasserversorgung unterbinden, wenn bestimmte Trinkwassergrenzwerte nicht eingehalten werden (also auch bei der Ersatztrinkwasserversorgung) (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 9) , Abweichungen von der Trinkwasserverordnung zulassen (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 20) oder auch besondere Maßnahmen, wie die Aufbereitung von Tanklöschfahrzeugen zum Transport von Trinkwasser als Ausnahmeregelung, genehmigen (Bundesministerium für Gesundheit 01.01.2003, § 12).

### 6.3.4 Dokumentenanalyse

Wie schon in der Diskussion des Experteninterviews erwähnt, wurden vereinzelt nicht alle notwendigen Dokumente in der erwarteten Detailtiefe erhalten. Dies ist auch den zum Teil veralteten Dokumenten (siehe Anhang „**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**“) geschuldet, die nicht fortgeschrieben wurden und weshalb keine aktuelleren Dokumente verfügbar sind. So ist beispielsweise in der Erhebung von sonstigen Kapazitäten mit Daten zu Fahrzeugen der Bundespolizei und der Hilfsorganisationen von 2011 gerechnet worden. Es ist möglich, dass sich diese Angaben in den letzten Jahren verändert haben, weshalb eine erneute Erhebung notwendig ist. Dies bestätigt auch die eigene Aussage, dass die Hilfsorganisationen (oder auch die Bundespolizei) als zusätzlicher Interviewpartner hätten einbezogen werden sollen.

### 6.3.5 Eingrenzungen, Kriterien für die Überprüfung der Geeignetheit der Maßnahmen zur Ersatztrinkwasserversorgung und weitere Annahmen

Im Rahmen der Bearbeitung dieser Thesis wurden einige Eingrenzungen vorgenommen. So fehlt für das Szenario eine genaue Begründung des Ausfalles der Trinkwasserversorgung, was auch die Rheinenergie bemängelt hat (Hübner et al. 2018). Eine genaue Beschreibung der Art des Ausfalles mitsamt dem Störungsablauf bzw. der Störungsquelle könnte helfen, genauere Aussagen darüber zu erhalten, welche Maßnahmen die verschiedenen Akteure ergreifen würden. Dies würde jedoch nicht der Erhebung der geplanten Maßnahmen entsprechen, da diese rein situativ und spontan durchgeführt würden. Auch eine Betrachtung von Zusammenhängen des Ausfalls anderer Kritischer Infrastrukturen, wie z.B. mit der Stromversorgung, wurde hier nicht betrachtet. Denn fällt die Stromversorgung längerfristig aus, so kann es durch die bestehenden Interdependenzen zu einem Folgeausfall der Trinkwasserversorgung kommen (Castillo 2014, S. 9; O'Rourke 2007, S. 23; Petermann et al. 2011, S. 123–125).

Die Kriterien zur Überprüfung der Geeignetheit von Maßnahmen haben es ermöglicht, die geplanten und sonstigen Maßnahmen und Kapazitäten aller Akteure so zu filtern, dass nur geeignete Ansätze Einzug in die weiteren Analysen erhalten haben. Zudem konnten sie auf die Problematik der langen Vorlaufzeiten von z.B. der Inbetriebnahme der Trinkwassernotbrunnen und von Trinkwasseraufbereitungsanlagen hinweisen. Jedoch ist vor allem das Kriterium der Vorlaufzeit mit dessen konkreter Zeitangabe aus den folgenden Gründen stets kritisch zu hinterfragen:

- Die genauen Folgen eines Trinkwasserausfalles dieser Größenordnung in einem Krankenhaus sind weitgehend unbekannt (Exner 2018) und somit ist es schwer abzuschätzen, wie lange Krankenhäuser bzw. deren Prozessbausteine ohne funktionierende Trinkwasserversorgung ihre Funktionsfähigkeit aufrechterhalten können. So sind beispielsweise einige Ressourcen des Krankenhauses als Vorrat vorhanden (Braun 2018), wie z.B. Sterilgut, Desinfektionsmittel, Dialyseflüssigkeit, Reinstwasser oder Wäsche wodurch ggf. ein Zusammenbrechen der Funktionalität für eine bestimmte Zeit verhindert werden kann.

## 7. Fazit und Ausblick

- Wie schon in dem entsprechenden Abschnitt erwähnt, ist die Herleitung der Vorlaufzeit durch die steigende Mortalitätsrate pro Minute durch ein Unterlassen einer turnusgemäßen Dialysebehandlung aus medizinischer Sicht anfechtbar. Für eine genauere Darstellung dieser kritischen Diskussion soll hier auf den Abschnitt 4.1.1 Vorlaufzeit“ verwiesen werden.

Dennoch liefert die Angabe für eine maximal zu akzeptierende Vorlaufzeit erstmals eine begründete Größe, die nicht nur geschätzt wird. Zudem liegt diese Zeitangabe mit 2,45 Stunden ca. in dem Größenbereich, wie sie vom BBK mit 3 Stunden (BBK 2008b, S. 89) vorgesehen ist. Daher wird von der Zweckmäßigkeit dieses Kriteriums ausgegangen.

### 6.4 Übertragbarkeit

Da die Ergebnisse dieser Arbeit auf einer Einzelfallbetrachtung beruhen, sind die erhaltenen Ergebnisse nicht generell auf andere Krankenhäuser oder Kommunen übertragbar. Dies ist darin begründet, dass in anderen Untersuchungsgebieten andere Rahmenbedingungen vorgefunden werden können. So ist jedes Krankenhaus z.B. von seiner Struktur (Art und Anzahl der Abteilungen), seinem Wasserbedarf, der Patientenzahl, der Versorgungsstufe, der Struktur des privaten Trinkwassernetzes und eigener Redundanzen unterschiedlich. Auch die Beschaffenheit des öffentlichen Trinkwassernetzes inklusive der Redundanzsysteme kann sich wesentlich von den hier vorgefundenen Tatsachen unterscheiden. Auch wenn Expertenäußerungen und die eigene Recherche nahelegen, dass Notfallplanungen auch in anderen Gebieten nicht existieren, so kann es dennoch vereinzelt möglich sein, dass Planungen durchgeführt oder zumindest umfangreicher gestaltet worden sind. Die identifizierten Ressourcen für eine mögliche Ersatztrinkwasserversorgung, wie die Fahrzeuge und Ausstattungen der BOS oder privater Firmen, Abdeckung mit Trinkwassernotbrunnen und deren Zustand, Verfügbarkeit von Oberflächengewässern etc., sind in jeder Stadt oder Kommune abweichend. Und nicht zuletzt würde eine Verfügbarkeit einer Einspeisestelle in das Krankenhausnetz weitere Planungen für eine Ersatzversorgung ermöglichen.

Jedoch liefert diese Arbeit einen ersten Hinweis auf die Situation bei allen Akteuren bezüglich der Notfallplanung zur Ersatztrinkwasserversorgung bzw. den generellen Bearbeitungsstand bezüglich der Krisenmanagementplanungen bei einem Trinkwasserausfall in Krankenhäusern. Zudem stellt diese Arbeit eine gute Methodik zur Verfügung, um in anderen Untersuchungsgebieten ähnliche Analysen durchzuführen. Ab einer gewissen Anzahl an gleichartigen Untersuchungen wird es dann möglich sein, allgemeingültige Aussagen abzuleiten. Diese Analysen sind jedoch mit dem gleichen Schutzziel durchzuführen, da die Methodik (insbesondere die Kritikalitätsanalyse) auf dieses aufgebaut ist.

## 7. Fazit und Ausblick

In diesem Kapitel sollen zunächst die wichtigsten Ergebnisse dieser Ausarbeitung zusammengefasst werden. Dies soll anhand der Beantwortung der Forschungsfragen bzw. der Darstellung der Art der Erfüllung der Forschungsziele erfolgen. Da manche Fragen und Ziele zu gleichen Beantwortungen führen, werden diese zusammengefasst dargestellt. Anschließend erfolgt eine Nennung von zukünftigen Forschungs- oder Untersuchungsbereichen, die sich aus der Bearbeitung dieser Masterarbeit ergeben haben.

Damit die gegebenen Antworten weiterhin nachvollziehbar sind, soll zur Erinnerung erneut das definierte Schutzziel genannt werden:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

## 7. Fazit und Ausblick

1. **Frage:** *Sind die geplanten bzw. vorgesehenen Maßnahmen und Konzepte zur Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses im Falle eines Trinkwasserausfalls ausreichend für den Wasserbedarf des Krankenhauses Merheim in Köln? Welche Lücken sind in den Maßnahmen und Konzepten identifizierbar?*

Es sind keine Vorplanungen für die Krisenbewältigung eines Trinkwasserausfalles in einem Krankenhaus oder explizit für das Krankenhaus Merheim identifiziert worden. Dies betrifft (unabhängig von Zuständigkeiten) alle Akteure, also das Krankenhaus an sich (Fehlen eines entsprechenden Kapitels im Krankenhauseinsatzplan), die Feuerwehr Köln, das THW, und die Rheinenergie. Es gibt auch keine Möglichkeit das Wasser, das durch eine eventuelle Ersatzversorgung bereitgestellt würde, für das Krankenhaus nutzbar zu machen, da keine Einspeisestelle für eine Ersatztrinkwasserversorgung vorhanden ist. Die Rate, zu der es mit geplanten Maßnahmen möglich ist den Trinkwasserbedarf des Krankenhauses Merheim ersatzweise zu decken, liegt bei null Prozent. Die bis zu drei Einspeisestellen von Trinkwasser aus dem öffentlichen Wassernetz in das Privatnetz des Krankenhauses sind nur bedingt als Redundanz wirksam, da diese bei einem Ausfallgrund im Bereich des privaten Trinkwassernetzes des Krankenhauses nicht wirksam werden können. Von Seiten des Krankenhauses sind keine Redundanzen für eine Trinkwasserversorgung vorhanden. Auch wurde festgestellt, dass von den einzelnen Akteuren keine ausreichenden personellen Ressourcen für die Erarbeitung solcher Krisenmanagementkonzepte abgestellt werden.

Diese Frage konnte ausreichend beantwortet werden.

2. **Frage:** *Bedarf es einer Neukonzeption bzw. Überarbeitung der Pläne der Gefahrenabwehr der Stadt Köln bzw. des Katastrophenschutzes, des Wasserversorgungsunternehmens und des Krankenhauseinsatzplanes des Krankenhauses Merheim? Ziel: Bedarfsermittlung für intersektorale und sektorale Krisenmanagementpläne für die Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim.*

Das Krankenhaus Merheim ist als Krankenhaus der Maximalversorgung und durch die hohe Anzahl an Patienten von hoher Bedeutung für die öffentliche Gesundheitsversorgung. In Bezug auf die Verhinderung von Todesfällen durch einen Trinkwasserausfall wurden insbesondere die Intensivstationen als besonders kritisch und verwundbar identifiziert. Die weiteren kritischen Prozessbausteine, die eine sehr hohe Verwundbarkeit aufweisen, sind die Reinstwasseraufbereitungsanlage, die Zentralwäscherei, das Zentrallabor, die Zentralsterilisation und die Anästhesiologie. Durch die sehr hohen Verwundbarkeiten und der hohen Eintrittswahrscheinlichkeit ergaben sich sehr hohe Risikowerte für die einzelnen kritischen Prozessbausteine und insgesamt für das Krankenhaus. Andere wichtige Abteilungen, wie chirurgische Abteilungen oder die Notaufnahme fallen durch die Möglichkeiten der Evakuierung, Ersetzbarkeit und Abmeldung in den Bereich von mittleren Risikoeinschätzungen.

Das Krankenhaus Merheim weist einen maximalen Trinkwasserbedarf von 150,04 m<sup>3</sup> pro Stunde auf. Wie jedoch schon erwähnt, liegt die Abdeckungsrate von geplanten Maßnahmen bei null Prozent. Somit ist allein schon durch das Defizit an Vorplanungen und dem ermittelten Risiko ein Bedarf an neuen Planungen für Krisenmanagementkonzepten gegeben.

## 7. Fazit und Ausblick

Fast alle befragten Akteure (Feuerwehr Köln, THW, Herr Prof. Exner, Krankenhaus Merheim) bestätigten, dass eine Vorplanung zu Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern im Falle eines Trinkwasserausfalls ein Thema von hoher Relevanz und ein wichtiges Element für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Gesundheitsversorgung ist. Alle sind sich einig darüber, dass in den letzten 30 Jahren viel zu wenig in diese Bereiche investiert bzw. Planungen vernachlässigt wurden, weshalb großer Handlungsbedarf bestehe. Somit ist auch durch die Meinungen der Experten ein Bedarf an neuen Planungen für Krisenmanagementkonzepte gegeben.

Jedoch müssen auch deshalb kooperative Planungen der einzelnen Akteure stattfinden, da offensichtlich große Unsicherheiten bezüglich der Verantwortlichkeit in einem solchen Schadensfall bestehen. Die Gesetzeslage ist dahingehend eindeutig, dass die kommunale Gefahrenabwehr bzw. der Katastrophenschutz diese übernimmt und dennoch werden Verantwortungen und Aufgaben auf andere weitergeschoben oder nicht wahrgenommen. Die Kommune hat also dafür Sorge zu tragen, dass die über Verantwortlichkeiten aufgeklärt und Planungen gemeinsam durchgeführt werden.

Diese Frage konnte ausreichend beantwortet und das Ziel erreicht werden.

- 3. Frage:** *Was sind mögliche Maßnahmen und Konzeptionen zur Sicherstellung einer Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim, die in Quantität und Qualität ausreichend ist? Ziel:* Bedarfsermittlung von noch nicht vorgehaltenen Ressourcen zur Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim.

Die Erhebung der sonstigen vorhandenen Kapazitäten für eine Ersatztrinkwasserversorgung hat ergeben, dass diese ausreichend vorhanden sind. Mit den auf Geeignetheit überprüften Kapazitäten würde eine Abdeckungsrate von 203,42% erreicht werden. Die identifizierten Kapazitäten bestehen größtenteils aus Milchtanklastzügen, aber auch aus Tanklöschfahrzeugen und Dekontamination-LKWs der Feuerwehr, Wasserwerfern und Trinkwasserbehälter der Bundespolizei, sowie Wasserversorgungssätze der Hilfsorganisationen. Dabei ist jedoch auf eine ausgewogene Mischung der verschiedenen Ressourcen zu achten, da z.B. Milchtanklastzüge nicht immer zur Verfügung stehen und die Fahrzeuge der Feuerwehr und der Bundespolizei originär für andere Aufgaben (z.B. Brandschutz) vorgesehen sind. Für die Wassergewinnung sind insbesondere Oberflächengewässer und intakte Bereiche des öffentlichen Trinkwassernetzes vorhanden.

Die Trinkwassernotbrunnen, alle Einheiten des THW und alle Trinkwasseraufbereitungsanlagen benötigen zu lange Vorlaufzeiten, um für dieses Szenario zweckdienlich zu sein. Bei den Brunnen und auch bei den Tanklöschfahrzeugen und Wasserwerfern ist die Einhaltung der Trinkwasserverordnung, auch nach Aufbereitungs- und Desinfektionsmaßnahmen, fraglich, weshalb hier Absprachen mit dem Gesundheitsamt zu treffen sind. Die Trinkwassernotbrunnen sind auch deshalb problematisch, da deren Inbetriebnahme zuletzt vor 10 Jahren geübt wurde.

Die Ressourcen für eine Ersatztrinkwasserversorgung sind also für eine lokale Lage vorhanden. Sie bedürfen jedoch einer sorgfältigen Vorplanung mitsamt Koordinierung. Zudem müssen zuvor Einspeisestellen etabliert werden.

Diese Frage konnte ausreichend beantwortet und das Ziel erreicht werden.

## 7. Fazit und Ausblick

4. **Ziel:** Überarbeitung oder Neukonzeption des Kapitels „Interne Gefahrenlagen – Ausfall der Trinkwasserversorgung“ des Krankenhauseinsatzplanes Merheim. **Ziel:** Überarbeitung oder Neukonzeption eines Krisenmanagementkonzeptes (Bereich Bewältigung) für die Gefahrenabwehr und das Wasserversorgungsunternehmen.

Eine adäquate Planung in Form von einem Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan und Krisenmanagementplänen für die Gefahrenabwehr bzw. den Wasserversorger konnten durch den Mangel an einer Einspeisestelle in das Krankenhaus nicht erstellt werden. Jedoch konnte ein kurzes Kapitel für den Krankenhauseinsatzplan erstellt werden, das auf die weitreichenden Folgen eines Trinkwasserausfalles aufmerksam macht und Anweisungen zum schnelleren Übergang zu einer Evakuierung/Räumung liefert. Durch das so erreichte schnellere Handeln könnten zumindest viele weitere Folgeschäden bei den Patienten verhindert werden, auch wenn das Ziel, konkrete Pläne für eine Ersatztrinkwasserversorgung zu erstellen, nicht erreicht werden konnte.

Auch, wenn diese Arbeit sich explizit nicht mit Präventionsmaßnahmen beschäftigt hat, so ist dennoch zu überlegen, ob eher präventive oder zur Selbsthilfe befähigende Maßnahmen statt Bewältigungsplanungen in Betracht gezogen werden. So könnten hohe Ersatzversorgungskapazitäten mit niedriger oder gar keiner Vorlaufzeit realisiert werden.

Der in dieser Arbeit angewendete Ansatz der Gesamtbetrachtung, also mit Beginn der Risikoanalyse und Analyse der Planungen und Möglichkeiten aller Akteure, hat es zunächst ermöglicht, dass die Problematik der mangelnden Beachtung der Gefahr eines Trinkwasserausfalles in Krankenhäusern anhand des Beispiels Krankenhaus Merheim identifiziert und das Problembewusstsein und das Wissen über die Zuständigkeiten bei den verantwortlichen Stellen erhöht wurde. Durch die Gesamtbetrachtung konnten Schwachpunkte bei allen untersuchten Institutionen festgestellt werden, was verhindert, dass der Handlungsdruck auf Einzelne geschoben wird. Der aufgedeckte Handlungsbedarf besteht nicht nur bei einzelnen, sondern bei allen Akteuren und insbesondere bei der Kommune, die Verantwortung dafür trägt bzw. in der Pflicht ist, dass Krisenmanagementplanungen durchgeführt und alle nötigen Organisationen, Behörden, Unternehmen usw. in diese Planung einbezogen werden.

Im Verlauf der Bearbeitung sind Bereiche identifiziert worden, in denen weitere Untersuchungen, Forschungen oder Maßnahmen möglich oder gar erforderlich sind. Dies sind:

- Erhebung des detaillierten Trinkwasserbedarfs von einzelnen Abteilungen oder Prozessen (wie z.B. für Waschungen, Toilettengänge, Instrumentenaufbereitung usw.) anhand von exakten Durchflussmessungen.
- Genauere Untersuchungen der Abhängigkeiten von Prozessen eines Krankenhauses untereinander und bezüglich der Trinkwasserversorgung
- Arbeitsgruppenbildung von allen BOS, Wasserversorgern, Gesundheitsamt, Krankenhausvertretern für die Erstellung von gemeinsamen Krisenmanagementplänen für den Trinkwasserausfall in Krankenhäusern. Wenn möglich in Zusammenarbeit mit dem BBK für die Erstellung von Leitfäden.
- Erforschung der genauen Folgen eines Ausfalles von Trinkwasser in einem Krankenhaus und der exakten Zeit, die ein Krankenhaus ohne funktionierende Trinkwasserversorgung die Funktionsfähigkeit aufrechterhalten kann. Dies würde auch valide Daten für maximal zulässige Vorlaufzeiten von Maßnahmen liefern.
- Mehrfache Analysen an unterschiedlichen Beispielkrankenhäusern in der Art dieser Arbeit, um allgemein gültige Aussagen zu extrahieren. Bei diesen Analysen sind zusätzlich Hilfsorganisationen und Gesundheitsämter einzubeziehen.

## 7. Fazit und Ausblick

- Aufklärungsarbeit zu den Risiken des Szenarios eines Trinkwasserausfalles in einem Krankenhaus und den Verantwortlichkeiten bzw. Pflichten bezüglich der Erarbeitung von Maßnahmen.
- Betrachtung der Problematik des Abwassers bei einem Trinkwasserausfall im Krankenhaus.
- Gemeinsame Betrachtung von sich bedingenden Szenarien, wie beispielsweise des Trinkwasserausfalls durch einen Stromausfall.
- Untersuchung der Möglichkeiten und Effektivität von Präventions- bzw. Selbsthilfemaßnahmen.

## Literaturverzeichnis

Ablinger, Herbert (o.J.): Trinkwassertransport mit Fahrzeugen der Feuerwehr. Desinfektionsempfehlung für die Feuerwehren – mit behördlicher Genehmigung. Online verfügbar unter [http://www.scardo.net/typo/fileadmin/user\\_upload/wasser/notversorgung/02merkblatt1c.pdf](http://www.scardo.net/typo/fileadmin/user_upload/wasser/notversorgung/02merkblatt1c.pdf), zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Adams, H. A.; Flemming, A.; Krettek, C.; Koppert, W. (2015a): Der Notfallplan des Krankenhauses. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 110 (1), S. 37–48. DOI: 10.1007/s00063-014-0414-8.

Adams, H. A.; Flemming, A.; Lange, C.; Koppert, W.; Krettek, C. (2015b): Versorgungskonzepte im Großschadens- und Katastrophenfall. Das Konzept der Erstversorgungsklinik. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 110 (1), S. 27–36. DOI: 10.1007/s00063-014-0413-9.

Albers, Sönke; Klapper, Daniel; Konradt, Udo; Walter, Achim; Wolf, Joachim (2009): Methodik der empirischen Forschung. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag. 580 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-96406-9>.

American Society of Anesthesiologists (ASA) (2014): ASA Physical Status Classification System. Last approved by the ASA House of Delegates on October 15, 2014, zuletzt aktualisiert am 15.10.2014, zuletzt geprüft am 30.05.2018.

Ansorge, Daniel (2014): Planung und Simulation einer Evakuierung der Chirurgischen Klinik der Universität Ulm in mehreren Szenarien. Dissertation. Universität Ulm. Klinik für Anästhesiologie.

Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF) (2015): Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten. Bonn. 5 Seiten. Online verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahU-KEwj686WjqLzbAhVSZ1AKHaJrCi-cQFgg3MAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agbf.de%2Fdownloads-ak-grundsatzfragen%2Fcategory%2F43-ak-grundsatzfragen-oeffentlich-grundsatzpapier.html%3Fdownload%3D148%3A2015-11-empfehlung-der-qualitaetskriterien-fuer-die-bedarfsplanung-in-staedten&usg=AOvVaw1-hhwGc5WqQc2PzEPlIJ6v>, zuletzt geprüft am 05.06.2018.

Baden-Württemberg (20.10.2007): Landeskrankenhausgesetz Baden-Württemberg vom 29. November 2007, das zuletzt durch den Artikel 48 der Verordnung vom 23. Februar 2017 (GBl. S. 99, 105) geändert wurde. LKHG.

Bagshaw, Sean M.; Berthiaume, Luc R.; Delaney, Anthony; Bellomo, Rinaldo (2008): Continuous versus intermittent renal replacement therapy for critically ill patients with acute kidney injury: a meta-analysis. In: *Critical care medicine* 36 (2), S. 610–617. DOI: 10.1097/01.CCM.0B013E3181611F552.

Bauer, M.; Scholz, J.; Marz, S.; Spies, C.; Wulf, H.; Boldt, J. et al. (2006): Zum Kenntnisstand von Patienten über die Aufgaben der Anästhesiologie. In: *Der Anaesthetist* 55 (8), S. 892–898.

Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hg.) (2014): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS. 1086 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0>.

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2016): Erläuterungen zur Checkliste „Versorgung von immunsupprimierten Patienten“. 34 Seiten. Online verfügbar

unter [https://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/hygiene/doc/begleittext\\_immunsupprimierte\\_patienten.pdf](https://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/hygiene/doc/begleittext_immunsupprimierte_patienten.pdf), zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Beck, Nicholas Peter (2016): OP-Management; Prozesszeiten des Kinderchirurgischen Operationsraumes im retrospektiven Vergleich; Operationszeiten-Katalog zur Verbesserung der Qualität in der OP-Planung. Inaugural-Dissertation. Ruhr-Universität Bochum. Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1123283265/34>, zuletzt geprüft am 09.05.2018.

Birkett, David Michael (2017): Water Critical Infrastructure Security and Its Dependencies. In: *Journal of Terrorism Research* 8 (2), S. 1–21. DOI: 10.15664/jtr.1289.

Bish, Douglas R.; Agca, Esra; Glick, Roger (2014): Decision support for hospital evacuation and emergency response. In: *Ann Oper Res* 221 (1), S. 89–106. DOI: 10.1007/s10479-011-0943-y.

Biskupek, Lars (2014): Löschwasserversorgung und Trinkwasserhygiene. Rechtliche Anforderungen und grundlegende technische Regeln. 15. Sanitärtechnisches Symposium. Steinfurt, 20.02.2014.

Blum, Karl (2017): Personalsituation in der Intensivpflege und Intensivmedizin. Gutachten des Deutschen Krankenhausinstituts im Auftrag der Deutschen Krankenhausgesellschaft. Hg. v. Deutsches Krankenhausinstitut e.V. Düsseldorf. 120 Seiten. Online verfügbar unter [http://www.dkgev.de/media/file/55651.2017-07-15\\_PM\\_Anlage\\_Langfassung\\_DKI-Gutachten\\_Personalsituation\\_Intensivpflege\\_und\\_Intensivmedizin.pdf](http://www.dkgev.de/media/file/55651.2017-07-15_PM_Anlage_Langfassung_DKI-Gutachten_Personalsituation_Intensivpflege_und_Intensivmedizin.pdf), zuletzt geprüft am 15.05.2018.

Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Springer VS (Lehrbuch). 105 Seiten. Online verfügbar unter <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-531-19416-5>.

Boldt, Kirsten (2014): Krankenhäuser - Großer Ansturm auf die Notaufnahmen in Köln. Kölner Stadt-Anzeiger. Online verfügbar unter <https://www.ksta.de/koeln/krankenhaeuser-groesser-ansturm-auf-die-notaufnahmen-in-koeln-252308>, zuletzt aktualisiert am 08.12.2014, zuletzt geprüft am 07.06.2018.

Bross, Lisa; Krause, Steffen (2017): Preventing Secondary Disasters through Providing Emergency Water Supply. In: Christopher N. Dunn und Brian van Weele (Hg.): *World Environmental and Water Resources Congress 2017*. Sacramento, California, May 21–25, 2017, S. 431–439.

Brunner, Elign M.; Suter, Manuel: *International CIIP Handbook 2008 / 2009*. Zürich: ETH Zürich. 650 Seiten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (o.J.): Stärke- und Ausstattungsnachweisungen (STAN) für die Einheiten und Einrichtungen des Katastrophenschutzes. Online verfügbar unter [https://www.bbk.bund.de/DE/Service/Fachinformationsstelle/RechtundVorschriften/VorschriftenundRichtlinien/VolltextKatS-STAN/volltextkatsstan\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Service/Fachinformationsstelle/RechtundVorschriften/VorschriftenundRichtlinien/VolltextKatS-STAN/volltextkatsstan_node.html), zuletzt geprüft am 21.05.2018.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2008a): Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus. Bonn (Praxis im Bevölkerungsschutz, 2). 36 Seiten. Online verfügbar unter [http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis\\_Bevoelkerungsschutz/Bd2\\_Leitfaden\\_Krankenh\\_Risiko-Kritis.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Bd2_Leitfaden_Krankenh_Risiko-Kritis.pdf?__blob=publicationFile).

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2008b): Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus. Leitfaden zur Identifikation und Reduzie-

rung von Ausfallrisiken in Kritischen Infrastrukturen des Gesundheitswesens. Bonn. 106 Seiten. Online verfügbar unter [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publicationen/Praxis\\_Bevoelkerungsschutz/Band\\_2\\_Risikoman\\_Krankh\\_Leitfaden\\_Auszug\\_CD-ROM.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publicationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Band_2_Risikoman_Krankh_Leitfaden_Auszug_CD-ROM.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 27.05.2018.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2010): Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Bonn (Wissenschaftsforum, 8). 70 Seiten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2013): BBK-Glossar. Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes. Stand/Auflage 02/2013. Bonn (Praxis im Bevölkerungsschutz, 8). 56 Seiten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2015): Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Ein Stresstest für die Allgemeine Gefahrenabwehr und den Katastrophenschutz. Bonn (Praxis im Bevölkerungsschutz, 16). 154 Seiten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (Hg.) (2016): Sicherheit der Trinkwasserversorgung. Teil 1: Risikoanalyse (Praxis im Bevölkerungsschutz, 15). 86 Seiten.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2017): Gerätewagen Dekontamination Personal. Begleitheft. 23 Seiten. Online verfügbar unter [https://innen.hessen.de/sites/default/files/media/hmdis/begleitheft\\_gw\\_dekon\\_p2\\_2017\\_bund.pdf](https://innen.hessen.de/sites/default/files/media/hmdis/begleitheft_gw_dekon_p2_2017_bund.pdf), zuletzt geprüft am 05.06.2018.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2012): Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen. In: *Bundesblatt* (33), S. 7715–7740.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2018): Karten des BKG. Web-Anwendungen. Online verfügbar unter [http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz\\_rahmen.gdz\\_div?gdz\\_spr=deu&gdz\\_akt\\_zeile=3&gdz\\_anz\\_zeile=2&gdz\\_unt\\_zeile=0&gdz\\_user\\_id=0](http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=3&gdz_anz_zeile=2&gdz_unt_zeile=0&gdz_user_id=0), zuletzt aktualisiert am 21.04.2018, zuletzt geprüft am 21.05.2018.

Bundesministerium des Innern (BMI) (o.J.): Schutz kritischer Infrastrukturen. Online verfügbar unter <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/schutz-kritischer-infrastrukturen/schutz-kritischer-infrastrukturen-node.html>, zuletzt geprüft am 19.05.2018.

Bundesministerium des Innern (BMI) (Hg.) (2005): Schutz Kritischer Infrastrukturen – Basischutzkonzept. Empfehlungen für Unternehmen. Berlin. 55 Seiten.

Bundesministerium des Innern (BMI) (2009): Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Berlin. 16 Seiten.

Bundesministerium des Innern (BMI) (Hg.) (2011): Schutz Kritischer Infrastrukturen - Risiko- und Krisenmanagement. Leitfaden für Unternehmen und Behörden. Berlin. 87 Seiten.

Bundesministerium des Innern (BMI) (2016): Konzeption Zivile Verteidigung (KZV). 70 Seiten.

Bundesministerium für Gesundheit (01.01.2003): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Januar 2018 (BGBl. I S. 99) geändert worden ist. TrinkwV.

Bundesregierung Deutschland (31.03.1970): Erste Wassersicherstellungsverordnung vom 31. März 1970 (BGBl. I S. 357). 1. WasSV.

Bundesregierung Deutschland (11.09.1973): Zweite Wassersicherstellungsverordnung vom 11. September 1973 (BGBl. I S. 1313), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 25. April 1978 (BGBl. I S. 583) geändert worden ist. 2. WasSV.

Bundessozialgericht, Urteil vom 20.10.1972, Aktenzeichen 3 RK 93/71. In: *BSGE* 35, S. 10–15. 15.

- Cabinet Office (2010): Strategic Framework and Policy Statement. on Improving the Resilience of Critical Infrastructure to Disruption from Natural Hazards. London. 26 Seiten.
- California Emergency Medical Services Authority (EMSA) (2014a): Hospital Incident Command System Guidebook. 5. Aufl. 156 Seiten.
- California Emergency Medical Services Authority (EMSA) (2014b): Hospital Incident Command System Guidebook. Appendix E: Incident Planning Guides (IPGs). 90 Seiten.
- California Emergency Medical Services Authority (EMSA) (2014c): Hospital Incident Command System Guidebook. Appendix F: Incident Response Guides (IRGs). 207 Seiten.
- Castillo, Anya (2014): Risk analysis and management in power outage and restoration. A literature survey. In: *Electric Power Systems Research* 107, S. 9–15. DOI: 10.1016/j.epsr.2013.09.002.
- Cedergren, Alexander; Johansson, Jonas; Hassel, Henrik (2017): Challenges to critical infrastructure resilience in an institutionally fragmented setting. In: *Safety Science*, S. 1–8. DOI: 10.1016/j.ssci.2017.12.025.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (Hg.) (2003): Guidelines for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities. Atlanta. 240 Seiten. Online verfügbar unter <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/environmental-guidelines.pdf>, zuletzt geprüft am 11.06.2018.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC); American Water Works Association (AWWA) (2012): Emergency water supply planning guide for hospitals and health care facilities. Hg. v. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta. 87 Seiten.
- Chang, Stephanie E.; McDaniels, Timothy L.; Mikawoz, Joey; Peterson, Krista (2007): Infrastructure failure interdependencies in extreme events. Power outage consequences in the 1998 Ice Storm. In: *Nat Hazards* 41 (2), S. 337–358. DOI: 10.1007/s11069-006-9039-4.
- Christensen, Jen (2017): Too much water outside, not enough inside for Texas hospitals. Cable News Network. Online verfügbar unter <https://edition.cnn.com/2017/08/31/health/hurricane-harvey-hospitals-beaumont/index.html>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2017, zuletzt geprüft am 11.06.2018.
- Churchill, Gilbert A. (1999): Marketing research. Methodological foundations. 7. ed. Fort Worth, Tex.: The Dryden Press (The Dryden Press series in marketing). 1017 Seiten. Online verfügbar unter <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1505/98071246-b.html>.
- Cimolino, Ulrich (2015): Einsatzleiter-e-book Feuerwehr. 2nd ed.: ecomed Verlagsgesellschaft in Hüthig Jehle Rehm. 2258 Seiten.
- Clark, M. Robert; Deininger, Rolf A. (2000): Protecting the Nation's Critical Infrastructure: The Vulnerability of U.S. Water Supply Systems. In: *JOURNAL OF CONTINGENCIES AND CRISIS MANAGEMENT* 8 (2), S. 73–80.
- Collett, Samuel; Samarin, Iliia; Bhalchandra, Ramkrishna; Soundaranayagam, JeevaRatnam; Garai, Subrata; Chandy, Mammen; Bhattacharya, Sanjay (2016): Water usage in a multi-speciality hospital and its effective management. In: *J Acad Clin Microbiol* 18 (2), S. 135–137. DOI: 10.4103/0972-1282.194956.
- Cwojdzinski, Detlef (2008): Leitfaden Krankenhausalarmplanung. In 2 Bänden. Berlin: Fachverlag Matthias Grimm. 400 Seiten.

DeRosier, Joseph; Stalhandske, Erik; Bagian, James P.; Nudell, Tina (2002): Using Health Care Failure Mode and Effect Analysis™. The VA National Center for Patient Safety's Prospective Risk Analysis System. In: *The Joint Commission Journal on Quality Improvement* 28 (5), S. 248–267. DOI: 10.1016/S1070-3241(02)28025-6.

Deutsche Gesellschaft für Qualität (2012): FMEA - Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse. 5. Auflage. Berlin, Wien, Zürich: Beuth (Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, 13-11). 151 Seiten.

Deutsche Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2004): Empfehlung der DIVI zum innerklinischen Transport kritisch kranker, erwachsener Patienten. 3 Seiten.

Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG); Verband der Privaten Krankenversicherungen (PKV); GKV-Spitzenverband (28.03.2018): Investitionsbedarf der Krankenhäuser: aktuelle Auswertung bestätigt Unterfinanzierung durch die Bundesländer. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/presse/pressemitteilungen/2018/Gm\\_2018-03-28\\_Investitionsbewertungsrelationen.pdf](https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/presse/pressemitteilungen/2018/Gm_2018-03-28_Investitionsbewertungsrelationen.pdf), zuletzt geprüft am 11.06.2018.

Deutscher Bundesrat (01.04.1980): Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 750, 1067), die zuletzt durch Artikel 8 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert worden ist. AVBWasserV.

Deutscher Bundestag (24.08.1965): Wassersicherstellungsgesetz vom 24. August 1965 (BGBl. I S. 1225, 1817), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 20 des Gesetzes vom 12. August 2005 (BGBl. I S. 2354) geändert worden ist.

Deutscher Bundestag (01.01.1989): Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 17. August 2017 (BGBl. I S. 3214) geändert worden ist. SGB V.

Deutscher Bundestag (01.01.2001): Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615) geändert worden ist. IfSG.

Deutscher Bundestag (01.03.2010): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist. WHG.

Deutscher Bundestag (01.11.2012): Bundesgeoreferenzdatengesetz vom 10. Mai 2012 (BGBl. I S. 1081). BGeoRG.

Deutscher Wetterdienst (29.12.2017): Deutschlandwetter im Jahr 2017. Erneut ein sehr warmes Jahr, unbeständig und oft extrem. Offenbach. Online verfügbar unter [https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2017/20171229\\_deutschlandwetter\\_jahr2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2017/20171229_deutschlandwetter_jahr2017.pdf?__blob=publicationFile&v=2), zuletzt geprüft am 09.06.2018.

Djalali, Ahmadreza; Hosseinijenab, Vahid; Peyravi, Mahmoudreza; Nekoei-Moghadam, Mahmood; Hosseini, Bashir; Schoenthal, Lisa; Koenig, Kristi L. (2015): The hospital incident command system: modified model for hospitals in iran. In: *PLoS currents* 7. DOI: 10.1371/currents.dis.45d66b5258f79c1678c6728dd920451a.

DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hg.) (2014): Leitfaden zum Risikomanagement für Trinkwasserversorgungen hinsichtlich gezielter Einträge von chemischen, biologischen oder radioaktiven Substanzen. Ergebnis des Verbundprojektes Schutz der Trinkwasserversorgung im Hinblick auf CBRN -Bedrohungsszenarien - STATuS -.

Eichhorn, Siegfried (1974): Krankenhausbetriebslehre. Theorie und Praxis des Krankenhausbetriebes. 2., überarb. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer (Schriften des Deutschen Krankenhausinstituts e.V. Düsseldorf, 11). 438 Seiten.

Emergency Management Australia (2003): Critical Infrastructure Emergency Risk Management and Assurance Handbook. Mount Macedon. 29 Seiten. Online verfügbar unter <http://lib.riskreductionafrica.org/bitstream/handle/123456789/744/3937.Critical%20infrastructure%20emergency%20risk%20management%20and%20assurance.%20Handbook.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, zuletzt geprüft am 15.05.2018.

DVGW W 1020, Januar 2017: Empfehlungen und Hinweise für den Fall von Abweichungen von Anforderungen der Trinkwasserverordnung; Maßnahmenplan und Handlungsplan.

EnviroFALK GmbH (o.J.a): GREEN-LINE GEO + EDI 700, 1000, 1300, 2000. Online verfügbar unter <https://www.envirofalk.com/de/labor-medizintechnik/produkte/elektrodeionisation-edi/green-line-geo-edi-700-2000.html>, zuletzt geprüft am 08.06.2018.

EnviroFALK GmbH (o.J.b): Kreiskrankenhaus: Rein- und Reinstwasser für die ZSVA. Online verfügbar unter <https://www.envirofalk.com/de/labor-medizintechnik/referenzen/detail/referenceld/33.html>, zuletzt geprüft am 08.06.2018.

ESPA (o.J.): Aspri 25-5. Technical specifications. Online verfügbar unter [http://global.espa.com/en\\_us/products/products-by-ranges/water-supply/horizontal-booster-pumps/aspri/aspri-25/](http://global.espa.com/en_us/products/products-by-ranges/water-supply/horizontal-booster-pumps/aspri/aspri-25/), zuletzt geprüft am 05.06.2018.

Europäische Kommission (Hg.) (2008): Amtsblatt der Europäischen Union. Brüssel (345).

European Commission (2010): Commission Staff Working Paper. Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management. Brüssel. 42 Seiten.

European Commission (2017): Overview of natural and man-made disaster risks the European Union may face. Luxemburg: Publications Office of the European Union. 80 Seiten.

Exner, M.; Kistemann, T. (2003): Strukturelle Voraussetzungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Weiterverbreitung übertragbarer Krankheiten durch Wasser für den menschlichen Gebrauch. In: Andreas Grohmann und Karl Aurand (Hg.): Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden. 4., neu bearb. Aufl. Berlin: E. Schmidt, S. 149–180.

Exner, M.; Kistemann, T. (2004): Bedeutung der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung 2001) für die Krankenhaushygiene. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 47 (4), S. 384–391. DOI: 10.1007/s00103-004-0806-7.

Exner, M.; Kramer, A.; Kistemann, T.; Gebel, J.; Engelhart, S. (2007): Wasser als Infektionsquelle in medizinischen Einrichtungen, Prävention und Kontrolle. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 50 (3), S. 302–311. DOI: 10.1007/s00103-007-0156-3.

Exner, Martin (2007): Werdegang. Online verfügbar unter [http://www.ihph.de/dokumente/Werdegang\\_2007.pdf](http://www.ihph.de/dokumente/Werdegang_2007.pdf), zuletzt geprüft am 08.06.2018.

Faiella, Giuliana; Parand, Anam; Franklin, Bryony Dean; Chana, Prem; Cesarelli, Mario; Stanton, Neville A.; Sevdalis, Nick (2018): Expanding healthcare failure mode and effect analysis. A composite proactive risk analysis approach. In: *Reliability Engineering & System Safety* 169, S. 117–126. DOI: 10.1016/j.ress.2017.08.003.

Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2017): Tribal Mitigation Plan Review Guide. 52 Seiten. Online verfügbar unter <https://www.fema.gov/media-library->

data/1512757722502-00b8f917b23ece763161c14b04d7eae8/Tribal\_Mitigation\_Plan\_Review\_Guide\_Dec5\_2017\_508.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2018.

Fekete, Alexander (2011): Common criteria for the assessment of critical infrastructures. In: *Int J Disaster Risk Sci* 2 (1), S. 15–24. DOI: 10.1007/s13753-011-0002-y.

Feuerwehr Weissenbrunn (o.J.): Desinfektion von Tanks in Löschfahrzeugen zur Trinkwasserversorgung von Hochbehältern und Haushalten mit Trinkwasser. 3 Seiten. Online verfügbar unter [http://www.feuerwehr-weissenbrunn.de/Web/schulung/TLF\\_Trinkwasser.pdf](http://www.feuerwehr-weissenbrunn.de/Web/schulung/TLF_Trinkwasser.pdf), zuletzt geprüft am 01.06.2018.

DIN 14095, Mai 2007: Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen.

Feuerweherschule Köln (2006): Lernunterlage. Allgemeine Grundlagen. Stadt Köln. 35 Seiten. Online verfügbar unter <http://www.freiwillige-feuerwehr-koeln.de/upload/1.3.2%20Lernunterlage%20FwDV%201.1.pdf>, zuletzt geprüft am 21.05.2018.

Fischer, P. (2012): Trinkwassernotversorgung. Betrieb eines Bundes-Notbrunnens in Darmstadt. In: *Bevölkerungsschutz* (4), S. 23–25.

Fischer, P.; Wafaisade, A.; Neugebauer, E. A. M.; Kees, T.; Bail, H.; Weber, O. et al. (2013): Wie gut sind Ärzte auf einen Massenansturm von Verletzten vorbereitet? Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage bei 7700 Klinikärzten. In: *Der Unfallchirurg* 116 (1), S. 34–38. DOI: 10.1007/s00113-011-2035-5.

Fischer, Peter; Wienand, Ina (2015): Trinkwassernotbrunnen. Wasserversorgung in Extremsituationen. Hg. v. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). Online verfügbar unter [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/notbrunnen\\_extremsituation.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenKritis/notbrunnen_extremsituation.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 27.05.2018.

Flemming, A. (2011): Herausforderung Intensivtransport. In: Refresher course / Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung. Ebelsbach: Aktiv Druck und Verl., S. 201–216.

Fliser, Danilo; Kielstein, Jan T. (2006): Technology Insight: treatment of renal failure in the intensive care unit with extended dialysis. In: *Nature clinical practice. Nephrology* 2 (1), S. 32–39. DOI: 10.1038/ncpneph0060.

Fresenius Medical Care (2007): GENIUS® 90-Therapie-System für die akute und chronische Hämodialyse. Bad Homburg. 12 Seiten.

Garcia-Sanz-Calcedo, Justo; Lopez-Rodriguez, Fernando; Yusaf, Talal; Al-Kassir, Awf (2017): Analysis of the Average Annual Consumption of Water in the Hospitals of Extremadura (Spain). In: *Energies* 10 (4). DOI: 10.3390/en10040479.

Geberth, Steffen; Nowack, Rainer (2014): Praxis der Dialyse. 2. Aufl. Berlin: Springer. 401 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-41208-0>.

Geobasisinformationen und Landesvermessung für NRW (2018): Digitale Topographische Karte 1 : 10 000 (DTK10): Bezirksregierung Köln. Online verfügbar unter [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis/topographie/10000/index.html](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/topographie/10000/index.html), zuletzt geprüft am 18.05.2018.

Georg, Stephan (o.J.): luftlinie.org. Online verfügbar unter <https://www.luftlinie.org/>, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Gesundheitsberichtserstattung des Bundes (GBE-Bund) (o.J.): Technischer Dienst. Online verfügbar unter [http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc\\_tab?fid=8940&such-](http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=8940&such-)

string=&query\_id=&sprache=D&fund\_typ=DEF&methode=&vt=&verwandte=1&page\_ret=0&seite=1&p\_lfd\_nr=4&p\_news=&p\_sprachkz=D&p\_uid=gast&p\_aid=32444381&hlp\_nr=2&p\_janein=J, zuletzt geprüft am 08.06.2018.

Gewerkschaft der Polizei (2013): Mehr als 1600 Kolleginnen und Kollegen im Hochwasser-einsatz, zuletzt aktualisiert am 03.06.2013, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Giovinazzi, Sonia; Brown, Charlotte; Seville, Erica; Stevenson, Joanne R.; Hatton, Tracy; Vargo, John J. (2016): Criticality of infrastructures for organisations. In: *IJCIS* 12 (4), S. 331–363. DOI: 10.1504/IJCIS.2016.081303.

Gluckman, William A.; Weinstein, Eric S.; Conlon, Kathe M.; Chang, James C (2016): Health Care Facility Hazard and Vulnerability Analysis. In: Gregory R. Ciottone, Paul D. Biddinger, Robert G. Darling, Saleh Fares, Mark E. Keim, Michael S. Molloy und Selim Suner (Hg.): *Ciottone's Disaster Medicine*. Second edition. Philadelphia, PA: Elsevier, S. 136–142.

Haimes, Yacov Y. (2009): On the complex definition of risk: a systems-based approach. In: *Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis* 29 (12), S. 1647–1654. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2009.01310.x.

Hargreaves, J.; Shireley, L.; Hansen, S.; Bren, V.; Fillipi, G.; Lacher, C. et al. (2001): Bacterial contamination associated with electronic faucets: a new risk for healthcare facilities. In: *Infection control and hospital epidemiology* 22 (4), S. 202–205. DOI: 10.1086/501889.

Hellmann, Wolfgang (2018): Das wettbewerbsfähige Krankenhaus – Worauf es ankommt. In: *Gesundh ökon Qual manag* 23 (01), S. 35–42. DOI: 10.1055/s-0043-109898.

Hellmers, Boris (2017): Wann ein Trinkwasserausfall gefährlich werden könnte. Radio Bremen. Online verfügbar unter <https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/kurz-notiert/trinkwasser-bremerhaven100.html>, zuletzt aktualisiert am 20.11.2017, zuletzt geprüft am 27.05.2018.

Hessisches Sozialministerium (HSM) (2007): Krankenhaus Einsatzplan (KHEP) in Hessen. Krankenhaus-Einsatzplan für interne und externe Gefahrenlagen. Neukonzeption von Notfallplanung und Risikomanagement. 146 Seiten.

Hinkelbein, Jochen; Spöhr, Fabian; Wetsch, Wolfgang A.; Hinkelbein, Jochen; Spöhr, Fabian; Wetsch, Wolfgang A. (Hg.) (2014): *Kurzlehrbuch Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Homeland Security (2011): *Risk Management Fundamentals*. Homeland Security Risk-Management Doctrine. 29 Seiten.

Hoyle, John D. (2010): Healthcare facility disaster management. In: Carl Herman Schultz und Kristi L. Koenig (Hg.): *Koenig and Schultz's disaster medicine*. Comprehensive principles and practices. Cambridge: Cambridge University Press, S. 285–311.

Hsu, Joy; Del Rosario, Maria C.; Thomasson, Erica; Bixler, Danae; Haddy, Loretta; Duncan, Mary Anne (2017): Hospital Impact After a Chemical Spill That Compromised the Potable Water Supply: West Virginia, January 2014. In: *Disaster medicine and public health preparedness* 11 (5), S. 621–624. DOI: 10.1017/dmp.2016.193.

Innenminister des Landes Nordrhein-Westfalen: *Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102)*, das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 2 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2745) geändert worden ist. *VwVfG NRW*.

Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (o.J.): *Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit*. Online verfügbar unter <http://www.ihph.de/>, zuletzt geprüft am 08.06.2018.

Irlbeck, T.; Zwißler, B.; Bauer, A. (2017): ASA-Klassifikation. Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. In: *Der Anaesthetist* 66 (1), S. 5–10. DOI: 10.1007/s00101-016-0246-4.

Jack, U.; Souza, Philip de; Kalebaila, N. (2015): Development of emergency response plans for community water systems. In: *WSA* 41 (2), S. 232–237. DOI: 10.4314/wsa.v41i2.08.

Jalba, Daniel I.; Cromar, Nancy J.; Pollard, Simon J. T.; Charrois, Jeffrey W.; Bradshaw, Roland; Hruday, Steve E. (2010): Safe drinking water: critical components of effective inter-agency relationships. In: *Environment international* 36 (1), S. 51–59. DOI: 10.1016/j.envint.2009.09.007.

Kabir, Golam; Tesfamariam, Solomon; Loeppky, Jason; Sadiq, Rehan (2016): Predicting water main failures. A Bayesian model updating approach. In: *Knowledge-Based Systems* 110, S. 144–156. DOI: 10.1016/j.knosys.2016.07.024.

Kaiser, Robert (2014): Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. Wiesbaden: Springer VS (Lehrbuch). 157 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-02479-6>.

Karger, Rosemarie; Hoffmann, Frank (2013): Wasserversorgung. Gewinnung - Aufbereitung - Speicherung - Verteilung. 14., vollst. akt. Aufl. 2013. Wiesbaden: Springer. 340 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-2096-9>.

Kielstein, J. T. (2009): Dialyse auf der Intensivstation. In: *Intensivmed* 46 (4), S. 228–234. DOI: 10.1007/s00390-009-0059-7.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (o.J.a): Das Team der Zentralen Notaufnahme im Krankenhaus Merheim. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Notaufnahme\\_Merheim\\_Team.htm](https://www.kliniken-koeln.de/Notaufnahme_Merheim_Team.htm), zuletzt aktualisiert am 13.10.2017, zuletzt geprüft am 08.06.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (o.J.b): Krankenhaus Merheim - Klinikum der Universität Witten/Herdecke. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Krankenhaus\\_Merheim\\_Startseite.htm?ActiveID=1558](https://www.kliniken-koeln.de/Krankenhaus_Merheim_Startseite.htm?ActiveID=1558), zuletzt aktualisiert am 18.01.2018, zuletzt geprüft am 29.05.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017a): Krankenhaus Merheim. Anfahrtsskizze und Gebäudeplan. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/upload/Ausgabeblatt\\_Merheim\\_2017\\_13584.pdf](https://www.kliniken-koeln.de/upload/Ausgabeblatt_Merheim_2017_13584.pdf), zuletzt geprüft am 11.06.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017b): Krankenhaus Merheim Qualitätsbericht 2016. Strukturierter Qualitätsbericht nach § 136b SGB V für das Berichtsjahr 2016 – erstellt am 15.11.2017. Köln.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017c): Willkommen auf der Intensivstation der Lungenklinik (LUIITS) im Klinikum Merheim. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Pflege\\_Merheim\\_Intensiv\\_\\_Weaningstation\\_der\\_Lungenklinik.htm](https://www.kliniken-koeln.de/Pflege_Merheim_Intensiv__Weaningstation_der_Lungenklinik.htm), zuletzt aktualisiert am 13.10.2017, zuletzt geprüft am 07.06.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017d): Willkommen auf der Medizinischen Intensivstation (115/125) im Klinikum Merheim. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Pflege\\_Merheim\\_Intensivstation\\_Innere\\_Medizin.htm](https://www.kliniken-koeln.de/Pflege_Merheim_Intensivstation_Innere_Medizin.htm), zuletzt aktualisiert am 13.10.2017, zuletzt geprüft am 07.06.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017e): Willkommen auf der Neurologischen Intensivstation und Stroke Unit im Klinikum Merheim. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Pflege\\_Merheim\\_Intensivstation\\_233\\_\\_Stroke\\_Unit.htm](https://www.kliniken-koeln.de/Pflege_Merheim_Intensivstation_233__Stroke_Unit.htm), zuletzt aktualisiert am 13.10.2017, zuletzt geprüft am 07.06.2018.

Kliniken der Stadt Köln gGmbH (2017f): Willkommen in der Bronchoskopie im Klinikum Merheim. Die Abteilung stellt sich vor. Online verfügbar unter [https://www.kliniken-koeln.de/Pflege\\_Merheim\\_Bronchoskopie.htm](https://www.kliniken-koeln.de/Pflege_Merheim_Bronchoskopie.htm), zuletzt aktualisiert am 13.10.2017, zuletzt geprüft am 07.06.2018.

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010): Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 53 (4), S. 357–388. DOI: 10.1007/s00103-010-1028-9.

Krause, Henning (2018): Vorräte Trinkwasserflaschen. Köln, 04.06.2018. Telefonat an Jan Bäumer.

Krause, Steffen (2016): Notfallvorsorgeplanung in der Wasserversorgung (NoWa) Ressourcen und Kapazitäten. Universität der Bundeswehr München. 2 Seiten. Online verfügbar unter <https://m.www.unibw.de/bauv6/swa/forschung/aktuelle-forschungsvorhaben-1/nowa/view>, zuletzt geprüft am 04.06.2018.

Kreis Lippe (2015): Risiko- und Notfallvorsorge in der Wasserversorgung. 27 Seiten.

Kutschker, Thomas (2017): Gefahrenabwehrplanung. In: Harald Karutz, Wolfram Geier und Thomas Mitschke (Hg.): Bevölkerungsschutz. Notfallvorsorge und Krisenmanagement in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg, S. 206–216.

Lai Han; Gan Hua; Li Ge; Yang De-xiang (2011): Death causes and risk factors of uremia patients. In: *Chinese Journal of Nephrology* 27 (11), S. 815–818.

Landesregierung Nordrhein-Westfalen (1998): Krankenhausgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 3. November 1987, zuletzt geändert durch Verordnung vom 31. Juli 1996. KHG NRW.

Landesregierung Nordrhein-Westfalen (01.01.2016): Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG) vom 17. Dezember 2015. BHKG.

Lauwe, Peter; Mayer, Julia (2017): Risikoanalyseverfahren und Schutzzieldefinition. In: Harald Karutz, Wolfram Geier und Thomas Mitschke (Hg.): Bevölkerungsschutz. Notfallvorsorge und Krisenmanagement in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg, S. 132–138.

Lechleuthner, Alex (2008): Krankenhauseinsatzplanung - Stellungnahme und Empfehlungen. zum RdErl. d. Ministeriums für Gesundheit, Soziales, Frauen und Familie v. 12.2.2004 – III 8 – 0713.7.4 – Vorsorgeplanungen für die gesundheitliche Versorgung bei Großschadensereignissen. Köln. 66 Seiten.

Lichy, Gregor; Braun, Jörg (2016): Intensivtransport - Grundlagen und Voraussetzungen. In: *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 51 (11-12), S. 664–669. DOI: 10.1055/s-0042-106135.

Loo, Siew-Leng; Fane, Anthony G.; Krantz, William B.; Lim, Teik-Thye (2012): Emergency water supply: a review of potential technologies and selection criteria. In: *Water research* 46 (10), S. 3125–3151. DOI: 10.1016/j.watres.2012.03.030.

DIN 14530-22, April 2011: Löschfahrzeuge - Teil 22: Tanklöschfahrzeug TLF 3000.

Lüdemann, Dagny (2010): Wasserausfall in Lübeck. ZEIT ONLINE GmbH. Online verfügbar unter <http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2010-11/luebeck-wasserversorgung-ausfall>, zuletzt aktualisiert am 21.11.2010, zuletzt geprüft am 11.06.2018.

Luijff, Eric; Burger, Helen; Klaver, Marieke (2003): Critical Infrastructure Protection in The Netherlands: A Quick-scan. In: U. E. Gattiker (Hg.): EICAR Conference Best Paper Proceedings. Kopenhagen, S. 1–19.

Lüke, Peter; Kryschi, Rainer; Ufermann, Petra (2013): Trinkwassersicherheit in Klinik, Praxis und Pflege. Rechtspflichten, Risikofaktoren, Strategien. 1. Aufl. Hamburg: Behr. 319 Seiten. Online verfügbar unter <http://www.behrs.de/>.

Masse, Todd; O'Neil, Siobahn; Rollins, John (2007): The Department of Homeland Security's Risk Assessment Methodology: Evolution, Issues, and Options for Congress. 30 Seiten. Online verfügbar unter <https://fas.org/sgp/crs/homesecc/RL33858.pdf>, zuletzt geprüft am 09.06.2018.

Matsumura, Takashi; Osaki, Shizuka; Kudo, Daisuke; Furukawa, Hajime; Nakagawa, Atsuhiko; Abe, Yoshiko et al. (2015): Water supply facility damage and water resource operation at disaster base hospitals in miyagi prefecture in the wake of the Great East Japan Earthquake. In: *Prehospital and disaster medicine* 30 (2), S. 193–198. DOI: 10.1017/S1049023X15000084.

Mehta, Sanjay (2006): Disaster and mass casualty management in a hospital: How well are we prepared? In: *Journal of Postgraduate Medicine* 52 (2), S. 89–90.

Mercedes Benz Trucks (2014): Der Milchmann. Der Antos als Lebensmitteltanker. Online verfügbar unter [https://roadstars.mercedes-benz.com/de\\_DE/magazine/route/01-2014/the-antos-as-food-tanker.html](https://roadstars.mercedes-benz.com/de_DE/magazine/route/01-2014/the-antos-as-food-tanker.html), zuletzt geprüft am 05.06.2018.

MFT Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V. (Hg.) (2015): Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin. Berlin. Online verfügbar unter [http://www.nklm.de/files/nklm\\_final\\_2015-07-03.pdf](http://www.nklm.de/files/nklm_final_2015-07-03.pdf), zuletzt geprüft am 06.06.2018.

Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (25.06.1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG -) in der Fassung der vom 25. Juni 1995. LWG.

Minister of Security and Justice (2009): Letter of 9 April 2015 from the Minister of Security and Justice to the House of Representatives on the state of the National Safety and Security Strategy. Online verfügbar unter [https://english.nctv.nl/binaries/20150409-national-security-progress-letter-national-safety-2015\\_tcm32-84272.pdf](https://english.nctv.nl/binaries/20150409-national-security-progress-letter-national-safety-2015_tcm32-84272.pdf), zuletzt geprüft am 14.06.2018.

Müller-Stewens, Günter (o.J.): Top-Down-Prinzip. Gabler Wirtschaftslexikon. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/top-down-prinzip-49846>, zuletzt geprüft am 06.06.2018.

Münger, Kurt (2015): Wenn ein Krankenhaus evakuiert werden muss. Hg. v. Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS. Bern. Online verfügbar unter <https://blog.alertswiss.ch/de/rubriken/bevoelkerungsschutz/wenn-ein-krankenhaus-evakuiert-werden-muss/>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2015, zuletzt geprüft am 06.06.2018.

Mutschmann, Johann; Stimmelmayer, Fritz (2007): Taschenbuch der Wasserversorgung. 14., vollst. überarb. Aufl. Wiesbaden: Vieweg. 926 Seiten. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9079-5>.

Nicolics, Sandra; Mayr, Ernest; Salamon, Alexander; Perfler, Reinhard (2017): Umgang mit Störfällen in der Steiermärkischen Wasserversorgung – Ist-Stand Erhebung und Leitfadenerstellung. In: *Österr Wasser- und Abfallw* 69 (5-6), S. 263–274. DOI: 10.1007/s00506-017-0391-2.

Norddeutscher Rundfunk (2018): Das Wasser fließt wieder in Kiel. Online verfügbar unter <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Das-Wasser-fliesst-wieder-in-Kiel,rohrbruch318.html>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2018, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Nordwest-Zeitung (2012): Krankenhaus ohne Wasser. Online verfügbar unter [https://www.nwzonline.de/wilhelmshaven/krankenhaus-ohne-wasser\\_a\\_1,0,2339504318.html](https://www.nwzonline.de/wilhelmshaven/krankenhaus-ohne-wasser_a_1,0,2339504318.html), zuletzt aktualisiert am 12.11.2012, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Nukavarapu, Nivedita; Durbha, Surya (2016): Stochastic Coloured Petri net Based Healthcare Infrastructure Interdependency Model. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLI-B8, S. 223–229. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B8-223-2016.

O'Rourke, T. D. (2007): Critical Infrastructure, Interdependencies, and Resilience. In: *The Bridge - National Academy of Engineering* 37 (1), S. 22–29, zuletzt geprüft am 13.06.2018.

Oberlandesgericht Köln, Urteil vom 19.07.1957, Aktenzeichen 1 Ss 532/56. In: *Neue Juristische Wochenschrift*, S. 1609–1610.

Offene Daten Köln (2018): Stadtkartenwerk Köln. Stadt Köln. Online verfügbar unter <https://www.offenedaten-koeln.de/dataset/stadtkartenwerk-koeln>, zuletzt geprüft am 21.05.2018.

Onyango, Monica Adhiambo; Uwase, Malyse (2017): Humanitarian Response to Complex Emergencies and Natural Disasters. In: *International Encyclopedia of Public Health: Elsevier*, S. 106–116.

Oppert, M. (2014): Akute Nierenschädigung und Sepsis. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 109 (5), S. 331–335. DOI: 10.1007/s00063-013-0340-1.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2008): Protection of 'Critical Infrastructure' and the role of investment policies relating to national security. Paris. 11 Seiten.

Ozcelik, Mehmet (2017): Alternative model for electricity and water supply after disaster. In: *Journal of Taibah University for Science* 11 (6), S. 966–974. DOI: 10.1016/j.jtusci.2017.01.002.

Pérez-Fernández, Xosé; Sabater-Riera, Joan; Sileanu, F. E.; Vázquez-Reverón, José; Ballús-Noguera, Josep; Cárdenas-Campos, Paola et al. (2017): Clinical variables associated with poor outcome from sepsis-associated acute kidney injury and the relationship with timing of initiation of renal replacement therapy. In: *Journal of critical care* 40, S. 154–160. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.03.022.

Petermann, Thomas; Lüllmann, Arne; Bradke, Harald; Poetzsch, Maik; Riehm, Ulrich (2011): Was bei einem Blackout geschieht. Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls. 2. Auflage. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. 259 Seiten. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.5771/9783845270210>.

Pfenninger, E.; Adolph, O. (2017): Memorandum – Zur Vulnerabilität kritischer Infrastrukturen an Bundesdeutschen Kliniken. In: *Notfall Rettungsmedizin* 20 (8), S. 673–681. DOI: 10.1007/s10049-017-0293-7.

Pfitzer, D.; Hipp, R.; Schlude, C.; Clauser, C. (2015): Schlanke Prozesse im Krankenhaus. In: *J. f. Ästhet. Chirurgie* 8 (1), S. 25–30. DOI: 10.1007/s12631-014-0333-9.

Pietrucha-Urbanik, Katarzyna; Pociask, Katarzyna (2016): Analysis and assessment of water distribution subsystem failure. In: *Journal of KONBiN* 40 (1), S. 47–62. DOI: 10.1515/jok-2016-0040.

- Piratla, Kalyan R.; Yerri, Sreeganesh R.; Yazdekhashti, Sepideh; Cho, Jinsung; Koo, Dan; Matthews, John C. (2015): Empirical Analysis of Water-Main Failure Consequences. In: *Procedia Engineering* 118, S. 727–734. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.507.
- Raske, Hilko (2018): Rohrbruch: Bürgersteig unterspült. Hauptleitung in Bünde geplatzt – Sanitärfirma geflutet – Krankenhaus kurzzeitig ohne Wasser. Westfalen-Blatt. Online verfügbar unter <http://www.westfalen-blatt.de/OWL/Kreis-Herford/Buende/3143514-Hauptleitung-in-Buende-geplatzt-Sanitaerfirma-geflutet-Krankenhaus-kurzzeitig-ohne-Wasser-mit-Video-Rohrbruch-Buergersteig-unterspueelt>, zuletzt aktualisiert am 26.01.2018, zuletzt geprüft am 24.06.2018.
- Rat der Europäischen Union (2008): Richtlinie 2008/114/EG des Rates über die Ermittlung und Ausweisung europäischer kritischer Infrastrukturen und die Bewertung der Notwendigkeit, ihren Schutz zu verbessern, Richtlinie 2008/114/EG, vom 08.12.2008. In: Europäische Kommission (Hg.): Amtsblatt der Europäischen Union. Brüssel (345).
- Reed, Bob (2013): Technical Notes on Drinking-Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. Hg. v. World Health Organization (WHO). Genf. 64 Seiten. Online verfügbar unter [http://www.susana.org/\\_resources/documents/default/3-1825-7-1459518474.pdf](http://www.susana.org/_resources/documents/default/3-1825-7-1459518474.pdf), zuletzt geprüft am 30.05.2018.
- Reinhart, K.; Brunkhorst, F. M.; Bone, H-G; Gerlach, H.; Gründling, M.; Kreymann, G. et al. (2006): Diagnose und Therapie der Sepsis - S-2 Leitlinien der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). In: *Clinical research in cardiology : official journal of the German Cardiac Society* 95 (8), S. 429–454. DOI: 10.1007/s00392-006-0414-7.
- Renn, Ortwin (1985): Risk analysis. Scope and limitations. In: Harry J. Otway und Peltu Malcolm (Hg.): *Regulating industrial risks : science, hazards and public protection*. 1. Aufl. London: Butterworth-Heinemann Ltd, S. 111–127.
- Rheinenergie AG (2017): Geschäftsbericht 2016. Köln. 68 Seiten. Online verfügbar unter [https://www.rheinenergie.com/media/portale/downloads\\_4/rheinenergie\\_1/broschueren\\_1/Geschaeftsbericht-2016.pdf](https://www.rheinenergie.com/media/portale/downloads_4/rheinenergie_1/broschueren_1/Geschaeftsbericht-2016.pdf), zuletzt geprüft am 08.06.2018.
- Ries, M.; Christ, M. (2015): Qualitätsmanagement in der Notaufnahme: Fehlende einheitliche Standards zur kennzahlenbasierten Steuerung. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 110 (8), S. 589–596. DOI: 10.1007/s00063-015-0096-x.
- Robert Half Deutschland GmbH & Co. KG (o.J.): Technischer Leiter (w/m). Online verfügbar unter <https://www.roberthalf.de/unsere-zusammenarbeit/news-info-center/job-glossare/it-job-glossar/technischer-leiter>, zuletzt geprüft am 08.06.2018.
- Rösel, Felix (2013): Kränkelnde Krankenhäuser – Ursachen und Auswirkungen des Rückgangs der Krankenhausinvestitionen der Länder. In: *fo Dresden berichtet* 20 (5), S. 3–15, zuletzt geprüft am 11.06.2018.
- Saner, Fuat H.; Bienholz, Anja; Tyczynski, Bartosz; Kribben, Andreas; Feldkamp, Thorsten (2015): Überwässerung und Dialyse beim akuten Nierenversagen. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 140 (10), S. 744–749. DOI: 10.1055/s-0041-102253.
- Schmidt, C.; Steinke, T.; Moritz, S.; Graf, B. M.; Bucher, M. (2010): Akutes Nierenversagen und Sepsis. Nur eine Organdysfunktion bei septischem Multiorganversagen? In: *Der Anaesthetist* 59 (8), S. 682–699. DOI: 10.1007/s00101-010-1767-x.
- Scholl, Holger; Wagner, Klaus (2010): Alarm- und Einsatzplanung. Risiko- und Krisenmanagement in Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie in Alten- und Pflegeheimen. Ede- wecht: Stumpf + Kossendey. 180 Seiten.

- Scholtes, Katja (o.J.): Alarm- und Einsatzplanung für Krankenhäuser. scholtes-consulting. Online verfügbar unter <https://www.scholtes-consulting.de/>, zuletzt geprüft am 04.06.2018.
- Schommer, Dagmar (2018): Kein Wasser in Bitburg: Eine Stadt sitzt am Samstag auf dem Trockenen. Volksfreund-Druckerei Nikolaus Koch GmbH, zuletzt aktualisiert am 02.06.2018, zuletzt geprüft am 24.06.2018.
- Schrier, Robert W.; Wang, Wei (2004): Acute renal failure and sepsis. In: *The New England journal of medicine* 351 (2), S. 159–169. DOI: 10.1056/NEJMra032401.
- Schweizer Bundesrat (1991): Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen vom 20. November 1991 (Stand am 1. Juni 2017). VTN.
- Seidemann, Benjamin (2007): Havarie an Hauptwasserleitung. Lausitzer Rundschau. Online verfügbar unter [https://www.lr-online.de/lausitz/cottbus/havarie-an-hauptwasserleitung\\_aid-2735271](https://www.lr-online.de/lausitz/cottbus/havarie-an-hauptwasserleitung_aid-2735271), zuletzt aktualisiert am 27.10.2007, zuletzt geprüft am 24.06.2018.
- Shugan, Steven M. (2002): In Search of Data. An Editorial. In: *Marketing Science* 21 (4), S. 369–377. DOI: 10.1287/mksc.21.4.369.132.
- DIN EN 15975-1, März 2016: Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 1: Krisenmanagement.
- DIN EN 15975-2, Dezember 2013: Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement.
- Siders, C.; Jacobson, R. (1998): Flood disaster preparedness: a retrospect from Grand Forks, North Dakota. In: *Journal of healthcare risk management : the journal of the American Society for Healthcare Risk Management* 18 (2), S. 33–40. DOI: 10.1002/jhrm.5600180206.
- Silvester, W.; Bellomo, R.; Cole, L. (2001): Epidemiology, management, and outcome of severe acute renal failure of critical illness in Australia. In: *Critical care medicine* 29 (10), S. 1910–1915.
- Spence, Shannon; Roberson, J. Alan; Tebrand, Dave Hil (2010): Emergency Water Supply Planning, Part 1. Hospitals and Health Care Facilities. In: *Journal - American Water Works Association* 102 (5), S. 36–40. DOI: 10.1002/j.1551-8833.2010.tb10110.x.
- Staatliche Feuerweherschule Würzburg (Hg.) (2017): Feuerwehrpläne und Einsatzpläne. Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns. Würzburg. 35 Seiten.
- Stadt Köln (o.J.a): Berufsfeuerwehr, Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz. Köln. Online verfügbar unter <http://www.stadt-koeln.de/service/adressen/berufsfeuerwehr-amt-fuer-feuerschutz-rettungsdienst-und-bevo>, zuletzt geprüft am 08.06.2018.
- Stadt Köln (o.J.b): Kataster und Geobasisdaten. Online verfügbar unter <http://www.stadt-koeln.de/service/adressen/kataster-und-geobasisdaten>, zuletzt geprüft am 21.05.2018.
- Stadt Köln (o.J.c): Urheber- und Nutzungsrecht, Open Data. Online verfügbar unter <http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/planen-bauen/karten-kataster/urheber-und-nutzungsrecht>, zuletzt geprüft am 21.05.2018.
- Stolzenburg, Kathrin (2018): Anfrage Masterarbeit. Bonn, 23.02.2018. E-Mail an Jan Bäumer.
- Strohmandl, Jan; Miroslav, Tomek; Masek, Ivan; Safarik, Zdenek; Weinbergerova, Silvie (2015): Management of Spare and Secure emergency Water supply For inhabitants and selected Subjects. In: Khalid S. Soliman (Hg.): Innovation management and sustainable economic competitive advantage. From regional development to global growth : proceedings of the 26th International Business Information Management Association Conference, November 11-12, 2015 Madrid, Spain: IBIMA, S. 1364–1370.

Stymiest, David (2015): High and dry. Preparing for hospital water supply disruptions. In: *Health Facilities Management* 28 (2), S. 27–30.

Stymiest, David (2017): Planning for utility failures. Assessing problem points and preparing a response. In: *Health Facilities Management* 30 (7), S. 24–27.

DIN 1988-600, Dezember 2010: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 600: Trinkwasser-Installationen in Verbindung mit Feuerlösch- und Brandschutzanlagen; Technische Regel des DVGW.

Technisches Hilfswerk (THW) (o.J.a): Fachgruppe Trinkwasserversorgung (FGr TW). Online verfügbar unter <https://www.thw.de/SharedDocs/Einheiten/DE/Inland/FGr-TW.html>, zuletzt geprüft am 05.06.2018.

Technisches Hilfswerk (THW) (o.J.b): FAQ - Lotsendienst, Marschkolonne, Marschverband. Online verfügbar unter <https://www.thw-dortmund.de/einheiten-und-technik/fachgruppe-fuehrungskommunikation/lotsendienst/faq-lotsendienst/#c68318>, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Technisches Hilfswerk (THW) (o.J.c): Regionalstelle Köln. Online verfügbar unter [https://www.thw.de/SharedDocs/Organisationseinheiten/DE/Regionalstellen/Koeln\\_Regionalstelle.html](https://www.thw.de/SharedDocs/Organisationseinheiten/DE/Regionalstellen/Koeln_Regionalstelle.html), zuletzt geprüft am 08.06.2018.

Technisches Hilfswerk (THW) (2001): Handbuch Krafftfahrwesen im THW. Bonn. 151 Seiten.

Technisches Hilfswerk (THW) (2012): Wasserversorgung im Notfall. Ein Angebot an die Wasserwirtschaft. 4 Seiten.

Technisches Hilfswerk (THW) (2014): Katalog der Einsatzoptionen des THW. Bonn. 211 Seiten.

TH Köln (o.J.a): KIRMin - Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept. Partner. Online verfügbar unter [http://kirmin.web.th-koeln.de/?page\\_id=118](http://kirmin.web.th-koeln.de/?page_id=118), zuletzt geprüft am 04.06.2018.

TH Köln (o.J.b): Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept (KIRMin). Inhalt. Köln. Online verfügbar unter [http://kirmin.web.th-koeln.de/?page\\_id=45](http://kirmin.web.th-koeln.de/?page_id=45), zuletzt geprüft am 08.06.2018.

The Florida Department of Health (2011): Hospital Emergency Evacuation Toolkit. 79 Seiten. Online verfügbar unter [http://www.floridahealth.gov/programs-and-services/emergency-preparedness-and-response/healthcare-system-preparedness/discharge-planning/\\_documents/%20evac-toolkit.pdf](http://www.floridahealth.gov/programs-and-services/emergency-preparedness-and-response/healthcare-system-preparedness/discharge-planning/_documents/%20evac-toolkit.pdf), zuletzt geprüft am 12.06.2018.

The Hague Security Delta (2015): Securing Critical Infrastructures in the Netherlands. Towards a National Testbed. Den Haag. 35 Seiten.

Theoharidou, Marianthi; Kotzanikolaou, Panayiotis; Gritzalis, Dimitris (2009): Risk-based Criticality Analysis. In: Charles Palmer und Sujeet Shenoj (Hg.): *Critical Infrastructure Protection III. Third Annual IFIP WG 11.10 International Conference on Critical Infrastructure Protection*, Hanover, New Hampshire, USA, March 23-25, 2009, Revised Selected Papers. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (IFIP Advances in Information and Communication Technology, 311), S. 35–49.

THWiki (2017): Stärke- und Ausstattungsnachweisung. Online verfügbar unter [http://thwiki.org/t=St%C3%A4rke-\\_und\\_Ausstattungsnachweisung](http://thwiki.org/t=St%C3%A4rke-_und_Ausstattungsnachweisung), zuletzt aktualisiert am 30.03.2017, zuletzt geprüft am 21.05.2018.

Tomek, Miroslav; Piwowarski, Juliusz (2017): Risk minimizing of Emergency Supplies during natural and technologic disasters. In: SGEM2017 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, Bd. 17, June 20 ,2017. Red Hook: Curran Associates (SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings, 17), S. 749–755.

T-Online (2009): WaWe 10000. Neuer Super-Wasserwerfer für die Polizei. Online verfügbar unter [https://www.t-online.de/auto/neuvorstellungen/id\\_21090684/neuer-super-wasserwerfer-fuer-die-polizei.html](https://www.t-online.de/auto/neuvorstellungen/id_21090684/neuer-super-wasserwerfer-fuer-die-polizei.html), zuletzt aktualisiert am 18.12.2009, zuletzt geprüft am 05.06.2018.

DIN 2001-3, Dezember 2015: Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen – Teil 3: Nicht ortsfeste Anlagen zur Ersatz- und Notwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an das abgegebene Wasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen.

Uchino, Shigehiko; Doig, Gordon S.; Bellomo, Rinaldo; Morimatsu, Hiroshi; Morgera, Stanislao; Schetz, Miet et al. (2004): Diuretics and mortality in acute renal failure\*. In: *Critical care medicine* 32 (8), S. 1669–1677. DOI: 10.1097/01.CCM.0000132892.51063.2F.

Umweltbundesamt (2017): Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß §11 der Trinkwasserverordnung. 19. Aufl. 31 Seiten. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/19.\\_bekanntmachung\\_der\\_liste\\_der\\_aufbereitungsstoffe\\_und\\_desinfektionsverfahren\\_gemaess\\_ss\\_11\\_trinkwv\\_2001.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/19._bekanntmachung_der_liste_der_aufbereitungsstoffe_und_desinfektionsverfahren_gemaess_ss_11_trinkwv_2001.pdf), zuletzt geprüft am 01.06.2018.

United Nations Development Programme (UNDP) (2008): Guidelines for Hospital Emergency Preparedness Planning. 81 Seiten. Online verfügbar unter [http://asdma.gov.in/pdf/publication/undp/guidelines\\_hospital\\_emergency.pdf](http://asdma.gov.in/pdf/publication/undp/guidelines_hospital_emergency.pdf), zuletzt geprüft am 17.05.2018.

United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (2007): Handbook for Emergencies. 3. Aufl. Genf. 582 Seiten.

United States Environmental Protection Agency (EPA) (2011): Planning for an Emergency Drinking Water Supply. Washington. 40 Seiten.

Universität der Bundeswehr München (2017): Notfallvorsorgeplanung in der Wasserversorgung (NoWa II) Notfallvorsorgekonzepte. Online verfügbar unter [https://www.unibw.de/wasserwesen/swa/copy\\_of\\_notfallvorsorgeplanung-in-der-wasserversorgung-nowa-ressourcen-und-kapazitaeten](https://www.unibw.de/wasserwesen/swa/copy_of_notfallvorsorgeplanung-in-der-wasserversorgung-nowa-ressourcen-und-kapazitaeten), zuletzt geprüft am 04.06.2018.

Vélez-Díaz-Pallarés, Manuel; Delgado-Silveira, Eva; Carretero-Accame, María Emilia; Bermejo-Vicedo, Teresa (2013): Using Healthcare Failure Mode and Effect Analysis to reduce medication errors in the process of drug prescription, validation and dispensing in hospitalised patients. In: *BMJ quality & safety* 22 (1), S. 42–52. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-000983.

VDI 3807 - Blatt 2, November 2014: Verbrauchskennwerte für Gebäude Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser.

Welter, Gregory; Socher, Myra; Needham, Patricia; Bieber, Steve; Bonnaffon, Heidi (2013): Cross-sector emergency planning for water supply utilities and healthcare facilities. In: *Journal of healthcare risk management : the journal of the American Society for Healthcare Risk Management* 32 (4), S. 5–14. DOI: 10.1002/jhrm.21105.

Wetsch, Wolfgang A.; Hinkelbein, Jochen; Spöhr, Fabian (2014): Kurzlehrbuch Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie. 1. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG. 312 Seiten.

Wetterneck, Tosha B.; Skibinski, Kathleen; Schroeder, Mark; Roberts, Tanita L.; Carayon, Pascale (2004): Challenges with the Performance of Failure Mode and Effects Analysis in Healthcare Organizations. An IV Medication Administration HFMEA™. In: *Proceedings of the*

*Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 48 (15), S. 1708–1712. DOI: 10.1177/154193120404801517.

White, Richard; Burkhart, Aaron; George, Randy; Boulton, Terrance; Chow, Edward (2016): Towards comparable cross-sector risk analyses. A re-examination of the Risk Analysis and Management for Critical Asset Protection (RAMCAP) methodology. In: *International Journal of Critical Infrastructure Protection* 14, S. 28–40. DOI: 10.1016/j.ijcip.2016.05.001.

Wisner, Benjamin; Adams, J. (Hg.) (2002): Environmental health in emergencies and disasters. A practical guide. World Health Organization (WHO). Geneva. 252 Seiten.

Wochenblatt Verlagsgruppe GmbH (2013): Deggendorfer Bundespolizei unterstützt bei der Trinkwasserversorgung. Online verfügbar unter <https://www.wochenblatt.de/ueberregionale-artikel/deggendorf/artikel/64834/deggendorfer-bundespolizei-unterstuetzt-bei-der-trinkwasserversorgung>, zuletzt aktualisiert am 14.06.2013, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

World Health Organization (WHO) (2017): Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization. 541 Seiten.

World Health Organization (WHO); Pan American Health Organization (PAHO) (2015): Hospital Safety Index. Guide for Evaluators - With Booklet of Evaluation Forms: World Health Organization. 174 Seiten.

Xu, Yongxing; Gao, Jianjun; Zheng, Xinming; Zhong, Bo; Na, Yu; Wei, Jiamei (2017): Timing of initiation of renal replacement therapy for acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. In: *Clinical and experimental nephrology* 21 (4), S. 552–562. DOI: 10.1007/s10157-016-1316-2.

Yarwood, Sam (2018): Operations cancelled and patients forced to use bed pans instead of toilets after huge water supply problems at four main Manchester hospitals. Online verfügbar unter <https://www.manchestereveningnews.co.uk/news/greater-manchester-news/operations-cancelled-patients-forced-use-14245650>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2018, zuletzt geprüft am 11.06.2018.

Zane, Richard; Biddinger, Paul; Hassol, Andrea; Rich, Tom (2010): Hospital Evacuation Decision Guide. Agency for Healthcare Research and Quality. 55 Seiten. Online verfügbar unter <https://archive.ahrq.gov/prep/hospevacguide/hospevac.pdf>, zuletzt geprüft am 12.06.2018.

## Verzeichnis der Experteninterviews

Braun, Michael (2018): Sanitärinstallateur in der technischen Abteilung des Krankenhauses Merheim, Reparaturen und Wartung, persönliches Interview, Köln, 9.5.2018, 10:00 Uhr

Bujack, Marc (2018): Leiter der THW Regionalstelle Köln, persönliches Interview, Köln, 15.5.2018, 10:00 Uhr

Exner, Martin (2018): Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin, Direktor des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit des Universitätsklinikums Bonn, persönliches Interview, Bonn, 16.5.2018, 12:00 Uhr

Hübner, Iris; Haun, Andreas; Geiß; Bruchaus, Markus; Görg, Susanne (2018): Mitarbeiter der Rheinenergie (Querverbundleitstelle, mikrobiologisches Labor, Wasserproduktion, Technischer Netzservice, Krisen- und Notfallmanagement), persönliches Interview, Köln, 29.5.2018, 13:00 Uhr

Schell, Jürgen (2018): Sachbearbeiter im städtischen Krisenmanagement der Berufsfeuerwehr Köln, Betreuung Hilfsorganisationen und Trinkwasser, Köln, 7.5.2018, 10:30 Uhr

Scholtes, Katja (2018): Ärztliche Leiterin der zentralen Notaufnahme des Krankenhauses Merheim, Expertin in der Krankenhausalarm- und Einsatzplanung, schriftliches Interview, Köln, 7.6.2018

## Anhang

Hinweis: Einige der im Anhang befindlichen Dokumente sind nicht für das DIN-A4 Format angedacht, weshalb hier ggf. eine erschwerte Lesbarkeit gegeben ist. Der der Arbeit angefügte Datenträger enthält die Originaldaten in Originalgröße. Zudem befinden sich auf dem Datenträger alle originalen und ungeschnittenen Audiodateien der durchgeführten Interviews.

### Inhalt des Anhanges

Anhang: Methodikstruktur-Gesamtdiagramm

Anhang: Interviewleitfäden

Anhang: Ergebnisse der Experteninterviews

Erhaltene Dokumente und Ergebnisse:

- Erhaltene Dokumente des THW
  - o Dislozierung im Landesverband NRW
  - o Geschäftsführerbereich Köln
  - o Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des THW
- Erhaltene Dokumente der Feuerwehr Köln
  - o Inbetriebnahme eines Trinkwassernotbrunnens
  - o Liste der Trinkwassernotbrunnen nach BBK
  - o Liste der Trinkwassernotbrunnen der Feuerwehr Köln
  - o Wassersicherstellung
  - o Trinkwassernotbrunnen im Stadtgebiet Köln
  - o Trinkwassernotversorgung
  - o Übersicht Wasserbehälter
  - o Ergänzende Informationen aus Emails bzw. Nachrecherchen
  - o Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente der Berufsfeuerwehr
- Erhaltene Dokumente des Krankenhauses Merheim
  - o Wasserverbräuche Merheim
  - o Bestands-Lageplan Trinkwasser
  - o Leistung der Pumpen der Druckerhöhungsanlage (Email)
  - o Meldewege
  - o Auslösung der Stabsleitung
  - o Zusätzliche Dokumente
  - o Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des Krankenhauses Merheim



Anhang: Interviewleitfäden

# Interviewleitfaden – Ärztlicher Leiter

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.

Bevor anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)

Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungswesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungswesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.

Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.

Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.

Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.

Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln

Als Information möchte ich Ihnen noch das definierte Schutzziel mitteilen, auf das sich die Kritikalitätsanalyse im Rahmen der Risikoanalyse bezieht:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

## **Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.

**Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

**Hauptfrage:**

Wie viele Patienten hat das Krankenhaus bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet pro Jahr und welches Einzugsgebiet hat das Krankenhaus?

**Hauptfrage:**

Welcher der Prozesse oder Abteilungen in dem Untersuchungsbereich sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!). Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!

**Hauptfrage:**

Wie viele Patienten werden pro Abteilung oder Station zurzeit und durchschnittlich behandelt?

**Unterfrage:**

Wie viele sind davon als kritisch einzustufen?

(Hinweis zur Terminologie „kritisch“: Es wird behelfsmäßig ein Klassifikationssystem der American Society of Anesthesiologists (ASA) herangezogen, das eine Einteilung von Patienten hinsichtlich der perioperativen Letalität und Morbidität ermöglicht. „Kritisch“ soll hier als ein Patientenzustand ab ASA-Klasse 4 definiert sein. Klasse 4 ist definiert als „Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt“

**Hauptfrage:**

Gibt es Maßnahmen/Möglichkeiten (technisch oder organisatorisch) die Prozesse des Krankenhauses (z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation, Sterilisation von Instrumenten oder Operationen) aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen (z.B. auch Verlegungen)?

**Unterfragen:**

- Ist eine Verlegung oder Evakuierung der Patienten möglich?
- Ist eine Abmeldung möglich?

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Pläne des Geländes
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Patientenstatistiken der Abteilungen im Untersuchungsbereich
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

# Interviewleitfaden – Experte Trinkwasserversorgung

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.

Bevor anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)

Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungswesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungswesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.

Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.

Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.

Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.

Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln

Als Information möchte ich Ihnen noch das definierte Schutzziel mitteilen, auf das sich die Kritikalitätsanalyse im Rahmen der Risikoanalyse bezieht:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

## **Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

*Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.*

**Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

**Hauptfrage:**

Welche Konzepte sind Ihnen bekannt, die eine erfolgreiche Ersatztrinkwasserversorgung für Krankenhäuser gewährleisten bzw. gewährleisten könnten?

**Unterfragen:**

- Welche Konzepte gibt es im Bereich von wissenschaftlichen Ausarbeitungen?
- Welche Konzepte gibt es im internationalen Bereich?
- Welche Konzepte gibt es im nationalen Bereich?

Welche dieser Konzepte würden Sie als Best Practice-Ansätze ansehen und die auch auf den Untersuchungsbereich übertragbar wären?

**Hauptfrage:**

Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

**Unterfragen:**

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?
- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krankenhauseinsatzplan
- Krisenmanagementpläne
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

# Interviewleitfaden – Gefahrenabwehr

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

*Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.*

*Bevor wir anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)*

*Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungsingenieurwesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.*

*Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.*

*Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.*

*Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.*

*Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln*

## **Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

*Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.*

## **Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

## **Hauptfrage:**

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?

## Anhang

### Unterfragen:

- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement
- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tankklustern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen
- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?

### Hauptfrage:

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung stehen Ihnen generell zur Verfügung, die nicht speziell für das Krankenhaus Merheim angedacht sind?

### Unterfragen:

- Besitzt Sie eine mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Gibt es Verträge mit privaten Firmen, die Kapazitäten für eine Trinkwasserversorgung haben? Z.B. Tanklaster oder abgepacktes Trinkwasser
- Haben Sie in anderen Bereichen Ressourcen zur Verfügung, um möglicherweise Trinkwasser zu transportieren und zu verteilen? Z.B. Pumpen, Tanks, etc.? Dies können Bereiche sein, die originär nicht für solche Zwecke gedacht sind oder an anderen Standorten, die nicht in Köln liegen.
- Wo befinden sich die städtischen Notbrunnen, die für eine Trinkwasserversorgung im Verteidigungsfall angedacht sind?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das mögliche Versorgungsvolumen mit Trinkwasser durch diese Maßnahmen und Ressourcen?

### Hauptfrage:

Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

### Unterfragen:

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?
- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt

### Hauptfrage:

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krankenhauseinsatzplan
- Krisenmanagementpläne
- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)
- Pläne des Geländes

## Anhang

- Übersichtsdokumente zu vorhandenen Einheiten, taktischem Einsatzwert, Verfügbarkeit, Alarmierung etc.
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Pläne mit Standorten von Notbrunnen
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

# Interviewleitfaden – Katastrophenschutzbeauftragter Krankenhaus

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.

Bevor anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)

Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungswesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungswesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.

Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.

Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.

Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.

Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln

Als Information möchte ich Ihnen noch das definierte Schutzziel mitteilen, auf das sich die Kritikalitätsanalyse im Rahmen der Risikoanalyse bezieht:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

**Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

*Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.*

**Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

**Hauptfrage:**

Welcher der Prozesse oder Abteilungen in dem Untersuchungsbereich sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!) Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!

**Hauptfrage:**

Gibt es Maßnahmen/Möglichkeiten (technisch oder organisatorisch) die Prozesse des Krankenhauses (z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation, Sterilisation von Instrumenten oder Operationen) aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen?

**Hauptfrage:**

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung und Aufrechterhaltung des Betriebes sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?

**Unterfragen:**

- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement
- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen
- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?
- Welche sonstigen Maßnahmen führen Sie bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Rahmen des Krankenhauseinsatzplanes durch?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?

**Hauptfrage:**

Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

**Unterfragen:**

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?
- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

## Anhang

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krankenhauseinsatzplan
- Krisenmanagementpläne
- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)
- Pläne des Geländes
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Pläne des Wassernetzes
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Pläne mit Standorten von Notbrunnen
- Wasserrechnungen
- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler
- Patientenstatistiken der Abteilungen im Untersuchungsbereich
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

# Interviewleitfaden – Technischer Leiter Krankenhaus

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.

Bevor anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)

Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungswesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungswesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.

Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.

Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.

Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.

Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln

Als Information möchte ich Ihnen noch das definierte Schutzziel mitteilen, auf das sich die Kritikalitätsanalyse im Rahmen der Risikoanalyse bezieht:

Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenehme Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.

## **Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

## Anhang

*Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.*

### **Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

### **Hauptfrage:**

Welche Redundanzen gibt es hinsichtlich der Trinkwasserversorgung in diesem Krankenhaus bzw. für das konkrete Untersuchungsgebiet?

### **Unterfragen:**

- Gibt es Trinkwassernotbehälter, die für Ausfälle genutzt werden können?
- Gibt es Brunnen, die einen direkten Anschluss an das Trinkwassernetz des Krankenhauses haben?
- Gibt es Möglichkeiten der Umlenkung des Trinkwasserstromes von einem Bereich in andere Bereiche?
- Gibt es mögliche Einspeisepunkte für eine Ersatztrinkwasserversorgung und wo sind diese?
- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?

### **Hauptfrage:**

Welche Abteilungen und sonstige Einrichtungen gibt es hier in diesem Untersuchungsgebiet?

### **Unterfragen:**

- Von welchen anderen Prozessen, wie z.B. Sterilgutversorgung, Lebensmittelversorgung, Klimaanlage oder Sprinkleranlage, sind diese abhängig?
- Welche dieser anderen lebenswichtigen Prozesse befinden sich im Bereich des Untersuchungsgebietes?

### **Hauptfrage:**

Welcher der Prozesse oder Abteilungen in dem Untersuchungsbereich sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!) Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!

### **Hauptfrage:**

Welche der kritischen Prozessbausteine und deren Abhängigkeiten sind von einer Trinkwasserversorgung abhängig?

Ist z.B. die Löschwasserversorgung an das Trinkwassernetz angeschlossen?

### **Hauptfrage:**

Welcher dieser Trinkwasseranbindungen kann nicht unterbrochen oder untersagt werden? Warum?

### **Hauptfrage:**

Gibt es Maßnahmen/Möglichkeiten (technisch oder organisatorisch) die Prozesse des Krankenhauses (z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation, Sterilisation von Instrumenten oder Operationen) aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen?

**Hauptfrage:**

Was ist der durchschnittliche Trinkwasserverbrauch/-Bedarf pro kritischem Prozessbaustein und pro Prozess, von dem diese Abhängig sind?

**Hauptfrage:**

Haben Sie Daten für den Trinkwasserverbrauch pro Aktivität, wie z.B. für die Dialyse, Sterilisation oder Toilettenbesuch? Wenn ja, wie hoch ist der Verbrauch pro Aktivität und wie häufig pro Tag wird diese durchgeführt?

**Hauptfrage:**

Welche Aktivitäten der kritischen Prozesse können unterlassen werden oder gibt es wasserlose Alternativen?

**Hauptfrage:**

Wie lange könnten welche Aktivitäten ohne Wasserzufuhr von außen funktionieren?

**Hauptfrage:**

Welche weiteren Maßnahmen zur Reduzierung des Bedarfes an Trinkwasser gibt es vor Ort?

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente können Sie zur Verfügung stellen, um den Trinkwasserbedarf/-Verbrauch der Prozessbausteine zu ermitteln? Beispiele wären Wasserrechnungen oder Daten von Durchflussmessern.

**Hauptfrage:**

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?

**Unterfragen:**

- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement
- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen
- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?
- Welche sonstigen Maßnahmen führen Sie bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Rahmen des Krankenseinsatzplanes durch?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?

**Hauptfrage:**

Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

**Unterfragen:**

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?
- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krankenhauseinsatzplan
- Krisenmanagementpläne
- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)
- Pläne des Geländes
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Pläne des Wassernetzes
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Pläne mit Standorten von Notbrunnen
- Wasserrechnungen
- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

# Interviewleitfaden – WVU

Ort: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

*Sehr geehrter/e Herr/Frau \_\_\_\_\_, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.*

*Bevor anfangen: Sind Sie damit einverstanden, dass diese Gespräch auf Tonband aufgezeichnet wird? (Bei Ja: Dankeschön)*

*Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungsingenieurwesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.*

*Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.*

*Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.*

*Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.*

*Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostmerheimer Straße 200, 51109 Köln*

## **Zwischenfrage vor Beginn des Interviews:**

Haben Sie Fragen zu dem Forschungsvorhaben bevor wir mit den Fragen anfangen?

*Das Interview wird sich zeitlich maximal auf 1 Stunde belaufen.*

## **Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

## **Hauptfrage:**

Wie ist konkret die Trinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim durch Ihr Unternehmen konzeptioniert?

## **Unterfragen:**

## Anhang

- Ist die Versorgung nur durch Ihr Unternehmen sichergestellt oder existiert ein Verbundsystem mit anderen Versorgern?
- Wie verlaufen die Rohrleitungen für Trinkwasser im Bereich des Krankenhauses Merheim?
- Aus welchen Quellen kommt das Trinkwasser, das u.a. das Krankenhaus Merheim erreicht?
- Was ist Ihr Kenntnisstand über den Trinkwasserverbrauch bzw. das von Ihnen gelieferte Trinkwasser an das Krankenhaus Merheim bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet?

### **Hauptfrage:**

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?

### **Unterfragen:**

- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement
- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen
- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?

### **Hauptfrage:**

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung stehen Ihnen generell zur Verfügung, die nicht speziell für das Krankenhaus Merheim angedacht sind?

### **Unterfragen:**

- Besitzt Sie eine mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?
- Gibt es Verträge mit privaten Firmen, die Kapazitäten für eine Trinkwasserversorgung haben? Z.B. Tanklaster oder abgepacktes Trinkwasser
- Haben Sie in anderen Bereichen Ressourcen zur Verfügung, um möglicherweise Trinkwasser zu transportieren und zu verteilen? Z.B. Pumpen, Tanks, etc.? Dies können Bereiche sein, die originär nicht für solche Zwecke gedacht sind oder an anderen Standorten, die nicht in Köln liegen.
- Wo befinden sich die städtischen Notbrunnen, die für eine Trinkwasserversorgung im Verteidigungsfall angedacht sind?
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das mögliche Versorgungsvolumen mit Trinkwasser durch diese Maßnahmen und Ressourcen?

### **Hauptfrage:**

Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

### **Unterfragen:**

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?
- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt

**Hauptfrage:**

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krisenmanagementpläne
- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)
- Pläne des Geländes
- Übersichtsdokumente zu vorhandenen Einheiten, taktischem Einsatzwert, Verfügbarkeit, Alarmierung etc.
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Pläne des Wassernetzes
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Pläne mit Standorten von Notbrunnen
- Wasserrechnungen
- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben. Bevor die Tonbandaufnahme gestoppt wird: Haben Sie noch Anmerkungen zu einer der Fragen oder zu dem Interview allgemein?*

Anhang: Ergebnisse der Experteninterviews

Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Schell

Datum:

Ort: Scheibenstraße 13, 50737 Köln

Frage	Ergebnis
<p><b>Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jürgen Schell</li> <li>- Sachbearbeiter im städtischen Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz der Berufsfeuerwehr Köln</li> <li>- Verwaltungsbeamter der Stadt Köln</li> <li>- Hauptaufgabe ist die Betreuung der Hilfsorganisationen, was eine Aufsicht und Überprüfung beinhaltet</li> <li>- Thema Trinkwasser (inklusive Trinkwassernotbrunnen) ist eine Randaufgabe</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement</li> <li>- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen</li> <li>- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt keine konkreten Planungen</li> <li>- Es gibt einen sehr groben „Plan“, der schon etwas veraltet und nicht ausreichend ist</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung stehen Ihnen generell zur Verfügung, die nicht speziell für das Krankenhaus Merheim angedacht sind?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besitzt Sie eine mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Gibt es Verträge mit privaten Firmen, die Kapazitäten für eine Trinkwasserversorgung haben? Z.B. Tanklaster oder abgepacktes Trinkwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt Tankfahrzeuge (z.B. Tanklöschfahrzeuge), welche jedoch desinfiziert werden müssen. Diese sind jedoch von der Kapazität her wohl geeignet. Löschfahrzeugnutzung ist mit Vorsicht zu genießen wegen z.B. Verkeimung. Einhaltung der Trinkwasserverordnung ist also fraglich.</li> <li>- Betreuungs-LKWs mit Trinkwassersätzen (auch von Hilfsorganisationen)</li> <li>- Faltsätze/Trinkwassersätze und auch anderes auf den Dekon-P Fahrzeugen des Bundes</li> <li>- Trinkwassersätze mit einer Kapazität von bis zu 2000l</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haben Sie in anderen Bereichen Ressourcen zur Verfügung, um möglicherweise Trinkwasser zu transportieren und zu verteilen? Z.B. Pumpen, Tanks, etc.? Dies können Bereiche sein, die originär nicht für solche Zwecke gedacht sind oder an anderen Standorten, die nicht in Köln liegen.</li> <li>- Wo befinden sich die städtischen Notbrunnen, die für eine Trinkwasserversorgung im Verteidigungsfall angedacht sind?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das mögliche Versorgungsvolumen mit Trinkwasser durch diese Maßnahmen und Ressourcen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kapazitäten und Anzahl der vorhergenannten Fahrzeuge etc. werden nachrecherchiert und nachgereicht</li> <li>- Aufbereitungslagen sind nicht vorgehalten</li> <li>- Bundesgrenzschutz (heute Bundespolizei) in St. Augustin hat eine Aufbereitungsanlage</li> <li>- Trinkwassernotbrunnen</li> <li>- Vorlaufzeiten und Inbetriebnahme der Brunnen sind nicht so einfach ermittelbar, da nicht erprobt</li> </ul>
<p>Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dekon-P und generell Trinkwassersätze: Ja</li> <li>- Tanklöschfahrzeuge: fraglich</li> <li>- Chlortabletten im Wasserwerk Hohlweide eingelagert</li> </ul>
<p>Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kapazitäten und Anzahl der vorhergenannten Fahrzeuge etc. werden nachrecherchiert und nachgereicht</li> <li>- Standorte der Trinkwassernotbrunnen (öffentlich und privat, sofort betriebsbereit und nicht sofort betriebsbereit), eigene Liste und Liste vom BBK</li> <li>- Grober Plan zur Trinkwasserversorgung</li> <li>- Übersicht Wasserbehälter</li> <li>- Beschreibung Wasserversorgungssätze</li> <li>- Dokumente zur Beschreibung und Inbetriebnahme der Notbrunnen im Stadtgebiet Köln</li> <li>- Viele Dokumente sind nicht mehr aktuell!</li> </ul>
<p>Sonstige Erkenntnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thema Trinkwasserversorgung ist jahrelang sehr stiefmütterlich behandelt worden. Planungen sind nicht durchgeführt worden.</li> <li>- Kapazitäten/Maßnahmen von z.B. Dekon-P zum Trinkwassertransport sind nur theoretisch angedacht, also gibt es keine Planungen</li> <li>- Planungen/Maßnahmen sind oft nicht aktuell</li> <li>- Schulungen für Inbetriebnahme der Notbrunnen werden nicht mehr durchgeführt</li> </ul>

- Trinkwasser ist sehr wichtiges Thema und muss mehr behandelt werden
- Vieles ist rein auf die Rheinenergie übertragen worden (z.B. Inbetriebnahme Notbrunnen, Lagerung Chlor, generell Verantwortung), obwohl alle miteinander arbeiten müssen und die Verantwortlichkeiten anders liegen können (je nach Lage)
- Verantwortung im Katastrophenfall gesetzlich fest bei der Feuerwehr definiert, deshalb wird Rheinenergie den Ball zurückspielen
- Kommune ist in der Pflicht. Rheinenergie, THW etc. zusammenzubringen, damit Pläne festgelegt werden

Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Braun

Datum:

Ort: Krankenhaus Merheim

Frage	Ergebnis
<p><b>Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Michael Braun</li> <li>- Handwerker in der technischen Abteilung des Krankenhauses Merheim</li> <li>- Gelernter Sanitärinstallateur</li> <li>- Zuständig für Kleinst-Reparaturen, Wartungen</li> <li>- Seit 36 Jahren im Krankenhaus Merheim</li> </ul>
<p><b>Welche Redundanzen gibt es hinsichtlich der Trinkwasserversorgung in diesem Krankenhaus bzw. für das konkrete Untersuchungsgebiet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt es Trinkwassernotbehälter, die für Ausfälle genutzt werden können?</li> <li>- Gibt es Brunnen, die einen direkten Anschluss an das Trinkwassernetz des Krankenhauses haben?</li> <li>- Gibt es Möglichkeiten der Umlenkung des Trinkwasserstromes von einem Bereich in andere Bereiche?</li> <li>- Gibt es mögliche Einspeisepunkte für eine Ersatztrinkwasserversorgung und wo sind diese?</li> <li>- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt keine Ersatzversorgungssysteme</li> <li>- Keine Wassertanks</li> <li>- Es gibt eine Ringleitung mit zwei Wassereinspeisungen (Einfahrt Olpener Straße, Adenauer Siedlung), die sich gegenseitig ersetzen können. Bei Problemen innerhalb des eigenen Netzes, wie z.B. großer Bruch, würde dies jedoch ggf. nicht so gut funktionieren</li> <li>- Es gibt von außen keine Anschlüsse/Zugangspunkte für eine Ersatztrinkwasserversorgung, die auch nicht provisorisch zeitnah errichtet werden könnten</li> <li>- Aufbereitungsanlage gibt es nicht</li> <li>- Haus 20 hat eine Druckerhöhungsanlage mit insgesamt 12m<sup>3</sup> (Korrektur aus Begehung. Siehe Fotos) Wasser in Behältern. Druck immer 2,5 bar in jedem Stockwerk. Tanks werden immer automatisch nachgefüllt. Ab 10% Füllstand wird abgeschaltet (siehe Fotos). 5 Pumpen ziehen das Wasser. Daraus lässt sich errechnen wie schnell die Tanks leer sind, also kein Trinkwasser mehr da ist.</li> </ul>
<p><b>Welche Abteilungen und sonstige Einrichtungen gibt es hier in diesem Untersuchungsgebiet?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Von welchen anderen Prozessen, wie z.B. Sterilgutversorgung, Lebensmittelversorgung, Klimaanlage oder Sprinkleranlage, sind diese abhängig?</li> <li>- Welche dieser anderen lebenswichtigen Prozesse befinden sich im Bereich des Untersuchungsgebietes?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt dafür Übersichten, aber momentan ziehen viele Abteilungen um, da es Neubauten gibt</li> <li>- Auch die Übersicht über die Patientenzahlen sind zentral nicht gepflegt durch die Neustrukturierung</li> <li>- Eine Übersicht müsste erfragt werden</li> <li>- Klimaanlage ist nicht von Trinkwasser abhängig, da geschlossenes System</li> <li>- Sprinkleranlage gibt es im Haus nicht</li> <li>- Reinstwasseraufbereitungsanlage (durch Begehung identifiziert, siehe Foto)</li> </ul>
<p><b>Welcher der Prozesse oder Abteilungen in dem Untersuchungsbereich sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensivstation</li> <li>- OPs</li> <li>- Dialyse</li> </ul>

<p><b>Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!) Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zentralwäscherei (Intensivstation und OP abhängig)</li> <li>- Zentral- bzw. Akutlabor</li> <li>- Zentralsterilisation</li> <li>- Fäkalienspüle auf jeder Station mit thermischer Desinfektion (andere Bereiche also davon abhängig)</li> </ul>
<p><b>Welche der kritischen Prozessbausteine und deren Abhängigkeiten sind von einer Trinkwasserversorgung abhängig? Ist z.B. die Löschwasserversorgung an das Trinkwassernetz angeschlossen?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensivstation und OP von der Zentralwäscherei abhängig und dieses braucht Wasser</li> <li>- Zentral- bzw. Akutlabor</li> <li>- Zentralsterilisation</li> <li>- Fäkalienspüle auf jeder Station mit thermischer Desinfektion</li> <li>- Dialyse</li> <li>- OPs</li> <li>- Reinstwasseraufbereitungsanlage</li> </ul>
<p><b>Welcher dieser Trinkwasseranbindungen kann nicht unterbrochen oder untersagt werden? Warum?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kann eigentlich nur das medizinische Personal beantworten</li> <li>- Kommt auch auf die Länge des Ausfalles an</li> <li>- Unsicher, ob dies jemals thematisiert wurde bisher</li> </ul>
<p><b>Was ist der durchschnittliche Trinkwasserverbrauch/-Bedarf pro kritischem Prozessbaustein und pro Prozess, von dem diese Abhängig sind?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zentralwäscherei ist der größte Verbraucher</li> <li>- Ansonsten wir keine kleinteilige Messung durchgeführt</li> </ul>
<p><b>Haben Sie Daten für den Trinkwasserverbrauch pro Aktivität, wie z.B. für die Dialyse, Sterilisation oder Toilettenbesuch? Wenn ja, wie hoch ist der Verbrauch pro Aktivität und wie häufig pro Tag wird diese durchgeführt?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nein</li> </ul>
<p><b>Welche Aktivitäten der kritischen Prozesse können unterlassen werden oder gibt es wasserlose Alternativen?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt bestimmte Mengen, z.B. an Wäsche und Sterilgut, das bereits fertig vorgehalten wird (für einen gewissen Zeitraum)</li> <li>- Ohne Wasser keine Laboranalyse und das Notfalllabor kann mit den anderen Laboren im Krankenhaus nicht ersetzt werden</li> <li>- Im OP-Bereich sind Wasserbehälter mit sterilem Wasser, was zur Not genutzt werden kann</li> </ul>
<p><b>Wie lange könnten welche Aktivitäten ohne Wasserzufuhr von außen funktionieren?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein Szenario von 1 Tag Ausfall ist schwer vorzustellen bzw. man weiß nicht, was dann passieren würde</li> </ul>
<p><b>Welche Dokumente können Sie zur Verfügung stellen, um den Trinkwasserbedarf/-Verbrauch der Prozessbausteine zu ermitteln? Beispiele wären Wasserrechnungen oder Daten von Durchflussmessern.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geländeplan mit den Rohrleitungen für Wasser</li> <li>- Übersicht Wasserverbrauch insgesamt</li> <li>- Pumpleistungen Druckerhöhungsanlage</li> </ul>

<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement</li> <li>- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen</li> <li>- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> <li>- Welche sonstigen Maßnahmen führen Sie bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Rahmen des Krankenseinsatzplanes durch?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planungen gibt es nicht</li> <li>- Bis man alle informiert hat, dass das Wasser nicht zu nutzen ist, ist es möglich, dass das Wassernetz schon leer ist.</li> </ul>
<p><b>Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Da nichts geplant ist, ist die Frage obsolet</li> </ul>
<p><b>Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übersicht zu Funktionsbereichen des Krankenhauses und Pumpleistungen der Druckerhöhungsanlage werden recherchiert und zur Verfügung gestellt</li> <li>- Gesamtwasserverbrauch</li> </ul>
<p><b>Sonstige Erkenntnisse</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Da das Netz um das Krankenhaus privat ist, muss der Betreiber Anschlüsse schaffen (Bei dem Schieber, wo momentan das Wasser in das Gebäude eingespeist wird!)</li> <li>- Thematik wird unterschätzt (auch vom Versorger)</li> <li>- Bisher eigentlich keine Betrachtung. Auch nicht in der Notfallplanung</li> <li>- Seit 36 Jahren wurde diese Fragestellung nicht angegangen</li> <li>- Versorger sind sich anscheinend sicher, dass dieses Szenario nie eintritt</li> </ul>

Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Bujack

Datum: 15.5.2018

Ort: Ostmerheimer Straße 202, Köln

Frage	Ergebnis
<p><b>Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marc Bujack</li> <li>- Leiter THW Regionalstelle Köln</li> <li>- Verantwortlich für alles was im THW im Bereich Köln läuft</li> <li>- Betraut vor allem mit Verwaltungsaufgaben, Kontakt zu Anforderern, strategische Einsatzplanungen mit Ausrichtung in Richtung Kritischen Infrastrukturen (zurzeit hauptsächlich Stromversorgung)</li> <li>- Patenregionalstelle für Infrastruktur mit Betreuung von 24 Einheiten in NRW, bis Anfang letzten Jahres zuständig für die Trinkwassereinheiten</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement</li> <li>- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen</li> <li>- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicht bekannt, dass Planungen existieren</li> <li>- Weder für Merheim, noch für Uniklinik Köln oder Kliniken in Bonn</li> <li>- THW wird zurzeit nur auf Anforderung aktiv</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung stehen Ihnen generell zur Verfügung, die nicht speziell für das Krankenhaus Merheim angedacht sind?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besitzt Sie eine mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Gibt es Verträge mit privaten Firmen, die Kapazitäten für eine Trinkwasserversorgung haben? Z.B. Tanklaster oder abgepacktes Trinkwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 Einheiten Infrastruktur im Bereich Köln mit Trinkwasserpumpen und Trinkwasserverteilungen (auch Einspeisungen in andere Netze und andere Verteilung aus z.B. Intermediate Bulk Behälter mit 1m<sup>3</sup>), in NRW über 20 Einheiten</li> <li>- In NRW 2 Einheiten mit Trinkwasseraufbereitungsanlage mit jeweils 15 m<sup>3</sup>/h Ultrafiltration (Standorte: Lemgo und Ibbenbüren)</li> <li>- In Leverkusen eine Einheit für Trinkwasserverteilung im größeren Maße, die Wasser transportieren kann (siehe nächster Punkt)</li> <li>- Mit der Fachgruppe Trinkwasseraufbereitung gibt es auch die Module Logistik,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haben Sie in anderen Bereichen Ressourcen zur Verfügung, um möglicherweise Trinkwasser zu transportieren und zu verteilen? Z.B. Pumpen, Tanks, etc.? Dies können Bereiche sein, die originär nicht für solche Zwecke gedacht sind oder an anderen Standorten, die nicht in Köln liegen.</li> <li>- Wo befinden sich die städtischen Notbrunnen, die für eine Trinkwasserversorgung im Verteidigungsfall angedacht sind?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das mögliche Versorgungsvolumen mit Trinkwasser durch diese Maßnahmen und Ressourcen?</li> </ul>	<p>wo 1000-5000l Wasserblasen vorgesehen sind. Diese können auf LKW verladen und dann verteilt oder über Pumpen eingespeist werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausrückzeit der Einheiten ca. 1 Stunden</li> <li>- Generelle Vorlaufzeit bis Beginn der Maßnahmen 3 Stunden</li> <li>- Aufbereitungsanlagen brauchen ca. 24 Stunden an Vorlaufzeit</li> <li>- THW ist vorgesehen die Notbrunnen der Stadt zu betreiben</li> <li>- Es würde statt Notbrunnen mehr Sinn machen, Wasser von außen zuzuführen durch z.B. Milchlaster, die hygienisch unbedenklich sind</li> <li>- Zeit zur Inbetriebnahme von Notbrunnen ist nicht bekannt</li> </ul>
<p>Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist bei allen Maßnahmen einhaltbar</li> <li>- Es gibt genügend Desinfektionsmöglichkeiten</li> <li>- Beachten: Notbrunnen sind fraglich</li> </ul>
<p>Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumente mit Standorten und Kapazitäten von Einheiten</li> </ul>
<p>Sonstige Erkenntnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information der Rheinenergie, dass bei großflächigem Ausfall die Notbrunnen nicht in Betrieb genommen werden müssten, da dies zu anderen Problemen führen würde</li> <li>- Trinkwassernotbrunnen haben hinsichtlich Ergiebigkeit, Funktionalität (kaputtes oder unhygienisches Material) Probleme</li> <li>- Ansprechpartner/Zuständigkeiten müssten für solche Lagen geregelt werden. Auch innerhalb der Krankenhäuser</li> <li>- Einsatzoptionen der verschiedenen Organisationen sind oft nicht weitreichend bekannt</li> </ul>

Ergebnisse des Experteninterviews mit Herrn Exner

Datum: 16.5.2018

Ort: Uniklinikum Bonn

Frage	Ergebnis
<p><b>Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Martin Exner</li> <li>- Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin</li> <li>- Seit 1978 im Bereich der Hygiene</li> <li>- 2 Jahre lang zuständig für die Seuchen- und Umwelthygiene im Gesundheitsamt Köln</li> <li>- 6 Jahre lang geschäftsführender Direktor am Hygieneinstitut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen</li> <li>- 1994 Übernahme Lehrstuhl für Hygiene und öffentliche Gesundheit am Universitätsklinikum in Bonn</li> <li>- Mitglied der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert-Koch-Institut</li> <li>- Dienstältestes Mitglied und seit 12 Jahren Vorsitzender der Trinkwasserkommission beim Bundesgesundheitsministerium</li> <li>- Vorsitzender der Desinfektionsmittelkommission des Verbundes für angewandte Hygiene</li> <li>- Befassung mit Global Health und Etablierung eines Masterstudienganges in diesem Bereich an der Universität Bonn</li> <li>- Das Institut ist WHO Kollaborationszentrum auf dem Gebiet Health Promoting, Water Management and Risk Communication</li> </ul>
<p><b>Welche Konzepte sind Ihnen bekannt, die eine erfolgreiche Ersatztrinkwasserversorgung für Krankenhäuser gewährleisten bzw. gewährleisten könnten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Konzepte gibt es im Bereich von wissenschaftlichen Ausarbeitungen?</li> <li>- Welche Konzepte gibt es im internationalen Bereich?</li> <li>- Welche Konzepte gibt es im nationalen Bereich?</li> </ul> <p><b>Welche dieser Konzepte würden Sie als Best Practice-Ansätze ansehen und die auch auf den Untersuchungsbereich übertragbar wären?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine konkreten, außer die Angaben aus der Konzeption Zivile Verteidigung</li> <li>- Es gab früher Brunnen auf den Geländen der Krankenhäuser, die zu großen Teilen aber nicht mehr existieren</li> <li>- Entwicklung von Konzepten muss jetzt u.a. durch das BBK durchgeführt werden</li> <li>- Uniklinikum Bonn möchte zurzeit eigenes Konzept entwickeln</li> <li>- Die technischen Möglichkeiten für eine Ersatztrinkwasserversorgung sind grundsätzlich da. Jedoch müssen diese auch genutzt bzw. eingeplant werden.</li> </ul>
<p><b>Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwie-</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein Notbrunnen muss gewartet und betrieben werden und es gibt Möglichkeiten der Filtration und Desinfektion, so</li> </ul>

<p><b>weit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt</li> </ul>	<p>dass es beherrschbar ist, wenn es so konzipiert ist</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren zur Aufbereitung sind vorhanden/geeignet und müssen nur eingeplant sein. Das Volumen an Wasser muss verfügbar sein</li> </ul>
<p><b>Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinweis auf Konzeption Zivile Verteidigung</li> <li>- Hinweis auf die Schweiz</li> <li>- Hinweis auf Guidelines der WHO</li> <li>- Hinweis auf Dokumente des BBK</li> <li>- Hinweis auf Dokumente anderer Länder</li> </ul>
<p><b>Sonstige Erkenntnisse</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thematik sehr bedeutsam und wird auch in der Trinkwasserkommission diskutiert</li> <li>- Seit 1990 wurde sich mit diesen Fragen der Ersatztrink- oder Notwasserversorgung von Krankenhäusern nicht mehr ausführlich befasst</li> <li>- Nach Neueinschätzung der Gefahrenlage ergibt sich neue Relevanz (siehe dafür auch das Konzept zivile Verteidigung)</li> <li>- In der Konzeption Zivile Verteidigung ist die Wasserversorgung mit Hauptbestandteil, wobei diese Überlegungen noch nicht explizit für die Krankenhäuser gemacht wurden</li> <li>- Auch in der Krankenhauslandschaft ist dies unzureichend betrachtet worden</li> <li>- Der Handlungsbedarf ist groß und aktuelle Konzepte greifen bei Lagen mit Krankenhäusern nicht</li> <li>- Hauptproblem ist das mangelnde Bewusstsein der Gefahr eines Trinkwasserausfalles und der Notwendigkeit von Vorplanungen. Es sollte die Zeit genutzt werden, damit man sich nicht hinterher große Vorwürfe machen muss. Auch aus Sicht der öffentlichen Gesundheit ist dieses Thema ganz hochrangig.</li> <li>- Vorplanungen sind nötig, damit in akuten Lagen gehandelt wird und nicht erst überlegt werden muss. Zudem muss in den Water Safety Plan auch die Inbetriebnahme und vorherige Wartung der Notbrunnen</li> <li>- Uniklinikum Bonn weiß den Bedarf an Trinkwasser für die eigenen Gebäude. Wasserzähler an jedem Gebäude und Übergabestelle. Das Uniklinikum besitzt keine Einspeisestelle für eine Ersatzversorgung mit Trinkwasser.</li> <li>- Bedarfe an Trinkwasser für Funktionsbereiche innerhalb eines Gebäudes</li> </ul>

müssten erhoben werden, damit die Allokation in Gefahrenlagen optimiert wird. Auch für die Reduzierung des Bedarfes bei einem Ausfall

- Bei Ausfall können Krankenhäuser den akuten Bedarf innerhalb von Stunden nicht mehr decken. Vieles kann zwar kompensiert werden, wie bei Intensivstationen, wo vieles ohne Trinkwasser funktioniert oder bei Waschungen durch Desinfektionsmittel. Dennoch ist es ein großes Problem
- Trinkwasser im Krankenhaus wird gebraucht auch zum Händewaschen, Reinigungsautomaten, Spülungen für Abwasserentsorgungen etc. Der Ausfall führt zu einer Störung der hygienischen Patientenbetreuung.

Ergebnisse des Experteninterviews mit Vertretern der Rheinenergie

Datum: 29.5.2018

Ort: Parkgürtel 24, Köln

Frage	Ergebnis
<b>Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Andreas Haun<ul style="list-style-type: none"><li>o Zukünftiger Referent der Querverbundleitstelle</li><li>o Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Netzführung in allen Sparten (Strom, Wasser, Gas)</li><li>o Vorher im Bereich Gasanlagen tätig</li></ul></li><li>- Dr. Iris Hübner<ul style="list-style-type: none"><li>o Leiterin des mikrobiologischen Labors der Rheinenergie zur Trinkwasserüberwachung</li><li>o Kontakte und Anzeigepflichten nach Trinkwasserverordnung gegenüber dem Gesundheitsamt werden von dem Labor wahrgenommen (z.B. sofortige Anzeige einer Unterbrechung der Trinkwasserversorgung und Abstimmung des Bedarfes an Desinfektionsmaßnahmen)</li></ul></li><li>- Herr Geiß<ul style="list-style-type: none"><li>o Zuständig für die maschinentechnische und verfahrenstechnische Wasserproduktion im Bereich Köln, Bergisch Gladbach, Frechen, Pulheim, Brühl</li><li>o Auch zuständig für Maßnahmen, wie Trinkwasserdesinfektion und Anlagendesinfektion im Netz</li></ul></li><li>- Markus Bruchaus<ul style="list-style-type: none"><li>o Technischer Netzservice</li><li>o Netzverantwortlicher für die rechtsrheinische Seite</li></ul></li><li>- Susanne Görg<ul style="list-style-type: none"><li>o Rettungsingenieurin</li><li>o Seit Februar zuständig für die Koordination des Krisen- und Notfallmanagements beim technischen Netzservice der Rheinenergie</li><li>o Der Querverbundleitstelle zugeordnet</li><li>o Früher im Krankenhausbau gearbeitet</li></ul></li></ul>

<p><b>Wie ist konkret die Trinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim durch Ihr Unternehmen konzeptioniert?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist die Versorgung nur durch Ihr Unternehmen sichergestellt oder existiert ein Verbundsystem mit anderen Versorgern?</li> <li>- Wie verlaufen die Rohrleitungen für Trinkwasser im Bereich des Krankenhauses Merheim?</li> <li>- Aus welchen Quellen kommt das Trinkwasser, das u.a. das Krankenhaus Merheim erreicht?</li> <li>- Wie ist Ihr Kenntnisstand über den Trinkwasserverbrauch bzw. das von Ihnen gelieferte Trinkwasser an das Krankenhaus Merheim bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drei Einspeisestellen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o 2 Wasseranschlüsse, die sich auch zu 100% gegenseitig ersetzen können (Olpener Straße und Neubrück)</li> <li>o Zusätzliche Einspeisung von den Landeskliniken aus Richtung der Landeskliniken</li> <li>o Somit ist eine hohe Redundanz gegeben (N-1-Prinzip)</li> <li>o Ausfall von einzelnen Wasserwerken/Transportachsen etc. kann von der Rheinenergie kompensiert werden</li> </ul> </li> <li>- Auf Klinikgelände ist es ein Privatnetz</li> <li>- Das Klinikum benötigt ca. 150 m<sup>3</sup>/h in als Spitzenwert</li> <li>- Druckerhöhungsanlage im Krankenhaus braucht einen Vordruck von 1,5 bar</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement</li> <li>- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen</li> <li>- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nein</li> </ul>
<p><b>Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung stehen Ihnen generell zur Verfügung, die nicht speziell für das Krankenhaus Merheim angedacht sind?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besitzt Sie eine mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?</li> <li>- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?</li> <li>- Gibt es Verträge mit privaten Firmen, die Kapazitäten für eine Trinkwasserversorgung haben? Z.B. Tanklaster oder abgepacktes Trinkwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generell ja, denn es herrscht eine Verpflichtung dazu als Wasserversorger</li> <li>- Es gibt keine leitungsungebundenen Maßnahmen</li> <li>- Entstördienste, Rufbereitschaften für Störungsbeseitigungen, Fremdfirmen für Instandsetzungen</li> <li>- Es wäre möglich Leitungen zu etablieren bzw. instand zu setzen (auch provisorisch durch z.B. Schläuche oder PE-Leitungen). Dies würde ca. 4 Stunden dauern, was aber noch nicht Trinkwasser ist. Eine Desinfektion ist jedoch dann auch von Seiten der Rheinenergie möglich.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haben Sie in anderen Bereichen Ressourcen zur Verfügung, um möglicherweise Trinkwasser zu transportieren und zu verteilen? Z.B. Pumpen, Tanks, etc.? Dies können Bereiche sein, die originär nicht für solche Zwecke gedacht sind oder an anderen Standorten, die nicht in Köln liegen.</li> <li>- Wo befinden sich die städtischen Notbrunnen, die für eine Trinkwasserversorgung im Verteidigungsfall angedacht sind?</li> <li>- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das mögliche Versorgungsvolumen mit Trinkwasser durch diese Maßnahmen und Ressourcen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine Desinfektion bzw. Aufbereitung ist ca. innerhalb von 4 bis 5 Stunden möglich. Jedoch nicht für z.B. Abfüllung von Tankwagen, sondern rein leitungsgebunden, also keine Aufbereitungsanlage</li> <li>- Wasser könnte in Form von Flaschen und an Hydranten ausgegeben werden</li> <li>- Die Trinkwassernotbrunnen werden von der Rheinenergie gewartet, jedoch nicht betrieben. Die letzte Übung ist ca. 10 Jahre her. Desinfektion erfolgt über Chlortabletten, das bei der Rheinenergie eingelagert ist.</li> <li>- Leitungsgebundene Ersatzversorgung kann zu 100% gedeckt werden</li> </ul>
<p>Bei den von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?</li> <li>- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt</li> </ul>	<p>Ja. Bis auf die Notbrunnen. Bei diesen ist die Qualität nicht gesichert zu hundert Prozent zu erreichen.</p>
<p>Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen? Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatzpläne</li> <li>- Maßnahmenpläne</li> <li>- Krisenmanagementpläne</li> <li>- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)</li> <li>- Pläne des Geländes</li> <li>- Übersichtsdokumente zu vorhandenen Einheiten, taktischem Einsatzwert, Verfügbarkeit, Alarmierung etc.</li> <li>- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen</li> <li>- Pläne des Wassernetzes</li> <li>- Wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>- Pläne mit Standorten von Notbrunnen</li> <li>- Wasserrechnungen</li> <li>- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler</li> <li>- Sonstiges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>

### Sonstige Erkenntnisse

- Gründe eines Trinkwasserausfalles müssen bekannt sein
- Ausfall der Trinkwasserversorgung lokal/punktuell (ohne Kontamination) sehr theoretisch.
- Szenario ist relativ unrealistisch und beherrschbar (auch kurzfristig)
- Ausfall nur möglich, wenn ein größerer Schaden in dem Leitungsnetz des Krankenhauses geschieht. Ansonsten nur, wenn die Peripherie im Umfeld auch betroffen ist
- Im Bereich des Krankenhauses ist das Wassernetz privat. Daher hat die Rheinenergie dort keinerlei Befugnisse und Verantwortungen. Auch bei einem Katastrophenfall ist der Notfallplan durch das Krankenhaus und die Feuerwehr Köln zu erarbeiten, was also in diesem Fall zu tun ist
- Als Größeres und relevanteres Szenario wird der Ausfall der Versorgung (ggf. mit bzw. ausgelöst durch den Ausfall der Stromversorgung) in z.B. dem gesamten rechtsrheinischen Gebiet angesehen
- Ein Maßnahmenplan müsste situativ mit mehreren Szenarien erarbeitet werden
- Krankenhaus nicht zu versorgen, daher muss evakuiert werden
- Das Gesundheitsamt muss bei der Problembetrachtung mit einbezogen werden, da dieses Versorgungsunterbinden kann etc.
- Rheinenergie ist vertreten im Krisenstab der Stadt Köln
- In einem Krisenmanagementkonzept muss je nach Größe des Szenarios auch die andere Infrastruktur, wie z.B. Strom, Treibstoff, Kommunikation etc. mit betrachtet werden
- Es muss mehr im Bereich der Vorbeugung/Prävention/Selbsthilfefähigkeit statt in der Abwehr getan werden (z.B. eigene Brunnen der Krankenhäuser, was qualitativ und quantitativ in Köln möglich wäre). Es kann sein, dass es keinen Sinn macht eine leitungsungebundene Versorgung zu entwickeln.

## Ergebnisse des Experteninterviews mit Frau Dr. Scholtes

### Schriftliches Interview Frau Dr. Scholtes

Ort: Köln

Datum: 07.06.2018

*Sehr geehrte Frau Scholtes, ich bedanke mich für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit die Sie sich für dieses Interview nehmen.*

*Mein Name ist Jan Bäumer. Ich bin Bachelor of Engineering im Bereich Rettungsingenieurwesen und dieses Interview findet im Rahmen der Erarbeitung meiner Masterarbeit statt. Zudem arbeite ich am Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr der TH Köln als wissenschaftliche Hilfskraft. Dort habe ich in den Projekten „Bevölkerungsschutz im gesellschaftlichen Wandel“ (BigWa) und „Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept“ (KIRMin) mitgewirkt.*

*Thematisch handelt es sich bei der Master-Thesis um die Ersatztrinkwasserversorgung von Krankenhäusern bei einem Ausfall der Infrastruktur zur Trinkwasserversorgung. Dabei soll zunächst mittels einer Risikoanalyse an einem Krankenhaus die Relevanz dieses Themas identifiziert und vorhandene Krisenmanagementpläne des Krankenhauses, des Bevölkerungsschutzes und des Wasserversorgungsunternehmens evaluiert werden. Bei der Identifizierung von Lücken der Bewältigungsmaßnahmen und -Kapazitäten soll anschließend ein spezifischer Abschnitt für den Krankenhausalarmplan und ein Krisenmanagement-Konzept für den Bevölkerungsschutz bzw. den Wasserversorger erarbeitet und den entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden.*

*Dieses Thema hat besondere Relevanz, da die Verantwortung der Ersatztrinkwasserversorgung zumeist wenig betrachtet wird und somit die Kommunen über keine adäquaten Maßnahmenkonzepte verfügen, auf die die Krankenhäuser in ihren Einsatzplänen aufbauen können.*

*Die Thesis wird ebenfalls vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betreut, wo die Ergebnisse der Arbeit für weitere Forschungsvorhaben und Konzeptentwicklungen genutzt werden sollen.*

*Das Untersuchungsgebiet ist das Krankenhaus Merheim in Köln. Im speziellen wird in der Arbeit nur das Haupthaus des Krankenhauses (Gebäudeteile 20, 20a, 20b) betrachtet. Die zugehörige Adresse lautet: Ostheimer Straße 200, 51109 Köln*

*Als Information möchte ich Ihnen noch das definierte Schutzziel mitteilen, auf das sich die Kritikalitätsanalyse im Rahmen der Risikoanalyse bezieht:*

<i>Verhinderung von Todesfällen bei Patienten durch die angenommene Gefahr und durch das ausfallbedingte Unterlassen von Behandlungsmaßnahmen, die nicht anderweitig, durch z.B. Abmeldung von der örtlichen Notfallversorgung oder einer Evakuierung und Verlegung der Patienten, kompensierbar sind.</i>
--

**Hauptfrage:**

Könnten Sie sich kurz vorstellen und erläutern, welche Funktion Sie in Ihrem Unternehmen/Ihrer Organisation innehaben?

Ich bin Leitende Abteilungsärztin der Zentralen Notaufnahme Krankenhaus Merheim der Kliniken der Stadt Köln

**Hauptfrage:**

Wie viele Patienten hat das Krankenhaus bzw. das konkrete Untersuchungsgebiet pro Jahr und welches Einzugsgebiet hat das Krankenhaus?

Siehe Qualitätsbericht 2016

**Hauptfrage:**

Welcher der Prozesse oder Abteilungen in dem Untersuchungsbereich sind Ihrer Meinung nach essentiell hinsichtlich der Lebenserhaltung von Patienten? (Also lebenswichtig!). Beachten Sie hier den Bezug auf das Schutzziel!

Alle an der Notfallversorgung beteiligten Kliniken:

- Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie
- Klinik für Kardiologie
- Klinik für Nephrologie
- Klinik für Pneumologie
- Klinik für Gastroenterologie
- Klinik für Visceral- und Gefäßchirurgie
- Klinik für Neurochirurgie
- Klinik für Neurologie

**Hauptfrage:**

Wie viele Patienten werden pro Abteilung oder Station zurzeit und durchschnittlich behandelt?

Siehe Qualitätsbericht

**Unterfrage:**

Wie viele sind davon als kritisch einzustufen?

(Hinweis zur Terminologie „kritisch“: Es wird behelfsmäßig auf eine Klassifikationssystem der American Society of Anesthesiologists (ASA) herangezogen, die eine Einteilung von Patienten hinsichtlich der perioperativen Letalität und Morbidität ermöglicht. „Kritisch“ soll hier als ein Patientenzustand ab ASA-Klasse 4 definiert sein. Klasse 4 ist definiert als „Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt“

**Hauptfrage:**

## Anhang

Gibt es Maßnahmen/Möglichkeiten (technisch oder organisatorisch) die Prozesse des Krankenhauses (z.B. die Behandlung von Patienten auf der Intensivstation, Sterilisation von Instrumenten oder Operationen) aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen (z.B. auch Verlegungen)?

Ja, bei Ausfall Sterilisation kann auf Einmalmaterial zurückgegriffen werden, allerdings begrenzt

### Unterfragen:

- Ist eine Verlegung oder Evakuierung der Patienten möglich? Ja, es gibt derzeit einen Evakuierungsplan mit Handlungsanweisungen
- Ist eine Abmeldung möglich? Nur bedingt, da wir einen Versorgungsauftrag haben als Maximalversorger

### Hauptfrage:

Welche Maßnahmen bzw. Kapazitäten für eine Not- oder Ersatztrinkwasserversorgung und Aufrechterhaltung des Betriebes sind für das Krankenhaus Merheim eingeplant?

Bitte Herrn Braun oder Herrn Schneider fragen

### Unterfragen:

- Welche organisatorischen Konzepte gibt es dafür? Stichwort: Krisenmanagement  
Keine ausreichenden Konzepte
- Welche technischen Ressourcen sind dafür eingeplant? Z.B. Anzahl von Tanklastern oder Trinkwasseraufbereitungsanlagen?  
Im Vorfeld ist nichts geplant
- Wie ist der konkrete Maßnahmenplan/Einsatzplan konzipiert? Es gibt keinen für diese Sonderlage
- Welche Vorlaufzeiten benötigen die Maßnahmen bis zur Übernahme der Trinkwasserversorgung?  
Nicht bekannt
- Besitzt das Krankenhaus eine eigene Trinkwasseraufbereitungsanlage und wie leistungsfähig ist diese?  
So viel ich weiß, gibt es keine eigene Trinkwasseraufbereitungsmöglichkeit
- Welche sonstigen Maßnahmen führen Sie bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung im Rahmen des Krankenhauseinsatzplanes durch?  
Information an die Geschäftsleitung, die die Krankenhauseinsatzleitung einrichtet, Sichtung der in der ZNA befindlichen Patienten, Entlassung der gefährlichen Patienten, Kontaktaufnahme zum Krankenhaus Holweide, sofortige Abmeldung der ZNA bei der Leitstelle  
Sichtung der in der ZNA befindlichen Wasserkästen, falls nötig, Verlegung der Patienten in andere Krankenhäuser
- Wie hoch ist bzw. schätzen Sie das Versorgungsvolumen mit Trinkwasser mit diesen Ersatzversorgungsmaßnahmen?  
Keine Ahnung

### Hauptfrage:

Die von Ihnen genannten Möglichkeiten der Ersatztrinkwasserversorgung (schon geplante, generelle usw.), inwieweit ist dabei die Möglichkeit der Einhaltung der Vorgaben der Trinkwasserverordnung gegeben?

Wir werden uns nach Möglichkeit danach richten

### Unterfragen:

- Ist eine Aufbereitung bzw. Desinfektion vorgesehen oder möglich?

## Anhang

Mir nicht bekannt

- Wenn eine Aufbereitung möglich ist, wie wird diese durchgeführt  
Bitte Herrn Braun fragen

### Hauptfrage:

Welche Dokumente mit weiterreichenden Informationen zu den gestellten Fragen können Sie zur Verfügung stellen?

Dies können z.B. sein (mitsamt unterschiedlichen Bezeichnungen):

- Einsatzpläne
- Maßnahmenpläne
- Krankenhauseinsatzplan
- Krisenmanagementpläne
- Technische Gebäudepläne (auch für die Wasserversorgung)
- Pläne des Geländes
- Übersichtsdokumente zu Ressourcen und Kapazitäten, die für eine Trinkwasserversorgung geeignet wären, wie z.B. auch Technische Datenblätter von Fahrzeugen, Pumpen oder Aufbereitungsanlagen
- Pläne des Wassernetzes
- Wissenschaftliche Arbeiten
- Pläne mit Standorten von Notbrunnen
- Wasserrechnungen
- Trinkwasserverbrauchsdaten durch z.B. Wasserzähler
- Patientenstatistiken der Abteilungen im Untersuchungsbereich
- Sonstiges

*Damit sind wir am Ende des Interviews. Ich bedanke mich aufrichtig für Ihre Gesprächsbereitschaft und die Zeit, die Sie sich genommen haben.*



---

Unterschrift Fr. Katja Scholtes

Anhang

**Anhang: Erhaltene Dokumente und Ergebnisse der Dokumentenanalyse**

**HINWEIS: Aus Datenschutzgründen sind die Dokumente in dieser Veröffentlichung nicht enthalten**

Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des THW

Daten/Informationen	Ergebnis
<p><b>Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasser-versorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen</b></p>	<p>Ortsverband Beuel                      - Fachgruppe Infrastruktur</p> <p>Ortsverband Brühl                      - Fachgruppe Infrastruktur</p> <p>Ortsverband Köln Nord-West                      - Fachgruppe Infrastruktur</p> <p>Ortsverband Leverkusen                      - Fachgruppe Infrastruktur                      - Fachgruppe Logistik der ehemaligen Trinkwasseraufbereitungsanlage</p> <p>Ortsverband Ibbenbüren                      - Trinkwasseraufbereitungsanlage</p> <p>Ortsverband Lemgo                      - Trinkwasseraufbereitungsanlage</p>

## Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente der Berufsfeuerwehr

Daten/Informationen	
<b>Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus</b>	Herr Schell sagte bei dem Experteninterview, dass das zur Verfügung gestellte Konzept, auch wirklich nur ein Konzept sei. Dies ist also nur als eine Art Blaupause anzusehen, weshalb die Maßnahmen und Kapazitäten zu den ungeplanten Maßnahmen zugeschrieben werden
<b>Vorlaufzeit der Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sofortiger Betrieb nicht bei allen Trinkwassernotbrunnen möglich</li> <li>- Trinkwassernotbrunnen innerhalb von maximal 2 Stunden</li> <li>- Andere Dokumente der Feuerwehr sprechen von mehreren Stunden für die Inbetriebnahme der Notbrunnen</li> <li>- Private Tanklastzüge der Nahrungsmittelindustrie innerhalb von 0,5 Stunden gereinigt, falls verfügbar</li> </ul>
<b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chlorung von Trinkwasser der Notbrunnen, der Tanklöschfahrzeuge und der Tanks vom Bundesgrenzschutz (heute Bundespolizei) durch die bei der Rheinenergie eingelagerte Chlortabletten (Wasserwerk Holweide)</li> <li>- Private Tanklastzüge der Nahrungsmittelindustrie bedenkenlos einsetzbar</li> </ul>
<b>Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 174 Trinkwassernotbrunnen im Kölner Stadtgebiet (23 im Privatbesitz)</li> <li>- Eine Liste der Trinkwassernotbrunnen wurde ausgehändigt. Die Standorte im Bereich des Untersuchungsgebietes sind gesondert in einem Geoinformationssystem eingetragen worden und sind in der Arbeit dargestellt.</li> <li>- Inbetriebnahme auf Schulhöfen durch jeweilige Hausmeister</li> <li>- Für die Inbetriebnahme der restlichen Brunnen wird ein Trinkwassernotbrunnendienst benötigt, welcher noch nicht benannt ist</li> <li>- Förderleistungen der Notbrunnen sehr unterschiedlich: 1,5 bis 40 m<sup>3</sup>/h</li> <li>- Wasserabgabestellen an Notbrunnen mit Anschlüsse für Tankfahrzeuge</li> <li>- Rheinenergie stellt Betriebsbereitschaft der Notbrunnen her, da bestimmte Teil ausgebaut und fremdgelagert wurden (bei vielen der Notbrunnen). Lagerstelle: Wasserwerk Weiler</li> <li>- Transport durch Fahrzeuge der Feuerwehr <ul style="list-style-type: none"> <li>o Dekon-LKWs bei den Löschgruppen Flittard (8,21km), Brück (2,1km) und Umweltschuttdienst(8,5 km). Diese besitzen jeweils 2 Vorratsbehälter mit 1000l Inhalt</li> <li>o Jeweils ein Tanklöschfahrzeug pro Feuerwache mit jeweils 4800 l Wassertank, 500l Schaummitteltank und Pumpen mit einer Leistung von 2400l/min bei 8bar: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Feuer- und Rettungswache 1: Agrippasträße (Innenstadt)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Feuer- und Rettungswache 2: Schillingsrotter Weg/Militärringstraße (Köln-Marienburg).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 3: Gleueler Straße (Köln-Lindenthal).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 4: Äußere Kanalstraße/Venloer Straße (Köln-Ehrenfeld).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 5 und Branddirektion: Scheibenstraße (Köln-Weidenpesch).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 6: Volkhovener Weg (Köln-Chorweiler).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 7: Kaiserstraße (Köln-Porz).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 8: Hardtgenbuscher Kirchweg (Köln-Ostheim).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 9: Bergisch Gladbacher Straße (Köln-Mülheim)</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 10: Gießener Straße (Köln-Deutz).</li><li>▪ Feuer- und Rettungswache 14: Richard-Wagner-Straße (Köln-Lövenich).</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>- Transport durch Wasserwerfer des Bundesgrenzschutzes (heute Bundespolizei) (Stand 2011):<ul style="list-style-type: none"><li>○ 6 Trinkwasseraufbereitungsanlagen mit einer Leistung von 10.000 l/Std. und 1000 l Wasserspeicher in Bad Bergzabern</li><li>○ 8 Wasserbehälter mit 1000l Fassungsvermögen in St. Augustin</li><li>○ 3 Wasserwerfer mit Wassertanks á 9000l in Bad Bergzabern</li><li>○ 3 Wasserwerfer mit Wassertanks á 9000l in St. Augustin</li></ul></li><li>- 40 private Tanklastzüge der Nahrungsmittelindustrie mit Fassungsvermögen von 25.000 bis 28.000 Liter. Jedoch sind diese zumeist nicht verfügbar</li><li>- DRK Köln (Stand 2011):<ul style="list-style-type: none"><li>○ 3 Wasserversorgungssätze je 2000l</li></ul></li><li>- Malteser-Hilfsdienst Köln (Stand 2011):<ul style="list-style-type: none"><li>○ 2 Wasserversorgungssätze je 2000l</li></ul></li><li>- THW (Stand durch THW zu überprüfen):<ul style="list-style-type: none"><li>○ 2x 5000l Wasserbehälter und 1x 1000 l am Standort Bergneustadt</li><li>○ 2x 1000l am Standort Aachen</li></ul></li></ul>
--	--

## Ergebnisse der Dokumentenanalyse der Dokumente des Krankenhauses Merheim

Daten/Informationen	Erwartete Detailtiefe	Ergebnisse
<b>Räumliche Lage des Krankenhauses</b>	Geobasisdaten in Form von Kartenmaterial. Dabei handelt es sich um Landschafts- oder Geländemodelle, topographische Karten, Straßennamen, geografische Namen etc.	
<b>Beschreibung der Wasserversorgung des Krankenhauses</b>	Kartenmaterial mit Angaben zu dem Wasserversorgungsnetz (Rohre, Anschlüsse etc.) mit Volumenangaben in m <sup>3</sup> , Art der Anschlüsse etc.	Von Herrn Braun ist ein Bestandsplan Trinkwasserleitungen zur Verfügung gestellt worden. Dort sind die Trinkwasserleitungen, Absperrventile und Hydranten eingezeichnet. Diese Karte ist ebenfalls im Anhang dargestellt. Ersichtlich ist, dass eine Ringleitung um das betrachtete Gebäude liegt und zwei Haupteinspeisungen vorliegen. Dies bedeutet, dass eine Redundanz in Form einer Verbundleitung vorliegt.
<b>Statistische Daten zu vorhergegangenen Ereignissen</b>	Datum der Ereignisse mit Tag, Monat und Jahr	-
<b>Trinkwasserbedarf der kritischen Prozessbausteine im Normal- und Notfallbetrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trinkwasserverbrauch in m<sup>3</sup> pro Gebäude/Geschoss und für das gesamte Krankenhaus</li> <li>- Trinkwasserbedarf pro Aktivität in m<sup>3</sup></li> <li>- Maßnahmenplan zur Verringerung des Trinkwasserverbrauchs mit Handlungsanweisungen</li> </ul>	<p>Gesamtwasserverbrauchsdaten für die Jahre 2016-2017 wurden zur Verfügung gestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mittelwert: 11900,875 m<sup>3</sup>/Monat</li> <li>- Runtergerechnet pro Tag (bei 30 Tagen im Monat): 396,675m<sup>3</sup></li> <li>- Runtergerechnet pro Stunde: 16,529m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Maßnahmen, Konzepte und Kapazitäten von WVU, BOS und Krankenhaus</b>	Maßnahmenpläne/Einsatzpläne mit Handlungsanweisungen/Organisation, Kartenmaterialien, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (Z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meldewege sind für Schadenslagen definiert</li> <li>- Evakuierungsplanungen sind vorhanden</li> </ul>

Anhang

<b>Vorlaufzeit der Maßnahmen</b>	Angabe in Minuten	-
<b>Einhaltungsmöglichkeiten der Trinkwasserverordnung</b>	Angabe mit Ja oder Nein bzw. Handlungsanweisungen für Wasseraufbereitungen oder Hinweise der Einhaltung	-
<b>Noch nicht eingeplante Kapazitäten zur Ersatzwasserversorgung, wie z.B. auch die Standorte der Notbrunnen</b>	Maßnahmenpläne/Einsatzpläne mit Handlungsanweisungen/Organisation, Kartenmaterialien, Meldewegen/Alarmierungsschemata, Technische Angaben (z.B. Pumpförderleistung in m <sup>3</sup> /h oder Tankvolumen in m <sup>3</sup> ), Anzahl in Stück von technischen Geräten oder Fahrzeugen, Anschlussmöglichkeiten, taktische Einsatzwerte	Durch die Begehung wurden Vorräte an abgepacktem Trinkwasser für die Ernährungsversorgung festgestellt.