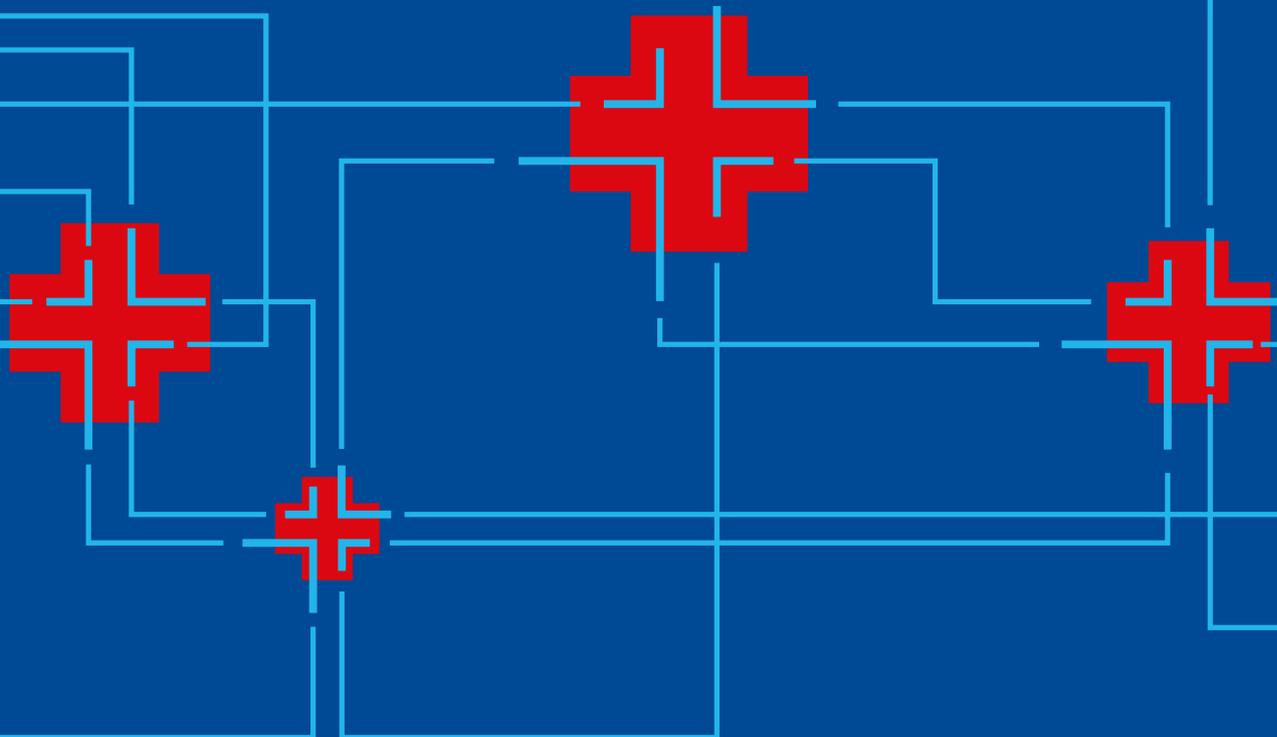


Notfallvorsorgeplanung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für Krankenhäuser

Strategische, organisatorische und technische Lösungsansätze



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Notfallvorsorgeplanung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für Krankenhäuser
Strategische, organisatorische und technische Lösungsansätze

Impressum

Herausgeber

Projektkonsortium NOWATER

Autoren

Elena Joel, Prof. Dr.-Ing. habil. Steffen Krause, Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Schaum
*Universität der Bundeswehr München – Institut für Wasserwesen
Professur für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik*

Christoph Sturm, Dr. med. habil. Bernhard Jahn-Mühl,
*AGAPLESION FRANKFURTER DIAKONIE KLINIKEN gGMBH
AGAPLESION HYGIENE – Institut für Hygiene und Umweltmedizin*

Nadine Rücker, Jan Bäumer, Dr. Ina Wienand
Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe

Manuel Geiger, Steffen Neuner, Muhammed Enes Bodur, Prof. Dr.-Ing. Alexander Fekete
Technische Hochschule Köln – Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr

Sophie van der Heijden, Christine Heinzl, Nathan Fridtjof Schultze-Florey, Dr. Simone Sandholz
Universität der Vereinten Nationen – Institut für Umwelt und menschliche Sicherheit

Dirk Strecker
Strecker Wassertechnik GmbH

Werner Jezek
teckons GmbH & Co. KG

Empfohlene Zitation

NOWATER, 2024. Notfallvorsorgeplanung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für Krankenhäuser – strategische, organisatorische und technische Hinweise. ISBN 978-3-943207-79-8

Die vorliegende Publikation entstand im Rahmen des Projekts NOWATER, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit“.

Förderkennzeichen: 13N15276 - 13N15282, Projektlaufzeit: 2020 – 2023

Copyright 2024



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ CC BY- Lizenz 3.0 DE (Namensnennung 3.0 Deutschland) zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/legalcode>.

ISBN 978-3-943207-80-4 (E-Book) https://doi.org/10.18726/2023_4

ISBN 978-3-943207-79-8 (Print)

Inhaltsverzeichnis	
Danksagung	1
Vorwort	3
1 Einführung	5
2 Rechtlicher Rahmen	9
2.1 Verantwortlichkeiten und Akteure in der Trinkwasserversorgung.....	10
2.2 Verantwortlichkeiten in der Abwasserbeseitigung.....	13
3 Ablauf der Planung	17
3.1 Ablauf des Risiko- und Krisenmanagements	18
3.2 Arbeitsgruppe KAEP und Akteure	20
3.3 Datenerhebung und Datenmanagement.....	25
3.4 Trinkwasserbedarf in Krankenhäusern	26
4 Risikoanalyse.....	33
4.1 Basisanalyse der Krankenhausprozesse.....	36
4.2 Optionale Detailanalyse des Wasser- und Abwassernetzes	51
4.3 Abschätzung der Kritikalität bei Ringleitungen und geringer Datenverfügbarkeit	55
5 Planung und Umsetzung von Maßnahmen	63
5.1 Präventive Maßnahmen der Notfallvorsorgeplanung	67
5.2 Vorbereitende organisatorische Maßnahmen der Notfallvorsorgeplanung.....	69
5.3 Maßnahmen der Ersatz- und Notwasserversorgung.....	82
5.4 Maßnahmen der Abwasserentsorgung	99
5.5 Übung und Ausbildung	100
5.6 Hinweise für Neuplanung und Sanierung	102
6 Ereignisbewältigung.....	105
7 Wiederherstellung des Regelbetriebs	117
7.1 Wiederherstellung der Trinkwasserversorgung.....	119
7.2 Wiederherstellung der Abwasserentsorgung	121
8 Anpassung und Verbesserung	123
8.1 Vorgehen nach einem Ausfall der Wasserversorgung	124
8.2 Berücksichtigung der langfristigen Herausforderungen	128
9 Arbeitshilfen und weiterführende Literatur	131
10 Anhang	133

10.1 Abkürzungen	133
10.2 Glossar.....	135
10.3 Abbildungsverzeichnis.....	141
10.4 Tabellenverzeichnis.....	143
11 Literaturverzeichnis	144

Danksagung

Das Projektteam von NOWATER bedankt sich beim Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Projektes und beim Projektträger VDI, namentlich bei Frau Dr. Muhle für die ausgezeichnete Betreuung des Projektes. Weiterhin danken wir allen Institutionen und Personen, die zum Gelingen des Projektes beigetragen und die Erstellung des vorliegenden Leitfadens ermöglicht haben. Hier sind vorrangig die assoziierten Partner zu nennen, die das Projekt von der Antragsphase bis zum Projektabschluss jederzeit unterstützt haben:

- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
- Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin e.V.
- RoMed Kliniken Rosenheim
- Staatliche Feuerwehrschiele Geretsried
- Stadtentwässerung Rosenheim
- Stadtwerke Rosenheim Netze GmbH
- Umweltbundesamt

Für die Mitarbeit beim Thema Energieversorgung von Krankenhäusern und Einbindung der technischen Demonstratoren in ein Notstromkonzept danken wir der Firma Duschl Ingenieure GmbH & Co. KG.

Wir danken dem gesamten Team von AGAPLESION HYGIENE, vor allem Herrn Jarczyk und Frau Frankenberger, für die tatkräftige Unterstützung bei der Bearbeitung des Projektes im MARKUS KRANKENHAUS, sowie Herrn Dr. Mattes und Herrn Schechner von den RoMed Kliniken Rosenheim für die Untersuchungen am Standort Rosenheim.

Für den intensiven Austausch zu organisatorischen Aspekten der Ereignisbewältigung bedanken wir uns bei der Krankenhauseinsatzleitung der Frankfurter Diakonie Klinik, bei Frau Marion Verg vom Gesundheitsamt Frankfurt am Main/ Med. Gefahrenabwehr, beim Team medfacilities der Universitätsklinik Köln sowie Herrn Marcel Büttgenbach von der Technischen Hochschule Köln.

Für das Einbringen ihrer Fachexpertise sowie ihre Bereitschaft und Teilnahme an Interviews danken wir Herrn Andreas Grunert und Herrn Daniel Mahringer vom Umweltbundesamt, Frau Dr. Caroline Herr von der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin, Herrn Dr. Roland Suchenwirth, Frau Dr. Kämpfert und Frau Dr. Feige vom Niedersächsischen Landesgesundheitsamt sowie Frau Prof. Christiane Höller.

Den Teams des Krankenhauses Maria Hilf in Bad Neuenahr, des Bundeswehrzentralkrankenhauses Koblenz und des Kommando Sanitätsdienst der Bundeswehr, des Universitair Medisch Centrum Groningen (Niederlande) und des Regionalen Krankenhauszentrums CHR Sambre et Meuse site Sambre (Auvélais, Belgien) danken wir dafür, dass sie im Rahmen von Ortsbesuchen und Gesprächen ihre Erfahrungen in der Vorsorgeplanung und Krisenbewältigung mit uns geteilt haben.

Für die Unterstützung bei der Evaluation des NOWATER Toolsets danken wir Max Dirkschnieder und Bernd Waiblinger vom Klinikverbund Südwest GmbH.

Dem Team des Labors des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, insbesondere Frau Dr. Huber und Frau Dr. Bartha-Dima danken wir für großzügige Unterstützung bei den hygienischen Untersuchungen an den Demonstratoren zur Wasserspeicherung und Aufbereitung.

Für die Möglichkeit, mit den Demonstratoren Versuche zur Wasseraufbereitung durchführen zu können und die tatkräftige Unterstützung bei diesen Versuchen danken wir den Stadtwerken Rosenheim, insbesondere Herrn Martin Winkler, dem Team München Kliniken unter der Leitung von Herrn Wagini und Herrn Resenberger.

Ebenso gebührt unser Dank Frau Natalie Wick M. Sc. für die Bearbeitung des Projektes seitens der Universität der Bundeswehr in den ersten Monaten der Laufzeit, Herrn Dipl. Marcel Hagen für seinen Einsatz bei den Versuchen mit den Demonstratoren sowie Frau Karolina Eggersdorfer, Frau Hannelore Bauer, Frau Sybille Rupertseder und Frau Renate Solmsdorf für die Durchführung der chemisch-physikalischen und mikrobiologischen Analysen im Labor der Professur Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität der Bundeswehr München.

Für die kritische Durchsicht unserer Handlungsempfehlungen und die wertvollen Kommentare bedanken wir uns bei Frau Prof. Christiane Höller, Herrn Bernd Hartung, Herrn Dr. Ludwig Walters sowie Herrn OFArzt Dr. med. Manuel Döhla.

Vorwort

Im Rahmen der Bekanntmachung: „Zivile Sicherheit – Sozioökonomische und soziokulturelle Infrastrukturen“ forderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Zivile Sicherheitsforschung, dazu auf, Projektideen einzureichen, die einen Beitrag dazu leisten, die Sicherheit eben dieser Infrastrukturen zu erhöhen.

Die Professur Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität der Bundeswehr München befasst sich seit mehreren Jahrzehnten mit technischen und organisatorischen Aspekten der öffentlichen Wasserversorgung. Daher kennt sie einerseits die Anstrengungen der Wasserversorgungsunternehmen zur Sicherung der Wasserversorgung, weiß aber auch, dass Situationen eintreten können, in denen eine Vorsorgeplanung in Einrichtungen der Kritischen Infrastruktur wie zum Beispiel Krankenhäusern von entscheidender Bedeutung sein kann.

Diese Vorsorgeplanung zu unterstützen, war Motivation, jene Akteure und Kompetenzen in einem Team zu bündeln, die erforderlich sind, um geeignete Methoden und Maßnahmen organisatorischer und technischer Art zu entwickeln. So gehören zum Projektteam auch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, die Technische Hochschule Köln, die Universität der Vereinten Nationen – Institut für Umwelt und menschliche Sicherheit und AGAPLESION als Repräsentant der Betreiber von Einrichtungen der Gesundheitsfürsorge. Mit den Firmen teckons und Strecker Wassertechnik konnten zwei Partner gewonnen werden, die über langjährige Erfahrungen in der Wasseraufbereitung und in der Entwicklung von Systemen für die leitungsungebundene Wasserversorgung verfügen.

Der vorliegende Leitfaden formuliert Handlungsempfehlungen, die auf Ergebnissen und Erfahrungen des Projektes NOWATER beruhen. Er soll gleichermaßen Anstoß als auch Anleitung sein, sich mit dem Thema Notfallvorsorgeplanung für den Ausfall bzw. die Beeinträchtigung der Wasserversorgung in Einrichtungen des Gesundheitswesens zu befassen.

Die Notfallvorsorgeplanung für den Bereich der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung von Krankenhäusern ist ein kontinuierlicher Prozess, aber auch dieser beginnt mit einem ersten Schritt. Wir hoffen, dass Ihnen unser Leitfaden beim ersten Schritt und beim gesamten Prozess helfen wird!

Disclaimer:

Die in diesem Leitfaden enthaltenen Beispiele und Bewertungen dienen ausschließlich der Illustration. Die Autoren übernehmen für die Richtigkeit keine Gewähr. Die genannten Aufgaben sind weder vollständig noch sollen sie als rechtlich verbindlich verstanden werden. Sie dienen vielmehr der Anregung für die Entwicklung und Gestaltung individueller, maßgeschneiderter Lösungen für die Reaktion auf einen Infrastrukturausfall im Krankenhaus.

Die Abschlussberichte der einzelnen Teilvorhaben innerhalb von NOWATER sind unter Verwendung der unten aufgeführten Förderkennzeichen über das Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften (TIB) zugänglich.

UBM	13N15276	Technologien zur Notwasserer- und -entsorgung von Einrichtungen des Gesundheitswesens
AGAPLESION HYGIENE	13N15277	Bedarfsermittlung Wasserversorgung, Abwasserversorgung in Notfallszenarien
BBK	13N15278	Konzept zur Mindestversorgung und Risikomanagement der Wasserversorgung von Einrichtungen des Gesundheitswesens
Strecker Wassertechnik	13N15279	Entwicklung und Erforschung einer Versuchsanlage für die Erprobung einer optimierten Aufbereitungsanlage für die Sicherung der Trinkwasserversorgung
teckons	13N15280	Demonstratoren Trinkwasser- und Energieversorgung
TH Köln	13N15281	Organisation der Notfallvorsorgeplanung zur Sicherung der Wasserversorgung, Wasserentsorgung und Energieversorgung von Krankenhäusern bei außergewöhnlichen Schadensereignissen
UNU EHS	13N15282	Organisatorische Belange der Notfallvorsorgeplanung für Wasserinfrastruktur in Einrichtungen des Gesundheitswesens

1 Einführung

Die Wasserver- und Abwasserentsorgung in Krankenhäusern ist von elementarer Bedeutung, da sie eine unverzichtbare Grundlage für die medizinische Versorgung und Hygiene darstellt. Die Bedeutung einer funktionierenden Wasserversorgung reicht weit über den einfachen Gebrauch von Wasser für grundlegende Anforderungen wie Händewaschen oder Toilettenspülungen hinaus. Sie erstreckt sich auf sämtliche Aspekte des Krankenhausbetriebs, einschließlich des Betriebs und der Reinigung medizinischer Geräte. Ein Ausfall der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung hat daher nicht allein Auswirkungen auf die Patientensicherheit, insbesondere in Bezug auf infektionshygienische Risiken, er kann auch zu erheblichen wirtschaftlichen Folgen für Krankenhäuser führen.

Um die Auswirkungen und das Risiko eines solchen Ausfalls der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung möglichst zu reduzieren, bedarf es nicht nur seitens der Kommunen und der Infrastrukturbetreiber, sondern auch seitens der Krankenhäuser geeigneter Maßnahmen. Dies trifft insbesondere für den Fall einer Beeinträchtigung des krankenhauseigenen Leitungsnetzes zu. Eine umfassende Notfallvorsorgeplanung ist unerlässlich, um die Kontinuität der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung und damit den Krankenhausbetrieb im Schadensfall zu gewährleisten. Durch frühzeitig geplante und durchgeführte Maßnahmen lassen sich nicht nur Schäden und damit auch Ausfallzeiten minimieren, sondern es ergeben sich auch Chancen zur Steigerung der Effizienz und zur Verbesserung der Krisenreaktion. Dass dies erforderlich ist, zeigt u.a. das Fallbeispiel „Blaues Wasser in Heidelberg“ (s. Abbildung 1), wo eine plötzliche Blaufärbung des Trinkwassers unbekannter Ursache im Jahr 2019 zu einem mehrstündigen Nutzungsverbot führte, das auch das Universitätsklinikum Heidelberg betraf.

Dabei ist die Einbindung verschiedener Akteure innerhalb und außerhalb des Krankenhauses unerlässlich. Krisen können mehrere Infrastruktur- und auch Verantwortungsbereiche gleichzeitig betreffen. Die Zusammenarbeit mit lokalen Behörden, Wasserver- und –entsorgern sowie Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ist daher von entscheidender Bedeutung, um effiziente Planungen zu ermöglichen sowie bei einem Ereignis effektiv reagieren zu können.

Ziel des vorliegenden Dokuments ist es, Sie bei den einzelnen Schritten der Notfallvorsorgeplanung zu begleiten und Ihnen organisatorische sowie technische Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen – von der Prävention über die Vorbereitung bis hin zur Ereignisbewältigung sowie zur Wiederherstellung der Regelversorgung und zu Anpassung und Verbesserung. Die hier vorgestellten Inhalte sind dabei als Empfehlungen zu verstehen. Sie zielen darauf ab, den Krankenhausbetrieb auch bei einem Ausfall der Wasserversorgung oder Abwasserentsorgung oder einer Verminderung der Wasserqualität möglichst lange aufrechterhalten zu können bzw. diesen Ausfall zu verhindern. Zu Beginn jedes Kapitels finden Sie Leitfragen, die Ihnen einen Überblick darüber geben, welche Inhalte Sie im entsprechenden Kapitel erwarten.

Der Anwendungsrahmen des vorliegenden Dokuments umfasst insbesondere den Ausfall der Wasserversorgung und/oder Abwasserentsorgung eines Krankenhauses. Einige der hier vorgestellten Maßnahmen und Konzepte lassen sich aber auch in anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens umsetzen.

In diesem Leitfaden finden Sie zudem Beispiele aus der Praxis, die zeigen, wie Einrichtungen des Gesundheitswesens bereits jetzt effektiv mit einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung oder Abwasserentsorgung umgehen. Der Leitfaden zeigt daher nicht nur, dass Wasserknappheit eine Herausforderung für Gesundheitseinrichtungen ist, sondern beschreibt auch, welche Lehren aus solchen Vorfällen gezogen werden können. Dies folgt der identifizierten Notwendigkeit, nicht nur wertvolle Erfahrungen zu sammeln, sondern auch neu gewonnene Erkenntnisse zu verbreiten. Dabei ist insbesondere die Bedeutung der Kommunikation und des Wissensaustauschs zwischen Gesundheitseinrichtungen und Akteuren, die in die Notfallmaßnahmen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung eingebunden sind, hervorzuheben.

In einer Zeit, in der Gesundheitseinrichtungen mit einer Vielzahl von Herausforderungen zu kämpfen haben, soll dieser Leitfaden die Stärkung der Widerstandsfähigkeit gegen eine wachsende Herausforderung unterstützen: Beeinträchtigungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.

Fallbeispiel: Blaues Wasser in Heidelberg

Am Morgen des 7. Februars 2019 fließt plötzlich blau verfärbtes Wasser aus den Wasserleitungen in Heidelberg und der Nachbargemeinde Dossenheim. Um 9:30 Uhr werden das Wasserversorgungsunternehmen und das örtliche Gesundheitsamt über die Verfärbung des Wassers informiert. Das Gesundheitsamt bildet daraufhin einen Krisenstab und verhängt ein Konsumverbot für das verfärbte Wasser.

Zur gleichen Zeit bemerken die Laborleitung im Universitätsklinikum und ein privates Krankenhaus in Heidelberg die Verfärbung des Wassers. Das Wasserversorgungsunternehmen versucht, das Problem einzudämmen, indem überall in der Stadt Absperr- und Regelarmaturen geschlossen werden, aber die Ausbreitung der Kontamination kann nicht verhindert werden. Daraufhin entscheidet die technische Leitung beider Krankenhäuser, diese vom Netz zu nehmen (Kramer 2020). Als Konsequenz entsteht die Sorge, dass dann im Falle eines Brandes kein Löschwasser zur Verfügung stehen wird.

Währenddessen startet das lokale Gesundheitsamt eine Telefonkette durch ganz Deutschland, um mögliche Ursachen für die Verfärbung des Wassers zu ermitteln. Die Quelle der Verfärbung wird im Wasserwerk Entensee ausfindig gemacht und eine Beprobung des Wassers ergibt, dass die Ursache der Verfärbung unbedenklich ist. Das betroffene Wasserwerk wird daraufhin vom Netz genommen und das Netz mit sauberem Wasser gespült, bevor das Gesundheitsamt um 15:53 Uhr die Trinkwasserwarnung für Heidelberg aufhebt. In der Folge werden beide Krankenhäuser wieder an das Netz angeschlossen.

Spätere Untersuchungen ergaben, dass nanoskalige Partikel die Verfärbung des Wassers verursacht haben. Nach dem Vorfall beschließt das Gesundheitsamt, bei zukünftigen Krisenfällen eine Person aus dem Krisenstab für die Kommunikation und Koordination mit kritischen Infrastrukturen wie Krankenhäusern bereitzustellen, und der Wasserversorger plant, gemeinsame Übungen mit Behörden und wichtigen Abnehmern, einschließlich der Krankenhäuser im Versorgungsgebiet, durchzuführen.

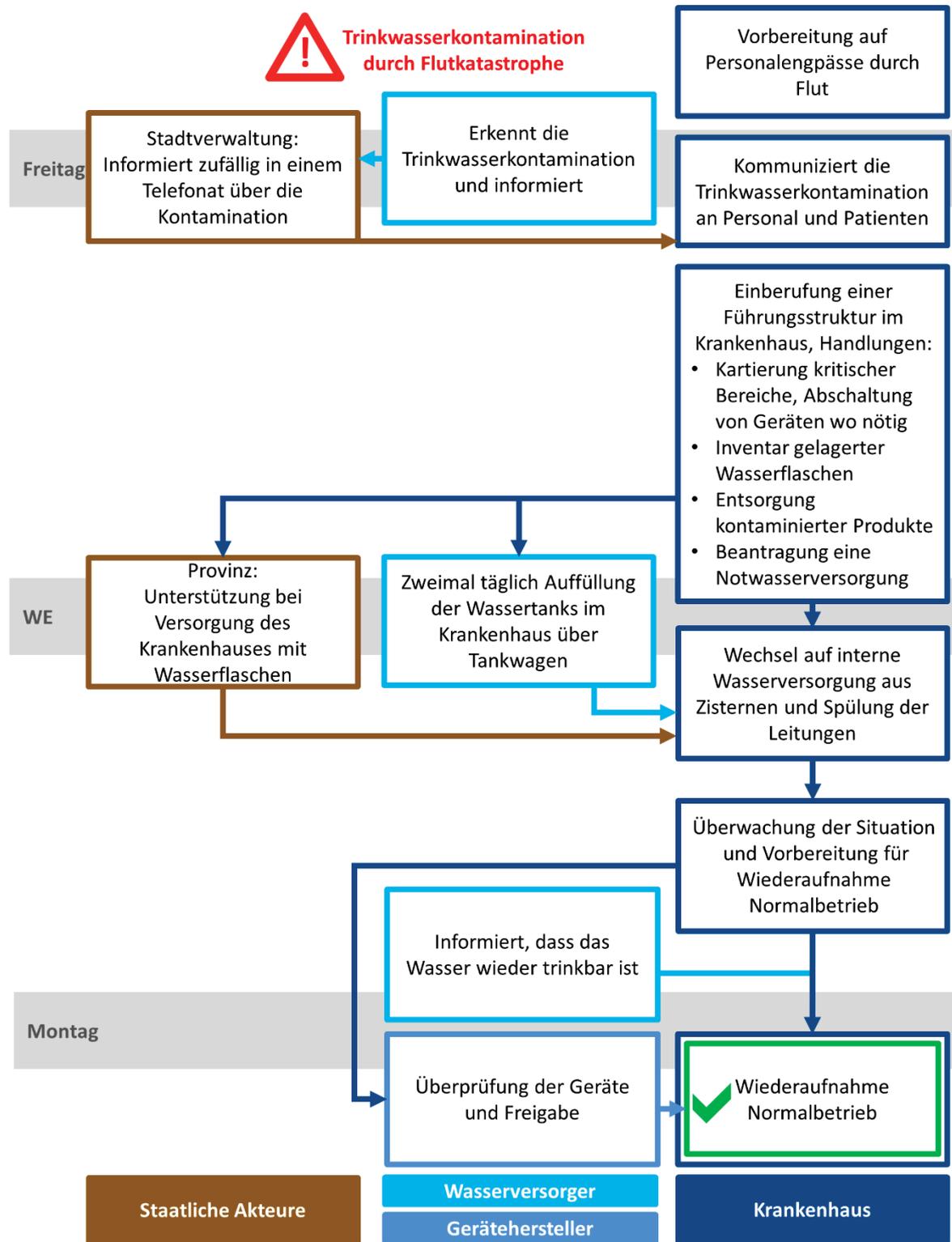


Abbildung 1: Fallbeispiel Blaues Wasser in Heidelberg

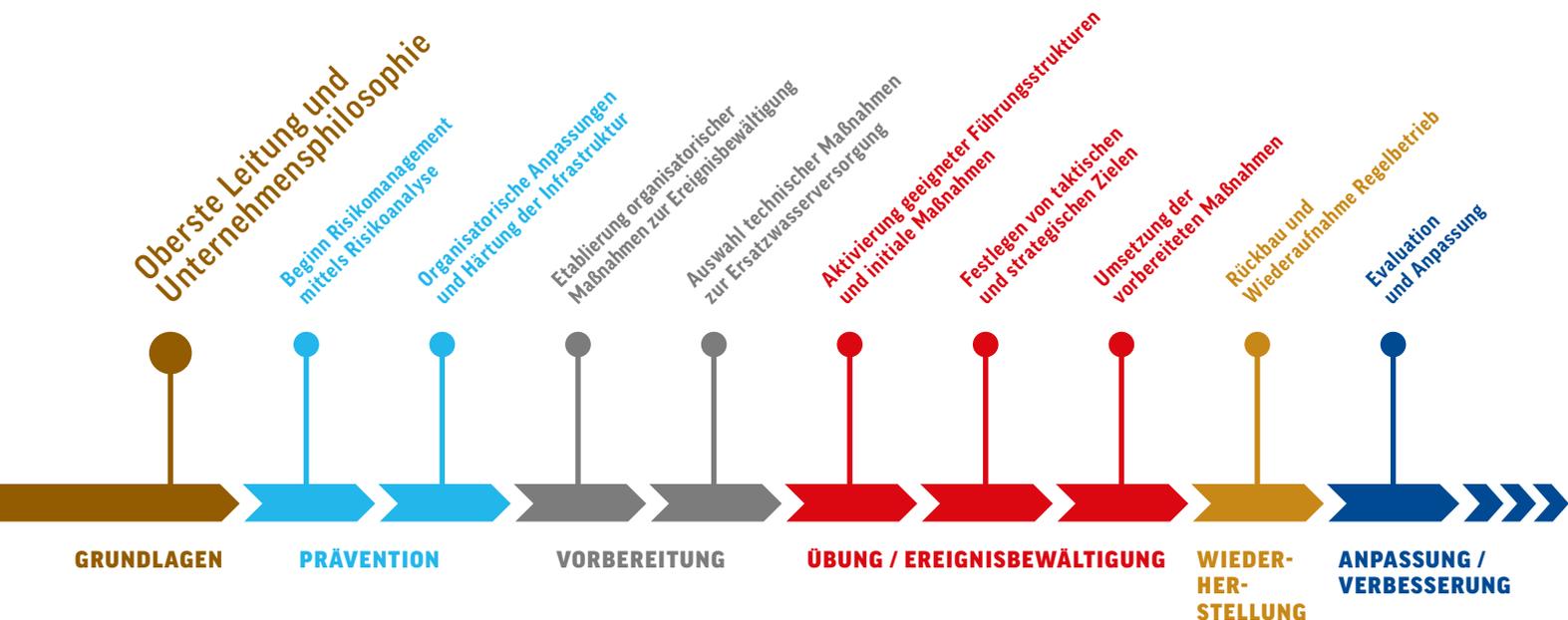
KAPITEL 2

Rechtlicher Rahmen

Wer ist für die Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung im Krankenhaus verantwortlich?

Welche beteiligten und entscheidungsbefugten Instanzen spielen in Abhängigkeit des Schadensausmaßes eine Rolle?

Welche rechtlichen Vorgaben zur Trinkwasserqualität gibt es im Falle einer Ersatz- oder Notwasserversorgung?



Grundlage der Notfallvorsorgeplanung für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind die gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf einzuhaltende Wasserqualitäten, Verantwortlichkeiten und Pflichten.

Die **Notfallvorsorgeplanung** ist Bestandteil des Risiko- und Krisenmanagements und umfasst im Sinne dieses Leitfadens die Bestandteile der Prävention und Vorbereitung des Risiko- und Krisenmanagementkreislaufes inkl. aller notwendigen Bestandteile, wie z.B. die Risikoanalyse. Entsprechend vorgeplante Maßnahmen dienen der Risikobehandlung und Ereignisbewältigung.

Bei der Planung von Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung gilt es die nachfolgend aufgeführten Anforderungen und Vorgaben hinsichtlich Trink-, Ersatz- und Notwasserversorgung zu beachten.

Trinkwasserversorgung: Die Trinkwasserversorgung beinhaltet die Bereitstellung von Trinkwasser entsprechend den Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV). Dabei erfolgen die Gewinnung und Aufbereitung des Wassers, die Verteilung sowie der Betrieb der Versorgungsanlagen gemäß den geltenden Rechtsvorschriften und den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Das Gesundheitsamt oder die zuständige Behörde können nach §§ 65 und 66 TrinkwV zeitlich begrenzte Ausnahmen in Bezug auf einzuhaltende Grenzwerte und/oder die Nichterfüllung von Anforderungen genehmigen. Für die Zusammenarbeit mit dem zuständigen Gesundheitsamt müssen die WVU nach DVGW W 1020: 2018-03 einen Handlungsplan erstellen.

Ersatzwasserversorgung: Gemäß DIN 2001-3:2015-12 stellt eine Ersatzwasserversorgung eine zeitlich begrenzte Bereitstellung von Trinkwasser bei Unterbrechung des Normalbetriebs dar. Das Vorgehen bei der Umstellung auf eine solche Ersatzversorgung ist nach § 50 TrinkwV in einem Maßnahmenplan zu beschreiben, welcher der Zustimmung des Gesundheitsamtes bedarf. Das Trinkwasser entspricht bei einer Ersatzversorgung den Anforderungen der TrinkwV, es können aber wie bei der Trinkwasserversorgung auch nach §§ 65 und 66 TrinkwV vom Gesundheitsamt Ausnahmen hinsichtlich Grenzwertüberschreitungen und/oder der Nichterfüllung von Anforderungen genehmigt werden. Ebenso kann es sich bei einer Ersatzversorgung um Oberflächenwasser oder Wasser aus Notbrunnen handeln, das vor Ort zu Trinkwasser aufbereitet wird.

Notwasserversorgung: Bei einer Notwasserversorgung handelt es sich um eine zeitliche begrenzte Bereitstellung von Wasser bei Unterbrechung des Normalbetriebs, wenn eine Ersatzwasserversorgung nicht möglich ist. Das bereitgestellte Wasser dient der Deckung des lebensnotwendigen Bedarfs im Verteidigungsfall, und es gelten im Vergleich zu den Vorgaben der TrinkwV geringere Qualitätsanforderungen an das Notwasser (BMI 2016). Es muss jedoch so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch die Gesundheit nicht geschädigt werden kann (§1 1. WasSV).

2.1 Verantwortlichkeiten und Akteure in der Trinkwasserversorgung

Gemäß § 50 Abs. 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist die öffentliche Trinkwasserversorgung eine Aufgabe der öffentlichen Daseinsvorsorge und obliegt prinzipiell den Kommunen. 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 Risiko-, Notfall- und Krisenmanagement der verantwortlichen Stellen nötig (BMI 2009, S. 10; Cabinet Office 2010, S. 9). Die Verantwortlichkeiten und Verpflichtungen hinsichtlich einer solchen Planung sind gesetzlich geregelt. Je nach Auslöser, Betroffenheit und Ausmaß sowie zeitlichem Verlauf eines Ereignisses liegen die Verantwortlichkeiten bei unterschiedlichen Instanzen (s. Tabelle 1).

Mit der Novellierung der Trinkwasserverordnung wird gem. § 34 ein Risikomanagement für die Wasserversorgungsunternehmen verpflichtend. Dies umfasst zwar die gesamte Versorgungsanlage, betrachtet aber im Wesentlichen nur Risiken für die Beschaffenheit. Auch die inzwischen in Kraft getretene Trinkwassereinzugsgebietsverordnung (TrinkwEZG) fokussiert auf qualitative Risiken.

Hinsichtlich des Leitungsnetzes auf dem Klinikgelände obliegt dem Krankenhaus selbst zunächst vor allem die Aufrechterhaltung eines technisch und hygienisch einwandfreien internen Trinkwasserleitungsnetzes. Im Sinne der TrinkwV ist der Krankenhausbetreiber auch Betreiber der sogenannten Gebäudewasserversorgungsanlagen nach § 2 Nr.2 e. Der Verantwortungsbereich der WVU endet gemäß § 12 AVBWasserV und geltenden Wasserabgabesatzungen beim Hausanschluss (bzw. bei der Hauptabsperrvorrichtung gemäß DVGW W 551-1 (vormals W 556), womit die Verantwortung auf das Krankenhaus übergeht. Eine Unterhaltung und Änderung dieses Netzes ist nach den anerkannten Regeln der Technik durchzuführen (§12AVB-WasserV). Die hygienischen Pflichten ergeben sich aus der Trinkwasserverordnung. Dies impliziert auch u.a. technisch einwandfreie Trinkwasserinstallationen, was einen ordentlichen Betrieb und Wartung nach anerkannten Regeln der Technik begründet.

Durch die geforderte Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik ergibt sich, dass die Verkehrssicherungs- und Handlungspflicht erfüllt werden müssen, deren Maßnahmen sich aus § 5 TrinkwV, § 823 BGB und § 319 StGB ableiten. Als zugrundeliegende Norm ist insbesondere die DIN EN 806-5:2012-04 zu nennen (DIN EN 806-5:2012-04), in der der Betrieb und die Wartung beschrieben sind. Dies gilt für Installationen innerhalb von Gebäuden und für Rohrleitungen außerhalb von Gebäuden, aber innerhalb von Grundstücken. Der Betreiber hat nach VDI/BTGA/ ZVSHK 6023 auch „[...] die Risiken, die aus dem Betrieb der Trinkwasserinstallation resultieren können, unter Berücksichtigung seiner Organisationsverantwortung und der Verkehrssicherungspflichten auszuschließen.“ (VDI/BTGA/ ZVSHK 6023:2018-01). Daher sind entsprechende Gefährdungen zu analysieren und Vorkehrungen zu treffen (VDI/BTGA/ ZVSHK 6023:2018-01).

Damit Krankenhäuser generell bei Gefahrenlagen funktionsfähig bleiben bzw. bei der Bewältigung von Großschadenslagen und Katastrophen (z.B. in Form der Behandlung von Opfern eines Massenanfalles von Verletzten) mithelfen können, besteht durch verschiedene Bundes- und Landesgesetze (zzgl. Verordnungen und Erlasse) die Verpflichtung, Krankenhausalarm- und Einsatzpläne für interne und externe Schadenslagen aufzustellen und fortzuschreiben (Cwojdzinski 2008, S. 4–5; Scholl und Wagner 2010, S. 24–25). Die Beteiligung der Krankenhäuser bei der Bewältigung von Großschadenslagen und Katastrophen und damit entsprechende zu treffende Vorbereitungen sind fast durchgängig in den Krankenhausgesetzen oder den Brand- und Katastrophenschutzgesetzen der Länder verankert (vgl. z.B. §24 BHKG; §10

KHGG NRW; §18a ThürKHG; §3 HmbKHG; LKG (RLP)). Hinsichtlich des Zivilschutzes findet sich die gesetzliche Grundlage in §21 ZSKG.

Die jeweils geltenden Brand- und Katastrophenschutzgesetze der Länder fordern zudem von Einrichtungen, bei deren Beeinträchtigung schwerwiegende gesundheitliche Folgen einer nicht unerheblichen Anzahl an Personen zu befürchten ist, Brandschutzbedarfs-, Alarm- und Einsatzplanungen vorzulegen (vgl. z.B. §29 BHKG). Sollten diese Punkte vereinzelt nicht explizit genannt sein, so ergibt sich eine implizite Verpflichtung im Rahmen des gesetzlichen Versorgungsauftrages und der damit einhergehenden Sicherstellung der Aufnahme- und Dienstbereitschaft bzw. Funktionsfähigkeit (siehe z.B. §28 und 29 LKHG), weshalb entsprechende Vorplanungen für alle denkbaren Szenarien durchzuführen sind. Zu den internen Gefahrenlagen gehört u.a. auch der Ausfall interner kritischer Infrastrukturen, was die Trinkwasserversorgung einschließt.



Abbildung 2: Verantwortlichkeiten und Anforderungen an die Sicherstellung bzw. Notfallvorsorge in der Trinkwasserversorgung

Neben den grundsätzlichen Verantwortlichkeiten gemäß Abbildung 2, werden bei Betroffenheit des Krankenhauses in Abhängigkeit des Schadensausmaßes Abstimmungen mit unterschiedlichen, in Tabelle 1 dargestellten, Instanzen erforderlich.

Tabelle 1: Differenzierung der beteiligten und entscheidungsbefugten Instanzen anhand des Schadensausmaßes (Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an (BBK 2024, S. 20)

Ausmaß	Beteiligte Instanzen	Entscheidungsbe- fugte Instanzen
Versorgungsunterbrechung kleiner Teilbereiche im Krankenhaus	Krankenhaus, Versorgungsunternehmen (nur bei gleichzeitiger Betroffenheit des öffentlichen Netzes)	Gesundheitsamt, Krankenhaus
Überschreitung Grenzwerte TrinkwV (ohne Gesundheitsgefährdung)		
Versorgungsunterbrechung mehrerer Bereiche	Krankenhaus, Gesundheitsamt, Katastrophenschutz, Allg. Gefahrenabwehr, Versorgungsunternehmen, Dienstleistungsunternehmen	Gesundheitsamt, Kreis- bzw. Regionalleitstelle, Krankenhaus
Überschreitung Grenzwerte TrinkwV (mit Gesundheitsgefährdung) in einzelnen Bereichen		
Totalausfall	Krankenhaus, Gesundheitsamt, Katastrophenschutz, Allg. Gefahrenabwehr, Versorgungsunternehmen, Dienstleistungsunternehmen	Gesundheitsamt, Kreis- bzw. Regionalleitstelle, Verwaltungsstab, Krankenhaus
Überschreitung der Grenzwerte im kompletten Krankenhaus mit Gesundheitsgefährdung		

Je nach Ausmaß und Dauer einer Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung, ergibt sich ein hoher Abstimmungs- und Koordinierungsaufwand mit weiteren internen und externen Akteuren (siehe auch Kapitel 3.2).

2.2 Verantwortlichkeiten in der Abwasserbeseitigung

Die Verantwortlichkeiten in der Abwasserbeseitigung bestehen in der Regel analog zur Trinkwasserversorgung.

Die Abwasserentsorgung fällt ebenfalls unter die öffentliche Daseinsvorsorge und ist somit durch eine juristische Person des öffentlichen Rechts bzw. eine verpflichtete Dritte Person

durchzuführen (§50 und 56 WHG). Diese müssen die Anlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichten, betreiben und instand halten (§60 WHG) und haben dafür Sorge zu tragen, dass durch die Abwasserbeseitigung keine Gefahren für die menschliche Gesundheit entstehen (§43 IfSG). Vor dem Hintergrund der Daseinsvorsorge darf die Leistung nicht aufgrund von vorhersehbaren Notfällen oder Betriebsstörungen unterbrochen werden (dies gilt auch für Beeinträchtigungen der Trinkwasserversorgung), und Krisenpläne sind auch für unvorhersehbare Ereignisse anzufertigen (Baur et al. 2019, 898-890).

Das Krankenhaus hat auch hier gemäß geltender Landesgesetze und § 61 WHG die Verantwortung für das eigene Abwassernetz und für die Einhaltung von entsprechenden Gesetzen und Verordnungen bzgl. der Abwassereinleitung. Neben der jeweiligen Entwässerungssatzung des Betreibers des öffentlichen Kanalnetzes sind hier insbesondere Abwasserströme zu beachten, die nicht in den Bereich des häuslichen oder kommunalen Abwassers fallen, wie z.B. der Radiologie, Nuklearmedizin oder Labore, bei denen erweiterte Anforderungen bspw. nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), Infektionsschutzgesetz (IfSG), Gentechnikgesetz (GenTG), Biostoffverordnung (BioStoffV) und Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) gelten. Krankenhäuser haben u.a. Hygienevorschriften nach IfSG, Landeshygieneverordnungen und Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene sowie Infektionsprävention (KRINKO) zu beachten und unterliegen gemäß § 23 Abs. 6 IfSG der infektiologischen Überwachung durch das zuständige Gesundheitsamt. Daraus ergeben sich für das zuständige Gesundheitsamt bei einer Beeinträchtigung des Abwassersystems weitreichende Befugnisse gemäß IfSG. In Kombination mit der landesspezifisch geregelten Verpflichtung zur Vorplanung im Rahmen der Krankenhausalarm- und -einsatzplanung (KAEP) resultiert für die Notfallvorsorge daraus, dass Krankenhäuser Vorsorgemaßnahmen für ein Versagen des Abwassersystems zu treffen haben. Je nach Ausmaß und Dauer einer Beeinträchtigung der Abwasserentsorgung werden Maßnahmen in großem Umfang und mit einem hohen Koordinierungsgrad erforderlich, woraus sich, wie auch bei der Trinkwasserversorgung, u. U. der Bedarf der Unterstützung durch die Gefahrenabwehr bzw. des Katastrophenschutzes der Kommunen ergibt (s. Kap. 3.2).

VERWEIS: Weitere Ausführungen und Herleitungen zum Rechtsrahmen bzgl. der Verantwortlichkeiten können dem wissenschaftlichen Abschlussbericht des BBK entnommen werden.

KAPITEL 3

Ablauf der Planung

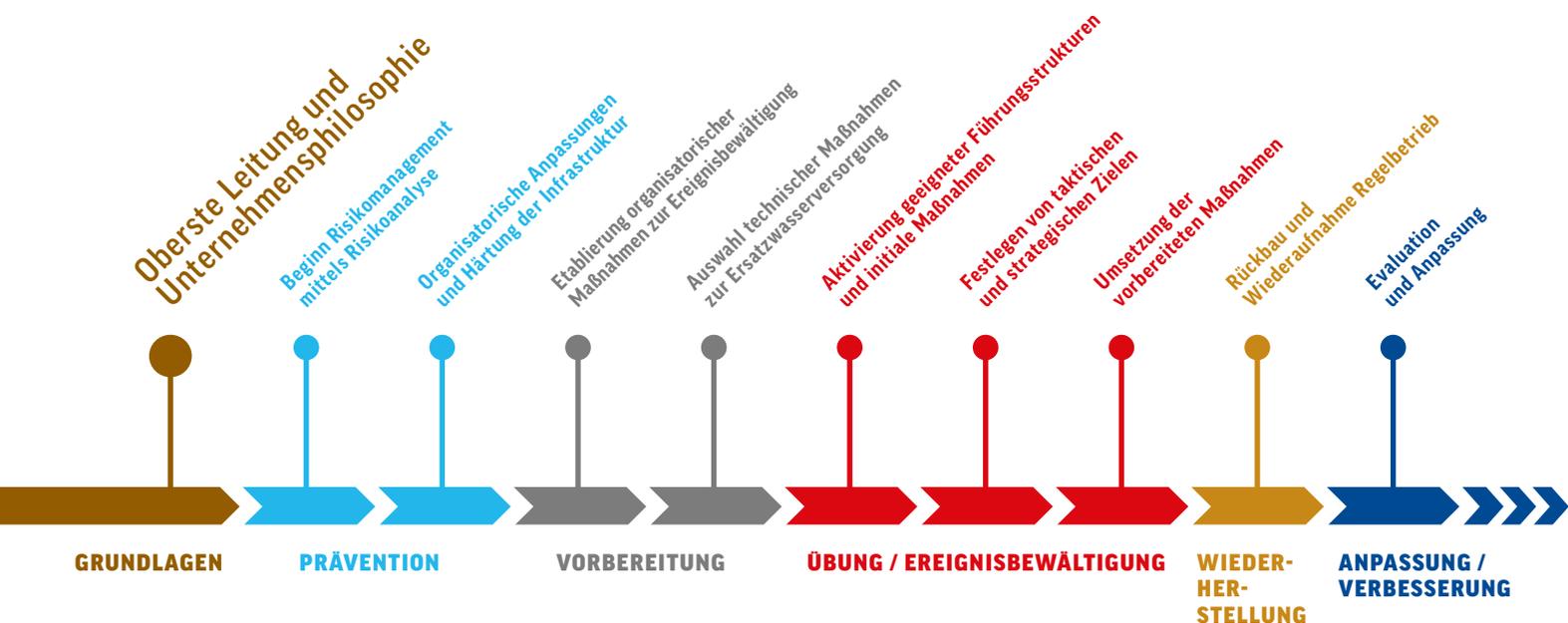
Was umfasst die Notfallvorsorgeplanung?

Wen müssen wir innerhalb & außerhalb des Krankenhauses beteiligen?

Welche Daten werden für die Durchführung der Notfallvorsorgeplanung benötigt?

Woher bekommen wir Informationen zum Wasserbedarf einzelner Krankenhausbereiche?

Wie lässt sich der Aufwand der Notfallvorsorgeplanung durch Einbindung in bestehende Managementprozesse begrenzen?



Im Sinne dieses Leitfadens ist die Notfallvorsorgeplanung Bestandteil des Risiko- und Krisenmanagements und umfasst die Bestandteile der Prävention und Vorbereitung des Risiko- und Krisenmanagementkreislaufes (siehe Abbildung 3) inkl. aller notwendigen Bestandteile, wie z.B. der Risikoanalyse. Entsprechend vorgeplante Maßnahmen dienen der Risikobehandlung und Ereignisbewältigung. Um mit der Notfallvorsorgeplanung beginnen zu können ist zunächst ein Verständnis des Gesamtprozesses notwendig, um auf dieser Basis ein entsprechendes Team zusammenzustellen sowie die notwendigen Ressourcen zu ermitteln und bereitzustellen. Des Weiteren spielen die Datenerhebung und -verarbeitung unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine wesentliche Rolle, da es sich in vielen Fällen um sensible Infrastrukturdaten handelt und daher Aspekte wie Zugangsrechte und digitale Datenverwaltung geklärt sein müssen.

Für ein erfolgreiches Risiko- und Krisenmanagement ist es unverzichtbar, dass die Geschäftsführung von deren Vorteilen überzeugt ist und ausreichende Ressourcen bereitstellt. Die Verantwortung für die Notfallvorsorgeplanung und Ereignisbewältigung liegt in den Händen der Geschäftsführung und muss von dieser unterstützt werden (vgl. DIN ISO 31000:2018-10).

Der Ablauf des Risiko- und Krisenmanagements folgt, ähnlich dem Qualitätsmanagement (QM) oder anderer Managementsysteme, einem Kreisprozess, welcher kontinuierliche Verbesserungen anstrebt. Der Prozess kann mit dem PDCA-Zyklus, d.h. mit der Planungsphase, der Umsetzungsphase, der Überprüfungsphase und der Anpassungsphase verglichen werden (vgl. DIN EN ISO 9001:2015-11, DIN EN ISO 22301:2020-06, DIN EN ISO 14001:2015-11).

Es kann sinnvoll sein, das Risiko- und Krisenmanagement in andere Managementsysteme einzubinden. Hier ist vor allem die Verzahnung mit dem Business Continuity Management (BCM) zu nennen, welches bspw. im IT-Bereich Anwendung findet (BSI 2023; ISO/IEC 27001:2022-10). Hier können und sollten Synergien genutzt und geschaffen werden. Weiterführend können die turnusmäßige Überarbeitung und Verbesserung der Notfallvorsorgeplanung sehr gut durch eine Einbindung in das vorhandene QM-System realisiert werden. Hierbei können die bestehenden Strukturen und Prozesse angepasst und verwendet werden, sodass die Notfallvorsorgeplanung einfach, schnell und dauerhaft im Unternehmen integriert oder erweitert werden kann.

3.1 Ablauf des Risiko- und Krisenmanagements

Das Risiko- und Krisenmanagement gliedert sich in 4 Phasen: Prävention, Vorbereitung, Ereignisbewältigung/Übung, Wiederherstellung/Anpassung und Lernprozess. Hierbei stellt der äußere Kreis (vgl. Abbildung 3) den regulären Ablauf ohne (Schadens-)Ereignis dar. Hier kann von Prävention und Vorbereitung in die Phase der Übung und Ausbildung übergegangen werden und anschließend in die Evaluation, die Anpassungen und den allgemeinen Lernprozess. Hieraus abgeleitete Verbesserungen werden dann in einem weiteren Durchlauf wiederum in der Prävention und der Vorbereitung eingepflegt und können anschließend erneut geübt, evaluiert und verbessert werden. Neben den Erkenntnissen aus eigenen Erfahrungen sollten auch die Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis wiederkehrend in das Risiko- und Krisenmanagement einfließen.

Kommt es zu einem Ereignis, kann jederzeit in das Krisenmanagement gewechselt und die Ereignisbewältigung begonnen werden. An die Vorbereitung schließt sich hier die Bewältigung an, gefolgt von der Wiederherstellungsphase mit der direkten Verbesserung (Build Back Better) von Systemen, falls diese aufgrund von Beschädigung repariert oder ersetzt werden müssen. Auch hier starten nach der Wiederherstellung wieder die Präventions- und die Vorbereitungsphase unter Einbindung von notwendigen Anpassungen. Speziell nach der Bewältigung von Ereignissen ist eine detaillierte Evaluation essenziell, da die gewonnenen Erkenntnisse einen sehr großen Mehrwert für den gesamten Prozess sowie die Organisation darstellen und umgesetzt werden sollten.

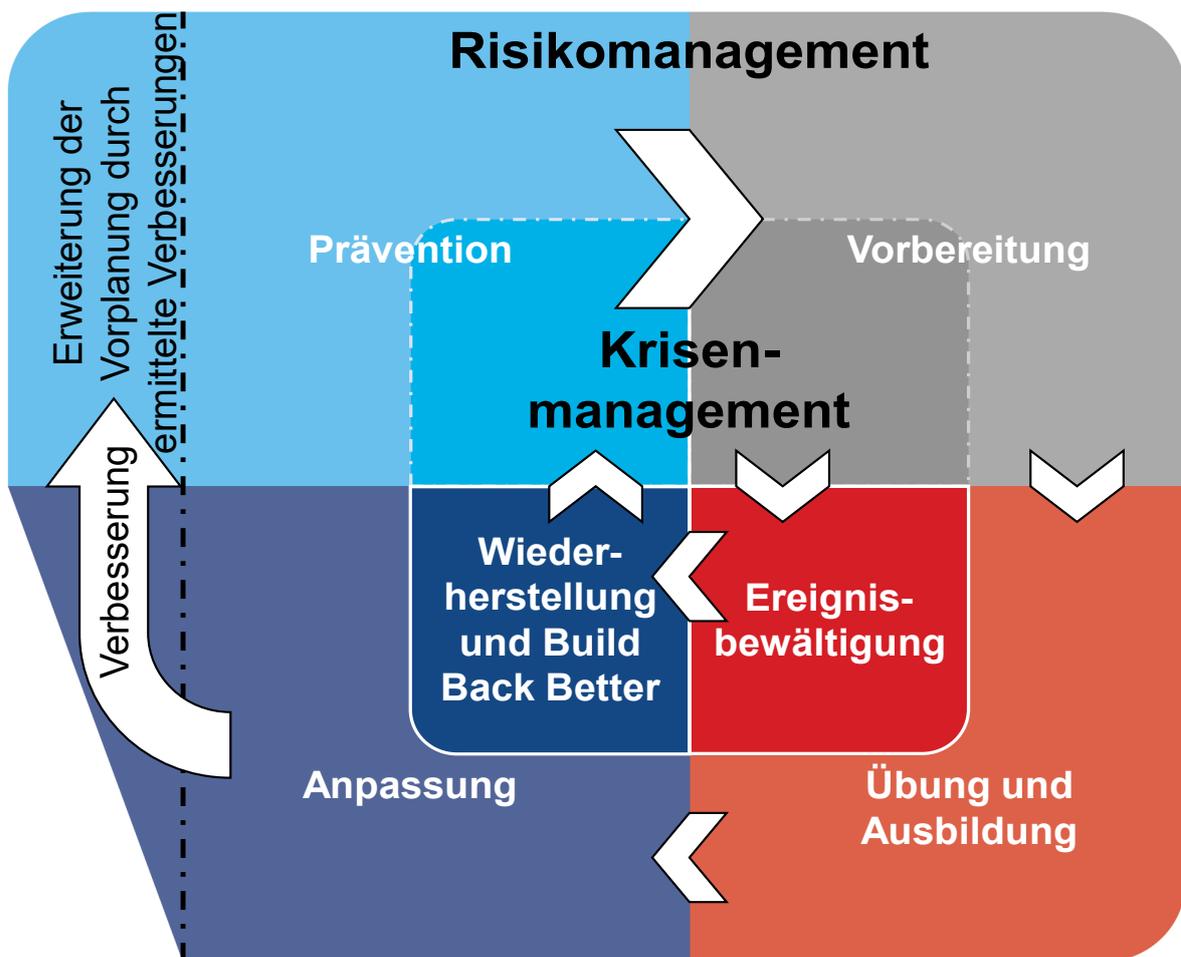


Abbildung 3: Phasen des Risikomanagements (außen) mit Übung und Ausbildung, verzahnt mit Phasen des Krisenmanagements (innen). Die beim regelmäßigen Durchlaufen der Phasen erzielte Verbesserungen werden am linken Rand angedeutet spiralförmig dargestellt.

Der gesamte Ablauf des Risiko- und Krisenmanagements ist als Orientierung in Form eines Zeitstrahls vor jedem Kapitel dargestellt und die Inhalte des jeweiligen Kapitels sind hervorgehoben. Im Detail verläuft der Prozess wie folgt:

Die Präventionsphase umfasst die Schritte Netzwerke schaffen, Risiken analysieren, Risiken behandeln, entsprechende Maßnahmen umsetzen und Risikokommunikation an Mitarbeitende, um ein Bewusstsein für identifizierte Risiken zu schaffen. Im Verlauf dieses Kapitels werden die ersten Aspekte der präventiven Phase erläutert. Hierzu zählen die Bildung einer Arbeitsgruppe, die Schaffung von Netzwerken und die Erhebung von Daten. Gefolgt wird dies von der Risikoanalyse, welche sich in Kapitel 4 findet. Auf Grundlage der Risikoanalyse können dann präventive Maßnahmen (Kapitel 5.1) sowie vorbereitende Maßnahmen (Kapitel 5.2) geplant und umgesetzt werden. Hierbei sind jeweils organisatorische wie auch technische Maßnahmen zu bedenken. Nachfolgend sollte eine Übung zur Überprüfung der Maßnahmen geplant und durchgeführt werden (Kapitel 5.4). Um die gewonnenen Erkenntnisse umzusetzen, ist die Übung auszuwerten. Die gewonnenen Erkenntnisse sind in der Phase der Anpassung in die bestehende Planung einzubetten (Kapitel 8). Sollte es zu einem Ereignis kommen, kann dieses unter Anwendung der in Kapitel 6 beschriebenen Maßnahmen und der Umsetzung des Notfallkonzeptes bewältigt werden. Anschließend ist die Wiederherstellung des Regelbetriebes durchzuführen (Kapitel 7) und eine Evaluation sowie Anpassungen vorzunehmen (Kapitel 8).

3.2 Arbeitsgruppe KAEP und Akteure

Zur Vorbereitung und Durchführung des Risiko- und Krisenmanagements ist die Beteiligung verschiedener einrichtungsspezifischer Funktionsbereiche notwendig. Der Prozess der Notfallvorsorgeplanung sollte von dem oder der Katastrophenschutz-/Notfallbeauftragten der Gesundheitseinrichtung gesteuert werden.

Weitere Ausführungen zur Teamzusammenstellung werden im Handbuch Krankenhausalarm- und -einsatzplanung (KAEP) des BBK zusammengefasst. Das Handbuch ist über die Website des [BBK](#) und den QR-Code abrufbar.



Der Leiter Krankenhausalarm- und Einsatzplanung (KAEP) bzw. die Leiterin KAEP wird in der Notfallvorsorgeplanung durch die Arbeitsgruppe KAEP unterstützt, die mindestens die in Abbildung 4 markierten Bereiche (Geschäftsführung, Technische Abteilung, Katastrophenschutz / Notfallbeauftragte, Medizinische / Ärztliche Leitung, Pflegerische Leitung, Medizintechnik, Krankenhaushygiene, Logistik) umfassen sollte. Diese Arbeitsgruppe begleitet den gesamten Prozess der Notfallvorsorgeplanung. Sie kann auch das Team, ggf. nur in Teilen, zur Durchführung der Risikoanalyse beinhalten. Die Risikoanalyse sollte für die effiziente Prozessgestaltung durch einen kleinen Personenkreis (max. 3 Personen) durchgeführt werden. Weitere Hinweise zur Durchführung der Risikoanalyse finden Sie in Kapitel 4. Sollte kein Mitglied des Teams Risikoanalyse in der Arbeitsgruppe KAEP mitwirken, ist ein regelmäßiger Austausch zwischen den Gruppen wichtig und erforderlich.

In Abbildung 4 wurde in Beteiligte, die in der Regel der Klinikstruktur zugeordnet sind, und Beteiligte, die je nach Klinikstruktur auch extern ausgelagert sein können, unterteilt.

Im Rahmen des integrierten Risikomanagements sind insbesondere zur Abstimmung von Leistungsgrenzen, Verantwortungsbereichen und Notfallvorsorgeplanungen auch externe Akteure einzubeziehen, z.B. die zuständige Gefahrenabwehrbehörde, Wasserversorgungsunternehmen, Gesundheitsbehörde etc. (siehe Abbildung 5).

Einer der ersten, grundlegenden Schritte ist der Auf- und Ausbau von Netzwerken und Kooperationen. Dies beinhaltet die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren wie Behörden, Organisationen, Unternehmen und der Zivilgesellschaft. Durch den Austausch von Informationen, Ressourcen und Fachwissen können potenzielle Risiken frühzeitig erkannt und reduziert sowie gemeinsame präventive sowie vorbereitende Strategien entwickelt werden, wie beispielsweise die Aufnahme entsprechender Szenarien in den Handlungsplan des WVU nach DVGW W 1020 (A). Im Ereignisfall wird zudem die Krisenreaktion durch bestehende Netzwerke verbessert (Dülks et al. 2022), da diese als vertrauenswürdige Kanäle zur Informationsbeschaffung und gegenseitige Unterstützung genutzt werden können.

Unternehmensinterne Runde Tische sind ein effektives Instrument, um verschiedene Akteure zusammenzubringen, um gemeinsam an wichtigen Themen zu arbeiten. Ein solcher Runder Tisch im Krankenhaus, der alle relevanten Personen einbezieht und das nichtmedizinische Risikomanagement in die Unternehmensphilosophie integriert, kann einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Notfallvorsorgeplanung leisten. Die Arbeitsgruppe KAEP stellt einen solchen Runden Tisch dar.

Aufgabe des Runden Tisches ist zu Beginn - neben der Abstimmung - die Ist-Analyse der bestehenden KAEP. Fokus der Analyse sollten die strategischen Ziele des Risiko- und Krisenmanagements sein. Kleinteilige technische Ziele und Lösungen bspw. können in der jeweiligen Fachabteilung oder in abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppen erarbeitet werden. Auf die Ist-Analyse folgt die Soll-Analyse, welche die Zielsetzung der KAEP und die Bedarfe festlegen muss (siehe auch Schutzziele in der Risikoanalyse, Kapitel 4.1.1), um den definierten Soll-Zustand zu erreichen. Neben dem angestrebten Soll-Zustand als solches ist ein Zeitplan für die Notfallvorsorgeplanung und die bereitzustellenden Ressourcen festzulegen.

Im Sinne der üblichen Managementkreisläufe sollten Runde Tische regelmäßig in festgelegten sinnvollen Zeitintervallen wiederholt werden.

Externe Runde Tische spielen eine wichtige Rolle bei der Weiterentwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Notfallvorsorge. Nach den ersten Treffen der internen Runden Tische und der Definition von Zielen ist es entscheidend, relevante externe Akteure einzubeziehen, um eine umfassende Perspektive und Expertise zu gewährleisten. Darüber hinaus werden wertvolle persönliche Kontakte zwischen den Beteiligten geknüpft und Kommunikationswege etabliert, die in der Krisenbewältigung hilfreich sind (Dülks et al. 2022).

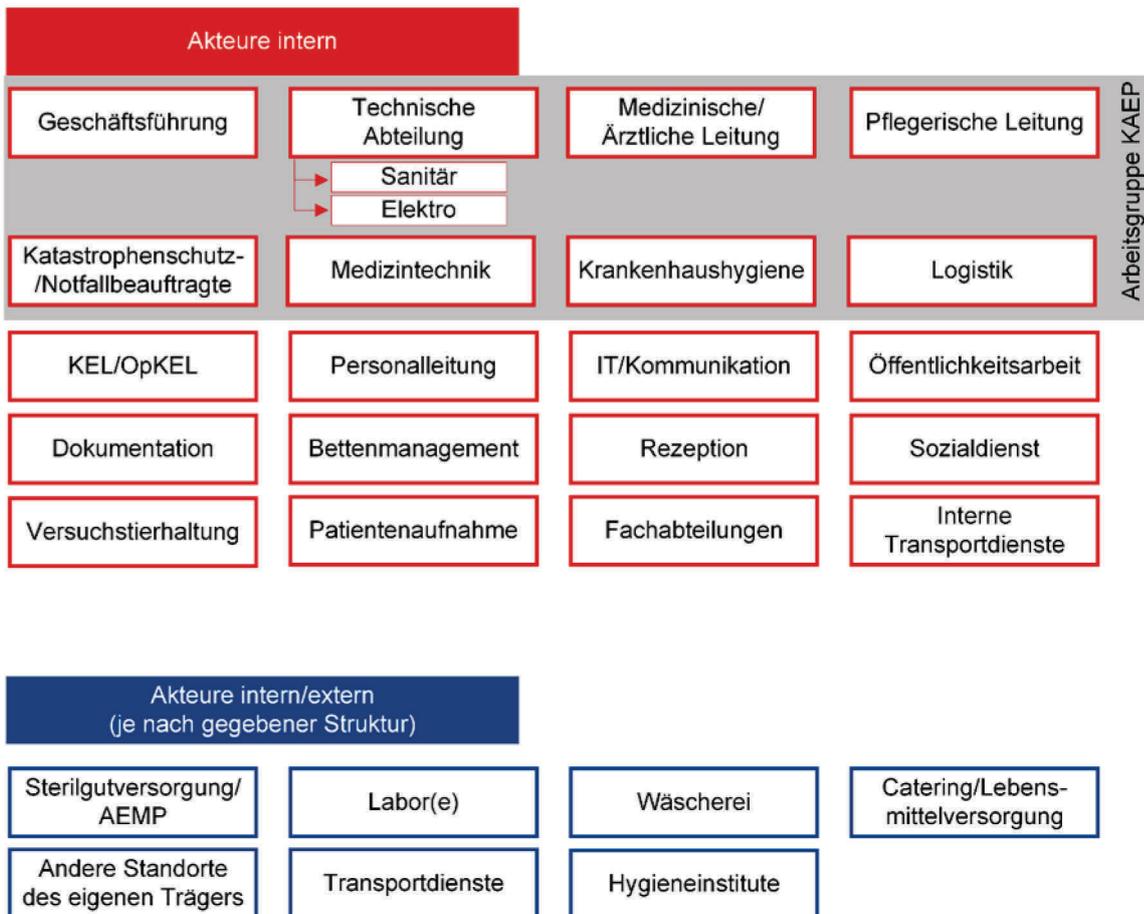


Abbildung 4: Interne Akteure sowie Akteure, die je nach vorliegender Krankenhausstruktur intern oder extern szenarioabhängig zu beteiligen sind

Mindestens folgende **interne Akteure** sollten im Risiko- und Krisenmanagement sowie in der Notfallvorsorgeplanung eingebunden werden:

Die **Geschäftsführung** muss den Prozess starten und das Thema Risiko- und Krisenmanagement als eine Priorität für das Krankenhaus etablieren (vgl. DIN ISO 31000:2018-10, DIN EN ISO 22361:2023-02). Sie sollte sich der Gefahren bewusst sein, die eine Einschränkung oder der Ausfall der Krankenhaus-Infrastruktur verursachen können. Vor allem wenn das Krankenhaus unzureichend vorbereitet ist, sind neben der direkten Gefährdung von Patientinnen und Patienten auch finanzielle Schäden und Reputationsschäden zu erwarten.

Die Mitwirkung von **ärztlicher und pflegerischer Leitung** in der Notfallvorsorgeplanung ist essenziell. Sie verantworten die Kernprozesse des Krankenhauses und sind daher im alltäglichen Betrieb und in Krisen zentrale Akteurinnen und Akteure. Änderungen im Ablauf von Behandlungen und die Zuteilung von Ressourcen unterliegen ihrer Verantwortung.

Die **kaufmännische Abteilung** und die **Logistik** sollten an der Notfallvorsorgeplanung beteiligt sein, da sie für die Beschaffung, Lagerung und Umsetzung von Ersatzmaßnahmen, wie

beispielsweise die Bereitstellung von Flaschenwasser, verantwortlich sind. Sie können Auskunft über Kosten, Ressourcen und logistische Herausforderungen geben. Zudem können sie bei der Vorbereitung von Maßnahmen mit den regulären Zulieferbetrieben Absprachen treffen.

Die **Krankenhaushygiene** (intern oder durch externen Dienstleister) spielt eine zentrale Rolle bei der Bewertung und der Entwicklung entsprechender Maßnahmen im Bereich Trinkwasser und Abwasser. Ihre Expertise in Bezug auf Infektionsprävention und Hygienestandards ist von großer Bedeutung. Zudem übernimmt die Krankenhaushygiene in der Regel die Überwachung der Trinkwasserqualität, die dafür notwendige Probenahme durch geschultes Personal (Probenehmerschein für Trinkwasser), die Kommunikation mit den Gesundheitsbehörden und die Umsetzung etwaiger angeordneter Maßnahmen. Diese Aufgaben müssen bei Wahrnehmung durch externe Dienstleister vertraglich geregelt werden.

Die **technischen Abteilungen**, bestehend aus Haustechnik, Betriebstechnik und Medizintechnik sowie das Gebäudemanagement sind für die Bewertung der Auswirkungen eines Ausfalls der Wasserversorgung auf technische Geräte und Einrichtungen zuständig. Sie können wertvolle Informationen über die Anfälligkeit der technischen Infrastruktur liefern und kennen die bestehende Infrastruktur, inklusive nicht dokumentierter Sonderlösungen. Auch bei der Etablierung von Ersatzmaßnahmen spielen sie eine große Rolle, da sie diese in der Regel umsetzen oder die Umsetzung begleiten.



Abbildung 5: Externe Akteure, die szenarioabhängig zu beteiligen sind

Darüber hinaus sollten folgende **externe Akteure** beteiligt sein:

Einbezug der **Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)** wie Feuerwehr, Katastrophenschutzbehörden, Hilfsorganisationen und Technisches Hilfswerk: Ihre Expertise in Bezug auf Gefahrenabwehr, Evakuierung, Rettungsmaßnahmen und einer Ersatzwasserversorgung ist von großer Bedeutung. Sie verfügen zum Teil auch über die erforderlichen technischen Ressourcen für den Trinkwassertransport und die Aufbereitung von Trinkwasser. Ihre Teilnahme an Runden Tischen ermöglicht es, die Zusammenarbeit und Koordination zwischen dem Krankenhaus und den BOS zu stärken, um im Ernstfall (nicht nur Ausfall

der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung) effektiv zusammenzuarbeiten sowie vorbereitende Maßnahmen synergetisch zu planen. Dabei sollten auch die gegenseitigen Erwartungen, Verantwortlichkeiten, Leistungsfähigkeit und Leistungsgrenzen geklärt werden. Die Wichtigkeit von BOS wird beispielsweise beim Aufbau der Ersatzversorgung deutlich, die ohne deren Mitwirkung oft nicht realisiert werden kann.

Einbezug von **Dienstleistungen**: Dienstleistungen, die für das Krankenhaus erbracht werden, wie zum Beispiel Catering, Reinigung, IT-Dienstleistungen oder Zulieferungen, sollten ebenfalls in den externen Runden Tisch einbezogen werden. Sie können Informationen über Leistungsspektrum, potenzielle Risiken und mögliche Maßnahmen zur Verfügung stellen. Durch den Austausch mit den Dienstleistungsunternehmen können auch die gegenseitigen Erwartungen, Verantwortlichkeiten, Leistungsfähigkeit, Leistungsgrenzen und der Umfang erforderlicher Informationen geklärt werden, um eine reibungslose Zusammenarbeit in Krisensituationen sicherzustellen.

Einbezug des **Gesundheitsamtes**: Das Gesundheitsamt verfügt über umfangreiches Fachwissen in Bezug auf Trinkwasser, ggf. auch aus anderen Krankenhäusern und fungiert bei einigen Maßnahmen als Genehmigungs- und/oder Aufsichtsbehörde (bspw. Einhaltung und Abweichung von der Trinkwasserverordnung). Es beurteilt bei Abweichungen der Trinkwasserbeschaffenheit nach § 62 TrinkwV die möglichen Auswirkungen, kann nach §§ 63 und 64 Maßnahmen anordnen oder nach § 66 auch Abweichungen von der Trinkwasserbeschaffenheit zulassen. Wichtig sind auch die nach TrinkwV vorgeschriebenen Informations- und Anzeigepflichten gegenüber dem Gesundheitsamt. Diese umfassen nach § 62 auch die Weitergabe entsprechender Anzeigen durch das Gesundheitsamt. Die Teilnahme des Gesundheitsamtes am externen Runden Tisch ermöglicht es, die aktuellen gesetzlichen Vorgaben, Empfehlungen und bewährte Praktiken im Bereich der Krisenbewältigung im Bereich Trinkwasser zu berücksichtigen. Auch ist das Gesundheitsamt als Aufsichtsbehörde von Krankenhäusern und sonstigen medizinischen Einrichtungen ein essenzieller Ansprechpartner.

Einbezug der **Wasserversorgungsunternehmen**: Wasserversorgungsunternehmen (WVU) sind für die Bereitstellung einer sicheren und zuverlässigen Trinkwasserversorgung bis zum Übergabepunkt zum krankenhauseigenen Wassernetz verantwortlich. Da ein Ereignis mit gravierenden Folgen für das Krankenhaus im eigenen und im Netz des WVU liegen kann, ist die Teilnahme des WVU am Runden Tisch von großer Bedeutung. Auch hier sollten Synergien geschaffen und schon im Regelbetrieb genutzt und integriert werden. Die Aufrechterhaltung der leitungsgebundenen Wasserversorgung von Krankenhäusern sollte als eines der wichtigen Szenarien in den nach DVGW W 1020 (A) zu erarbeiteten Handlungsplan sein. WVU verfügen auch ggf. über Ressourcen und Kontakte, die für den Aufbau einer Ersatz- oder Notversorgung im Verantwortungsbereich des Krankenhauses genutzt werden können.

Die **Betreibenden von Kanalnetz und Kläranlagen sollten** neben dem WVU auch am Runden Tisch vertreten sein, da die Nutzung von Wasser in den meisten Fällen die Ableitung und Behandlung von Abwasser zur Folge hat. Zudem können bspw. Starkregenereignisse zu einer gravierenden Beeinträchtigung der Abwasserentsorgung mit Auswirkungen für das Krankenhaus führen.

Nachdem zwischen dem Krankenhausbetrieb, dem Gesundheitsamt, den BOS und dem WVU Pläne für eine Ersatz- oder Notversorgung diskutiert worden sind, sollte festgelegt werden, welcher Aufwand an chemisch-technischen und mikrobiologischen (Sonder-)Untersuchungen, einschließlich der Wiederherstellung des Normalbetriebs, erforderlich ist. Darauf aufbauend sollten in einem weiteren Schritt auch entsprechende **Fachlabors** in die Planungen einbezogen werden.

3.3 Datenerhebung und Datenmanagement

Im Rahmen der Risikoanalyse sowie als Grundlage für die Entscheidung und Planung von Maßnahmen sollten u.a. folgende Daten und Informationen zusammengestellt, bzw. falls noch nicht vorhanden, erhoben werden:

- Struktur und Lage der Krankenhausbereiche und Stationen
- Technische Pläne der Trinkwasser- und Abwasserinstallationen mit Angaben zum Leitungsverlauf
- Erfassung der von Wasser abhängigen Funktionseinheiten
- Qualitätsanforderungen und Daten der routinemäßigen Trinkwasserüberwachung
- Leistungsparameter der Krankenhausfunktionseinheiten wie z.B. Fallzahlen, Verweildauer, Anzahl Betten, Zahl der Operationen
- Durchflussdaten der Wassernetzfunktionseinheiten
- Daten zum Wasserbedarf einzelner Krankenhausbereiche - falls keine eigenen Daten vorliegen bzw. diese Verbrauchsdaten nicht erhoben werden können, finden sich in Kapitel 3.4 Kennwerte, die als Orientierung dienen können.
- Informationen zu Anlagen für den Aufbau einer Ersatzwasserversorgung (Entfernung, Leistung, Art der Anlage)

Die Ergebnisqualität der Risikoanalyse, Risikobehandlung, Vorsorgeplanung und Krisenbewältigung ist maßgeblich von Vollständigkeit, Qualität und Detailgrad der erhobenen und erfassten Daten abhängig. Idealerweise sind die Bestandspläne und die Datenerfassung so detailliert, dass für jede Funktionseinheit (FE) der Einrichtung konkrete Angaben zum Wasserbedarf bzw. Ableitung im Regelbetrieb und im Notfall möglich sind. Sind Pläne oder Messdaten nicht vollständig, muss auf Schätzwerte zurückgegriffen werden (siehe dazu Kapitel 3.4).

Unter den Funktionseinheiten (FE) im NOWATER-Projekt werden folgende Elemente verstanden:

- Fachabteilungen/Fachbereiche
- Medizinische Großgeräte und Geräte mit besonderer Anforderung an die Wasserversorgung z.B. Dialysegeräte, gesonderte Behandlungsbereiche/Prozesse (z.B. Endoskopie)
- Relevante Versorgungsbereiche/Prozesse (z.B. Medikamentenversorgung, Trinkwasserversorgung)
- Unterstützungsprozesse (z.B. IT)

Dabei können bei der Betrachtung Geräte und Fachabteilungen, die als ein Fachbereich zusammengefasst werden (z.B. MRT und Radiologie), je nach gewünschtem Detailgrad auch separat aufgenommen werden.

Im Rahmen der Vorabstimmungen ist zu klären, welche Beteiligten welche Daten benötigen, erheben und bereitstellen sowie die dazu erforderlichen Berechtigungen (z.B. bezüglich Einsehbarkeit von Plänen und Zugänglichkeit von Räumlichkeiten). Weiterhin ist zu klären, durch wen die Datenaufbereitung und -interpretation erfolgt.

Zur Verhinderung von unberechtigter Einsicht ist zu definieren, welche Daten ausschließlich der internen Verwendung vorbehalten sind und welche Daten zur Abstimmung mit externen Akteuren, wie Behörden oder Ver-/Entsorgungsunternehmen, erforderlich sind, wie z.B.:

- Demographische, infrastrukturelle oder topographische Angaben und damit einhergehender potenzieller Gefahren, z.B. Überflutungen, sowie infrastrukturelle Gegebenheiten, wie Anfahrtswege, Aufstellflächen etc.
- Feuerwehr- und Brandschutzpläne
- Hausinterne Ansprechpersonen, Kennzeichnungen und Kommunikationswege im Ereignisfall
- Leistungsparameter, z.B. Versorgungsgebiet und -schwerpunkte, sowie Leistungsgrenzen, wie die Laufzeit der Netzersatzanlage oder die Reichweite der Treibstoffvorräte

Daten, welche die Einrichtung bei Veröffentlichung verwundbar machen können, sind ausschließlich intern zu verwenden, dazu können bspw. zählen:

- Daten des Personals und der zu behandelnden Personen,
- Detailergebnisse der Risikoanalyse insbesondere zu vulnerablen Bereichen,
- Funktionsbereichsbezogene Detailplanungen zur betrieblichen Gefahrenabwehr,
- Technische Detailpläne

3.4 Trinkwasserbedarf in Krankenhäusern

Die Ermittlung des Trinkwasserbedarfs in Krankenhäusern kann während der Planungsphase auf Grundlage von DVGW W 1020: 2018-03 durchgeführt werden, sofern keine eigenen Daten

vorliegen. Das Arbeitsblatt gilt für Krankenhäuser der Grundversorgung. Die Vergleichbarkeit mit den nachfolgend aufgeführten Daten ist somit gegeben.

Die Ermittlung des Wasserbedarfs für eine Ersatzwasserversorgung kann analog vorgenommen werden, eine Einzelfallbetrachtung für verschiedene Funktionseinheiten und Nutzungen ist jedoch notwendig, um den Trinkwasserbedarf im Ereignisfall im Sinne eines Bedarfsmanagements und einer Priorisierung steuern und ggf. reduzieren zu können. Dafür ist es zwingend notwendig, zu wissen, wo, wann, wie viel Wasser in Krankenhäusern benötigt wird.

In DVGW W 410 wird der Trinkwasserbedarf auf zwei Planungsgrößen bezogen: die Anzahl der Patienten und Beschäftigten (PB) und die Bettenanzahl (BZ) pro Tag. Durch die Nutzung von PB wird die reale Situation im Krankenhaus unter Berücksichtigung der tatsächlichen Bettenbelegung abgebildet, BZ ist eine Planungsgröße für Krankenhäuser, welche noch nicht in Betrieb sind, um eine Abschätzung zu ermöglichen, ohne dass die konkrete Anzahl der Patienten bekannt ist. Im Arbeitsblatt wird sowohl ein Mittelwert als auch die Bandbreite der möglichen Werte angegeben (s. Tabelle 2). Aus der angegebenen erheblichen Bandbreite, wird nochmals deutlich, dass Einzelfallbetrachtung für das jeweilige Krankenhaus die Planungssicherheit maßgeblich verbessern kann.

Tabelle 2: Mittelwerte und Bandbreite des spezifischen Wasserbedarfs nach DVGW W 410

Bezugsgröße	Mittelwerte	Bandbreite
Patienten und Beschäftigte (PB)	0,34 m ³ /(PB·d)	0,12–0,83 m ³ /(PB·d)
Bettenanzahl (BZ)	0,50 m ³ /(BZ·d)	0,13-1,20 m ³ /(BZ·d)

In VDI 3807 Blatt 2 „Verbrauchskennwerte für Gebäude; Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser“ (VDI 3807 Blatt 2:2014-11) werden ebenfalls Verbrauchskennwerte für den Trinkwasserbedarf von Krankenhäusern angegeben. Um den Vergleich mit den Werten aus DVGW W 410 zu erleichtern, sind die Werte aus VDI 3807 Blatt 2 in der Tabelle 3 auf Tageswerte umgerechnet.

Tabelle 3: Richt- und Mittelwerte des spezifischen Wasserbedarfs nach VDI 3807 Blatt 2

Gebäudegruppe	Richtwert	Mittelwert
Krankenhäuser 0 bis 250 Betten	0,21 m ³ /(BZ·d)	0,29 m ³ /(BZ·d)
Krankenhäuser 251 bis 450 Betten	0,27 m ³ /(BZ·d)	0,36 m ³ /(BZ·d)
Krankenhäuser 451 bis 650 Betten	0,32 m ³ /(BZ·d)	0,43 m ³ /(BZ·d)
Krankenhäuser 651 bis 1000 Betten	0,22 m ³ /(BZ·d)	0,37 m ³ /(BZ·d)
Krankenhäuser über 1000 Betten	0,39 m ³ /(BZ·d)	0,71 m ³ /(BZ·d)

Bis auf den Fall von Krankenhäusern mit mehr als 1000 Betten liegen alle Werte aus VDI 3807 Blatt 2 innerhalb des Bereiches der Bedarfskennwerte des DVGW W 410.

Weitere zentrale Planungsgrößen für den Aufbau einer (Ersatz-)Wasserversorgung sind der Stunden- und der Tageshöchstbedarf. Beide Größen können durch Multiplikation des mittleren Bedarfs mit dem jeweiligen Spitzenfaktor f_d bzw. f_h berechnet werden. Diese Faktoren geben das Verhältnis von maximalem zu mittlerem Bedarf im jeweiligen Bezugszeitraum an. Für Krankenhäuser beträgt der Tagesspitzenfaktor $f_d = 1,3$ und der Stundenspitzenfaktor $f_h = 3,2$ (DVGW W 410).

Das Arbeitsblatt DVGW W 410 enthält jedoch keine Angaben darüber, zu welcher Tageszeit die Höchstwerte in Krankenhäusern erreicht werden. Eine Einzelfallbetrachtung zur Berücksichtigung standortspezifischer Gegebenheiten bleibt somit unerlässlich, um im Ereignisfall eine gezieltes Bedarfsmanagement (Wasserrestriktionsplan) umsetzen zu können.

Um im Rahmen von NOWATER verallgemeinerungsfähige und übertragbare Daten zum Wasserbedarf verschiedener Nutzungen und Funktionseinheiten erheben zu können, wurden im AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS in Frankfurt a.M., einem Krankenhaus der Regelversorgung mit 699 Betten, Messkampagnen aller Gebäude und ausgewählter Funktionsbereiche durchgeführt. Auf ausgewählte Ergebnisse aus diesen Messungen wird nachfolgend eingegangen. Durch den Bezug auf Kenngrößen wie Patiententage, Zahl der OPs u.a. sind die gewonnenen Daten auf andere Krankenhäuser übertragbar.

Der Standort MARKUS Krankenhaus umfasst 7 Häuser, in denen 12 Fachbereiche und 4 Institute untergebracht sind. Im Krankenhaus arbeiten ca. 1.500 Angestellte, im Jahr werden ungefähr 20.000 vollstationäre und 30.000 ambulante Behandlungen durchgeführt. Das Krankenhaus verfügt über eine Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP). Großküche und Zentralwäscherei sind ausgelagert.

Die Durchflussdaten wurden mit Ultraschall-Durchfluss-Messgeräten jeweils an 7 aufeinanderfolgenden Tagen erhoben. Die Messwerte wurden alle 10 Sekunden aufgenommen. Eine detailliertere Darstellung der Trinkwasserbedarfe kann dem Abschlussbericht von AGAPLESION HYGIENE zum NOWATER-Projekt entnommen werden.

Nachfolgend sind ausschließlich Durchflusswerte für Trinkwasser kalt (TWK) Leitungen aufgeführt. Dies ist erforderlich, um die Vergleichbarkeit mit den Werten des DVGW-Arbeitsblattes und der VDI- Richtlinie zu überprüfen. Zudem muss die Auslegung einer Ersatzwasserversorgung auf Grundlage des Bedarfs an Kaltwasser erfolgen, andere Ströme (Trinkwasser warm oder enthärtet) sind Teilströme von TWK.

Das Haus „Somatik“ verfügt über eine AEMP. Die AEMP ist ein Großverbraucher im Bereich Trinkwasser und beeinflusst den berechneten Wasserverbrauch pro Patienten und Patientin erheblich. In Tabelle 4 wird dieses Haus daher sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der AEMP dargestellt. Ohne Berücksichtigung der AEMP sind die Werte über alle Gebäude vergleichbar und befinden sich im unteren Bereich des Arbeitsblattes. Generell ist festzuhalten, dass das Arbeitsblatt für Krankenhäuser mit der Berücksichtigung von Küchen, Wäschereien und AEMPs Werte eine größere Spannweite an Durchflusswerten aufweist, als in der Messung am Standort abgebildet werden konnte.

Tabelle 4: Darstellung der bezogenen Bedarfswerte TWK und der Bezugsgrößen

Haus	Bettenanzahl (BZ)	Auslastung	$q_{d,m}$ [$m^3/(BZ \cdot d)$]	Patiententage (PB)	$q_{d,m}$ [$m^3/(PB \cdot d)$]
Somatik	358	49 %	0,26	1225	0,53
Somatik o. AEMP	358	49 %	0,16	1225	0,32
Psychiatrie	204	46 %	0,06	654	0,14
Geriatric	156	64 %	0,15	705	0,24

In Abbildung 6 sind die Tagesganglinien der drei Bettenhäuser dargestellt. Die Tagesganglinien beschreiben die Dynamik des Wasserverbrauchs der einzelnen Gebäude unterschiedlicher Nutzung und geben Rückschluss darüber, wann, wo, wie viel Trinkwasser in den einzelnen Gebäuden abhängig von der Anzahl an Patientinnen und Patienten benötigt wird. Die berechneten Durchflussdaten sind geringer als die angegebenen Mittelwerte der VDI 3807 Blatt 2 und des DVGW Arbeitsblatts W 410, liegen aber im Bereich der Spannweite von DVGW W 410 und können als plausibel angesehen werden.

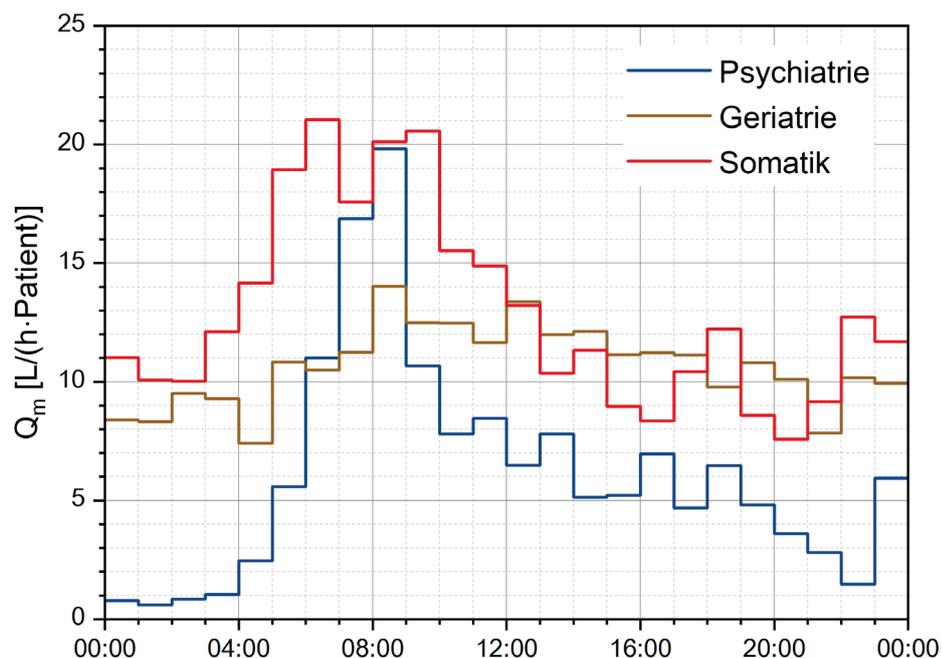


Abbildung 6: Tagesganglinien des Wasserbedarfs für verschiedene Häuser

Neben dem Wasserbedarf der verschiedenen Häuser wurden auch Messungen für die drei zentralen Funktionsbereiche AEMP, OP und Dialyse durchgeführt. Der für die Funktionsbereiche ermittelte Wasserbedarf wurde auf geeignete Bezugsgrößen normiert (s. Tabelle 5). Dadurch wird auch für diese Größen die Übertragbarkeit auf andere Krankenhäuser hergestellt.

Tabelle 5: Darstellung der spezifischen Bezugsgrößen der ausgewählten Funktionsbereiche sowie der darauf bezogenen mittleren TWK-Volumenströme ($q_{d,m}$)

Funktionsbereich	Bezugsgröße		spezif. Wasserbedarf $q_{d,m}$
AEMP	Sterilguteinheiten desinfiziert	564	453 [L/STE _{des}]
	Sterilguteinheiten sterilisiert	409	625 [L/STE _{st}]
OP	Schnitt-Naht-Zeit in min.	11.749	3 [L/min _{OP}]
	Anzahl Operationen	149	228 [L/OP]
Dialyse	Hämodialysen pro Woche	83	712 [L/Behandlung]

Um die Schwankungen des Wasserbedarfs der einzelnen Häuser und Funktionseinheiten zu charakterisieren, wurden die in Tabelle 6 dargestellten Stunden- und Tagesspitzenfaktoren berechnet.

Tabelle 6: Tages- (f_d) und Stundenspitzenfaktoren (f_h) der ausgewählten Bettenhäuser und Funktionsbereiche am Standort AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS

Bereich	Tagesspitzenfaktor f_d	Stundenspitzenfaktor f_h
Somatik	1,11	1,55
Somatik ohne AEMP	1,09	1,35
Psychiatrie	1,20	4,86
Geriatric	1,20	1,86
AEMP	1,25	2,24
OP	1,25	2,70
Dialyse	1,34	3,60

Die Spitzenfaktoren entsprechen bis auf einen Ausreißer (Stundenspitzenfaktor Psychiatrie) den Angaben des DVGW Arbeitsblatts W 410 und bestätigen diese somit. Die Anwendung der Spitzenfaktoren auf andere Krankenhäuser kann daher als zulässig erachtet werden.

Es zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Häusern. Eine Einzelfallbetrachtung bleibt somit notwendig. Um Aussagen über den Zeitpunkt der Höchstwerte treffen zu können, müssen die Tagesganglinien betrachtet werden. Diese sind in Abbildung 7 für die drei beschriebenen Häuser dargestellt. Das Bettenhaus Somatik wurde dabei ohne Berücksichtigung des Wasserbedarfs der AEMP dargestellt.

Die Stundenhöchstwerte werden in allen Häusern zwischen 6:00 und 9:00 Uhr erreicht. Aus Abbildung 7 geht weiterhin hervor, dass der Bedarf unter der Woche in allen Häusern größer ist als am Wochenende.

Mit den die Messungen validierenden Interviews konnten Bereiche und Geräte identifiziert werden, welche für einen relevanten Teil des Trinkwasserbedarfs von Krankenhäusern verantwortlich sind. Diese sollten bei der Erhebung des TWK-Bedarfs eines Standorts vermessen und berücksichtigt werden. Ebenso kann aus den Daten das Einsparungspotenzial abgeleitet werden, wenn bestimmte Leistungen oder Prozesse ausgelagert bzw. eingestellt werden. Bedarf an Trinkwasser entsteht in Krankenhäusern in den Bereichen Patienten- und Personalhygiene (Toiletten, Handwaschbecken), Versorgung mit Trinkwasser, Reinigung und Desinfektion, Betrieb von technischen Geräten zur Reinigung (Spülmaschinen, Steckbecken-Spülgeräte). Funktionsbereiche mit hohem Wasserbedarf sind AEMP, Dialysen, Küchen, Wäschereien. Der Wasserbedarf von Laboren und Apotheken hängt stark von deren technischen Ausstattung ab und kann nicht verallgemeinert werden. Technische Geräte in Krankenhäusern mit hohem Wasserbedarf sind Reinigungs- und Desinfektionsgeräte, Spülmaschinen, Anlagen zur Wasseraufbereitung, wie Umkehrosmoseanlagen, und automatisierte Hygienespülungen zur Einhaltung der zulässigen Trinkwassertemperaturen. Weitere Verbraucher, welche nicht zwingend einen hohen Verbrauch haben, aber einzeln betrachtet werden sollten, sind Kälteanlagen, Raumlufttechnik, Magnetresonanztomographen und die Gartenbewässerung. Der Wasserbedarf dieser Verbraucher sollte erfasst werden, um den in einem Krisenfall tatsächlichen zu deckenden Wasserbedarf nicht zu überschätzen.

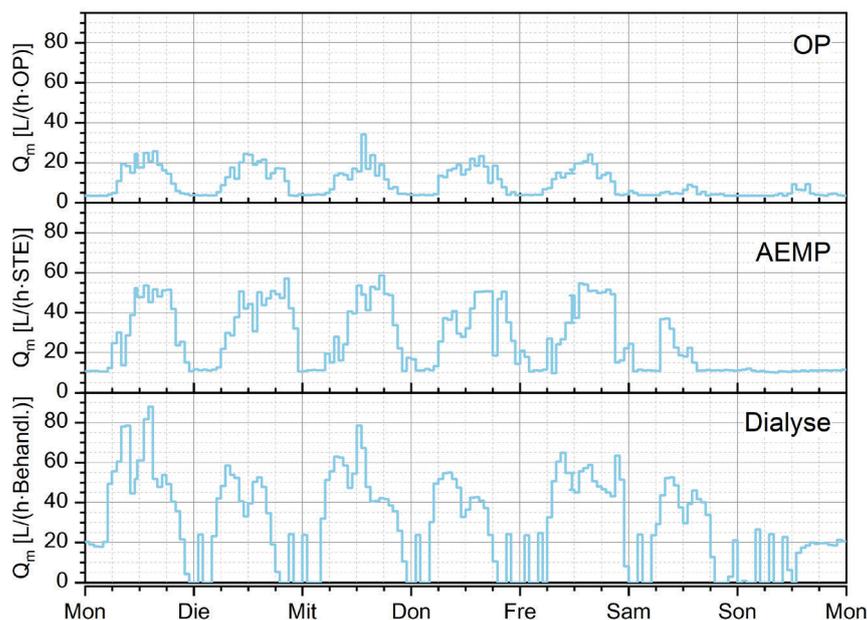


Abbildung 7: Darstellung der Wochenganglinie des spezifischen Trinkwasserbedarfs (kalt) der untersuchten Funktionsbereiche

KAPITEL 4

Risikoanalyse

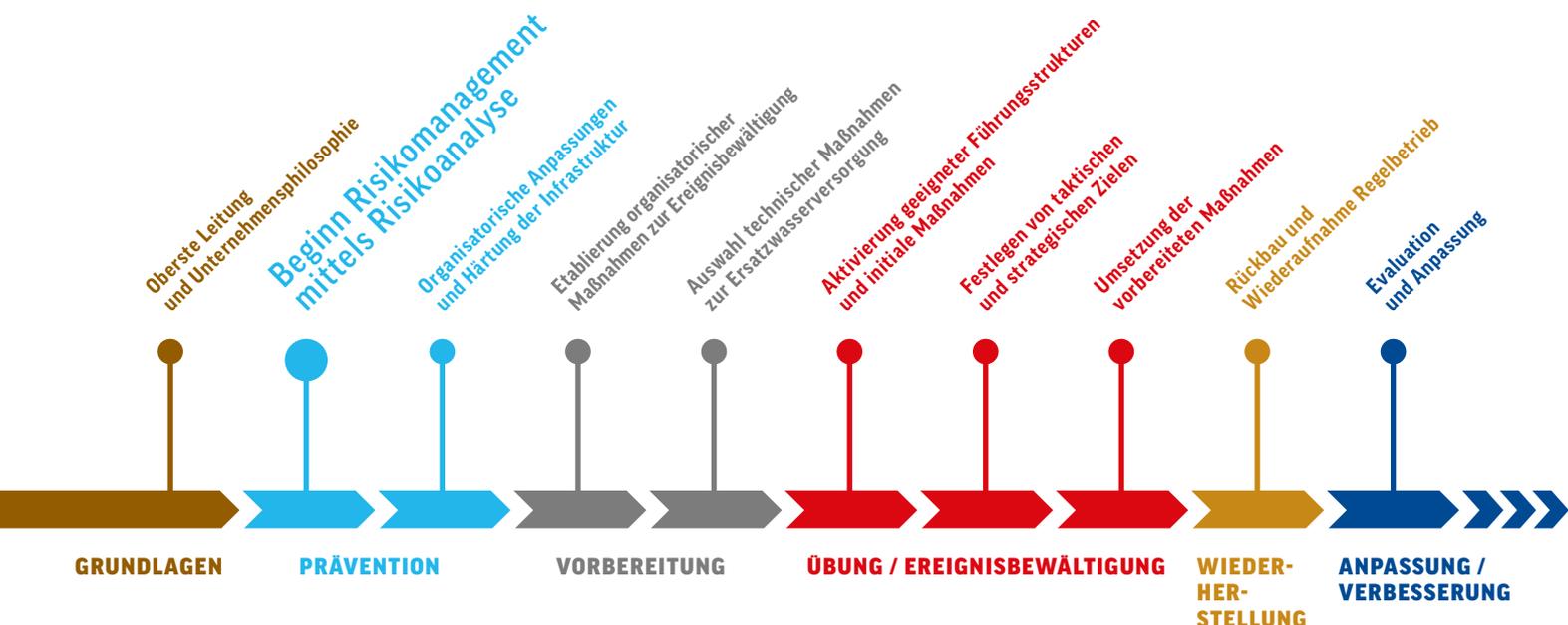
Welche Szenarien können zu einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung und damit ggfs. zu einer Störung des Krankenhausbetriebes führen?

Welche Teile der Infrastruktur sind für den Funktionserhalt besonders wichtig und gegenüber den Szenarien verwundbar?

Welche Konsequenzen sind, unter Beachtung von Abhängigkeiten und Kaskadeneffekten, bei Betroffenheit potenziell zu erwarten?

Welche Risiken ergeben sich für eine Beeinträchtigung der Wasserversorgung und Entsorgung in einem Krankenhaus?

Welche Handlungsbedarfe für die Notfallvorsorgeplanung können abgeleitet werden?



Die Risikoanalyse ist ein systematischer Prozess zum Verstehen und Bewerten von Risiken und damit integraler Bestandteil des Risikomanagementprozesses. Sie bildet die zentrale Grundlage für die Notfallvorsorgeplanung. Die hier vorgestellte Risikoanalyse umfasst zwei Teile:

- a) Die Basisanalyse der Krankenhausprozesse
- b) Die optionale Detailanalyse der Wassernetze (aufbauend auf den Ergebnissen der Basisanalyse der Krankenhausprozesse)

Neben den übergeordneten Zielstellungen umfassen beide Teile der in der NOWATER entwickelten Risikoanalyse separate Unterziele (siehe Abbildung 8).

Eine prinzipielle Ableitung von Erkenntnissen und Maßnahmen wird bereits mit Durchführung der Basisanalyse der Krankenhausprozesse möglich. Die Analyse der Wassernetze dient als Feinanalyse. Sie ermöglicht die Entwicklung von Maßnahmen zum Bedarfsmanagement im Ereignisfall und identifiziert Schwachstellen, die im Zuge von Härtingsmaßnahmen beseitigt werden können, um die Resilienz der Wasserversorgungsanlage zu erhöhen. Eine grundlegende Betrachtung der vorliegenden Wassernetze ist jedoch in jedem Fall notwendig.

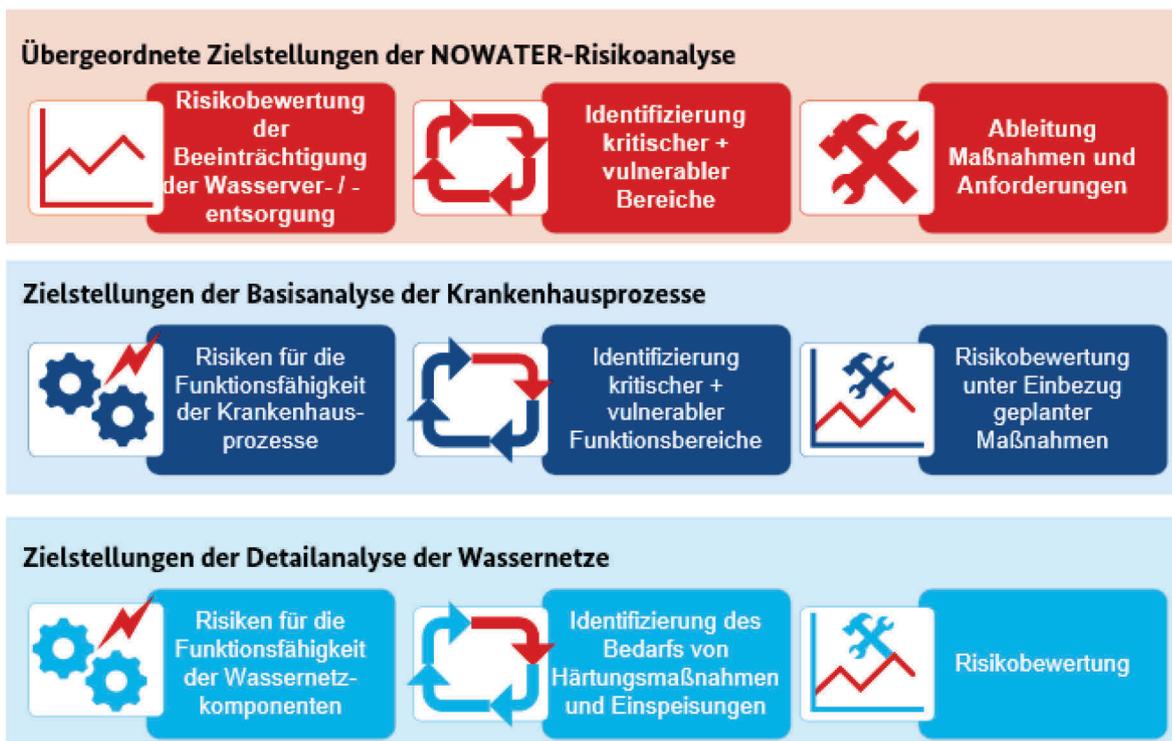


Abbildung 8: Zielstellungen der NOWATER-Risikoanalyse mit Unterzielen der Analyse der Krankenhausprozesse und Wassernetze

Für die effiziente Prozessgestaltung wird die Durchführung der Risikoanalyse durch einen kleinen Personenkreis (max. 3 Personen) empfohlen.

Die Analysen beinhalten die in Abbildung 9 dargestellten Schritte, welche als ein kontinuierlicher Prozess zu verstehen und in die Fortschreibung, z.B. bei Aktualisierung von Daten, baulichen Veränderungen oder Anpassung von Leistungsbeschreibungen, in den alltäglichen Geschäftsablauf zu integrieren sind.

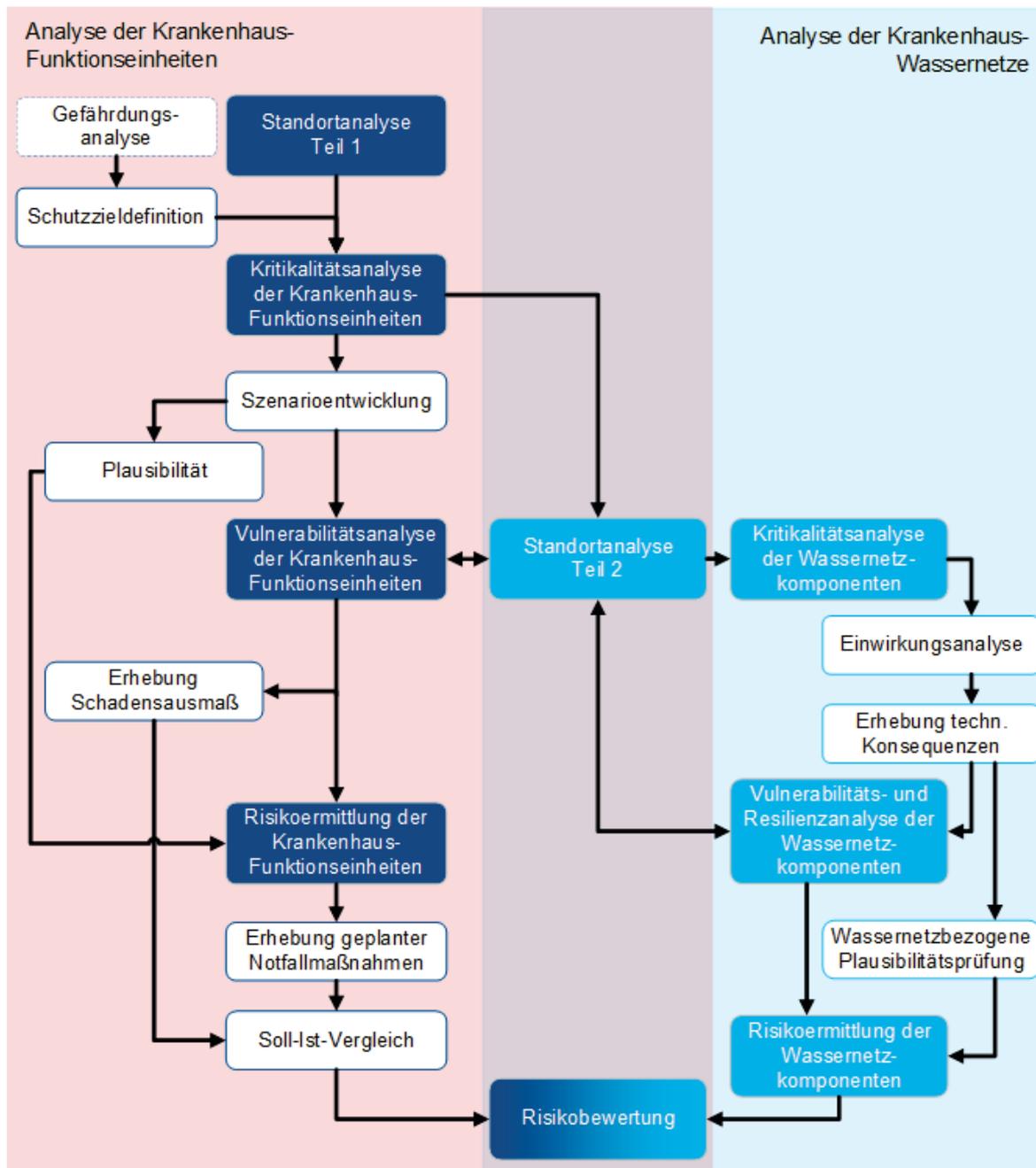


Abbildung 9: Übersicht Gesamtablauf der Risikoanalyse mit Teilanalyseschritten.

Für die anwendungsorientierte Durchführung der Risikoanalyse wurde ein eigenes Excel-Toolset erarbeitet, welches bei der Bearbeitung, u.a. durch automatisierte Berechnungen, unterstützt. Mit der nachfolgenden Beschreibung des Vorgehens wird ein Überblick gegeben. Das detaillierte Vorgehen wird in einem separaten Dokument bereitgestellt (siehe nachfolgender Verweis).

Die Detailbeschreibung der Methodik als Handlungsleitfaden zur praktischen Durchführung kann über die [Website des BBK](#) und den QR-Code abgerufen werden. Für die Durchführung der Risikoanalyse stehen zudem das Excel-basierte Toolset mit Bedienungsanleitung sowie Listen zur Datenerhebung und zur qualitativen Abschätzung bereit. Eine vollständige Beispielbewertung für ein Klinikum (AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS) kann im Abschlussbericht des BBK eingesehen werden.



4.1 Basisanalyse der Krankenhausprozesse

Die Basisanalyse der Krankenhausprozesse dient der Identifizierung von Risiken bei Beeinträchtigung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für ein Krankenhaus, der Ermittlung besonders kritischer und von der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung abhängiger bzw. dem jeweiligen Szenario gegenüber verwundbarer Funktionsbereiche, der Ableitung von Maßnahmenansätzen und als Grundlage für die Detailanalyse der Wassernetze. Der Ablauf der Analyse der Krankenhausprozesse erfolgt gemäß Abbildung 10.

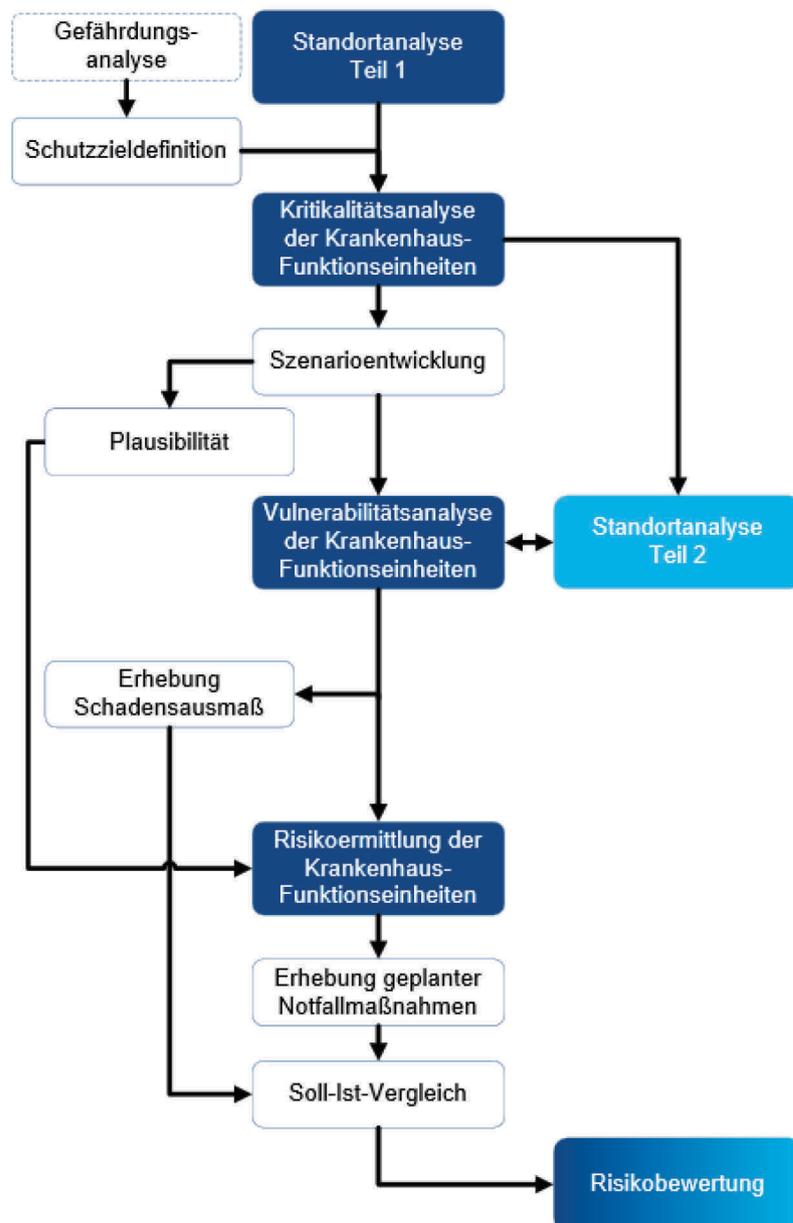


Abbildung 10: Ablauf Analyse der Krankenhausprozesse mit allen für die Basisanalyse erforderlichen Teilschritten (Auszug aus Abbildung 9)

4.1.1 Gefährdungsanalyse und Schutzzieldefinition

Die Beschreibung potenzieller Gefährdungen und des angestrebten Schutzziels bildet die Basis von Risikoanalysen. Im Projekt NOWATER ist die Gefährdungsanalyse bereits durch die Zielstellung des Projektes vorweggenommen und umfasst die Beeinträchtigung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung bzw. Stromversorgung vor dem Hintergrund kaskadierender Effekte. Schutzziele beschreiben den Sollzustand eines Schutzgutes, der durch ein effektives Risiko- und Krisenmanagement herbeigeführt oder erhalten werden soll (BMI 2005, S. 53; BMI 2011, S. 13; BBK 2010, S. 60). Bei einem unzureichenden Schutzniveau sind Maßnahmen umzusetzen, die zur Erfüllung des Schutzziels führen (Lauwe und Mayer 2017, S. 136). Darauf basierend wurden die in Abbildung 11 beschriebenen Schutzziele festgelegt.

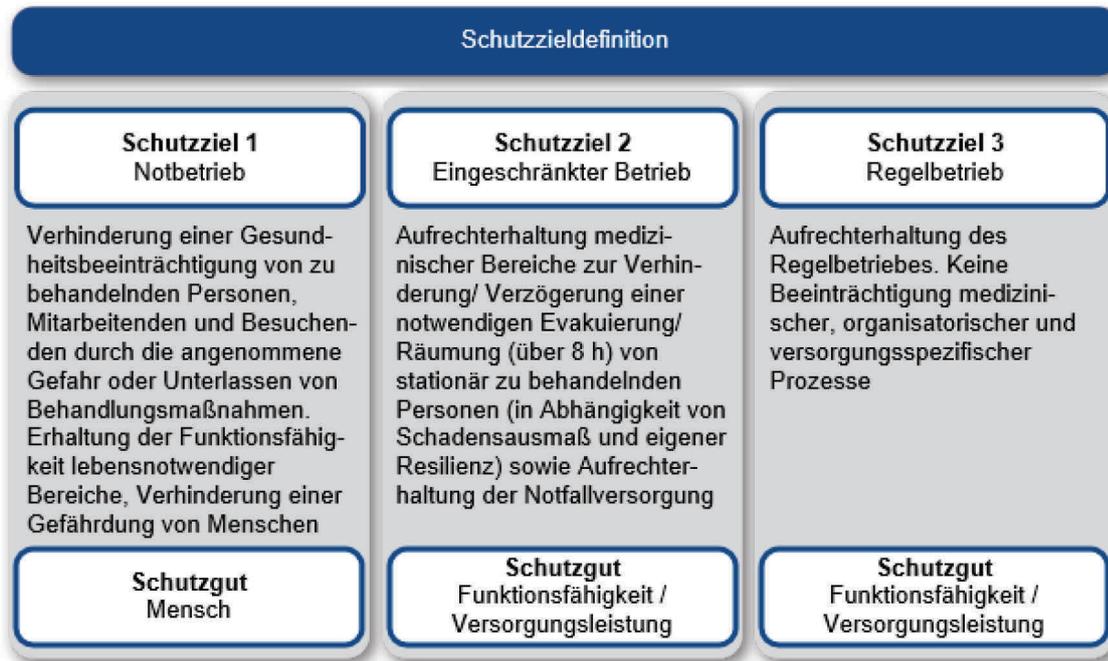


Abbildung 11: Schutzziele im Projekt NOWATER (Anlehnung an Borchert und Cwojdzinski 2011, S. 21 und Bäumer 2018, S. 51)

Die anschließenden Analysen sind für jedes der Schutzziele durchzuführen.

4.1.2 Standortanalyse

Die Standortanalyse dient der zentralen Zusammenführung der Daten, welche die Grundlage für die Durchführung der Risikoanalyse und einen gemeinsamen Wissensstand bilden. Das Vorgehen und die zu erhebenden Daten erfolgen gemäß Abbildung 12.

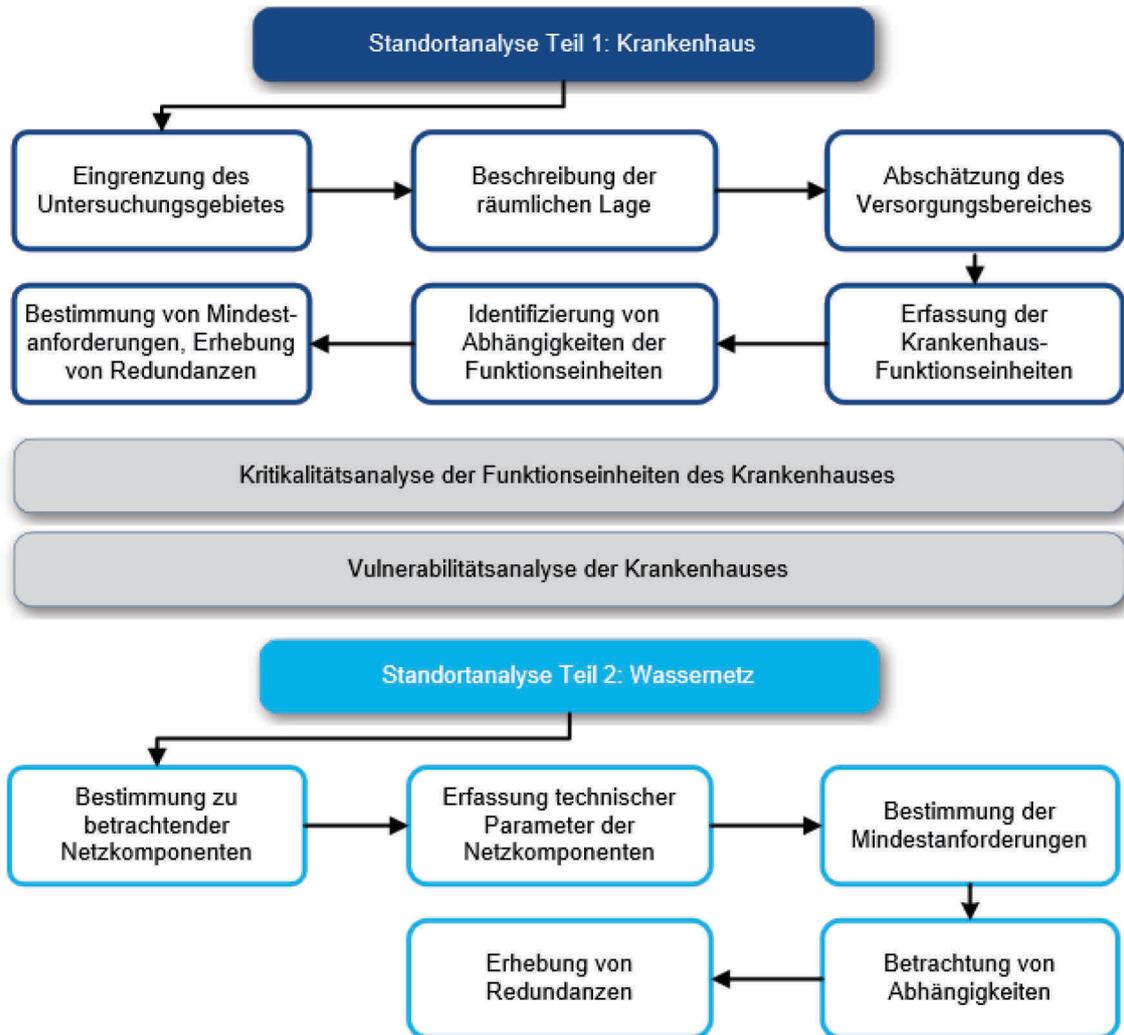


Abbildung 12: Vorgehen und zu erhebende Daten der Standortanalyse untergliedert in die Teilanalyse für die Krankenhausprozesse sowie die Teilanalyse der Wasser- und Abwasserinfrastruktur

4.1.2.1 Standortanalyse Teil 1

Die Standortanalyse Teil 1 bezieht sich auf die Krankenhausprozesse mitsamt den spezifischen Anforderungen bezüglich der Krankenhausfunktionen. Die Ergebnisse fließen in die Mindestanforderungen ein und dienen als Grundlage für die weiteren Analyseschritte.

4.1.2.2 Standortanalyse Teil 2

Die Standortanalyse Teil 2 zielt auf die Erfassung und exakte Beschreibung der Infrastruktur des Krankenhauses ab, welche zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung der essenziellen (kritischen) und verwundbaren FE des Krankenhauses mit bzw. von Wasser erforderlich ist. Um Zusammenhänge und Hauptverbindungen zu erkennen, ist dabei mindestens eine Übersicht des vorhandenen Gesamtwassersystems erforderlich, z.B. in Form eines vereinfachten Wassernetzplans inklusive Angaben zur Ver- und Entsorgungssituation (Durchflussmengen und Verbrauch). Diese Analyse ist nach der nachfolgend dargestellten Kritikalitätsanalyse und zeitgleich mit der Vulnerabilitätsanalyse der Krankenhausprozesse durchzuführen, um alle notwendigen Daten erheben zu können.

4.1.3 Kritikalitätsanalyse von Funktionseinheiten des Krankenhauses

Durch eine szenariounabhängige Kritikalitätsanalyse (siehe

Abbildung 13) ist es möglich, Bereiche eines Krankenhauses zu identifizieren, die für die Funktionsfähigkeit des Krankenhauses bzw. die Erfüllung des definierten Schutzzieles relevant sind. Eine hohe Relevanz der Prozesse/Bereiche hinsichtlich der Schutzzielderfüllung ergibt eine hohe Kritikalität.

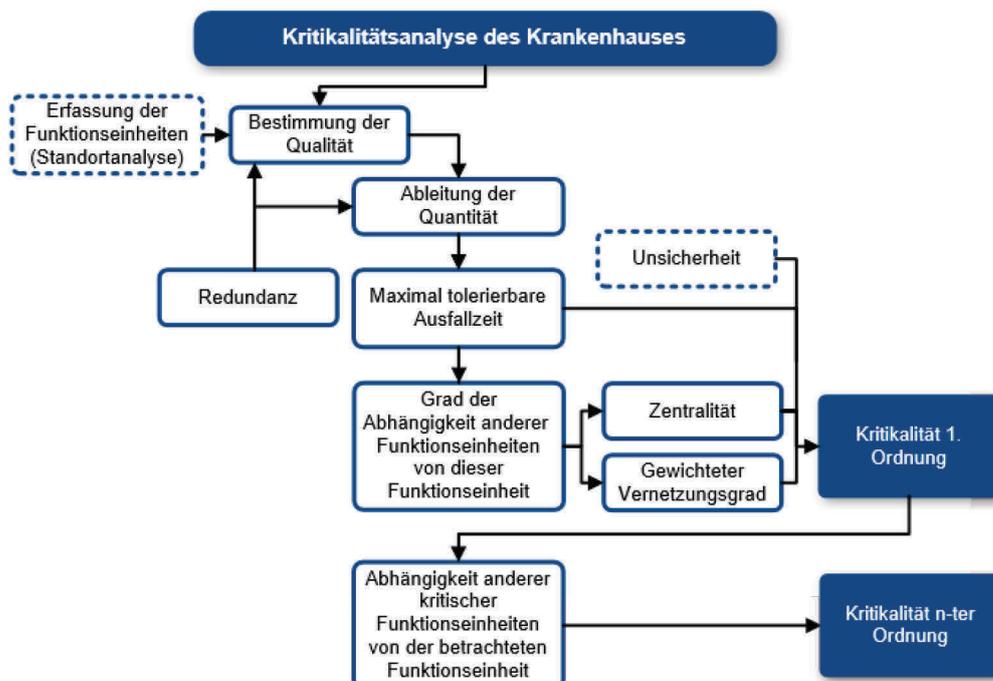


Abbildung 13: Vorgehen und zu betrachtende Daten der Kritikalitätsanalyse von Krankenhaus-FE unter Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Betrachtung

In die Kritikalitätsanalyse fließen sowohl die Bedeutung der FE (qualitatives Merkmal) als auch die Größenordnung einer potenziellen Beeinträchtigung bei Betroffenheit der FE (quantitatives Merkmal) ein.

Zur Ermittlung der Kritikalität werden zudem die nachfolgenden Parameter berücksichtigt:

- **Redundanz**
Einbezogen werden Redundanzen bezüglich der betrachteten Funktionseinheit (N-1-Auslegung) sowie alternative Betriebsmodi, die im Ereignisfall die Qualität und Quantität positiv beeinflussen bzw. in Bezug auf die Quantität diese kompensieren.
- **Maximal tolerierbare Ausfallzeit (MTA)**
Die MTA entspricht dem Zeitraum, bis zu dem durch die Beeinträchtigung der betrachteten FE nicht mit weiterführenden nicht tolerierbaren Schäden zu rechnen ist.
- **Grad der Abhängigkeit**
- **Unsicherheit**
Unsicherheiten ergeben sich hier aus dem Grad des Wissens; dabei fließen Aussagen zu Annahmen/Vereinfachungen, Datenzuverlässigkeit, Einvernehmen in Expertenkreisen und das Verständnis von Einschätzungen und Modellen ein.

Für folgende FE wurden für das AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS in NOWATER bei mindestens einem Szenario hohe Kritikalitätswerte für das Schutzziel 1 (Notbetrieb) ermittelt (s. Tabelle 7). Diese sind als nicht uneingeschränkt repräsentativ anzusehen, da die Ergebnisse einer Analyse u.a. von den Angaben des Krankenhauses, den örtlichen Begebenheiten, der Schutzzieldefinition und dem betrachteten Szenario abhängen. Dementsprechend können individuell unterschiedliche Ergebnisse aus der Analyse resultieren. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung können die Ergebnisse als Orientierung für andere Einrichtungen herangezogen werden.

Bei der vorliegenden Bewertung wurde der Abhängigkeitsgrad der Funktionseinheiten untereinander durch das Krankenhaus nicht differenziert, sondern eine Abhängigkeit von 100 % angesetzt. Dadurch sind ausschließlich Kompensation, Quantität, MTA, Vernetzung und Unsicherheit in die Kritikalitätsberechnung eingeflossen.

Tabelle 7: Kritische FE bei Schutzziel 1 (Notbetrieb)

Krankenhausfunktionseinheit
Abfallentsorgung
Abwasserentsorgung, Toilettenspülungen
Akutdialyse, Hämodialysegerät
Allgemeine Innere Medizin
Anästhesiologie
Angiographiegerät
Apheresegerät
Aufbereitung von Endoskopen & Bereichsschuhen
Beatmungsgeräte (Langzeit-, Narkose-)
Bildgebende Diagnostik, Radiologie, Röntgen, Sonographie, MRT, CTs
Chest-Pain-Unit, Kardiologie, Herzkatheterlabor
Chirurgie, Operation, OP-Roboter, Orthopädie
Endoskopie (gastroenterolog. und urolog.)
Intensivtherapie, Intensivüberwachung
IT
Medikamentenversorgung
Medizinisches Labor
Psychiatrie
Raumlufttechnik, Wärmeversorgung
Trinkwasserversorgung
RDGs, Reinigung, Hygiene, Körperhygiene
Sterilgutversorgung, Dampfsterilisatoren
Umkehrosmose

4.1.4 Modellierung und Auswahl geeigneter Szenarien

Für die Ermittlung der Vulnerabilität, der Plausibilität, des Schadensausmaßes sowie zur Ermöglichung einer präzisen Risikoabschätzung und der gezielten Ableitung von Maßnahmen ist eine Definition und Beschreibung von Szenarien auf Grundlage der vorab durchgeführten Gefährdungsanalyse (Kapitel 4.1.1) erforderlich. Im Rahmen des Projektes NOWATER wurden die in Tabelle 8 aufgeführten Szenarien definiert.

Tabelle 8: Im Projekt NOWATER erarbeitete Szenarien

Szenario	Folgen	Auswirkungen	Dauer
1. Verunreinigung mit <i>E. coli</i> -Bakterien	Verwendungseinschränkung	gesamter Komplex	ca. 5 d
2. Kontamination mit unbekannter Chemikalie	Verwendungseinschränkung	gesamter Komplex	ca. 7 d
3. Wasserrohrbruch	Stilllegung betroffener Leitungen	einzelne Gebäude	min. 72 h
4. Lokaler Starkregen mit Abwasserentsorgungsausfall	Abwasserrückstau	gesamter Komplex	min. 72 h
5. Großflächiger Stromausfall	Ausfall der öffentlichen Hebewerke und nicht notstromversorgte Technik der hauseigenen Wasserver- und -entsorgung	gesamter Komplex	min. 24 h

Für die Bewertung von gezielten Angriffen auf die Wasserversorgung, z.B. Sabotage oder Terrorismus, ist die vorliegende Methodik nur begrenzt geeignet, da Kritikalitäten von Funktionseinheiten oder Netzkomponenten in einem anderen Kontext zu betrachten sind, bspw. vor dem Hintergrund der Attraktivität als Ziel. Analog verhält es sich mit der Vulnerabilität, deren Bewertungsparameter um die Betrachtung weiterer Maßnahmen, bspw. Schutzsysteme gegen Eindringen oder Überwachungstechnologien, zu erweitern wären.

Werden für einen Standort weitere Szenarien als relevant betrachtet, ist zur Modellierung nach dem in der Methodikbeschreibung dargelegten Ablauf vorzugehen. Die Methodikbeschreibung ist über die [BBK-Website](#) und den QR-Code abrufbar. Weitere betrachtete Szenarien sind zudem im Übungskonzept zu implementieren (s. Kapitel 5.5).



4.1.5 Plausibilitätsprüfung der Szenarien

Die Überprüfung der Plausibilität der Szenarien ist für die Ermittlung von Risiken sowie für die Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen der Notfallvorsorgeplanung von Bedeutung. Im Vergleich zur ausschließlichen Verwendung von Eintrittswahrscheinlichkeiten stellt sie sicher, dass auch Ereignisse mit geringer statistischer Eintrittswahrscheinlichkeit, aber potenziell erheblichem Schadensausmaß („Black Swan“-/ „Fat Tail“-Events), in die Analyse und Planung einbezogen oder vernünftig ausgeschlossen werden.

Die Plausibilitätsprüfung berücksichtigt folgende Parameter:

- Begründbarkeit durch Argumentation
- Überzeugtheit durch Wissenshintergrund
- Statistisch nicht signifikante Eintrittswahrscheinlichkeit unter Einbezug von Szenarien, die sich in den letzten 10 Jahren national auf Krankenhäuser ausgewirkt haben.

Die im Projekt NOWATER definierten Szenarien wurden bereits einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die Plausibilitätswerte können daher entsprechend übernommen werden.

Für die in NOWATER definierten Szenarien wurden folgende Plausibilitäten ermittelt:

Tabelle 9: Plausibilitäten der in NOWATER definierten Szenarien

Szenario		Argumen- tation	Über- zeugtheit	Eintrittswahr- scheinlichkeit	Einstufung
1.	Verunreinigung mit <i>E. coli</i> -Bakterien	Gut	Gut	Mittel	Plausibel
2.	Kontamination mit unbekannter Chemikalie	Gut	Gut	Mittel	Plausibel
3.	Wasserrohrbruch	Befriedi- gend	Gut	Mittel	Moderat plau- sibel
4.	Lokaler Starkregen mit Abwasserentsorgungsausfall	Gut	Befriedi- gend	Mittel	Plausibel
5.	Großflächiger Stromausfall	Gut	Gut	Gering	Plausibel

4.1.6 Vulnerabilitätsanalyse der Krankenhausfunktionseinheiten

Die Vulnerabilität (oder auch Verwundbarkeit) beschreibt die anzunehmende Schadensanfälligkeit einer kritischen FE gegenüber einem Ereignis (BBK 2010, S. 60). Sie leistet somit einen

wesentlichen Beitrag für die Priorisierung von Maßnahmen im Rahmen der Notfallvorsorgeplanung. Die Durchführung erfolgt für alle definierten Szenarien jeweils in 6 Schritten (siehe Abbildung 14).

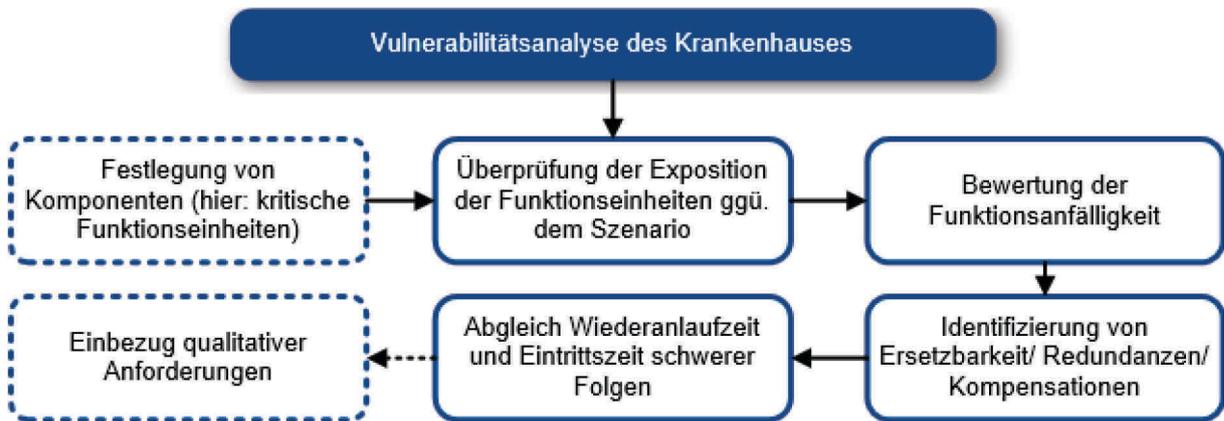
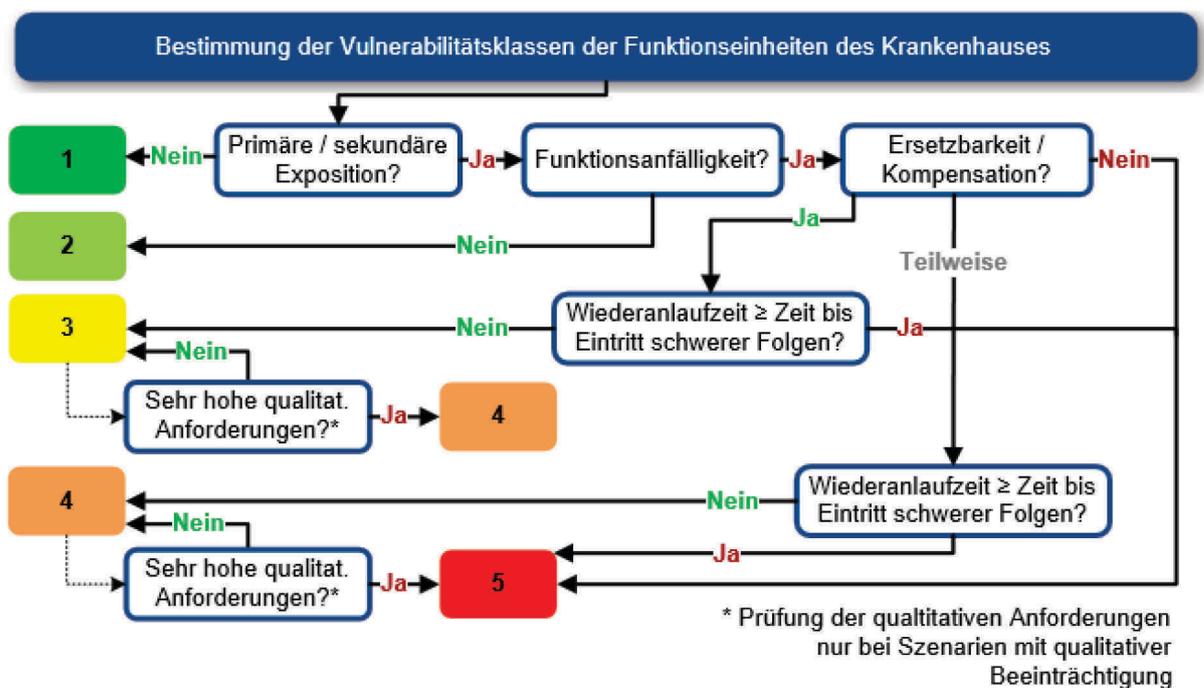


Abbildung 14: Vorgehen und zu betrachtende Daten der Vulnerabilitätsanalyse

Die Vulnerabilität ergibt sich über das in Abbildung 15 dargestellte Ablaufschema. Die Klassifizierung erfolgt von keine (Klasse 1) bis sehr hohe Vulnerabilität (Klasse 5).

Wird durch ein Szenario die Wasserqualität beeinträchtigt und bestehen für die betrachtete FE sehr hohe Anforderungen an die Wasserqualität, erhöht sich die Vulnerabilität um eine Klasse, bis maximal zur Klasse 5.



* Prüfung der qualitativen Anforderungen nur bei Szenarien mit qualitativer Beeinträchtigung

Abbildung 15: Bestimmung der Vulnerabilitätsklassen der Krankenhausfunktionseinheiten

Im Projekt NOWATER wurden für folgende FE des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUSES bei mindestens einem Szenario hohe bis sehr hohe Verwundbarkeiten für Schutzziel 1 (Notbetrieb) ermittelt. Diese sind als nicht uneingeschränkt repräsentativ anzusehen, da die Ergebnisse einer Analyse u.a. von den Angaben des Krankenhauses, den örtlichen Gegebenheiten, der Schutzzieldefinition und dem betrachteten Szenario abhängen. Dementsprechend können individuell unterschiedliche Ergebnisse aus der Analyse resultieren. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung können die Ergebnisse als Orientierung für andere Einrichtungen herangezogen werden.

Tabelle 10: Hohe bis sehr hohe Vulnerabilität der FE bei Schutzziel 1 (Notbetrieb)

Krankenhausfunktionseinheit	Szenario				
	<i>E. coli</i>	Chemikalie	Rohrbruch	Starkregen	Stromausfall
Akutdialyse, Hämodialysegerät	Red	Red	Red	Red	Red
Allgemeine Innere Medizin	Red	Red	Red	Red	Red
Anästhesiologie	Red	Red	Red	Red	Red
Apheresegerät	Red	Red	Red	Red	Red
Aufbereitung (Endoskopie, Bereichsschuhe)	Red	Red	Red	Red	Red
Bildgebende Diagnostik Radiologie	Red	Red	Red	Red	Red
Chest-Pain-Unit, Kardiologie	Red	Red	Red	Red	Red
Endoskopie (gastroentero., uro.)	Red	Red	Red	Red	Red
Intensivtherapie, -überwachung	Red	Red	Red	Red	Red
Körperhygiene	Red	Red	Red	Red	Red
Medikamentenversorgung	Red	Red	Red	Red	Red
Medizinisches Labor	Red	Red	Red	Red	Red
Operation	Red	Red	Red	Red	Red
Reinigung	Red	Red	Red	Red	Red
Sterilgutversorgung	Red	Red	Red	Red	Red
Trinkwasserversorgung	Red	Red	Red	Green	Red
Herzkatheterlabor	Red	Red	Orange	Orange	Orange
RDG	Light Green	Red	Red	Red	Red
Toiletten	Light Green	Red	Red	Red	Red
Umkehrosmose	Light Green	Red	Red	Red	Red
Chirurgie, Orthopädie	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Hygiene	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
OP-Roboter	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
Beatmungsgerät (Langzeit-, Narkose)	Red	Red	Red	Light Green	Red
Dampfsterilisator	Light Green	Red	Red	Red	Green
Psychiatrie	Orange	Orange	Green	Orange	Orange
Abwasserentsorgung	Green	Green	Green	Red	Red
MRT	Light Green	Red	Light Green	Light Green	Light Green

Legende:	Farbe	Erläuterung	Farbe	Erläuterung
	Red	Sehr hohe Vulnerabilität	Green	Geringe Vulnerabilität
	Orange	Hohe Vulnerabilität	Light Green	Keine Vulnerabilität
	Yellow	Mittlere Vulnerabilität		

Die hohe Vulnerabilität einiger FE, z.B. Apheresegerät, Bildgebende Diagnostik etc. entsteht durch die Abhängigkeit von anderen wasseraufwendigen Prozessen. Des Weiteren zeigen FE mit hoher Wasserabhängigkeit häufig auch eine hohe Verwundbarkeit gegenüber der Beeinträchtigung der Abwasserentsorgung.

Tabelle 10 berücksichtigt, dass einige Prozesse im Ereignisfall entbehrlich sind, z.B. können Eingriffe statt mit dem mit OP-Roboter teilweise auch maximalinvasiv durchgeführt oder die Raum- und Bodenreinigung in den nicht klinisch-hygienisch relevanten Bereichen, wie z.B. im Bereich IT, unterlassen werden.

4.1.7 Ermittlung des Schadensausmaßes

Prinzipiell ist eine Form des Schadensausmaßes bezüglich der Funktionsfähigkeit des Krankenhauses schon mit der Quantität und Qualität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse erhoben worden (Folgen des Ausfalls einer FE für die Schutzzielerrreichung). Um im Anschluss an die Risikoanalyse eine adäquate Beurteilung und Planung der Notfallvorsorgemaßnahmen durchführen zu können, besteht die Notwendigkeit, den Trinkwasserbedarf bzw. den notwendigen Abwasserabfluss der kritischen FE als Schadensparameter zu definieren. Diese Daten sind für den Regelbetrieb zu ermitteln und idealerweise auch für den Notfall abzuschätzen (siehe Standortanalyse). Je nach vorliegender Datenlage der Krankenhäuser ist der Konkretisierungsgrad sehr unterschiedlich. Als minimaler Wasserbedarf dient die Mindestmenge, mit der das Schutzziel noch erreicht werden kann. Der so ermittelte Trinkwasserbedarf bzw. Bedarf der Abwasserabführung stellt die erforderliche Bewältigungskapazität (=Schadensausmaß) während einer Beeinträchtigung der Wasserver- bzw. Entsorgung dar und geht mit der jeweils erforderlichen Wasserqualität als Soll-Größe in einen Soll-Ist-Vergleich im Rahmen der Risikobewertung (siehe Kapitel 4.1.9) ein.

Liegen nur wenige oder keine Daten über die Wasserbedarfe von FE vor, ist eine Abschätzung des jeweiligen Wasserbedarfs anhand aktueller Verbrauchs- und Kennwerte oder eine Erfassung des Wasserbedarfs durch den Einsatz mobiler Durchflussmessgeräte oder den Einbau von smarten Wasserzählern erforderlich (s. Kapitel 3.4).

4.1.8 Risikoermittlung / -bewertung der Basisanalyse des Krankenhauses

Für das Risiko gibt es keine allgemeingültige und einheitliche Definition. Eine Vielzahl an Faktoren beeinflussen mittel- oder unmittelbar das Risiko. Entsprechend kann die Risikodefinition von der bekanntesten Definition (Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit x Schadensausmaß) abweichen, um im vorliegenden Anwendungskontext geeignet zu sein.

Die Ermittlung des Risikos basiert auf der Kritikalität und der Vulnerabilität der FE sowie der Plausibilität der Szenarien. Hierdurch werden auch die Konsequenzen, die ein Ausfall einer Funktionseinheit durch ein entsprechendes Szenario auf das Krankenhaus hervorruft, und die Unsicherheiten bei der Erhebung berücksichtigt.

Das Risiko wird für alle Kombinationen der Szenarien und Funktionseinheiten ermittelt. Das Risiko wird dabei in 5 Stufen klassifiziert (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Risikoklassifikation

Risikoklassifikation
Niedriges Risiko
Eher niedriges Risiko
Mittleres Risiko
Hohes Risiko
Sehr hohes Risiko

4.1.9 Risikovergleich und Bewertung

Die nun gewonnenen Risikowerte sind abschließend einem Risikovergleich und einer Bewertung zu unterziehen. Ziel des Vergleiches ist es, die Funktionseinheiten innerhalb eines Szenarios zu identifizieren, für die das jeweils höchste Risiko besteht (BMI 2011, S. 20). Zudem können Aussagen darüber getroffen werden, welche Szenarien die höchsten Risiken für die Funktionseinheiten hervorbringen (BBK 2016, S. 56). Anschließend sind die für die verschiedenen Szenarien ermittelten Risikoprofile nach dem größten Handlungsbedarf zu bewerten (BBK 2008b, S. 58). Dazu werden die Ergebnisse der Vulnerabilitäts- und Kritikalitätsanalyse sowie eines Soll-Ist-Vergleiches (s. unten) einbezogen, sodass Handlungsmaßnahmen abgeleitet werden können. Es ist also zu prüfen, ob die Risikoprofile im akzeptablen Bereich liegen.

Für den Soll-Ist-Vergleich sind alle bislang geplanten Maßnahmen und Kapazitäten zur Bewältigung eines Ausfalls der Trinkwasserversorgung oder einer geplanten Kompensation zu ermitteln, die von dem Krankenhaus, der Gefahrenabwehr, dem Gesundheitsamt und ggf. vom WVU schon zum Zeitpunkt der Analyse vorgehalten und eindeutig zur Notfallbewältigung (z.B. im Rahmen der Krankenhausalarmplanung) eingeplant sind. Diese Maßnahmen und jene aus der Vulnerabilitätsanalyse weisen - sofern geeignet - die Möglichkeit auf, das Schadensausmaß, also den Bedarf an Wasser bzw. die Abführung von Abwasser zu kompensieren oder zu ersetzen. Daher sind diese Ersatz- oder Kompensationsgrade dem potenziellen Schadensausmaß (siehe Abschnitt 4.1.7) gegenüberzustellen. So können im Rahmen der Risikobewertung Bedarfe für zusätzliche Maßnahmen (z.B. Erarbeitung eines Wasserrestriktionsplans) und damit zur Steigerung der Resilienz abgeleitet werden. Wird festgestellt, dass ein akzeptables Risiko bzw. Risikoprofil vorliegt, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Sind das Risiko bzw. die Risiken nicht akzeptabel, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Wird festgestellt, dass ein akzeptables Risiko bzw. Risikoprofil vorliegt, so sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Ist das Risiko bzw. die Risiken nicht akzeptabel, so sind weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Die Akzeptanz von Risiken führt nicht zur Minderung des Risikos!

Im Projekt NOWATER ergaben sich für folgende FE des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUSES bei mindestens einem Szenario mittlere bis sehr hohe Risikowerte für Schutzziel 1 (Notbetrieb). Diese sind als nicht uneingeschränkt repräsentativ anzusehen, da die Ergebnisse einer Analyse u.a. von den Angaben des Krankenhauses, den örtlichen Begebenheiten, der Schutzzieldefinition und dem betrachteten Szenario abhängen. Dementsprechend können individuell unterschiedliche Ergebnisse aus der Analyse resultieren. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung können die Ergebnisse als Orientierung für andere Einrichtungen herangezogen werden.

Tabelle 12: FE mit mindestens mittlerem Risiko bei mindestens einem Szenario bezogen auf Schutzziel 1 (Notbetrieb)

Krankenhausfunktionseinheit	Szenario				
	E. coli	Chemikalie	Rohrbruch	Starkregen	Stromausfall
Allg. Innere Medizin	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Anästhesiologie	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Apheresegerät	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Aufbereitung (Endoskopie, Bereichsschuhe)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Bildgebende Diagnostik Radiologie	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Dialyse (Akut-, Hämo-)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Endoskopie (gastroenterol., urolog.)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Intensivtherapie, Intensivüberwachung	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Kardiologie, Chest-Pain-Unit	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Körperhygiene	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Medikamentenversorgung	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Medizinisches Labor	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Operation	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Reinigung	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Sterilgutversorgung Abtl.	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Herzkatheterlabor	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
Hygiene	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
Beatmungsgerät (Langzeit-, Narkose-)	Orange	Orange	Orange	Green	Orange
Chirurgie, Orthopädie	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Dampfsterilisator	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
RDG	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Toiletten	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Trinkwasserversorgung	Orange	Orange	Orange	Green	Orange
Umkehrosmose	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Psychiatrie	Orange	Orange	Green	Yellow	Yellow
OP-Roboter	Yellow	Yellow	Light Green	Light Green	Light Green
Abwasserentsorgung	Green	Orange	Green	Orange	Orange
MRT	Green	Orange	Green	Green	Green

Legende:	Farbe	Erläuterung	Farbe	Erläuterung
	Orange	Hohes Risiko	Light Green	Eher niedriges Risiko
	Yellow	Mittleres Risiko	Green	Niedriges Risiko

4.2 Optionale Detailanalyse des Wasser- und Abwassernetzes

Im Rahmen der Basisanalyse wurde das Risiko einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung bzw. Abwasserentsorgung für die Funktionsfähigkeit des Krankenhauses bzw. Erreichung des formulierten Schutzzieles ermittelt. Zudem wurden essenzielle Wassernetzbereiche zur Versorgung der kritischen FE identifiziert (siehe Standortanalyse Teil 2 in Kapitel 4.1.2.2). Da jedoch nicht alle Wassernetzkomponenten für die Funktion der Netzbereiche bzw. zur Versorgung kritischer FE die gleiche Relevanz aufweisen, erfolgt im Weiteren eine Detailanalyse, mit der das Risiko einer Beeinträchtigung der jeweiligen Netzkomponenten (FEW) ermittelt wird. Sie dient einer indirekten Einschätzung potenzieller Auswirkungen auf die Krankenhausfunktionalität und bildet die Grundlage für die Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Anpassung der Netzinfrastruktur zur Erhöhung der Resilienz und zur Notfallplanung. Dabei fließen die Erkenntnisse der Analyse der Krankenhausprozesse in die Detailanalyse der Wassernetze ein.

Die dargestellte Methodik wird als „konsequenzbasierte Risikoanalyse“ bezeichnet, da diese sich auf die zuvor definierten Szenarien (siehe Risikoanalyse der Funktionseinheiten des Krankenhauses) bezieht. Dies bedeutet, es werden Risiken identifiziert, die für die Netzbestandteile und dadurch für das konkrete Netz durch die Szenarien entstehen (siehe Abbildung 16).

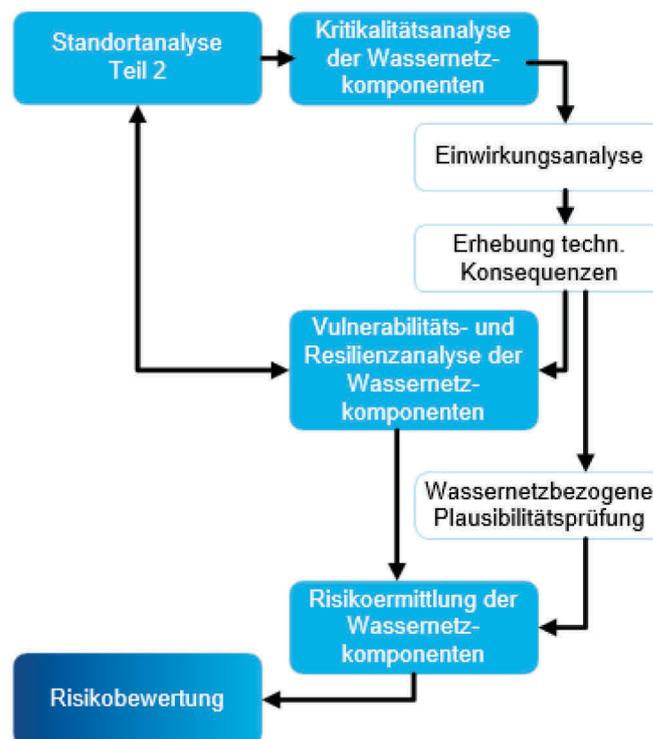


Abbildung 16: Ablauf der Detailanalyse der Wasser- und Abwassernetze mit den erforderlichen Teilanalyseschritten (Auszug aus Abbildung 8)

Aus Abbildung 16 wird deutlich, dass die Detailanalyse der Wassernetzkomponenten ähnliche Teilanalyseschritte erfordert, wie die Analyse der Krankenhausprozesse mit dem großen Unterschied der Bezugsebene (hier die Wassernetzkomponenten).

Alle Komponenten der Netzbereiche, die kritische FE versorgen, sind zunächst initial als kritisch einzustufen. Im Rahmen einer **Kritikalitätsanalyse** werden im Sinne einer Feinanalyse diejenigen Netzkomponenten identifiziert, die von besonderer Bedeutung für die Netzfunktion sind. Diese essenziellen FEW sind mindestens ab einer Kritikalitätsklasse von „Kritisch“ in die weiteren Teilanalysen einzubeziehen. Idealerweise geschieht dies für alle Netzkomponenten der betrachteten Netzbereiche.

Da ein Vergleich der Kritikalitätswerte zwischen Trink- und Abwassernetz nur in begrenztem Maße möglich ist, sind diese prinzipiell getrennt zu betrachten.

Um die Folgen der unter 4.1.4 definierten Szenarien für die kritischen Netzkomponenten abzuschätzen, werden die kritischen Netzkomponenten einer szenariospezifischen **Einwirkungsanalyse** unterzogen und anschließend die technischen **Konsequenzen** erhoben. Während sich die **Plausibilitätsprüfung** bei der Analyse der Krankenhausprozesse auf die Szenarien bezieht, wird im Rahmen der Detailanalyse der Wassernetze der Eintritt von Einwirkungen auf Plausibilität überprüft.

Die im Projekt NOWATER durchgeführte Analyse der Trinkwassernetze des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUSES ergab für den Großteil der FEW folgende potenzielle Konsequenzen.

Tabelle 13: Einwirkungsbezogene Konsequenzen der Szenarien

Szenario	Einwirkung I. Ordnung	Konsequenz
Kontamination mit unbekannter Chemikalie	Chemikalieneinwirkung	Katastrophal
Wasserrohrbruch	Verkeimung/Kontamination des Trinkwassers	Signifikant
	Luft in Leitungen	Gering
	Unterdruck	Gering
Großflächiger Stromausfall	Druckschläge durch plötzlichen Pumpenausfall, Schließen von Ventilen	Gering
		Vereinzelt signifikant
	Biofilm und Aufkeimung durch Stagnation	Gering
	Ausfall von Mess- / Regel- und Steuereinheiten	Moderat
	Ausfall der Wasseraufbereitung	Gering
	Ausfall von Pumpen	Vernachlässigbar
Vereinzelt signifikant		

Inhalt der Betrachtungen im Rahmen der Detailanalyse des Wasser- und Abwassernetzes sind technische Störungen oder Schäden an diesen Netzen. Bei Kontaminationen mit *E. coli* oder Coliformen sind derartige Auswirkungen nicht zu befürchten. Daher wird dieses Szenario in der Tabelle 13 nicht berücksichtigt. Dennoch haben diese Kontaminationen eine Nutzungsbeschränkung zur Folge, die hier jedoch nicht betrachtet wird.

Das Szenario „Starkregen“ wirkt primär auf das Abwassernetz und ist daher in dieser Darstellung nicht enthalten. Dies betrifft auch die Einwirkungen auf Hebewerke und Kläranlagen durch das Szenario „Großflächiger Stromausfall“.

Auch im Rahmen der Wassernetzbetrachtung werden **Vulnerabilitätsklassen** ermittelt, aus denen sich die entsprechende Vulnerabilitätskategorie ergibt. Die ermittelten Konsequenzen bestimmen im Rahmen der **Vulnerabilitäts- und Resilienzanalyse** der Wassernetzkomponenten die Robustheit, welche neben der Wiederherstellungsdauer der betrachteten FEW einen Resilienzfaktor darstellt. Des Weiteren sind die Exposition, Funktionsanfälligkeit und die Unsicherheit wesentliche Einflussgrößen auf die Vulnerabilität.

Die im Projekt NOWATER durchgeführte Analyse der Trinkwassernetze des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS ergab für den Großteil der Leitungsabschnitte folgende Vulnerabilitätswerte. Diese können auch für andere Einrichtungen als Orientierung herangezogen werden.

Tabelle 14: Szenariospezifische Einwirkungen I. Ordnung mit zugehöriger Vulnerabilität

Szenario	Einwirkung I. Ordnung	Vulnerabilität der FEW	
Kontamination mit unbekannter Chemikalie	Chemikalieneinwirkung		
Wasserrohrbruch	Verkeimung/ Kontamination des Trinkwassers		
	Luft in Leitungen		
	Unterdruck		
Großflächiger Stromausfall	Druckschläge durch plötzlichen Pumpenausfall, Schließen von Ventilen	**	
	Biofilmbildung		
	Ausfall von Mess-/Steuer-/Regeleinheiten		
	Ausfall der Wasseraufbereitung	**	
	Ausfall von Pumpen		
			**

Legende:

Farbe	Erläuterung	Farbe	Erläuterung
	Sehr hohe Vulnerabilität		Niedrige Vulnerabilität
Farbe	Hohe Vulnerabilität	Farbe	Sehr niedrige Vulnerabilität
**	vereinzelt		

Die **Ermittlung des Risikos** der Wasser-/Abwassernetzkomponenten basiert auf der Kritikalität, der Vulnerabilität und der Plausibilität des Einwirkungseintritts und erfolgt pro Szenario, Einwirkung und Komponente (FEW) in 5-stufiger Klassifizierung (s. Tabelle 15).

Tabelle 15: Risikoklassifikation der Wasser- und Abwassernetzkomponenten

Risikoklassifikation
Niedriges Risiko
Eher niedriges Risiko
Mittleres Risiko
Hohes Risiko
Sehr hohes Risiko

Die gewonnenen Risikowerte sind abschließend ebenfalls einem Risikovergleich und einer Bewertung zu unterziehen. Ziel des Risikovergleiches und der Risikobewertung ist es, die Netzkomponenten zu identifizieren, für die das jeweils höchste Risiko besteht und die Risikoprofile nach dem größten Handlungsbedarf zu bewerten. Dabei ist eine Einschätzung vorzunehmen, ob das ermittelte Risiko bzw. Risikoprofil akzeptiert werden kann. Dabei sind insbesondere durchgängig hohe Risikowerte auch mit Hinblick auf die Kritikalitätswerte der Krankenhausfunktionseinheiten bewertbar. Die Kritikalitätswerte der FE können hier also zusätzlich Hinweise zur Priorisierung liefern.

Wird das Risiko bzw. das Risikoprofil als akzeptabel bewertet, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Sind die Risiken bzw. die Risikoprofile nicht akzeptabel, so sind weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Risikoakzeptanz, z.B. durch Risikoübertrag, oder/und der Risikominderung zu ergreifen.

4.3 Abschätzung der Kritikalität bei Ringleitungen und geringer Datenverfügbarkeit

Bei Ringleitungen oder geringer Datenlage zu den Wassernetzen ist die Methodik nach Kap. 4.1.3 nur bedingt geeignet und es empfiehlt sich eine qualitative Abschätzung der Kritikalität, da in diesen Fällen sonst nur wenige oder nur sehr homogene Kritikalitätswerte resultieren.

Um eine solche qualitative Abschätzung zu ermöglichen, ist ein vereinfachter Wassernetzplan inkl. Darstellung der kritischen FE zu erarbeiten.

Die hier beschriebene qualitative Abschätzung stellt nur eine von vielen möglichen Vorschlägen zur Auswertung der Ergebnisse bei Ringleitungen oder geringer Datenlage zu Wassernetzkomponenten dar und ist nur für eine ungefähre Betrachtung einer Ringleitung mit den Gebäudeanschlüssen geeignet.

Bei Vorhandensein von mehr als einer Verzweigung nach der Ringleitung ist daher eine Detailanalyse der Wassernetze gemäß der vorangegangenen Beschreibung (siehe Kapitel 4.2), durchzuführen.

Die übergeordnete Zielstellung der qualitativen Abschätzung ist eine vergleichende Darstellung der Bedeutung der jeweiligen FEW für das Wassernetz und die Versorgung der kritischen FE bei vergleichsweise geringem Aufwand. Andere Formen der Auswertung oder Ergebnisdarstellung sind ebenfalls anwendbar, sofern über die Ergebnisse Maßnahmen zielführend abgeleitet werden können.

Trotz der nur oberflächlichen Betrachtung der Komponenten, ist die Erhebung von Daten zu Durchflüssen erforderlich, d.h. die Anpassung der Durchflüsse der Ringleitung bzw. die Summe der Durchflüsse in die Gebäude.

Der Ablauf zur qualitativen Abschätzung umfasst die folgenden drei Schritte:

Schritt 1: Erstellung eines vereinfachten Wassernetzplans

Zu erstellen ist eine vereinfachte Skizze des Wassernetzes der betrachteten Einrichtung, in der die relevanten Leitungen, Verbindungen und Gebäude erkennbar sind (s. Abbildung 17).

Schritt 2: Erfassung und Filterung der kritischen Funktionseinheiten (FE)

Zur weiteren Verarbeitung sind die Funktionseinheiten des Krankenhauses mit Zuordnung der jeweiligen Gebäudezugehörigkeit und den Kritikalitätswerten zu erfassen. Einzubeziehen sind dabei die Kritikalitätswerte für das jeweils betrachtete Schutzziel.

Anschließend sind die so erfassten Funktionseinheiten nach den folgenden Kriterien zu filtern:

- Funktionsanfälligkeit bei Ausfall der Wasserinfrastruktur: Ja
- Kritikalität: mindestens „kritisch“

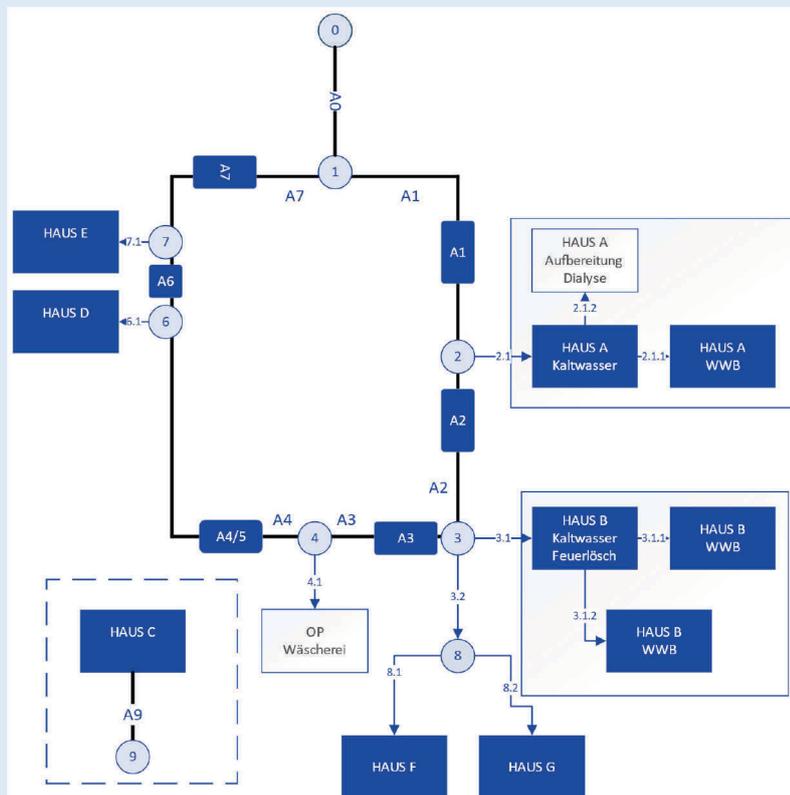
Die gefilterten Funktionseinheiten des Klinikums sind in dem vereinfachten Wassernetzplan entsprechend der Gebäudezuordnung zu ergänzen. Optional kann auch eine zweite Skizze für den Gesamtüberblick mit allen Funktionseinheiten in Färbung entsprechend ihrer Kritikalität, erstellt werden.

Schritt 3: Abschätzung der Kritikalität der Wassernetzkomponenten

Auf Grundlage der Topologie und Eigenschaften des Netzes wie z.B. Rohrdurchmesser, Drücke, bekannte Problemstellen (s. dazu auch die Standortanalyse in Kapitel 4.1.2) sowie unter Berücksichtigung der zu versorgenden kritischen Funktionseinheiten, sind die Kritikalitäten der FEW abzuschätzen.

Die Abschätzung der Kritikalität der Wassernetzkomponenten stellt lediglich Verhältnismäßigkeiten dar. Es handelt sich dabei nicht um exakt ermittelte Werte.

Für die im Projekt NOWATER durchgeführte qualitative Abschätzung der Ringleitung des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUSES lag folgende Leitungssituation vor:



Den Gebäuden wurden entsprechend Abbildung 18 die Funktionseinheiten zugeordnet. Anhand dieser Darstellung konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Aufgrund der beidseitigen Durchflussmöglichkeit der Ringleitung sind für die Ringleitungsbereiche (A1 bis A7) zunächst gleichwertige Kritikalitätswerte anzunehmen. So ist ein Bereich der Ringleitung nicht nur für ein oder zwei Gebäude relevant, sondern auch für die anderen Gebäude, welche an die Ringleitung angeschlossen sind. Absperrmaßnahmen sind lediglich bei A3 und A6 möglich, was dazu führt, dass A1, A2 und A7 als hochkritisch einzustufen sind, da ein Schaden an diesen Stellen zu einem Ausfall der Ringleitung führen würde. Gleiches gilt für die Einspeisung durch A0.

Die weiteren Ringleitungsabschnitte weisen demnach zwar auch eine relativ hohe Kritikalität auf, aber in einem etwas geringeren Maße, da bei einer Beeinträchtigung dieser Abschnitte die Knoten 1,2,3,7 und 8 weiterhin versorgt werden können.

Fortführung Erläuterung zur qualitativen Abschätzung der Ringleitung des AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUSES

Es folgen hinsichtlich der Kritikalität die Stichleitungen zu den Gebäuden (z.B. 2.1 oder 3.1), da deren Beeinträchtigung zwar zu einem Ausfall der Versorgung von kritischen Funktionseinheiten innerhalb des entsprechenden Gebäudes führen würde, jedoch können alle weiteren Gebäude weiter versorgt werden.

Eine Ausnahme bilden die Leitung 3.2 und die davon abgehenden Leitungen 8.1 und 8.2. Da durch Leitung 3.2 zwei Gebäude versorgt werden, ist diese mit einer höheren Kritikalität als die anderen von der Ringleitung abgehenden Stichleitungen zu bewerten. Die Leitungen 8.1 und 8.2 weisen die gleiche Kritikalität auf, wie z.B. Leitung 3.1.

Leitung A9 ist keine Ringleitung und versorgt ein Gebäude. Daher ist hier ebenfalls die gleiche Kritikalität wie z.B. für Leitung 3.1 anzusetzen.

Gemäß den vorangegangenen Schlussfolgerungen und der Herstellung von Verhältnismäßigkeiten der Bedeutung der FEW, können diesen Kritikalitätskategorien und Werte gemäß Kritikalitätsanalyse zugeordnet werden. Da alle Gebäude mehrere kritische FE beinhalten, ist ein Vergleich der FE-Kritikalitätswerte nicht weiter relevant.

Tabelle 16: Kritikalitätskategorien der betrachteten FEW eines Beispielkrankenhauses

FEW	Kritikalitätskategorie
A0	Extrem kritisch
A1	Extrem kritisch
A2	Extrem kritisch
A7	Extrem kritisch
A3	Sehr kritisch
A4/5	Sehr kritisch
A6	Sehr kritisch
3.2	Sehr kritisch
A9	Kritisch
2.1	Kritisch
3.1	Kritisch
4.1	Kritisch
6.1	Kritisch
7.1	Kritisch
8.1	Kritisch
8.2	Kritisch

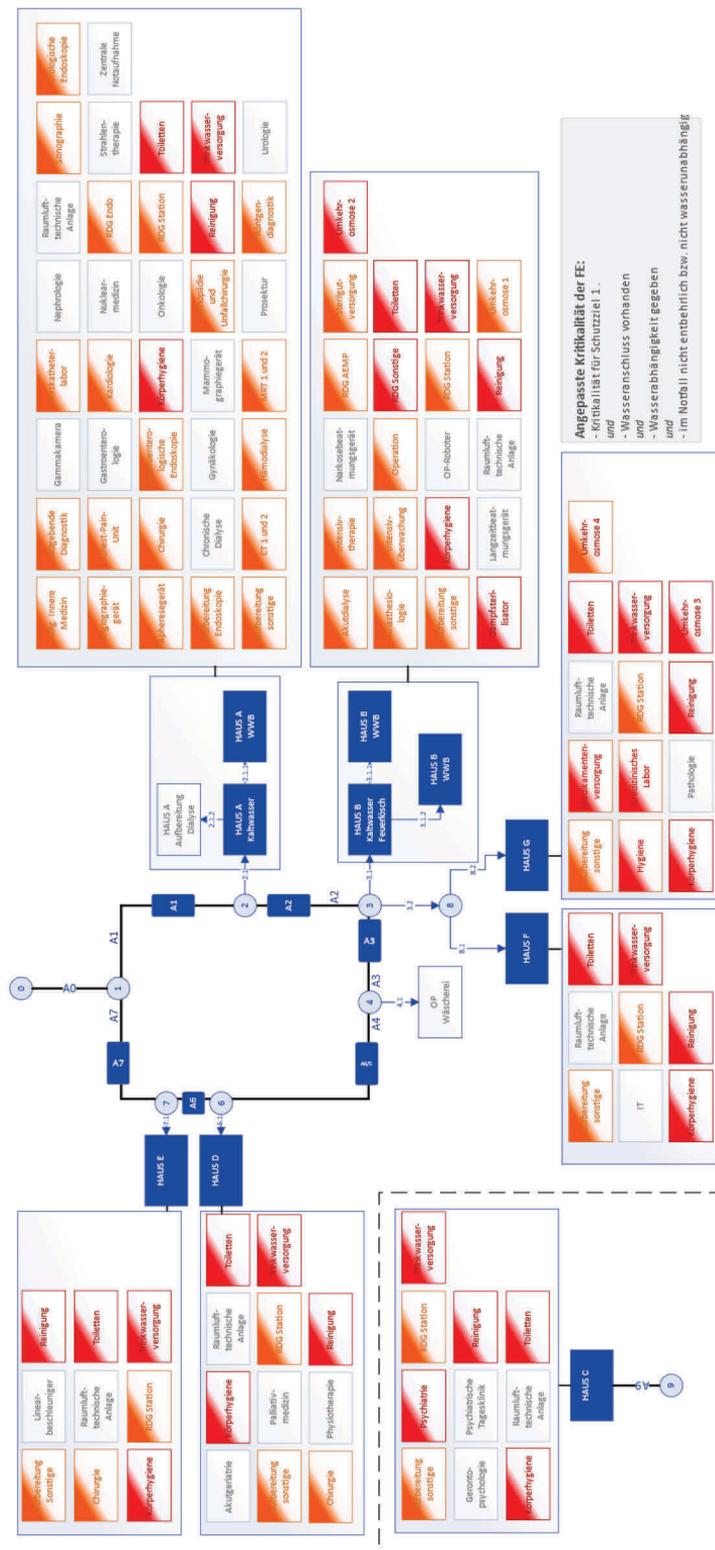


Abbildung 17: Vereinfachter Wassernetzplan mit Zuordnung der kritischen und wasserabhängigen FE (Überblick)

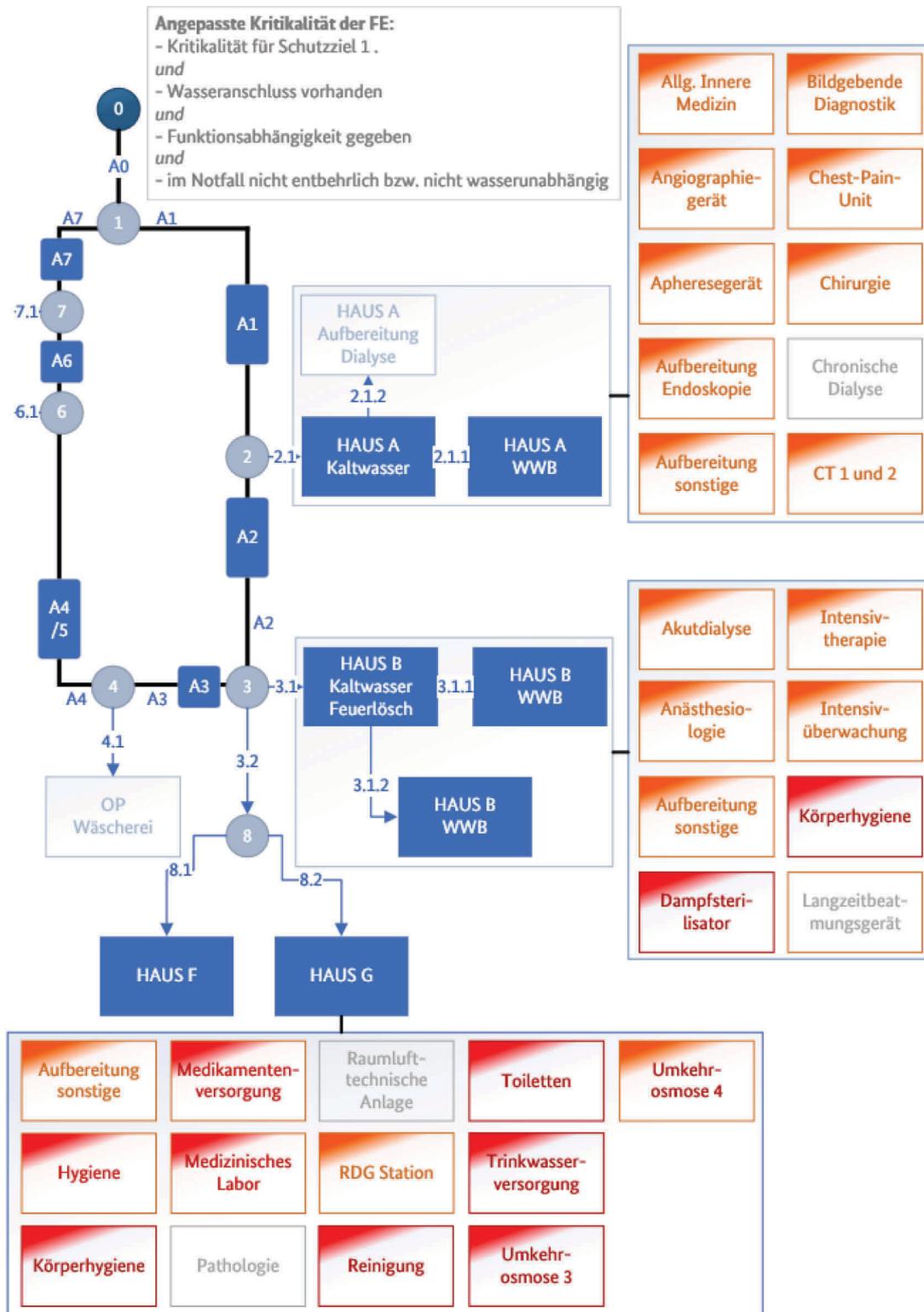


Abbildung 18: Auszug des vereinfachten Wassernetzplans mit Zuordnung der kritischen und wasserabhängigen FE (Detailansicht)

KAPITEL 5

Planung & Umsetzung von Maßnahmen

Welche Maßnahmen können wir ergreifen, um Beeinträchtigungen der Infrastruktur zu verhindern bzw. Folgen zu minimieren?

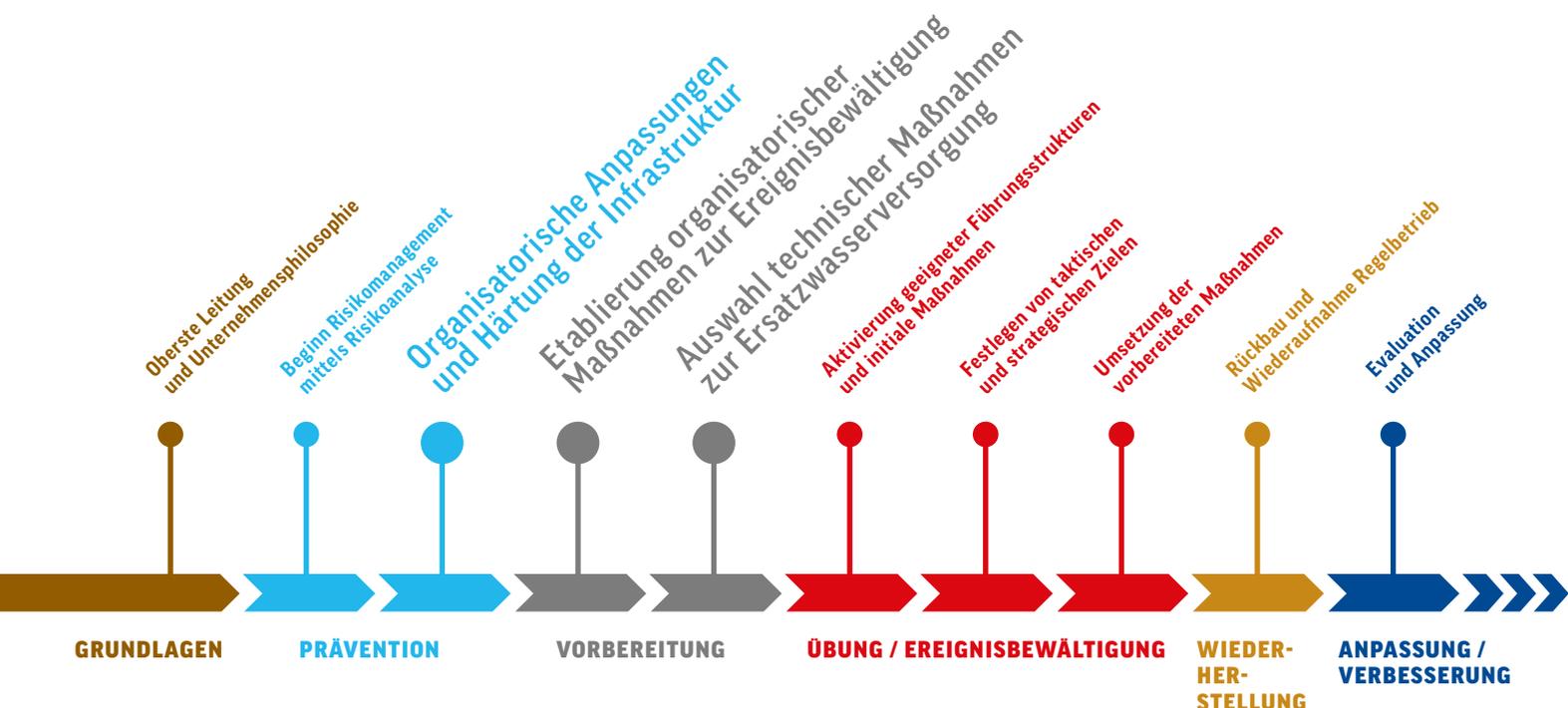
Welche Maßnahmen können wir vorbereiten, um mögliche Ereignisse bewältigen zu können?

Welche Personalressourcen und Führungsstrukturen benötigen wir?

Welche technischen Ressourcen brauchen wir und welche Eigenschaften müssten diese aufweisen, damit wir eine Ersatz- oder Notwasserversorgung errichten können?

Wie können wir verschiedene technische Komponenten miteinander kombinieren?

Welche räumlichen, technischen und personellen Voraussetzungen müssen für die Anwendbarkeit der Maßnahmen geschaffen werden?



Im folgenden Kapitel sind präventive sowie vorbereitende Maßnahmen detailliert dargestellt und erläutert. Diese untergliedern sich jeweils in organisatorische und technische Maßnahmen. Zudem gilt auch hier der Hinweis, dass Risiko- und Krisenmanagement zyklische Prozesse sind, die regelmäßig wiederholt werden müssen. Es ist entscheidend, dass präventive wie auch vorbereitende Maßnahmen auf Basis der Risikoanalyse entwickelt und umgesetzt werden, um die identifizierten Risiken zu behandeln und Vorbereitungen zu ermöglichen. Die nachfolgend benannten Maßnahmen sind nur als Beispiele anzusehen. Weitere Maßnahmen und Hilfestellungen können den Konzepten der TH Köln sowie den Leitfäden des BBK entnommen werden.

Fallbeispiel: Notfallvorsorgeplanung in einem niederländischen Universitätskrankenhaus

Risiko- und Krisenmanagement ist ein kontinuierlicher Prozess, der fortlaufend aktualisiert und verbessert werden muss. Dabei sind sowohl technische als auch organisatorische Maßnahmen zu berücksichtigen. Das Beispiel des Universitair Medisch Centrum Groningen in den Niederlanden zeigt eine solche Entwicklung, die durch ein konkretes Schadensereignis beschleunigt wurde.

Bis 2007 hatte das Universitätskrankenhaus als wichtigstes Krankenhaus der Region bereits eine Reihe von organisatorischen und technischen Maßnahmen ergriffen. Es muss die Kontinuität des Betriebs für 1.000 Betten und einen durchschnittlichen Wasserbedarf von 800.000 Litern pro Tag sicherstellen. Ein spezialisiertes Team überwacht die Qualität und den Druck des Wassers rund um die Uhr, an 7 Tagen die Woche. Die technischen Fachkräfte und das Verwaltungspersonal erhalten regelmäßig spezielle Schulungen zum Thema Wasserqualität. Das Krankenhaus verfügt über eine doppelte Zuleitung am Eingang des Krankenhauses, zwei Puffertanks mit einer Kapazität von 85 m³ und 165 m³ (das entspricht dem Verbrauch von 5 Stunden für dieses Krankenhaus) und zwei 2-MW-Generatoren für die Stromversorgung. Eine Kartierung des Leitungsnetzes liegt ebenfalls vor. Die beiden Speicher werden alternierend genutzt. Damit ist ein regelmäßiger Austausch des Speicherinhaltes gewährleistet, um Stagnation und eine dadurch bedingte Aufkeimung zu vermeiden.

Um besser auf Unterbrechungen der Wasserversorgung vorbereitet zu sein, nimmt das Krankenhaus 2008 Gespräche mit seinem Wasserversorger auf, um die Möglichkeit einer Unterstützung im Falle eines Wasserversorgungsnotfalls zu prüfen. Sie vereinbaren, eine gemeinsame Übung durchzuführen. Nur zwei Wochen nach Beginn dieser Gespräche bricht die Wasserversorgung der Stadt zusammen, wovon auch das Krankenhaus betroffen ist.

Da der Berater für Risiko- und Krisenmanagement des Krankenhauses bereits in Kontakt mit dem Wasserversorger steht, kann er sich direkt mit ihm in Verbindung setzen, um die Möglichkeit einer Ersatzwasserversorgung zu besprechen. Der Wasserversorger reagiert schnell und ermöglicht täglich 9 Lieferungen mit Tankwagen, um die vorhandenen Tanks des Krankenhauses zu füllen. Dadurch wird der Betrieb nicht allzu sehr gestört. Ein Problem ist dabei, dass der Wasserlieferant nicht über die Anschlüsse verfügt, die nötig wären, um seinen Tankwagen direkt mit dem Puffertank des Krankenhauses zu verbinden. Es war jedoch möglich, den Tankwagen nah genug an den Puffertank heranzufahren und im freien Auslauf zu befüllen.

Nach dem Ereignis werden im Jahr 2009 die Notfallpläne überarbeitet. Ein regelmäßiger Kontakt mit den lokalen Behörden und dem Wasserversorgungsunternehmen ist etabliert. Bezüglich der Wasserversorgung wird die Möglichkeit erörtert, diese Art der Unterstützung durch den Wasserversorger vertraglich zu regeln. Da die Kosten eines solchen Vertrags beträchtlich sind, beschließt das Krankenhaus stattdessen, die Kapazität seiner Reservoirs zu erhöhen. Der Verwaltungsrat des Krankenhauses genehmigt die Planung eines neuen Pufferspeichers mit einem Fassungsvermögen von 800.000 Litern, der die beiden bereits vorhandenen kleineren Speicher ersetzen soll. Die Planung des neuen Reservoirs ist abgeschlossen, der Bau für 2024 vorgesehen. Aufgrund der Verzögerungen bei Planung und Bau des neuen Reservoirs wird zusätzlich ein Vertrag mit einem Transportunternehmen über Lieferung von 30 m³ Wasser innerhalb von 5 Stunden im Krisenfall unterzeichnet. Das würde zwar nicht ausreichen, um den Krankenhausbetrieb im vollen Umfang zu gewährleisten, ist aber ausreichend, um eine Evakuierung zu verhindern. Aufgrund der Panne mit den ungleichen Anschlüssen, beschließt das Krankenhaus, entsprechende Anschlussformate für alle europäischen Rohrverbindungen vorzuhalten. Trainings zur Ersatzwasserversorgung werden überarbeitet. Für das Führungspersonal wurde bereits dreimal und für das Betriebspersonal zweimal eine Schulung durchgeführt, eine dritte Live-Schulung ist in Planung. Die Stromversorgung ist erweitert worden, indem die zwei 2-MW-Generatoren durch zwei 4-MW-Generatoren ersetzt wurden. Schließlich werden Maßnahmen ergriffen, um den Wasserverbrauch des Krankenhauses zu senken, indem der Wasserbedarf von technischen Geräten als Kriterium beim Kauf einbezogen wird.

Obwohl das Krankenhaus seine Notfallvorsorgeplanung deutlich verbessert hat, strebt es nach weiteren Verbesserungen. Die Strategie zur Senkung des Wasserverbrauchs beschränkt sich nicht mehr nur auf wassersparende Geräte: Die Machbarkeit eines Regenwasserreservoirs zur Versorgung der Kühltürme wurde geprüft. Das erste Reservoir (110 m³) wird im Januar 2024 gebaut, und Optionen für zwei weitere Reservoirs (85 m³ und 200 m³) wurden geprüft. Der Bau wird allerdings Jahre dauern, da die Hauptinfrastruktur umgestaltet werden muss. Das Krankenhaus arbeitet an einem (Master-)Plan für den Bereich Wasserversorgung, der auch die Vorsorgeplanung einschließt.

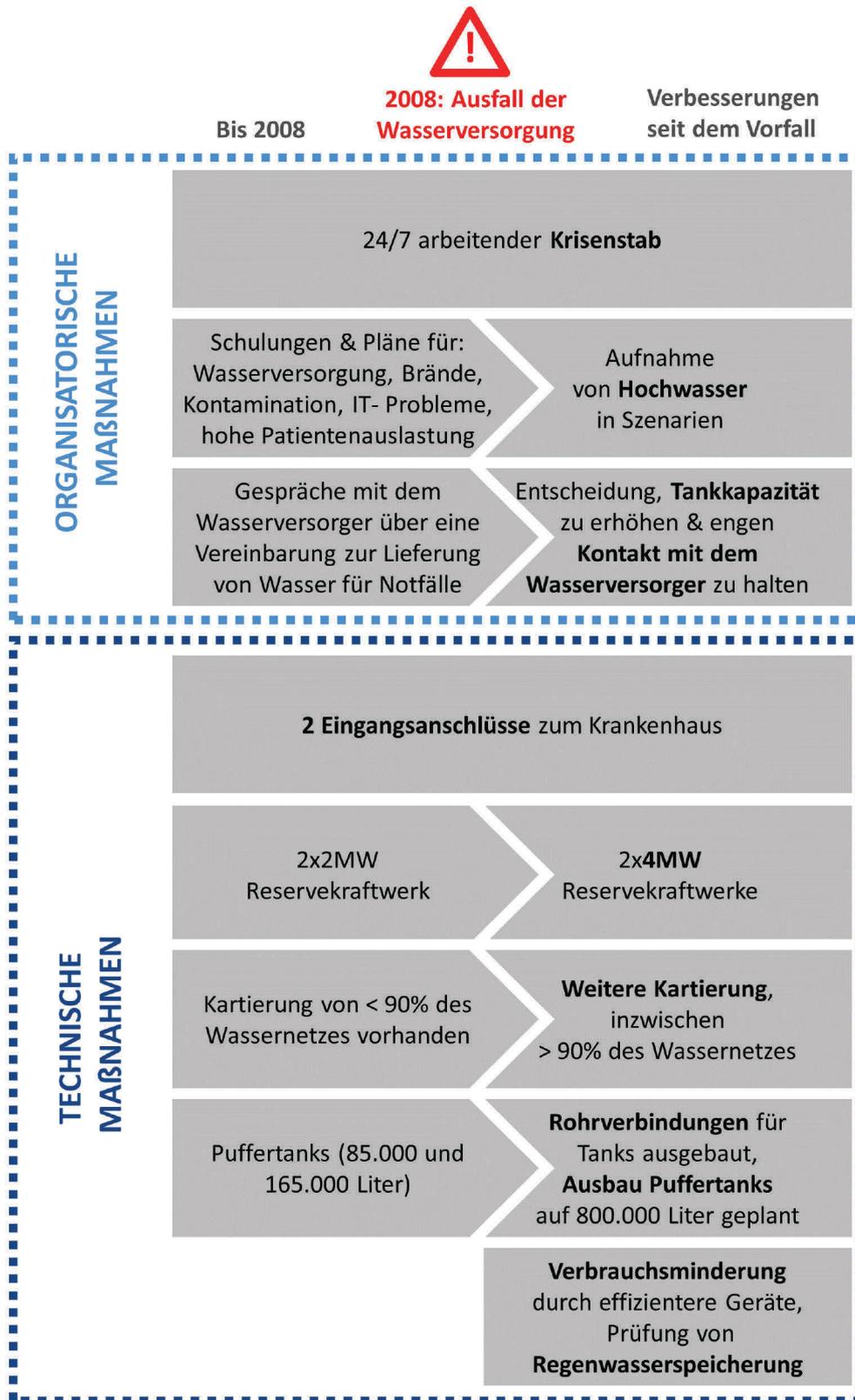


Abbildung 19: Fallbeispiel der Notfallvorsorgeplanung im Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) in den Niederlanden

5.1 Präventive Maßnahmen der Notfallvorsorgeplanung

Präventive Maßnahmen werden ergriffen, um potenziellen Risiken und Gefahren vorzubeugen. Sie dienen dazu, Schäden, Verluste, negative Auswirkungen oder allgemein Risiken zu minimieren oder ganz zu verhindern (Risikobehandlung).

Das Ziel ist es, das Eintreten von Ereignissen zu verhindern oder die Exposition gegenüber Ereignissen zu reduzieren, die Vulnerabilität der Einrichtung und einzelner Prozesse zu senken und/oder die Reaktionsfähigkeit durch organisatorische und technische Maßnahmen zu verbessern. Die Erarbeitung von Maßnahmen findet in der Präventionsphase statt, die Umsetzung erfolgt in der Regel in der Präventions- und in der Vorbereitungsphase.

Ein weiterer wichtiger Aspekt präventiver Maßnahmen ist die effektive Risikokommunikation an alle relevanten Akteure. Dies beinhaltet die klare und verständliche Weitergabe von Informationen über potenzielle Risiken, mögliche Auswirkungen und die ergriffenen Maßnahmen. Eine offene und transparente Risikokommunikation trägt zur Sensibilisierung aller Beteiligten bei, fördert das Vertrauen der Akteure untereinander und ermöglicht angemessene Reaktionen auf Risiken. Speziell die Mitarbeitenden sollten über Risiken Bescheid wissen, um diese einschätzen und darauf reagieren zu können.

Die wichtigsten ersten Schritte sind die Schaffung von Netzwerken und die Durchführung einer Risikoanalyse, welche in den Kapiteln 3 und 4 dargestellt sind. Auf Grundlage der Risikoanalyse sind dann präventive als auch vorbereitende Maßnahmen abzuleiten und umzusetzen. Des Weiteren können alle Akteure und speziell auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über das Risikomanagement informiert und der Umgang mit Risiken sowie die Akzeptanz von Risiken klar kommuniziert werden.

Präventive technische Maßnahmen im Bereich der Infrastrukturen sind vor allem Maßnahmen zur Härtung, die dazu dienen, einen Schaden der Infrastruktur oder Auswirkungen eines Schadensereignisses auf die Infrastruktur zu verhindern bzw. zu verringern. Die Härtung führt u.a. zu einer Reduktion der Vulnerabilität. Hierbei können die Exposition und die Funktionsanfälligkeit von Komponenten reduziert sowie Redundanzen bzw. im weiteren Sinne Ersetzbarkeiten vorgehalten werden.

Die Reduktion der **Exposition** kann bspw. durch bauliche Maßnahmen erreicht werden. Die Installation von Notstromgeneratoren oder Elektroverteilern auf einer Anhöhe oder in einem Obergeschoss als Schutz vor Starkregen- und Hochwasserereignissen ist hierbei eine häufig ergriffene Maßnahme. Um technische Anlagen oder medizinische Großgeräte, die üblicherweise aus Gründen der Statik und ggf. des Strahlenschutzes in Untergeschossen oder ebenerdig installiert sind, vor Überflutung zu schützen, können Maßnahmen wie die Aufstellung auf erhöhten Betonsockeln oder der Einbau von Schwellen an Türen und Kellerfenstern in Betracht gezogen werden.

Die Reduktion der **Funktionsanfälligkeit** würde beispielsweise durch eine wasserfeste Ausführung der Notstromgeneratoren oder Steigerung der Robustheit von Wassernetzkomponenten gelingen. Jedoch kann auch die Funktionsanfälligkeit von Prozessen im Krankenhaus reduziert werden. Beispielsweise durch Reduzierung der Abhängigkeit von Trinkwasser oder der benötigten Wasserqualität.

Beispiele für **technische Ersetzbarkeit**: Das für Prozesse wie Sterilisation oder Dialysebehandlungen genutzte Reinstwasser bzw. VE-Wasser kann nach der Wasseraufbereitung in Speicherbehältern zwischengespeichert werden, um diese Prozesse für einen gewissen Zeitraum weiterbetreiben zu können. Bei der Integration eines Vorlagebehälters in die Wasseraufbereitung kann auch der Prozess der Wasseraufbereitung länger aufrechterhalten werden. Dabei muss auf einen regelmäßigen Austausch des Wassers im Behälter und die Vermeidung von Stagnationszonen geachtet werden. Einer eventuellen Aufkeimung kann zum Beispiel durch Rezirkulation über eine UV-Anlage entgegengewirkt werden. Beide Kapazitäten können dabei kombiniert werden, um den Zeitgewinn zu vergrößern. Die Anbindung von Einrichtungen und Geräten der Krankenhausinfrastrukturen an den Notstrom oder die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) ist eine sehr häufige Maßnahme der **technischen Ersetzbarkeit**. Hier sollten nicht nur medizinische Geräte im Fokus stehen, sondern auch Geräte und Einrichtungen der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung wie bspw. Druckerhöhungspumpen oder Abwasserhebeanlagen. In diesem Kontext sind (Inter-)Dependenzen und/oder kaskadierende Ereignisse zu beachten. So ist in hohen Gebäuden eine Versorgung der oberen Stockwerke mit Trinkwasser oft nur mit Druckerhöhungspumpen möglich, sodass es bei Ausfall der Stromversorgung zu einer Einschränkung der Trinkwasserversorgung kommen kann. Eine andere Möglichkeit ist die Vorhaltung von Ersatzgeräten, welche schnell als Ersatz eingesetzt werden können oder auch für den Ereignisfall angewandt werden.

Redundanzen reduzieren die Vulnerabilität, da Redundanzen Überkapazitäten sind, welche im Normalbetrieb nicht genutzt werden, die aber im Ereignisfall den Ausfall einzelner Komponenten kompensieren können.

Die Vorhaltung von **Redundanzen** kann auf verschiedene Arten erfolgen. So ist eine heiße Redundanz denkbar, bei der alle Komponenten im Regelbetrieb genutzt werden (BSI 2018). Dabei bestehen Kapazitäten, um den Ausfall einer Komponente kompensieren zu können. Ein Beispiel ist eine Druckerhöhungsanlage, mit 3 Einzelpumpen, von denen zur Erbringung der Leistung im Regelbetrieb nur 2 nötig sind, sodass alle 3 mit reduzierter Leistung laufen. Dann ist der Ausfall (oder die Wartung) einer Pumpe immer kompensierbar, indem die 2 verbliebenen Pumpen unter Vollast laufen. Es handelt sich dann auch um eine sogenannte N-1 Redundanz. Auch wäre die Vorhaltung von zwei MRT eine N-1 Redundanz, wenn diese im Regelbetrieb nur tagsüber genutzt werden. Bei Ausfall eines Gerätes könnte mit einem entsprechenden Schichtbetrieb der Ausfall durch das zweite Gerät kompensiert werden.

Eine kalte Redundanz würde ebenfalls 3 Pumpen statt 2 vorsehen, von denen allerdings immer nur 2 gleichzeitig laufen (BSI 2018). Bei Ausfall einer Pumpe, kann die aktuell nicht laufende 3. Pumpe anlaufen. Es handelt sich dann auch um eine sogenannte N+1 Redundanz.

Organisatorisch präventive Maßnahmen zielen ebenfalls darauf ab, die Verwundbarkeit zu verringern. Dies kann ebenfalls durch eine Veränderung der Exposition und eine Verringerung der Funktionsanfälligkeit sowie durch Verringerung der Wiederanlaufzeiten erfolgen.

Ein Beispiel für die **Verringerung der Exposition** durch organisatorisch präventive Maßnahmen kann die Verlagerung von wichtigen Geräten in nicht exponierte Bereiche sein. Auch sind organisatorische **Kompensationen/Ersetzbarkeit** für die Krankenhausprozesse, welche nicht

Bestandteil der Krisenreaktion sind, möglich. Ein vereinfachtes Beispiel ist die simultane Nutzung von wasserbedürftigen und wasserlosen Anwendungen (mit entsprechend ausreichender Vorhaltung) zur Nutzung an Patientinnen und Patienten, so dass im Ereignisfall ohne Umstellung eine wasserlose Alternative genutzt werden kann. Je schneller eine Ersetzbarkeit bzw. Kompensation durchführbar ist, umso niedriger ist die Wiederanlaufzeit des Prozesses.

Darüber hinaus kann die Vorbereitung von Reparaturen und die Vorhaltung von Ersatzteilen die Reparaturzeit von Komponenten und damit die **Wiederherstellungsdauer** sowie den **Wiederherstellungsaufwand** der Trinkwasserversorgung bzw. des Trinkwassernetzes und deren Komponenten stark verkürzen. Dadurch wird die Ausfallzeit der Trinkwasserversorgung reduziert und es werden eventuell keine Ersatzmaßnahmen notwendig.

Weitere mögliche bauliche Maßnahmen, die insbesondere bei einer Neuplanung oder im Rahmen von Sanierungen umgesetzt werden können, finden sich in Kapitel 5.6.

5.2 Vorbereitende organisatorische Maßnahmen der Notfallvorsorgeplanung

Im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen werden Schritte für das Krisenmanagement und die Ereignisbewältigung vorbereitet. Zudem sollten Übungen und Trainings geplant und vorbereitet werden, um diese in der nächsten Phase durchzuführen und zu evaluieren. Die Präventions- und die Vorbereitungsphase greifen häufig fließend ineinander, sodass eine vollständig trennscharfe Abgrenzung nicht möglich ist.

5.2.1 Personal und Alarmierung

Abhängig von z. B. der Tageszeit, Feiertagen, der Jahreszeit oder den Schulferien ist die Personalstärke vor Ort unterschiedlich, und dienstfreies Personal steht nur begrenzt zur Verfügung. Daher muss die Alarmierung von Personal aus der Freizeit organisatorisch wie auch technisch geklärt und im KAEP hinterlegt sein. Es empfiehlt sich die Verwendung einer automatisierten Alarmierung über einen digitalen Alarmserver via SMS, Telefon oder App. Hier stehen externe Anbieter sowie hausinterne Lösungen zur Verfügung. Eine automatisierte Alarmierung nach einem genau vorgegebenen Plan entspricht dem aktuellen Stand der Technik und ermöglicht die Sicherstellung einer effizienten Alarmierung und damit dem zielgerichteten Personaleinsatz. Bei langfristigen Ereignissen ist frühzeitig zu beachten, dass ein Schichtbetrieb, auch mit erhöhtem Personalansatz, über mehrere Tage aufrechterhalten werden muss.

Weiterhin ist die Dokumentation der Arbeitszeit (und des Unfallversicherungsschutzes) ein wichtiger Punkt, der bedacht und entsprechend geplant werden sollte.

Es gilt bei internen Lösungen zu bedenken, dass unter Umständen dieselben technischen Anforderungen bezüglich Betriebssicherheit und Ausfallsicherheit wie bspw. einer Brandmeldeanlage gelten. Zudem sollte immer eine Backup-Lösung zur Verfügung stehen. Neben der technischen Komponente sollten Datenschutzbeauftragte (Erfassung und Nutzung privater Handynummern von Mitarbeitenden) sowie der Betriebsrat (bzw. andere Arbeitnehmervertretungen) einbezogen werden. Bei der Auswahl der zum Einsatz heranzuziehenden Mitarbeitenden sollte bei (alleinerziehenden) Eltern die Thematik der Kinderbetreuung bedacht werden, da es einigen Eltern nicht möglich sein wird, „notfallmäßig“ und zu jeder Tageszeit eine Kinderbetreuung zu organisieren.

Bei der Personalplanung gilt der Grundsatz: So viel Personal wie möglich frühzeitig einsetzen und im weiteren Verlauf so wenig Personal wie nötig. Es sollte sichergestellt sein, dass zu Beginn des Ereignisses alle Aufgaben bewältigt werden können und Reserven bestehen. Im Ereignisverlauf sollte das eingesetzte Personal jedoch auf das Nötigste reduziert werden, da das eingesetzte Personal den Bedarf an (Not-)Strom und Trinkwasser erhöht. Außerdem wird durch die bedarfsorientierte Personalplanung möglichen Engpässen durch vorgeschriebene Regenerations- und Ruhezeiten vorgebeugt.

Neben der Alarmierung und Verfügbarkeit sind zudem Zugangskontrollen zum Gelände oder Gebäude zu bedenken. Zugangskontrollen und Beschränkungen können hierbei durch das Krankenhaus selbst erfolgen, wenn ein Ereignis dies erfordert. Allerdings sollte auch die Notwendigkeit der Mitarbeitenden zum Passieren von Absperrungen der BOS bedacht werden (Bspw. bei einem Brand im Krankenhaus oder Ausgangsbeschränkungen während der COVID-19-Pandemie). Eine Möglichkeit ist die Ausgabe von Dienst- oder Mitarbeitendenausweisen mit Lichtbild, welche zusätzlich zur (ereignisbezogenen) Arbeitszeiterfassung verwendet werden können.

5.2.2 Festlegung von Führungs- und Stabsstrukturen

Für den Ereignisfall sollte ein initiales Führungsteam vorgeplant werden, welches im Folgenden als Operative Einsatzleitung (OpKEL) bezeichnet wird und erste Maßnahmen ergreift, bevor die Krankenhauseinsatzleitung (KEL) einsatzbereit ist.

Die in diesem Dokument genutzten Begriffe OpKEL/ KEL orientieren sich am Handbuch Krankenhausalarm- und Einsatzplanung des BBK. Selbstverständlich können stattdessen auch andere, im Krankenhaus bereits etablierte Begriffe (z.B. KO-Team) genutzt werden.

Die OpKEL muss im Ereignisfall unverzüglich von diensthabendem Personal gebildet werden können. Daher sind funktionsbezogene Positionen innerhalb der OpKEL sinnvoll. Um drei relevante Bereiche im Krankenhaus abzudecken hat sich ein dreigliedriger Aufbau bewährt, in dem eine Pflegekraft, eine ärztliche und eine technische Kraft mitwirken. Dies können beispielsweise die leitende Pflegekraft und eine ärztliche Kraft der Notaufnahme oder der Anästhesie und der technische Bereitschaftsdienst sein. Der technische Bereitschaftsdienst sollte zumindest telefonisch stets unverzüglich zur Verfügung stehen. Notwendige Befähigungen des Personals für den Ereignisfall sollten analysiert werden. Eine Qualifikation der ärztlichen Kraft als Leitende Notärztin oder Leitender Notarzt ist empfehlenswert (Jost et al. 2008; Erbert 2011; Leledakis 2017; BBK 2020).

Die Mitglieder der OpKEL sollten für die Ausübung ihrer Tätigkeit beim Eintritt von Ereignissen notwendige Befugnisse und Befähigungen besitzen. Beispielhaft ist die Abschaltung der Trinkwasser- oder Stromversorgung oder der Versorgung mit medizinischen Gasen zu nennen. Im Regelbetrieb darf dies nur von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden. Da dieses unter Umständen bei einem Ereignis nicht sofort zur Verfügung steht, müssen die Befähigungen und Befugnisse des Personals vor Ort unmissverständlich geklärt sein, um die Handlungsfähigkeit der OpKEL zu sichern und Handlungssicherheit zu garantieren. Hierfür muss der Be-

darf an Befähigungen ermittelt und die entsprechenden Ausbildungsmaßnahmen und Schulungen durchgeführt werden. Ebenfalls sollten aus haftungs- und dienstrechtlichen Gründen in einer (Dienst-)Vereinbarung die Befugnisse der OpKEL-Mitglieder im Ereignisfall geregelt sein.

Darüber hinaus sollte auch ein organisatorischer sowie ein finanzieller Handlungsrahmen festgelegt und schriftlich festgelegt werden. Das im Dienst befindliche Personal muss entsprechende Berechtigungen haben, um Entscheidungen sicher treffen zu können (ggf. mit dem Versuch der Rücksprache mit Vorgesetzten), dies gilt auch für finanzielle Entscheidungen. Häufig ist es bei kleineren und mittleren Ereignissen möglich, diese mit einem geringen personellen und finanziellen Aufwand zeitnah zu beheben, auch ohne Vorgesetzte oder die KEL miteinbeziehen zu müssen.

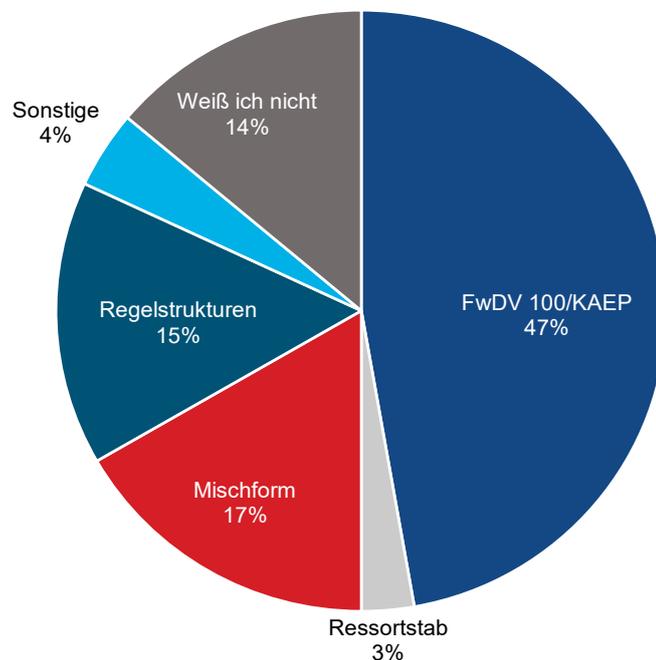


Abbildung 20: Vergleich der eingesetzten Stabsstrukturen in deutschen Krankenhäusern aus der durchgeführten Umfrage (n=72)

Nach der initialen Ereignisbewältigung durch die OpKEL sollte bei Ereignissen mit großem Abstimmungs- und Leitungsbedarf eine KEL gebildet werden. Die OpKEL sollte in einem Briefing der KEL alle bisher erhobenen Informationen und ergriffenen Maßnahmen darstellen, um die KEL in die Lage zu versetzen, die Leitung zu übernehmen. Eine Krankenhauseinsatzleiterin oder ein Krankenhauseinsatzleiter übernimmt die Verantwortung der Ereignisbewältigung. Zur Unterstützung ist die Bildung eines Stabes ein geeignetes Mittel. Ziel der Stabsarbeit ist das gemeinsame Entwickeln einer Bewältigungsstrategie, die gemeinsame Problemlösung und eine abgestimmte Umsetzung der dafür nötigen Aufgaben. Verschiedene Stabsstrukturen sind einsetzbar, um diese Ziele zu erreichen. Dies wurde in Expertengesprächen, bei der Beobachtung von Stabsübungen im Krankenhaus und in einer durchgeführten Umfrage in deutschen Krankenhäusern deutlich (s. Abbildung 20). Konkrete wissenschaftliche Empfehlungen sind zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich, jedoch zeigt die durchgeführte Umfrage die in der

Praxis angewandten Stabsstrukturen auf und ermöglicht die Ableitung von Erkenntnissen hierzu.

Circa 47 % der Krankenhäuser, die an der Umfrage teilgenommen haben, nutzen die Stabsstrukturen der Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 (FwDV 100), die auch im Handbuch KAEP empfohlen wird (BBK 2020). Rund 15 % der Krankenhäuser arbeiten in Regelstrukturen, 17 % in einer Mischform. In Form eines Ressortstabes arbeiten nur 3 % der Krankenhäuser. Die Arbeit in Regelstrukturen (Allgemeine Aufbau- und Ablauforganisation) bietet den Vorteil, im gewohnten Umfeld zu arbeiten und auf gewohnte Abläufe zurückgreifen zu können. Allerdings ist es unter Umständen schwierig, den hohen Abstimmungs- und Problemlösungsbedarf zu bewältigen und eine gemeinsame Bewältigungsstrategie zu entwickeln. Diese Schwierigkeiten können mit einer besonderen Aufbau- und Ablauforganisation umgangen werden.

Um beide Aspekte zu verbinden, kann ein Ressortstab genutzt werden. In diesem sind unter der Leitung des Stabes Vertreter der für die Ereignisbewältigung wichtigsten Ressorts (Pflegedienst, ärztlicher Dienst, technischer Dienst, IT, usw.) vertreten. Die aktuelle Lage und bestehende Probleme werden in den einzelnen Ressorts identifiziert, im Stab miteinander besprochen und gemeinsam werden Problemlösungen erarbeitet. Die Ressortvertreter lassen die im Ressortstab erarbeiteten Maßnahmen zur Problemlösung in den bekannten Regelstrukturen ihres Ressorts umsetzen. Ereignisabhängig können zu einem Kernstab weitere Ressorts (z.B. Krankenhaushygiene) hinzukommen.

Eine besondere Form des Ressortstabes bildet der Krisenstab nach DIN EN ISO 22361:2023-02 Leitlinien Krisenmanagement. In diesem Aufbau sind unter der Krisenstabsleitung Personen für die Verantwortungsbereiche Personalwesen, Betrieb, Recht, Kommunikation, Finanzen und Betriebskontinuität vertreten. Darüber hinaus ist eine Person für die Protokollierung zuständig und auch hier besteht die Möglichkeit zur Einbeziehung weiterer Ressorts (z.B. Krankenhaushygiene), wenn die Ereignisbewältigung dies erfordert.

Es ist wichtig die Struktur der KEL auf das jeweilige Krankenhaus und die Ressourcen und Bedürfnisse im Ereignisfall abzustimmen. Kern der Überlegungen ist, ob die bestehende Allgemeine Aufbau- und Ablauforganisation im Ereignisfall weiter genutzt werden soll, oder eine Besondere Aufbau- und Ablauforganisation gebildet wird.

Die am häufigsten genutzte Stabsstruktur entspricht der in der FwDV 100 vorgegebenen Struktur. Ein Argument für die Anwendung der Stabsstrukturen und Benennung der Sachgebiete entsprechend der FwDV 100 ist die Ähnlichkeit zu den Führungsstäben der BOS. So kann die Zusammenarbeit von Krankenhaus und den BOS vereinfacht werden. Allerdings wird hier ressortübergreifend in einer von den Regelstrukturen abweichenden Form zusammengearbeitet. Diese Form der Zusammenarbeit ist im Krankenhaus ungewohnt. Daher ist diese Stabsstruktur sehr schulungs- und übungsintensiv und mit 9 benötigten Personen auch personalintensiv. Des Weiteren ist die Struktur der FwDV 100 für Aufgaben der Feuerwehr entwickelt. Die Eignung für Krankenhäuser kann nicht generell belegt oder verneint werden. Es ist durch jedes Krankenhaus individuell zu prüfen, welche Stabsstruktur vorteilhafter ist. Im Hinblick auf die durchgeführte Umfrage zeigt sich jedoch eine geringe Akzeptanz der empfohlenen Strukturen der FwDV 100.

Daher adressieren die nachfolgenden Änderungen die in der Umfrage und den Interviews festgestellten Hemmnisse, wie der hohe Personal- und Schulungsaufwand und die unzureichend auf die Arbeit im Krankenhaus abgestimmten Arbeitsabläufe. Ziel ist es, die Stabsstrukturen in Krankenhäusern so nah wie möglich an jenen der BOS zu halten, und dennoch die Bedürfnisse der Krankenhäuser zu berücksichtigen, sowie den Schulungsaufwand in einem angemessenen Maß zu halten. Die Anpassung der BOS-Stabsstrukturen speziell für Krankenhäuser wird bspw. in den USA bereits erfolgreich praktiziert. Die Strukturen des Incident Command Systems (ICS) werden in einem speziellen Hospital Incident Command System (HICS) öffentlich zur Verfügung gestellt und die Nutzung wird im ganzen Land empfohlen.

Im Folgenden werden die bekannten Stabsstrukturen der FwDV 100 (Stand 1999) durch Elemente der DIN ISO 22320:2019 und DIN EN ISO 22361:2023-02 ergänzt (s. Abbildung 21). Im Speziellen wird das Sachgebiet „S3 Einsatz“ in die Funktionen „S3 Operative Planung“ und „S3 Operative Führung“ in Anlehnung an das HICS unterteilt und das Sachgebiet S7 „Finanzen, Verwaltung und Rechtsabteilung“ (DIN EN ISO 22361:2023-02) in den Krisenstab des Krankenhauses ergänzt. Das Sachgebiet S7 dient der Bereitstellung von unternehmensinternen Unterlagen und der Beratung bei Kostenfragen, Verträgen, Beschaffungen, Kostenfreigabe, Dokumentation und der juristischen Beratung bei Entscheidungen. Zusätzlich werden die Themenfelder „Infrastruktur“ als Aufgabe des Sachgebietes S4 ergänzt und „Patientenverwaltung“ als Aufgabe des Sachgebietes S6. Die hier vorgeschlagenen Zusatzaufgaben „Infrastruktur“ und „Patientenverwaltung“ können den Erfordernissen angepasst auch in andere Sachgebiete integriert werden. Speziell die Bereitstellung von Patienteninformationen sowie die Dokumentation bei einer Evakuierung ist hier als Themengebiet zu bedenken. Auch die Einbindung von Abteilungen in die Strukturen, welche im regulären Betrieb eine Stabsfunktion haben (bspw. Arbeitsschutz), ist vorgesehen. Die umfangreichste Form der KEL mit allen Funktionen ist in der nachfolgenden Abbildung 21 dargestellt. Über die dargestellten Stabsstrukturen hinaus muss die Einbindung der OpKEL in den Ablauf festgelegt werden. Denkbar ist hier, dass das Personal der OpKEL in die KEL übergeht und dann dort tätig wird oder als eigenständiges Element bestehen bleibt und die Ausführung der im Stab erarbeiteten Maßnahmen am Schadensort mit begleitet und überwacht. In diesem Fall wäre die OpKEL dem Sachgebiet S3 „Operative Führung“ zu unterstellen. Die Entscheidung ist bei der Vorbereitung in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Personalressourcen sowie den örtlichen Notwendigkeiten zu treffen. Die Benennungen der einzelnen Bereiche (Sachgebiete) stellen eine Empfehlung dar, sie können jedoch an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden.

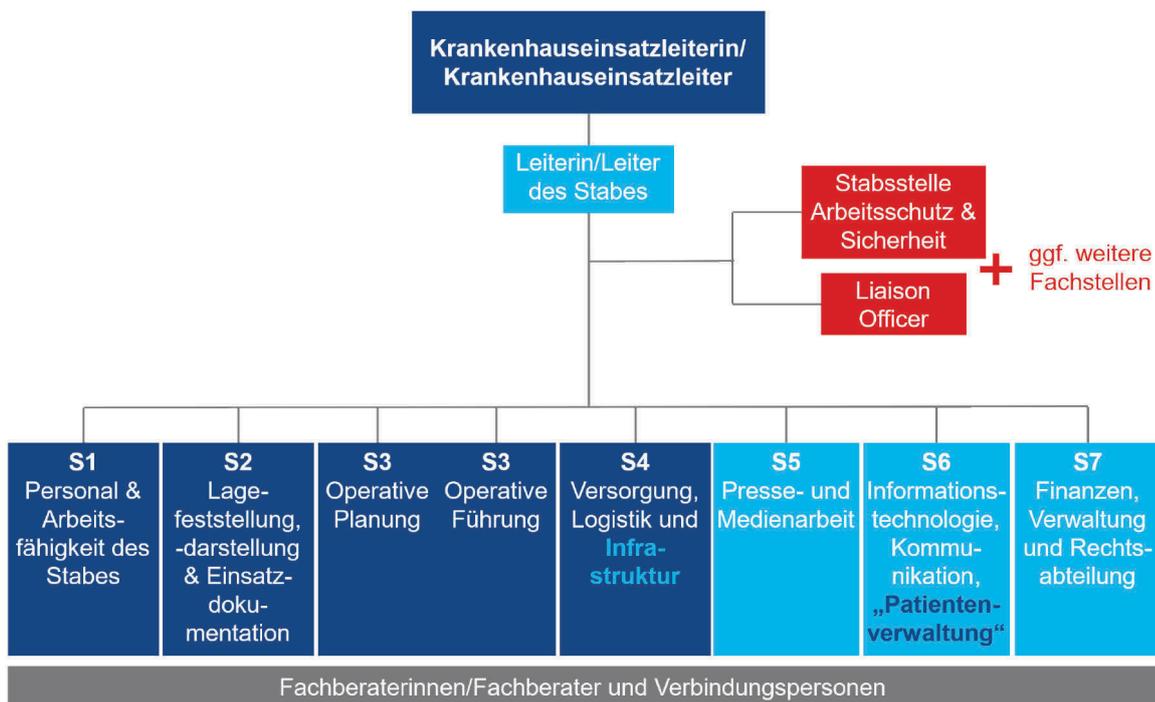


Abbildung 21: Darstellung der bekannten Stabsstrukturen nach FwDV 100, ergänzt um das Sachgebiet S7 „Finanzen, Verwaltung und Rechtsabteilung“, die Stabsstelle Arbeitsschutz und Sicherheit sowie einen Liaison Officer. Zusätzlich besteht die Option der Untergliederung von S3 in Operative Planung und Operative Führung

Um den Personalaufwand zu reduzieren, besteht die Möglichkeit auf einzelne Stabsbereiche zu verzichten und diese Aufgaben in Regelstrukturen bearbeiten zu lassen. Dieser reduzierte Stab ist in Abbildung 22 dargestellt. Hierbei bleiben die Kernsachgebiete S1-S4 sowie die Leitung KEL erhalten, die Arbeiten der Sachgebiete S5-S7 können jedoch in den üblichen Arbeitsabläufen (mit Priorisierung) abgearbeitet werden. Zudem kann auf die Leiterin/ den Leiter des Stabes wie auch den Liaison Officer verzichtet werden. Der Liaison Officer hält Kontakt mit anderen Behörden und Organisationen, die nicht durch Verbindungspersonen in der KEL vertreten sind. Die Krankenhauseinsatzleiterin oder der Krankenhauseinsatzleiter kann die Leitung des Stabes bei kleineren Stäben übernehmen, da der Leitungsaufwand bei abnehmender Personenzahl entsprechend abnimmt. Die Funktion des Liaison Officer kann durch andere Stabsmitglieder entsprechend ihrer Zuständigkeit übernommen werden. Damit kann der Personalstab entweder in kleineren Krankenhäusern oder auch bei kleineren Ereignissen nach der initialen Phase reduziert werden.

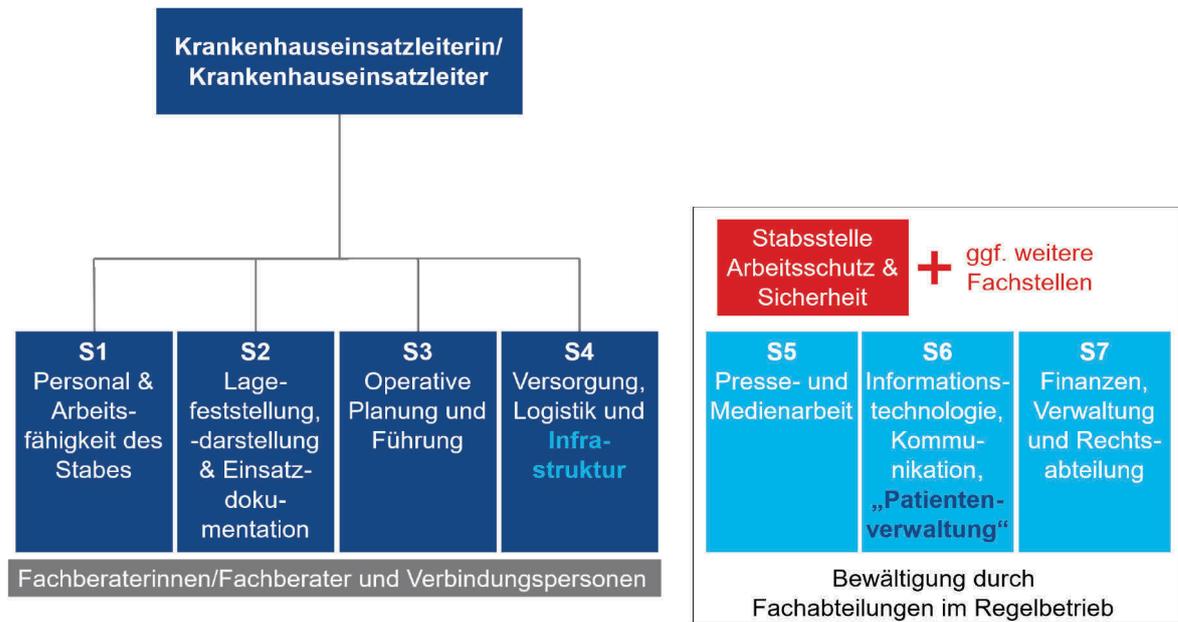


Abbildung 22: Verkleinerter Stab aus Abbildung 21, in Anlehnung an FwDV 100, die Aufgaben der Sachgebiete S5-S7 und der Stabsstelle Arbeitsschutz und Sicherheit werden von den Fachabteilungen im Regelbetrieb bewältigt

Die auch in der FwDV 100 vorgesehenen Kernsachgebiete können wiederum noch weiter zusammengefasst werden (s. Abbildung 23). Hierbei erfolgt die Zusammenfassung von S1 und S4 sowie S2 und S3 und die noch stärkere Verlagerung von Aufgaben in die Regelstrukturen. Hierbei werden dann nicht nur die Aufgaben von S5-S7 in die Regelstrukturen verlagert, sondern auch Arbeitsaufträge aus den Kernsachgebieten, wie die Personalverwaltung und Dienstplanung oder Logistikaufgaben wie die Beschaffung von Einmalmaterial.

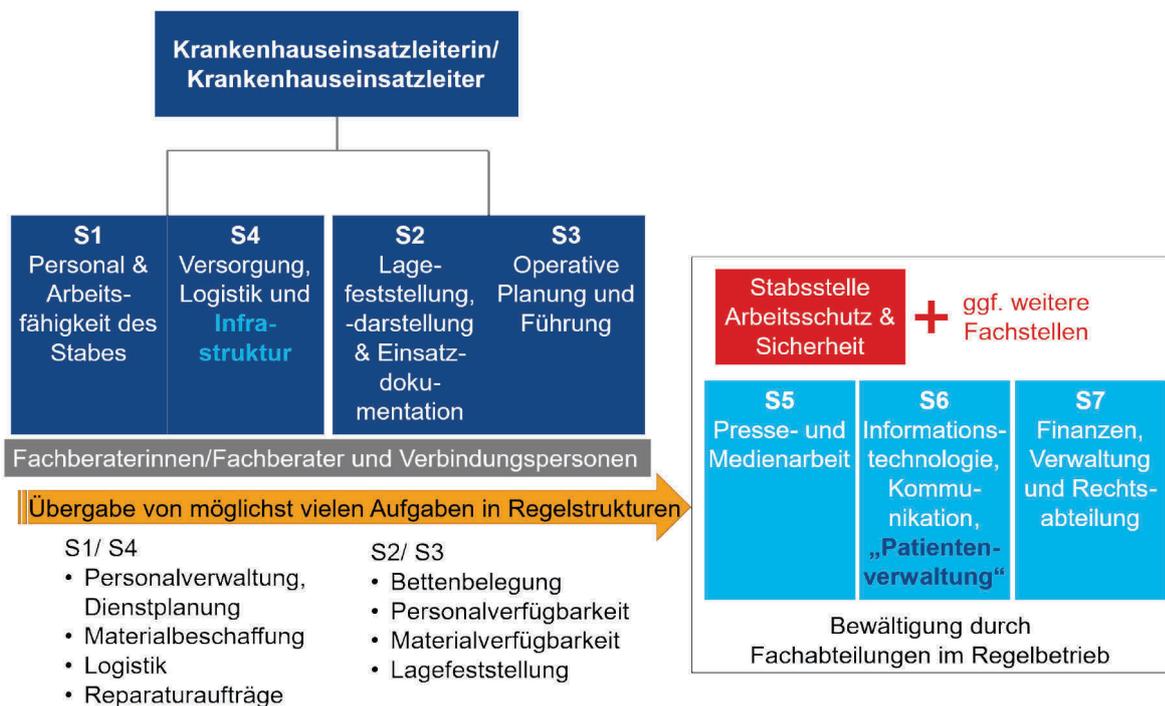


Abbildung 23: Weiter verkleinerter Stab aus Abbildung 21, hier werden zusätzlich die Sachgebiete S1 und S2 zusammengefasst

5.2.3 Bereitstellung und Anpassen der Notfallplanung

Ein weiterer wichtiger Punkt in der Vorbereitung ist die Bereitstellung und Anpassung der bestehenden Notfallplanung. Die durch die Risikoanalyse identifizierten notwendigen vorbereitenden Maßnahmen sind vorzuplanen und in Form von Einsatzplänen zu hinterlegen. Dies gilt auch für die Maßnahmen der nachfolgenden Abschnitte und des Kapitels 6. Beschrieben werden sollten alle Schritte von der Vorhaltung von Ressourcen bis hin zur Umsetzung der Maßnahmen. Zudem sind Kontaktdaten anzugeben und Zuständigkeiten zu definieren.

Hierbei kann der vorhandene KAEP modifiziert und/oder das **Notfallkonzept aus NOWATER** für die Ereignisbewältigung herangezogen werden. Im NOWATER Notfallkonzept sind zwingend anzupassende Bereiche und Informationen farblich hinterlegt. Neben der Nutzung des gesamten Dokumentes können einzelne Elemente wie Checklisten entnommen und in die eigenen Notfallunterlagen integriert werden.

Das in NOWATER erstellte Notfallkonzept für Infrastrukturausfälle im Krankenhaus bietet unverbindliche Hilfestellungen für die Ereignisbewältigung bei Beeinträchtigung der Wasser- und Stromversorgung und Abwasserentsorgung an. Es muss zwingend an örtliche Gegebenheiten des Krankenhauses angepasst werden. Daher steht es als bearbeitbare .docx Datei hier: www.th-koeln.de/nowater zur Verfügung.

5.2.4 Informationserhebung automatisieren

Ein wichtiges Element des Krisenmanagements sind Informationen. Hierbei ist zu erwähnen, dass bei den meisten Ereignissen zu Beginn ein Mangel an Informationen vorliegt, im weiteren Verlauf dann aber eine Überladung mit Informationen entstehen kann. Beides kann sich negativ auf die Entscheidungsfindung auswirken (Frommer und Epple 2022). Um die Verarbeitung und Erhebung von Informationen zu strukturieren, ist eine Einteilung in drei verschiedene Arten von Informationen sinnvoll. Zudem ist deren Erhebung entsprechend der nachfolgenden Beschreibung vor dem Ereignis durchzuführen oder die Erhebung im Ereignis vorzubereiten.

Die **statischen Informationen** sollten in der Präventions- und der Vorbereitungsphase erhoben werden, da diese Informationen in den genannten Phasen ohnehin benötigt werden und sich weder über die Zeit noch ereignisabhängig ändern. Somit können die erhobenen Informationen direkt für die Ereignisbewältigung aufbereitet und vorgehalten werden. Hierzu zählen Informationen über das Krankenhaus, wie die Lage, oder auch Pläne über den Aufbau der Infrastruktur und mögliche Aufstellorte von technischen Komponenten der Ersatz- bzw. Notversorgung sowie mögliche Einspeisestellen. Weiterhin sollten die Lagerorte des für die Krisenbewältigung erforderlichen Materials sowie die Transportwege und ungefähren Zeiten bis zur Wirkungsentfaltung dokumentiert sein, die gem. Kapitel 5.3.7 ermittelt wurden. Diese Unterlagen sollten fertig vorbereitet und auf die relevanten Details reduziert für die Stabsarbeit bzw. das Krisenmanagement vorliegen. Ebenso sollten Vordrucke, Ablaufschemata und ähnliches für die Stabsarbeit zur Verfügung stehen.

Die **dynamischen, zeitabhängigen Informationen** umfassen alle Informationen, welche sich im Laufe der Zeit ändern. Da es sich hierbei formal um wiederkehrend dieselben Informationen handelt, können diese bei einem Ereignis selbstständig von den zuständigen Abteilungen erhoben und gemeldet oder automatisiert abgefragt werden. Hierzu zählen beispielsweise Bettenbelegung, Patientenzustand, Lagerbestände und Personalbesetzung. Die automatische Erhebung durch die genannten Abteilungen muss vorbereitet sein. Die Abteilungen müssen Arbeitsablauf wie auch Meldewege kennen und einhalten. Im Idealfall können diese Informationen digital aus den Systemen zur Patientenverwaltung oder Materialverwaltung abgerufen werden.

Die **dynamischen, ereignisspezifischen Informationen** umfassen Informationen, welche hoch variabel sind. Diese Informationen müssen bei jedem Ereignis spezifisch erhoben werden, die Informationsfelder sind jedoch bei jedem Ereignis vergleichbar. Hierzu zählen Informationen über Art, Ort und das Ausmaß eines Ereignisses, die Dauer und resultierende kaskadierende Ereignisse. Hier ist die Erhebung durch die OpKEL dringend zu empfehlen, da diese immer verfügbar ist und entweder zu Beginn selbst als KEL fungieren müssen (und die Informationen auch benötigen) oder als zusätzliche operative und mobile Einheit zur Verfügung steht (z.B., wenn sich die KEL zu üblichen Arbeitszeiten schnell bilden kann) und eine persönliche Inaugenscheinnahme im Krankenhaus durchführen kann. Checklisten und Arbeitshilfen hierfür finden sich im Notfallkonzept.

5.2.5 Bereitstellen von Plänen und Unterlagen

Da zu Beginn der Ereignisbewältigung oft kein spezialisiertes Personal vor Ort ist, müssen die handelnden Personen, die OpKEL, über entsprechende Hilfestellungen verfügen, um den Schaden einzudämmen. Hierzu gehören sowohl die Notfallplanungen (siehe 5.2.3) als auch die gewonnenen Informationen (siehe Kapitel 4 und 5.2.4) in aufbereiteter Form. So ist z. B. zur Vermeidung von Folgeschäden nach einem Rohrbruch das Abstellen der Wasserversorgung essenziell. Dem Personal der OpKEL sind die Orte von Absperrventilen im Regelfall aus dem Alltag nicht bekannt. Daher sind entsprechende Pläne bereitzustellen und die Armaturen eindeutig zu kennzeichnen. Eine gute Praxislösung ist hier das Verzeichnen von Hauptabsperrventilen (aller Art) in den Feuerwehrplänen bzw. Feuerwehrlaufkarten. Diese können dann der Feuerwehr, ebenso wie dem OpKEL Personal zur Verfügung gestellt werden und diese im Ereignisfall zum Ziel leiten.

5.2.6 Organisation der Kommunikation

Speziell bei größeren Ereignissen kommt ein Krankenhaus mit den eigenen Ressourcen schnell an seine Grenzen oder muss im Falle einer Katastrophe mit anderen Akteuren der Gefahrenabwehr zusammenarbeiten. Hierbei spielt die Kommunikation mit diesen Akteuren eine große Rolle. Die im vorherigen Kapitel erwähnten externen Runden Tische stellen hier einen ersten wichtigen Schritt dar. Zum einen kennen sich die Akteure bereits und zum anderen können sowohl technische als auch organisatorische Aspekte der Kommunikation im Ereignisfall abgestimmt werden. Hierbei kann auch die Schaffung bzw. Nutzung einer neuen Kommunikationsinfrastruktur (bspw. Betriebsfunk) in Betracht gezogen werden.

Neben den technischen und organisatorischen Aspekten ist die verwendete Sprache von großer Bedeutung. Unterschiedliche Fachbereiche und Organisationen verwenden unterschiedliche Fachbegriffe und Synonyme sowie Abkürzungen, daher sollten nicht allgemein gebräuchliche Abkürzungen und Fachtermini vermieden werden, um Missverständnissen vorzubeugen.

Hierfür sollte ein interner und ein externer Kommunikationsplan erstellt und regelmäßig beübt werden. Dieser sollte zum einen technische Details erfassen, aber auch Ansprechpersonen und Funktionen sowie deren Erreichbarkeit beinhalten. Zudem sollte er für die reguläre Kommunikation, die Kommunikation im Ereignisfall bei funktionierender Infrastruktur und für die Kommunikation im Ereignisfall bei Ausfall unterschiedlicher Infrastrukturen wie Strom, IT, Telekommunikation oder Funk gelten und entsprechende Rückfallebenen vorsehen. Die erstellten Pläne sind regelmäßig zu überarbeiten, da Ansprechpersonen und Erreichbarkeiten häufig wechseln, und an alle Beteiligten zu verteilen.

Kommt es zu einem signifikanten Ereignis, sollte eine Kommunikationsprobe mit den wichtigsten Akteuren (bspw. Feuerwehrleitstelle, zuständige Behörden oder Krisenstab der Kommune) erfolgen, um die Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit der Kommunikationsverbindung zu bestätigen.

Eine besondere Stellung nimmt die Kommunikation mit externen Akteuren bei Evakuierungen von Krankenhäusern ein, da hier viele interne und externe Akteure eingebunden sind. Speziell die Weitergabe von Patienteninformationen an die transportierenden Rettungsmittel und die aufnehmenden Krankenhäuser stellt eine große Herausforderung dar. Des Weiteren ist eine

Dokumentation aller verlegten Patientinnen und Patienten mit Zielkrankenhaus, Rettungsmittel und weiteren Transportinformationen erforderlich. Selbst ohne die Beeinträchtigung von Kritischen Infrastrukturen ist dies eine gewaltige Aufgabe, welche in ihrer Komplexität bei einem zusätzlichen Ereignis (bspw. Starkregen oder Stromausfall) massiv zunimmt. Daher wird auch hier ein spezieller Kommunikationsplan für derartige Ereignisse empfohlen (weiterführend auch bspw. für MANV/MANE-Ereignisse).

5.2.7 Lieferverträge/Lagerung

Um im Ereignisfall benötigte Güter schnell bereitstellen zu können, sollte geprüft werden, welche Produkte in welchen Mengen gelagert werden sollten. Beispielsweise können Trinkwasserflaschen als Getränke vorgehalten werden, Beutel zur Verwendung in Steckbecken und Toilettenstühlen als wasserloser Ersatz für Steckbeckenreinigungs- und Desinfektionsgeräte oder Einmal-Pflegemittel für Patientinnen und Patienten als Ersatz für die Körperpflege mit Wasser. Weiterführend ist auch die Vorhaltung von erhöhten Lagerbeständen an Händedesinfektionsmitteln oder die Bereitstellung von fertigen Desinfektionsmitteln (ohne Anmischung mit Leitungswasser) möglich. Hierbei sollten einerseits die Kosten (Mindesthaltbarkeit/Materialwälung) berücksichtigt werden. Andererseits sollte aber auch die Vorlaufzeit, bis eine Nachlieferung erfolgen kann, berücksichtigt werden. Es sollte ein angemessener Zeitraum mit den Lagerbeständen überbrückt werden, wobei hier ein Mindestbestand von 2 Tagen sinnvoll ist, um bspw. Feiertage überbrücken zu können. Für die Nachlieferung sollten entsprechende Vereinbarungen mit den Zulieferbetrieben bestehen, die auch eine Notfallerreichbarkeit dieser beinhalten.

Die Exceltabelle Materialbedarf Grundversorgung ist eine unverbindliche Hilfestellung zur Berechnung des Grundbedarfs an Gütern, Getränken und Alternativen für WCs für den Krankenhausbetrieb. Es steht hier: www.th-koeln.de/nowater zur Verfügung.

5.2.8 Alternative Betriebsmodi

Eine erste Maßnahme des alternativen Betriebs muss die Einsparung von (Trink-)Wasser sein. Hierzu sind Pläne zur Reduktion der Wassernutzung zu erstellen und zu kommunizieren. Beispielhafte Maßnahmen sind der Stopp der Bewässerung des Gartens oder die Einschränkung der Körperpflege von Patientinnen und Patienten zur Einsparung von Wasser. Zudem können Maßnahmen der organisatorischen Ersetzbarkeit ergriffen und Prozesse durch die Verwendung von Einmalprodukten und anderen wasserlosen Alternativen umgestellt werden.

Einige Funktionseinheiten können im Ereignisfall zu einem alternativen Betriebsmodus wechseln. Beispielsweise können im Labor externe Aufträge abgelehnt und nur noch interne Maßnahmen durchgeführt werden. Diese Betriebsmodi können im Rahmen der Risikoanalyse bestimmt werden. Es sollten basierend darauf entsprechende Vorgaben zu den alternativen Betriebsmodi je Funktionseinheit erstellt werden. Ebenfalls sollte eine Übersicht aller Stationen mit der Möglichkeit, in einen alternativen Betriebsmodus zu wechseln erstellt und zentral für die Krankenhauseinsatzleitung vorgehalten werden.

Ein weiteres Beispiel für einen alternativen Betriebsmodus ist die Entsendung von Mitarbeitenden der Verwaltung ins Homeoffice. Dies wurde in der COVID-19-Pandemie erfolgreich

praktiziert und kann auch bei einem Ausfall der Kritischen Infrastrukturen als Option in Erwägung gezogen werden. Hierbei müssen entsprechende Zugänge und Schnittstellen im Vorhinein definiert und eingerichtet sein.

Die organisatorische Ersetzbarkeit (Kompensation) kann bei Prozessen im Krankenhaus angewandt werden. Hier ist beispielhaft der Ersatz von leitungsgebundenen Trinkwasserbrunnen durch Flaschenwasser bei einem Ausfall der Trinkwasserversorgung oder auch die Vorhaltung von Einmalprodukten zur Pflege von Patientinnen und Patienten zu nennen. Auch die Vorhaltung von speziellen Tüten zum Auskleiden von Steckbecken oder die Nutzung von Einmalsystemen als Ersatz für Urinflaschen stellt eine solche Maßnahme dar.

Um den Erfolg der Maßnahmen zu garantieren, müssen **alle Mitarbeitenden** zum Vorgehen im Ereignisfall geschult sein. Hierfür sollte in der Vorbereitungsphase ein Übungs- und Schulungskonzept erarbeitet werden. Die notwendigen Schulungen können bspw. mit den üblichen Schulungen zu Arbeits- und Brandschutz kombiniert werden. Die Umsetzung erfolgt in der Übungs- und Ausbildungsphase.

5.2.9 Evakuierungsplanung

Die Entscheidung zur Evakuierung des Krankenhauses sollte vor dem Hintergrund der steigenden Gefährdung von vulnerablen Patientinnen und Patienten im Evakuierungsfall gut durchdacht und reflektiert sein. Von einer Räumung des Krankenhauses durch ungeplante bzw. nicht vorbereitete Entlassung von zu behandelnden Personen und Betriebseinstellung eines Krankenhauses ist dringend abzuraten. Eine **Evakuierung sollte stets das letzte Mittel zur Ereignisbewältigung sein** (HSPH-EPREP und MDPH 2014). Eine (hausinterne) Verlegung von Personen aus besonders betroffenen Bereichen kann in Erwägung gezogen werden. Zudem können manche Patientengruppen (z.B. dialysepflichtige Patientinnen und Patienten) auch extern verlegt werden, um die Versorgung zu sichern und den Wasserbedarf des Krankenhauses zu senken.

Kann ein Ausfall der Trinkwasserversorgung oder anderer Kritischer Infrastrukturen nicht bewältigt werden, oder treten andere Schadensereignisse ein, kann eine (Teil-)Evakuierung des Krankenhauses unter Umständen nicht vermieden werden. Daher ist unbedingt bereits in der Vorbereitung auf Schadensereignisse ein Evakuierungsplan zu erstellen (für Hinweise hierzu siehe auch HSPH-EPREP und MDPH 2014). Oberstes Ziel einer Evakuierung ist, gesundheitliche Schäden für Patientinnen, Patienten und Mitarbeitende zu verhindern, wenn dies anders nicht mehr möglich ist. Da eine Evakuierung jedoch eine ausreichende Vorlaufzeit benötigt, müssen Maßnahmen zur Überbrückung dieser Vorlaufzeit geplant sein, um währenddessen die Versorgung der Patientinnen und Patienten sowie Mitarbeitenden sicherzustellen. Die Erreichung dieses Ziels setzt eine gute Zusammenarbeit verschiedener Akteure und eine verantwortete Abwägung der Evakuierungsentscheidung voraus. Die Evakuierung des Krankenhauses bringt eine Verlagerung der Patientenverantwortung vom Krankenhaus über den Rettungsdienst hin zu den aufnehmenden Krankenhäusern mit sich. Die finanziellen Schäden durch den Betriebsausfall sind in der Regel durch die Betriebsausfallversicherung abgedeckt.

Wie schon angedeutet, ist dabei jedoch der Einfluss auf die Patientinnen und Patienten zu beachten. Die Mortalität evakuierter Patientinnen und Patienten steigt laut einem systemati-

schen Review um bis zu 10 % an (Willoughby et al. 2017), wobei sich das Review auf Pflegeheime und Großschadenslagen beschränkt. Zudem wird als Einschränkung erwähnt, dass die Datenlage nicht optimal ist. Daher sind genaue Angaben zur Mortalität nicht möglich, allerdings wird deutlich, dass diese sich in Folge einer Evakuierung erhöhen kann. Speziell bei den intensivmedizinisch behandelten Patientinnen und Patienten kann nicht grundsätzlich von einer Verlegungsfähigkeit ausgegangen werden. Kritische und instabile Patientinnen und Patienten könnten hierbei einen lebensbedrohlichen, wenn nicht tödlichen Schaden erleiden (Markakis et al. 2006). Eine vorherige Einschätzung des Zustandes der Patientinnen und Patienten obliegt den behandelnden Ärztinnen und Ärzten. Diese Entscheidung muss medizinisch, moralisch und ethisch abgewogen und unbedingt dokumentiert werden.

Die Evakuierungsdauer kann stark variieren. In Folge einer Bombendrohung gelang es, ein Krankenhaus mit ca. 600 Patientinnen und Patienten, davon 22 intensivpflichtig, in 80 Minuten zu evakuieren (Bundeswehrkrankenhaus Ulm; Jost et al. 2008). Zur Vorbereitung der Entschärfung eines Blindgängers dauerte eine Evakuierung von 117 Patientinnen und Patienten, davon 6 intensivpflichtig, ca. 8 Stunden (St. Hildegardis Krankenhaus Köln; Maurer 2000). Aus weiteren Experteninterviews und Fachpublikation ergibt sich ein Zeitfenster von ca. 6-12 h, abhängig von den zur Verfügung stehenden Rettungsmitteln und den Aufnahmekapazitäten der umliegenden Krankenhäuser.

In der Planungsphase sollten stets die BOS einbezogen werden, die bei der Evakuierung unterstützen, um die Kommunikation im Evakuierungsfall zu gewährleisten und Bedarfe an Transportkapazitäten abzustimmen.

5.2.10 Psychosoziale Notfallversorgung (PSNV)

Krisen und andere außergewöhnliche Ereignisse belasten Patientinnen und Patienten sowie Mitarbeitende auch psychisch. Insbesondere die Unsicherheit, was in nächster Zeit zu erwarten ist, kann zu einer hohen psychischen Belastung führen. Daher sollte ein Konzept zur Psychosozialen Notfallversorgung der Patientinnen und Patienten erstellt werden, das zur Prävention von Traumafolgestörungen dient. Im Rahmen der präventiven Maßnahmen sollte als Aspekt der Fürsorge für die Mitarbeitenden auch der Umgang mit der psychischen Belastung von Mitarbeitenden durch ein Programm zur psychosozialen Unterstützung berücksichtigt werden. Hier ist neben der Prävention von Traumafolgestörungen das Ziel der psychosozialen Notfallversorgung die (Wieder-)Herstellung oder Erhaltung der Handlungs- und Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden, die von einem Ereignis direkt oder indirekt betroffen sind. Es sollte ein Konzept zur unmittelbaren, kurz- und mittelfristigen psychosozialen Unterstützung der Mitarbeitenden sowie von Patientinnen und Patienten erstellt werden. In diesem Konzept kann auf krankenhauseigenes Personal wie psychosoziale Fachkräfte, Fachkräfte für Traumatherapie oder Mitarbeitende mit Ausbildung nach CISM (Critical Incident Stress Management) oder einer vergleichbaren Ausbildung sowie im Rahmen der Verfügbarkeit auf PSNV-Kräfte der BOS zurückgegriffen werden.

5.3 Maßnahmen der Ersatz- und Notwasserversorgung

Im Normalbetrieb sind die Bereitstellung (Gewinnung und Aufbereitung), Speicherung und Verteilung des Trinkwassers bis zum Anschluss bzw. den Anschlüssen des Krankenhauses Aufgabe der Wasserversorgungsunternehmen. Den Unternehmen obliegt es zudem, Maßnahmen vorzubereiten und zu ergreifen, welche die leitungsgebundene Versorgung auch bei Störungen aufrechterhalten. Die Aufrechterhaltung der leitungsgebundenen Wasserversorgung sollte stets oberstes Ziel bleiben. Ist dies nicht mehr möglich, so kann eine leitungsgebundene oder leitungsungebundene Ersatz- oder Notwasserversorgung erfolgen. Zwischen dem Betreiber des Krankenhauses und dem WVU sollte ein Austausch zu den Szenarien und Inhalten des Maßnahmenplans nach § 50 TrinkwV und des Handlungsplans DVWG W 1020 erfolgen.

Für den Aufbau einer Ersatz- oder Notwasserversorgung durch WVU und BOS ist die Mitwirkung des Krankenhauses erforderlich. Dafür sind entsprechende Maßnahmen vorzubereiten und die erforderliche Ausrüstung zu beschaffen. Zusätzlich müssen die technischen und personellen Anforderungen für die Anlieferung, Aufstellung und den Betrieb der Anlagen sowie geeignete Lagerplätze erhoben werden. Die Abläufe für die Inbetriebnahme, Feststellung der Betriebsbereitschaft sowie Kriterien für die Überwachung des Betriebs müssen ebenfalls im Vorfeld festgelegt werden. Aufgrund der Komplexität der Anlagen und Abläufe müssen entsprechende Schulungen und Übungen durchgeführt werden.

Die Abbildung 24 zeigt, am Beispiel des NOWATER-Demonstrators wie unterschiedliche technische Komponenten für Ersatz- und Notwasserversorgung eingesetzt werden können. Über die in der Abbildung dargestellten Komponenten hinaus, sind insbesondere auch stationäre großvolumige Speicher (Blasen) zu nennen, die dem Ausgleich zwischen Wasserbereitstellung und -bedarf dienen.

Weitergehende Ausführungen zu den rechtlichen und technischen Mindestanforderungen an die Komponenten finden sich in Kap. 5.3.6. Das Kap. 5.3.7 gibt eine Anleitung dazu, wie die Eignung der Komponenten und Maßnahmen situationsbezogen bewertet werden kann.

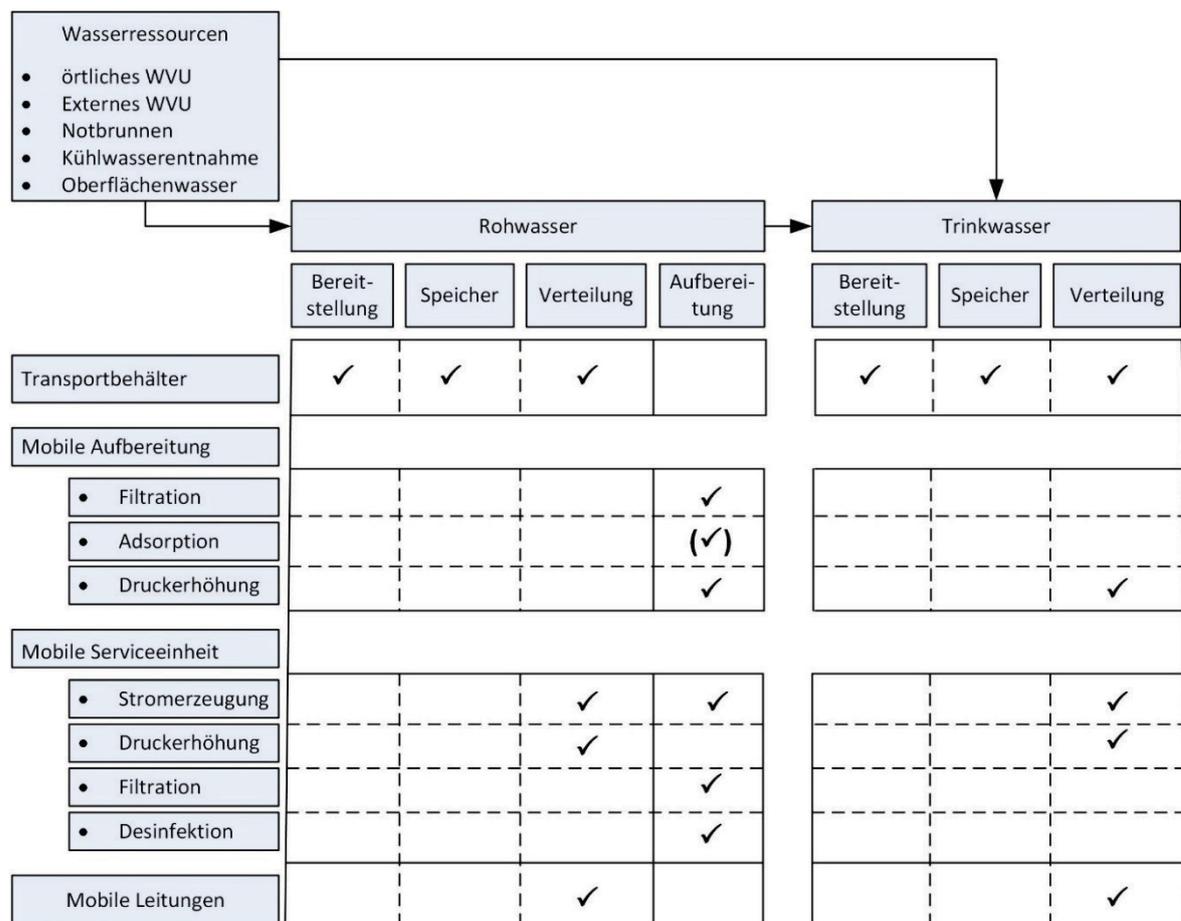


Abbildung 24: Bestandteile und Kombinationsmöglichkeiten der Bestandteile des NOWATER-Demonstrators für die Ersatz- und Notwasserversorgung

Basierend auf der Risikoanalyse (Kap. 4) muss ermittelt werden, welche technischen Komponenten der Ersatz- und Notwasserversorgung in den betrachteten Szenarien erforderlich sind. Dabei sind der zu deckende Wasserbedarf, die zu erwartende Beschaffenheit des Rohwassers, die Lage möglicher Einspeisepunkte, die Länge der zu überbrückenden Strecken, die Druckverhältnisse und der Energiebedarf maßgebliche Randbedingungen.

Im Folgenden wird ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgeführt, welche technischen und logistischen Kenngrößen bei der Auswahl entsprechender Komponenten, bei der Beurteilung ihrer Eignung und der Festlegung entsprechender Stückzahlen zu ermitteln und zu betrachten sind. Dabei sind neben selbst zu beschaffenden Anlagen auch von Dritten bereitgestellte Anlagen zu bewerten. An einigen Stellen werden exemplarisch die Daten der jeweiligen Komponente des in NOWATER entwickelten Demonstrators dargestellt.

5.3.1 Wasserverteilung mittels mobiler Leitungen

Die leitungsgebundene **Bereitstellung** des Trinkwassers für das Krankenhaus kann bei einem Teilausfall des Leitungsnetzes mit Wasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz aufrechterhalten werden, wenn die betreffenden Abschnitte des öffentlichen Netzes oder des Verteilnetzes innerhalb der Krankenhausliegenschaft durch mobile Leitungen (so genannte „fliegende Leitungen“) überbrückt werden können. Ist dies nicht möglich, kann Wasser von einem benachbarten WVU, aus leitungsunabhängigen Quellen wie (Not-)Brunnen oder Oberflächenwasser bereitgestellt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass eine Aufbereitung des Wassers einschließlich einer Desinfektion erforderlich ist, um die Anforderungen der TrinkwV bzw. der Wassersicherstellung zu erfüllen (DIN 2001-3 und Kap. 5.3.4).

Für den Fall, dass mehrere Verbindungen aufzubauen sind, müssen die entsprechenden Angaben je vorgesehene Trasse erfasst werden. Sollen Leitungen auf der Saugseite von Pumpen verlegt werden, können keine Faltschläuche vorgesehen werden. Tabelle 17 gibt beispielhaft an, welche Daten für mobile Leitungen erfasst werden sollten, um ihre Eignung beurteilen zu können.

Tabelle 17: Relevante Kenngrößen für die Wasserverteilung mittels mobiler Leitungen

Kenngröße	Beispieldaten
Erforderliche Länge	50 m
Überfahrerschutz erforderlich	ja
Nennweite und Anschlussformat (Kupplungen)	DN 52, C-Kupplung
Spitzendurchfluss	8 m ³ /h
Vorhandener Druck an der Anschlussstelle	4,5 bar
Druckverluste in der Leitung bei Spitzendurchfluss	0,3 bar
Verbleibender Druck bei Spitzendurchfluss	4,2 bar
Geforderter Mindestdruck an der Einspeisestelle	2,5 bar

Soweit Trinkwasser und nicht Rohwasser gefördert werden soll, müssen die Schläuche für Trinkwasser zugelassen sein. Derartige Schläuche weisen aufgrund der glatten Innenseite auch deutliche geringere Druckverluste auf als z.B. Feuerwehrschräume. Dadurch können auch bei geringerem Vordruck größere Strecken überbrückt werden. Nach der Verwendung der Schläuche zu Übungs- oder Einsatzzwecken müssen diese nach den Vorgaben des Herstellers gespült und vollständig getrocknet werden, ehe sie wieder eingelagert werden.

Soll das Wasser in die Gebäudeinstallation eingespeist werden, sind entsprechende Einspeisestellen mit den erforderlichen Armaturen und Rückflussverhinderern vorzubereiten. Zudem sind Druckerhöhungsanlagen erforderlich. Mobile Druckerhöhungsanlagen (DEA) können bei der Verteilung von Roh- und Trinkwasser eingesetzt werden, wenn der vorhandene Druck für die Überwindung von Höhenunterschieden bzw. von Reibungsverlusten in den Rohrleitungen nicht ausreichend ist. DEA können z. B. zwischen einzelnen Abschnitten des Leitungsnetzes

oder zwischen einem Vorlagebehälter und einer Einspeisestelle in ein Gebäude angeordnet werden. Die Tabelle 21 zum NOWATER Demonstrator KTS zeigt u.a. exemplarisch die Leistungsdaten der dort integrierten DEA-Komponente.

5.3.2 Wasserverteilung mittels Transportbehälter

Sind die zu überbrückenden Entfernungen zu groß oder keine geeigneten mobilen Leitungen verfügbar, können auch Trinkwassertransportfahrzeuge bzw. -behälter eingesetzt werden. Behälter können nicht nur zu Transport und Speicherung sowie zum Ausgleich zwischen Einspeisung/Bereitstellung und Entnahme eingesetzt werden, sondern auch zur hydraulischen Entkopplung einzelner Komponenten. Damit können Druckstöße vermieden bzw. reduziert sowie der erforderliche Vordruck für Förderanlagen bereitgestellt werden.

Häufig werden für die genannten Aufgaben so genannte Faltbehälter eingesetzt. Diese bestehen aus einer zusammenklappbaren äußeren Hülle und einem Inlay aus einer für Trinkwasserzwecke zugelassenen Folie inkl. Anschlussmöglichkeiten zur Befüllung und Entnahme. Sie benötigen für die Lagerung im zusammengeklappten Zustand wenig Lagerraum und sind ggf. auch ohne technische Hilfsmittel zu transportieren. Tabelle 18 zeigt exemplarisch die technischen Daten des Systems Combo Aqua™.

Tabelle 18: Technische Daten von Faltbehältern

Kenngroße	Beispieldaten Combo Aqua™		
	Nutzvolumen	264 L	1060 L
Bauform	Faltbehälter mit Inlay stapelbar (gefüllt max. 3 Stück)		
Erforderliche Stellfläche	0,8 x 0,6 m	1,1 x 1,1 m	1,2 x 1,1 m
Leergewicht inkl. Deckel	21 kg	89 kg	102 kg
Anschlussformate	freier Einlauf oder Schlauchanschluss		
Wasserzulauf	freier Auslauf, verschiedene Hähne verfügbar; Übergang auf C-Kupplung möglich		
Wasserabgabe ggfs. Stromanschluss			
Ggf. Energiebedarf	600 W		
Heizung Behälter (optional)	optional Heizmatte		
Frostschutz			
Behälterdesinfektion bei Inbetriebnahme	bei Einsatz einer neuen Blase nicht erforderlich		
Trinkwasserdesinfektion bei Befüllung	-		

Tabelle 19 zeigt exemplarisch wichtige technischen Spezifikationen von Transportbehältern, die als Anhänger bzw. Abrollcontainer angeboten werden. Neben der eigentlichen Speicher-

und Transportfunktion sind einige Systeme auch mit Heizaggregaten, Druckerhöhungspumpen und Desinfektionssystemen ausgestattet, was den Anwendungsbereich der jeweiligen Behälter deutlich erweitert.

Tabelle 19: Eigenschaften von Transportbehältern (Anhänger bzw. Abrollcontainer)

Kenngröße	Beispieldaten	
	NOWATER Demonstrator	
Nutzvolumen	1 m ³	10 m ³
Bauform	Anhänger	Abrollcontainer
Anschlussformate Wasserzulauf Wasserabgabe ggfs. Stromanschluss	C-Kupplung C und GeKa 230 V, 16 A	C-Kupplung C-Kupplung 400 V, 16 A
Erforderliche Stellfläche, inkl. Arbeitsbereich	5 x 3 m	3,5 x 6,5 m
Anforderungen Zufahrt		
Anforderungen an Transportfahrzeug Zulässiges Gesamtgewicht Stützlast	1,6 t 100 kg	13 t
Wärmeisolation	ja	ja
Frostschutz (Heizung) Behälter / Technikteil	ja / ja	ja / ja
Ggf. Energiebedarf Pumpe Heizung Behälter Heizung Technikteil	1 kW 1 kW 0,5 kW	1,5 kW 2x 1,5 kW 0,5 kW
Behälterdesinfektion bei Inbetriebnahme	manuell	Integriert ClO ₂
Trinkwasserdesinfektion bei Befüllung	manuell	Integriert ClO ₂
Entnahme im Zapfbetrieb (kein Strom erforderlich)	ja	ja
Druck bei Entnahme mit Druckerhöhung	ca. 2 bar	ca. 2,2 bar
Dauer Inbetriebnahme		
Zu erwartende Dauer für die Befüllung (abhängig von Rohwasserzufuhr und Dosierleistung der Desinfektionsanlage)		> 30 min.
Zu erwartende Dauer für die Entleerung (unter Berücksichtigung der technischen Ausrüstung)		ca. 60 min
Zu erwartende Dauer für Transport vom vorgesehenen Befüllort zum Einsatzort	abhängig vom Szenario	abhängig vom Szenario

5.3.3 Mobile Aufbereitung

Wenn kein Trinkwasser in ausreichender Menge und Qualität bereitgestellt werden kann, jedoch Rohwasser verfügbar ist, kann unter Umständen auch eine vorübergehende mobile **Aufbereitung** errichtet werden (s. Tabelle 20). Um eine geeignete Aufbereitungsanlage auswählen und den zu erwartenden Reinigungserfolg beurteilen zu können, sollten die in Betracht kommenden Wasserressourcen vorab regelmäßig chemisch, physikalisch und mikrobiologisch untersucht werden. Insbesondere bei der Verwendung von Notbrunnen sollte durch entsprechende Versuche ermittelt werden, wie lange diese vor Anschluss an eine Filteranlage gespült bzw. abgeschlagen werden müssen. Dadurch kann ein zu rasches Verblocken von Filtern vermieden werden.

Tabelle 20: Eigenschaften der mobilen Aufbereitung des NOWATER Demonstrators

Kenngroße	Beispieldaten NOWATER Demonstrator
Verfahrensprinzip	zweistufige Ultrafiltration mit bedarfsweiser Dosierung von Pulveraktivkohle (PAK)
Aufbereitungswirksamkeit	
Rückhalt von Partikeln, um anschließende sichere Desinfektion zu ermöglichen	Vollständiger Rückhalt, Trübung sicher unter 0,1 NTU
Rückhalt von gelösten organischen Stoffen	substanzspezifisch, abhängig von Dosiermenge PAK
maximale Aufbereitungsleistung (1 Modul)	10 m ³ /h
hydraulische Ausbeute	> 99 %
Erforderlicher Vordruck	freier Einlauf in Vorlagebehälter (ca. 2 m über Geländeoberkante)
Druck auf Reinwasserseite	4 bar bei 8m ³ /h durch interne DEA
Anschlussformate Rohwasser Reinwasser Stromanschluss	C-Kupplung C-Kupplung 400 V, 16 A
Anforderungen an Stellfläche	5 x 2 m
Gewicht	3,5 t
Anforderungen an Zufahrt	
Anforderungen an Transportfahrzeug	Standard PKW mit Anhängerkupplung; Stützlast 80 kg
Energiebedarf	0,3 kW
Bedarf an Aufbereitungshilfsstoffen	Hypochlorit ausschließlich bei Inbetriebnahme; im Betrieb ggfs. PAK
Zugriff über Fernwirktechnik	Ja
Erforderliches Personal Inbetriebnahme Betrieb	2 Personen, 2 Stunden nur bei Störungen 1 Person

Der wichtigste Aspekt bezüglich der zu erwartenden Trinkwasserbeschaffenheit ist die Vermeidung akuter gesundheitlicher Gefährdungen. Aus diesem Grund kommt der Entfernung

von Trübstoffen und der anschließenden Desinfektion (s. Kap. 5.3.4) eine besondere Bedeutung zu. Der Einsatz mobiler Ultrafiltrationsanlagen bietet sich hierbei besonders an, da mit diesem Verfahren der sicherere Rückhalt von Partikeln, bis hin zu Bakterien und Viren, gewährleistet werden kann. Zudem können derartige Anlagen einschließlich der Rückspülung automatisiert betrieben werden.

5.3.4 Desinfektion

Für die erforderliche abschließende Desinfektion des Trinkwassers sind bei der Versorgung des gesamten Krankenhauses oder einzelner Benutzergruppen verschiedene Szenarien und Kombinationen dieser Szenarien denkbar.

Eine Möglichkeit ist die Desinfektion des Wassers bereits während des Befüllens des Transportbehälters durch eine durchflussproportionale Dosierung (s. Tabelle 19, NOWATER Demonstrator 10 m³). Auf diese Weise ist sichergestellt, dass es weder zu einer Unterschreitung der geforderten Konzentration noch zu einer Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration kommt. Damit wird zusätzlich die Möglichkeit geschaffen, den Behälter als Pufferspeicher zu betreiben, d.h. gleichzeitig zur Befüllung auch desinfiziertes Wasser entnehmen zu können. Technische Voraussetzung ist, dass der Wasserzulauf auf die Dosierleistung abgestimmt ist und ggf. gedrosselt werden kann. Wird diskontinuierlich Desinfektionsmittel zugegeben, muss vor Entnahme für eine ausreichende Einmischung gesorgt werden.

Die Desinfektion kann beim Verteilen mittels mobiler Leitungen mit einer zwischengeschalteten Dosiereinheit erfolgen, die eine durchflussproportionale Dosierung ermöglicht. Auch hier muss sichergestellt sein, dass der Durchfluss ggf. gedrosselt werden kann, wenn die Dosierkapazität nicht groß genug ist. Mögliche Anwendungen sind das Befüllen von Behältern, die Überbrückung von Leitungsabschnitten sowie die Einspeisung in die Installation mittels mobiler Leitungen (s. Tabelle 21 NOWATER Demonstrator KTS).

Wenn das Wasser im Rahmen einer Notversorgung nur über Gruppenzapfstellen im Sinne einer Holversorgung bereitgestellt wird, und nicht schon vor der Verteilung desinfiziert worden ist, können für die verwendeten kleinen Gebinde ausschließlich Chlortabletten eingesetzt werden.

Soweit der Einsatz chlorhaltiger Desinfektionsmittel vorgesehen ist, sind die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, der Arbeitssicherheit und die gerade bei höheren Temperaturen stark begrenzte Lagerstabilität von Hypochlorit-Lösungen zu beachten. Werden z.B. Calciumhypochlorit oder Chlordioxid, hergestellt aus Hypochlorit und Peroxodisulfat, vorgesehen, ist der Aufwand für das Ansetzen der Lösungen und die erforderliche Reaktionszeit zu berücksichtigen. Soweit das mit Chlor desinfizierte Wasser im Krankenhaus für den Betrieb technischer Geräte wie z. B. Dialyse oder Umkehrosmose genutzt werden soll, muss eine Schädigung der Membranen ausgeschlossen werden. Die Neutralisation kann z.B. durch Filtration über Aktivkohlekartuschen, Hochdosis-UV-Bestrahlung oder Dosierung von Thiosulfat erfolgen. Es ist ebenfalls zu prüfen, inwieweit die Sterilisation von medizinischem Gerät durch eine Chlorung des Trinkwassers zur Korrosionsschäden führen kann.

Um die Einhaltung der zulässigen Minimal- und Maximalkonzentrationen zu überwachen sind entsprechende Messgeräte (Photometer, Kolorimeter o.ä.) und Verbrauchsmaterialien vorzusehen.

Werden Leitungsabschnitte eines intakten, hygienisch einwandfreien Netzes überbrückt oder Trinkwasser lediglich umgefüllt, kann auch eine Desinfektion mittels UV-Bestrahlung in einem Durchflussapparat erfolgen (s. Tabelle 21 NOWATER Demonstrator KTS). Die UV-Bestrahlung bietet hier eine zusätzliche Barriere gegenüber Mikroorganismen, allerdings keine Depotwirkung für nachgelagerte Anlagenteile. Zur Einhaltung der erforderliche Bestrahlungsleistung, muss auch hier der Durchfluss begrenzt werden können.

5.3.5 Multifunktionssysteme

Teilweise werden auf dem Markt Systeme angeboten, die über verschiedene zum Aufbau einer Ersatzwasserversorgung geeignete Komponenten verfügen. Diese lassen sich je nach Erfordernis in unterschiedlicher Weise kombinieren (s. Tabelle 21).

Tabelle 21: Eigenschaften des Multifunktionssystems NOWATER "KTS"

Kenngroße	Beispieldaten NOWATER Demonstrator „KTS“
Gesamtsystem	
Anforderungen Transportfahrzeug	Zul. Gesamtgewicht 1,8 t Stützlast 150 kg
Anforderungen Stellfläche inkl. Arbeitsbereich	6 x 3 m + Behälter + Schlauchleitung
Erforderliches Personal Aufbau und Inbetriebnahme Betrieb	Jeweils 1, wenn Anlage durch das Zugfahrzeug positioniert werden kann.
Baugruppe Desinfektion (separat einsetzbar)	
Eingesetztes Desinfektionsmittel	ClO ₂ 0,3 % / UV-Bestrahlung
Maximal zulässiger Wasserdurchsatz	
ClO ₂ -Dosierung	20 m ³ /h
UV-Desinfektion	10 m ³ /h
max. Dosiermenge	15 l/min (ClO ₂ 0,3 %) > 400 J/m ²
Aufbereitete Wassermenge bis zum Nachfüllen Desinfektionsmittel	15 m ³ bei 0,2 mg/L ClO ₂ UV unbegrenzt
Zulässige Lagerungsdauer des Desinfektionsmittels	45 Tage nach Bereitung, Komponenten einzeln unbegrenzt / -
Überwachung der Desinfektion	
Konzentration des Desinfektionsmittels	ClO ₂ ohne Überwachung
Bestrahlungsstärke UV	Integrierter UV-Sensor
Strombedarf	4 kW (bei Dauerbetrieb)

Fortsetzung Tabelle 21

Kenngröße	Beispieldaten NOWATER Demonstrator „KTS“
Erforderlicher Vordruck	ca. 0,1 bar
Druckverlust bei Durchströmung	0,04 bar bei 10 m ³ /h
Baugruppe Filtration (separat einsetzbar)	
3 Stufen je 2 Filter 20", wählbar, z. B.:	50 µm / 20 µm / 5 µm optional mit Aktivkohle
Druckverlust bei Durchströmung mit je 1 m ³ /h (Druckverluste bei Reihenschaltung additiv; bei paralleler Durchströmung halbiert sich der Durchfluss für jeden Strang)	ca. 0,1 / 0,3 / 0,75 bar
Baugruppe DEA (separat einsetzbar)	
Max. Fördermenge	7,5 m ³ / h (bei 2,5 bar)
Max. Förderhöhe	85 m (bei 1 m ³ /h)
Energiebedarf	3 kW
Baugruppe Generator (separat einsetzbar)	
Leistung	20 kVA
Tankinhalt	50 L
Kraftstoffbedarf	3,70 l/h Diesel (bei 75% Last)

5.3.6 Rechtlich-technische Anforderungen

Die Einhaltung der TrinkwV ist auch bei einer Ersatzwasserversorgung vorgeschrieben. Neben den Anforderungen an die Trinkwasserbeschaffenheit nach §§ 5 – 9 TrinkwV, müssen Anlagen, die für die Aufbereitung, die Speicherung und die Verteilung von Ersatzwasser gedacht sind, nach §§ 14-16, 19 und 20 TrinkwV 2023 mindestens den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Folglich gelten für mobile Anlagen, die im Notfall für die Ersatzwasserversorgung eingesetzt werden, folgende Anforderungen:

Werkstoffe und Materialien: Alle verwendeten Kunststoffe und nichtmetallischen Werkstoffe, die in Kontakt mit Trink-/Ersatzwasser kommen, müssen den Anforderungen der KTW-Empfehlungen und Bewertungsgrundlagen (KTW-BWGL) des Umweltbundesamtes (UBA) und des Arbeitsblattes DVGW W 270:2007-11 für Trinkwasserzwecke entsprechen. Dies gewährleistet die Unbedenklichkeit der Werkstoffe für die Wasserqualität. Metallische Werkstoffe in Kontakt mit (Trink-)Wasser müssen korrosionsbeständig sein. Dies kann durch den Einsatz von Edelstahl gewährleistet werden. Zudem müssen die verwendeten Werkstoffe beständig gegen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen gemäß DVGW W 291 (DVGW W 291:2021-12) sein, um die hygienische Sicherheit zu gewährleisten.

Hygiene und Sicherheit: Die Verbindung einer nicht-ortsfesten Wasserversorgungsanlage mit einem öffentlichen Trinkwasserversorgungsnetz oder einer Befüllungsanlage darf nur über eine Sicherungsarmatur gemäß DIN EN 1717:2011-08 oder im freien Auslauf erfolgen. Die

Befüll- und Verbindungsschläuche dürfen nur für Trinkwasserzwecke verwendet werden und müssen über eine entsprechende Zulassung verfügen. Die Schläuche sollten zusätzlich an beiden Enden als „nur für Trinkwasser“ gekennzeichnet sein. Die Anschlüsse für die Trink- bzw. Ersatzwasserversorgung an den mobilen Anlagen sollten eindeutig als solche gekennzeichnet werden. Leitungen und Schläuche müssen vollständig entleerbar sein.

Reinigung und Desinfektion: Alle mobilen Anlagen müssen gemäß DIN 2001-3:2015-12 über eine Desinfektionsstufe verfügen. Für die Desinfektion von Trinkwasser zugelassene Desinfektionsmittel sind Chlor, Natrium- sowie Calciumhypochlorit, Chlordioxid und Ozon (§ 20-Liste UBA, DVGW W 290(A):2018-05).

Trinkwasserspeicher: Trinkwasserspeicher sollten vor unerwünschter Erwärmung des Trinkwassers geschützt sein, z.B. durch Isolierung oder eine aktive Kühlung. Sie müssen während des Befüll- und Entleerungsvorgangs be- und entlüftbar sein und über Überlauf- oder Überdruckventile verfügen. Die Befüllung muss über einen freien Auslauf oder über einen Systemtrenner erfolgen (DIN EN 1717). Die Speicher sollten vor unberechtigtem Zugang geschützt, inspizierbar und mit einer ausreichend großen Reinigungsöffnung versehen sowie vollständig entleerbar sein. Die Be- und Entlüftungsöffnungen müssen mit geeigneten Luftfiltern ausgestattet sein, um das Eindringen von Insekten, Pollen und anderen Partikeln zu verhindern.

5.3.7 Bewertung der Eignung und Priorisierung von Maßnahmen

Zur Vertiefung und Prüfung der Maßnahmen auf Geeignetheit steht der Leitfaden „Eignungsprüfung Ersatzwasserversorgung“ auf der [BBK-Website](#) zur Verfügung.



Hinweis: Die Ermittlung von Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist hier nicht Bestandteil der Betrachtungen. Hierfür existieren Methoden des BBK („Sicherheit der Trinkwasserversorgung Teil 2: Notfallvorsorgeplanung“ (BBK 2019). Zudem wird auf DIN 2001-3:2015-12 und den Leitfaden von CDC und AWWA für konkrete Planungen bzw. Ausgestaltung von technischen Komponenten verwiesen (CDC und AWWA 2019). Eine wissenschaftliche Befassung erfolgte u.a. in Bross 2020.

Im Rahmen des Projekts NOWATER wurden ausschließlich örtlich begrenzte Szenarien untersucht, weshalb **Verbundleitungen** zwischen benachbarten WVU hier nicht betrachtet werden. Je nach örtlichen Gegebenheiten und gewählten Szenarien können sie jedoch eine geeignete Maßnahme darstellen. Zudem berücksichtigen die hier vorgestellten Methoden nicht explizit den Zeitverlauf eines Szenarios. Für die Berücksichtigung der zeitlichen Dimension wird auf Bross (2020, S. 45) verwiesen. Außerdem ist zu beachten, dass Komponenten zur Stromversorgung hier nicht explizit einbezogen werden. Die Stromversorgung und ggf. der notwendige Treibstoffbedarf sind bei den Planungen jedoch zu berücksichtigen (BBK 2019, S. 42).

Allgemein und zur Eingrenzung von geeigneten Maßnahmen sind folgende Vorbedingungen einzuhalten bzw. zu berücksichtigen:

- Die Funktionsfähigkeit des krankenhausinternen Wassernetzes muss – mindestens für die **kritischen Funktionseinheiten** - gegeben sein, da eine Ersatzversorgung sonst nicht zielführend ist.
- Für die priorisierte Versorgung kritischer Funktionsbereiche und die Reduktion des Wasserbedarfs im Ereignisfall, sind **Ventilabsperrungen** zu nicht-kritischen Bereichen vorzusehen.
- Die Zeit bis zur **Wirkungsentfaltung** der Maßnahmenkombination muss zwingend unter der Zeit liegen, ab der Gefährdungen für Risikopatienten durch Verkeimung der Leitungsnetze entstehen und idealerweise unter der maximal tolerierbaren Ausfallzeit (MTA) der kritischen Funktionseinheiten. Diese **Vorlaufzeit** hängt maßgeblich von den vorhandenen Gegebenheiten, wie Zustand des Leitungsnetzes, Eintrag von Kontaminationen und vom Gefährdungsgrad zu behandelnder Personen ab. Für alle Maßnahmen ist geeignetes und geschultes **Personal** vorzusehen. Ggf. kann der Schutz besonders vulnerabler Patienten durch den Einsatz endständiger Filter an den Entnahmestellen erhöht werden.
- Eine **Freigabe** der zuständigen Gesundheitsbehörden ist einzuholen.
- Szenariobedingte Kontaminationen des Trinkwassers sind zu berücksichtigen.
- Ist es zu einer Verkeimung/Kontamination gekommen bzw. besteht die Gefahr einer Verkeimung/Kontamination, bedarf es einer **Spülung und ggf. einer Desinfektion des Netzes** (siehe dazu Kapitel 7.1).
- Fahrzeuge (z.B. der Feuerwehr), die nicht explizit für den Zweck des Trinkwassertransports vorgesehen sind, können nicht generell in Planungen einbezogen werden, da die Vorhaltung dieser Fahrzeuge zur Erfüllung anderer Aufgaben erfolgt, wie beispielsweise den Brandschutz. Zudem bedürfen solche Komponenten aufwändiger Reinigungsprozesse, welche keine Garantie auf Erreichung der geforderten Ansprüche geben können (Bäumer 2018, S. 150).
- Die Komponenten müssen zueinander **kompatibel** sein, z.B. durch die Wahl der passenden Anschlüsse und Abstimmung der vorhandenen / erforderlichen Ausgangs- und Eingangsdrücke.
- Einhaltung einschlägiger Normen und Vorschriften.
- Beständige **Beprobungen** der Wasserqualität und der Ressourcen im Vorfeld und während der Krisenbewältigung sind vorzusehen und durchzuführen.
- Da Maßnahmen zur Ersatzversorgung immer eine Aufgabe mehrerer beteiligter Instanzen darstellen, sind **Kommunikationskonzepte** untereinander abzustimmen.
- Sind Maßnahmen zur Umverteilung des Wasserflusses zum Krankenhaus möglich, um den Bedarf mit entsprechendem Druck durch die Wasserversorgungsunternehmen zu decken, sind diese anzuwenden.
- Bei zusätzlichen Einheiten zur **Druckerhöhung/Druckminderung** im Versorgungsnetz sind diese in den Planungen zu berücksichtigen.

Da es sich um die Prüfung der Geeignetheit von Maßnahmen im Rahmen von Vorplanungen handelt, ist der Anspruch an eine Versorgung in Trinkwasserqualität gegeben. Es kann jedoch zu Situationen kommen, in denen Mangelplanungen ersichtlich werden oder unvorhergesehene Szenarien eintreten. Dabei kann es im Rahmen des Krisenmanagements notwendig sein, von der Trinkwasserqualität abzuweichen oder Wasser in unterschiedlichen Qualitäten zu nutzen. Dies sollte nur in Ausnahmefällen, in Abstimmung mit der zuständigen Gesundheitsbehörde und unter Abwägung der resultierenden Risiken erfolgen.

In Krankenhäusern, die über komplett getrennte Netze z.B. für die Trinkwasserversorgung und Kühlsysteme verfügen, kann eine direkte Nutzung von Brauchwasser erfolgen. Ausgenommen von der Versorgung mit Brauchwasser sind Prozesse, die Trinkwasserqualität oder besondere Wasserqualitäten z.B. Vollentsalzung etc., erfordern.

Die Maßnahmen bzw. Komponenten sind jeweils auf ihre Eignung zu prüfen und für den Einsatz zu priorisieren. Dies kann in 5 Schritten erfolgen (siehe auch Tabelle 22):

- 1) Auflistung aller Komponenten inklusive wichtiger Kennwerte nach Einsatzzweck:
Relevante Kenngrößen sind bspw. Rohwasserqualität, Entfernung zum Einsatzort, Verfügbarkeit, Vorlaufzeit, Wassermenge und Aufbereitungsleistung, Druckleistung, Betriebsdauer der Komponenten, Risiken, Wetterbeständigkeit usw.
- 2) Vorfilterung von Einzelkomponenten anhand von Ausschlusskriterien in Abhängigkeit des Einsatzzweckes, dazu zählen u.a. Nichtverfügbarkeit geeigneten Personals, unzureichende Eignung für den Einsatz bei gängigen Witterungen, Nichtgewährleistung der Aufbereitung des Rohwassers in Trinkwasserqualität, ungenügende Erfüllung erforderlicher Leistungsparameter, fehlende Einspeisemöglichkeit, Überschreitung maximal tolerierbarer Ausfallzeiten, fehlende Stellflächen für die Komponenten, fehlende Einhaltung der rechtlich-technischen Anforderungen etc.
- 3) Kombination der Einzelkomponenten zur Sicherstellung aller Teilbereiche der Ersatzwasserversorgung; bspw. bedarf die Wasserbereitstellung u.U. der Kombination von Komponenten zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -druckregelung.
- 4) Charakterisierung der identifizierten Szenarien und Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponentenkombinationen (siehe Entscheidungsalgorithmen in Abbildung 25 bis Abbildung 27).
- 5) Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich der Kriterien gegenseitiger Beeinträchtigung, Bedarfsmenge, Aufwand und Kosten.

Tabelle 22 : Zusammenfassung des Gesamtvorgehens zur Prüfung der Eignung und zur Priorisierung der Maßnahmen im Rahmen der Ersatzwasserversorgung

1. Auflistung aller Komponenten
2. Vorfilterung der Einzelkomponenten
<p>Alle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal ausreichend, geeignet, geschult • Schläuche, Armaturen, Dichtungen, Kupplungen entsprechen Anforderungen der TrinkwV • Keine untragbaren Risiken durch Einsatz • Verhältnismäßiger Aufwand bei Rückführung in den Normalzustand • Verfügbarkeit der Komponente gewährleistet oder Redundanz vorhanden • Eignung für Einsatz im Freien (inkl. Frost und Hitze) <p>Gewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rohwasserqualität für Aufbereitung mit dem Ziel der Einhaltung der TrinkwV geeignet • Bei Brunnen: Möglichkeit elektrischer Förderung gegeben • Wasserquellen in räumlicher Nähe oder Kombination mit anderen Komponenten <p>Aufbereitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbereitungsleistung gemäß TrinkwV • Stellflächen vor Ort ausreichend, geeignet • Bei chemischer Aufbereitung: Entfernung chemischer Stoffe nach Desinfektion oder Kombination mit anderen Komponenten • Transportfähigkeit oder Kombination mit anderen Komponenten <p>Druckregulierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellflächen vor Ort ausreichend, geeignet • Transportfähigkeit oder Kombination mit anderen Komponenten • Erfüllung erforderlicher Leistungsparameter oder Kombination mit and. Komponenten <p>Verteilung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einspeisepunkt vorhanden • Eignung von Fahrzeugen und Behältern für Trinkwassertransport • Mobile Leitungen entsprechen TrinkwV • Transport- und Zufahrtswege geeignet • Stellflächen vor Ort ausreichend, geeignet • Spülung und Desinfektion von Leitungen/Transportbehältern innerhalb MTA oder Kombination mit anderen Komponenten <p>Speicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellflächen vor Ort ausreichend, geeignet • Durchmischung und Wasseraustausch ausreichend • Behälter lichtundurchlässig/-geschützt, UV-beständig, gegen Erwärmung geschützt • Bei Hochbehältern: Priorisierte Versorgung unter Ausschluss qualitativer Probleme oder Redundanz vorhanden • Spülung und Desinfektion von Speichern innerhalb MTA oder Kombination mit anderen Komponenten

3. Kombination der Einzelkomponenten			
Verfügbarkeit	Vorlaufzeit & Betriebsdauer	Leistungsparameter	
4. Charakterisierung Szenarien und Prüfung szenariobezogener Eignung der Komponentencombinationen			
Wasserbereitstellung	Wasserverteilung	Wasserspeicherung	
<ul style="list-style-type: none"> • Rohwasserkapazität und Fördermenge • Rohwasserqualität • Aufbereitungskapazität 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderstrom • Förderdruck • Reserve 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohwasserqualität • Druckverhältnisse 	
 siehe Abbildung 25 bis Abbildung 27			
5. Priorisierung von Maßnahmen			
gegenseitige Beeinträchtigung	Bedarfsmenge	organisatorischer Aufwand	Kosten

Im Falle der Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung und der damit erforderlich werdenen Krisenbewältigung sind die im Rahmen der Planung zur Ersatzwasserversorgung vorgefilterten Komponenten- und Maßnahmenkombinationen einer **szenariobezogenen Eignungsprüfung** (siehe Punkt 4) zu unterziehen. Dabei wird auf die Eingrenzung bzw. Identifikation der zweckmäßigsten Kombination abgezielt. Zur Vereinfachung des Prozesses können die nachfolgend in Abbildung 25 bis Abbildung 27 dargestellten Entscheidungsalgorithmen für die Einsatzzwecke (Trink-)Wasserbereitstellung, Wasserverteilung und Wasserspeicherung genutzt werden. Die Prüfung ist im Rahmen der Notfallvorsorgeplanung für jedes Szenario und jede Komponentencombination separat durchzuführen, um geeignete Maßnahmenkombinationen vorzuplanen. Die Anwendung im Ereignisfall ermöglicht die Einschätzung der Eignung von Komponentencombinationen unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Ereignisses auf die vorgefilterten Komponenten. So können vorgeplante Komponenten, bspw. Notbrunnen, durch ein Ereignis betroffen und damit für die benötigte Ersatzwasserversorgung unbrauchbar werden, sodass Kombinationen mit alternativen Komponenten erforderlich werden.

Es ist zu beachten, dass die Entscheidungsprozesse der Teilbereiche der Ersatzwasserversorgung aufeinander aufbauen. Das heißt, Wasserverteilung oder Wasserspeicherung sind nur möglich, sofern die (Trink-)Wasserbereitstellung gewährleistet ist. Die Teilbereiche der Ersatzwasserversorgung erfordern ggf. die Kombination von Komponenten mit unterschiedlichem Einsatzzweck, z.B. Wassergewinnung, -aufbereitung, -druckregulierung etc. Dies ist im Rahmen der Eignungsprüfung zu berücksichtigen, d.h. es erfolgt eine (einsatzzweckübergreifende) Bewertung der gesamten Kombination des jeweiligen Teilbereiches der Ersatzwasserversorgung.

Checklisten für die Inbetriebnahme der einzelnen Komponenten für die Ersatz- und oder Notwasserversorgung finden sich im NOWATER Notfallkonzept: www.th-koeln.de/nowater

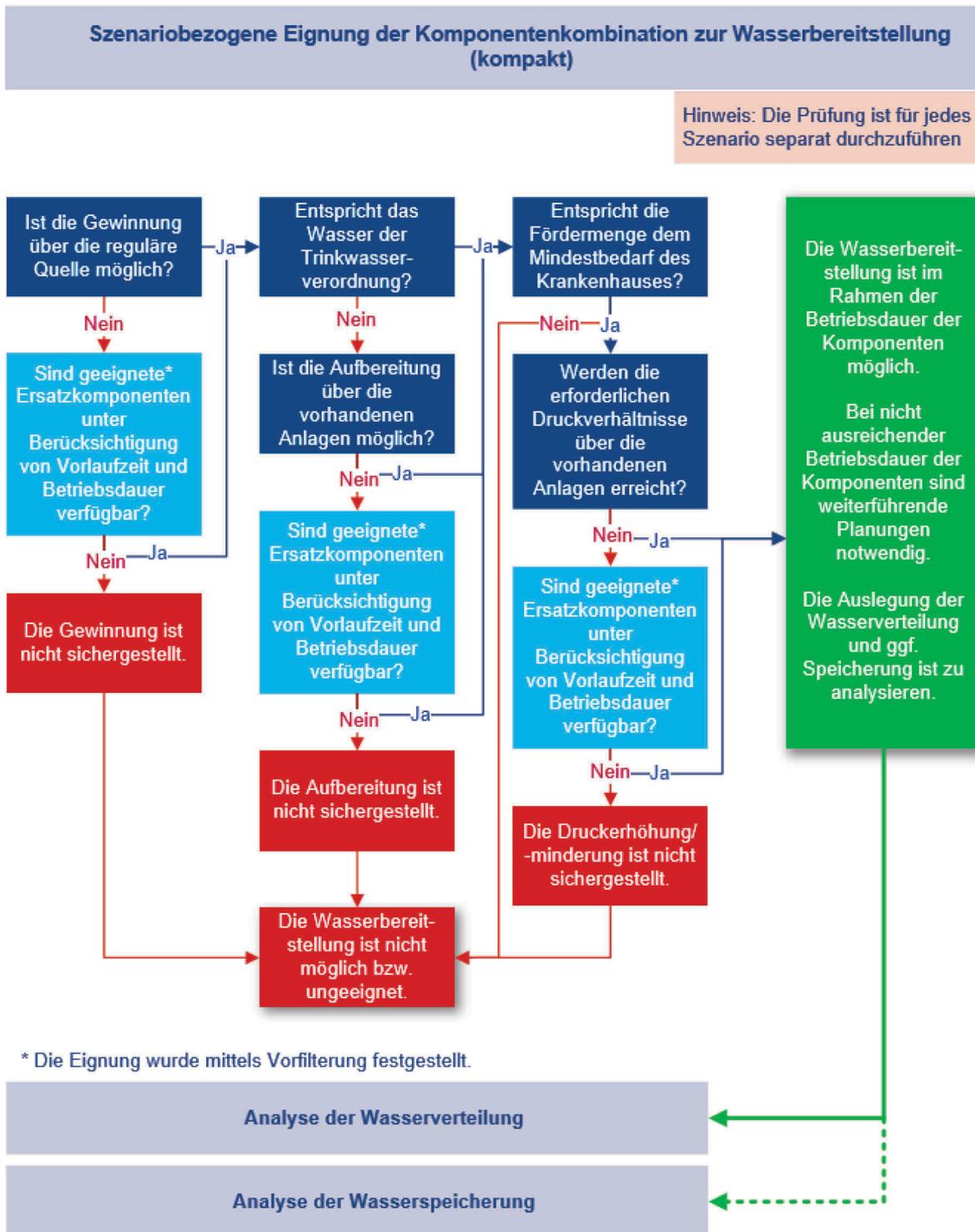


Abbildung 25: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur (Trink-)Wasserbereitstellung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)

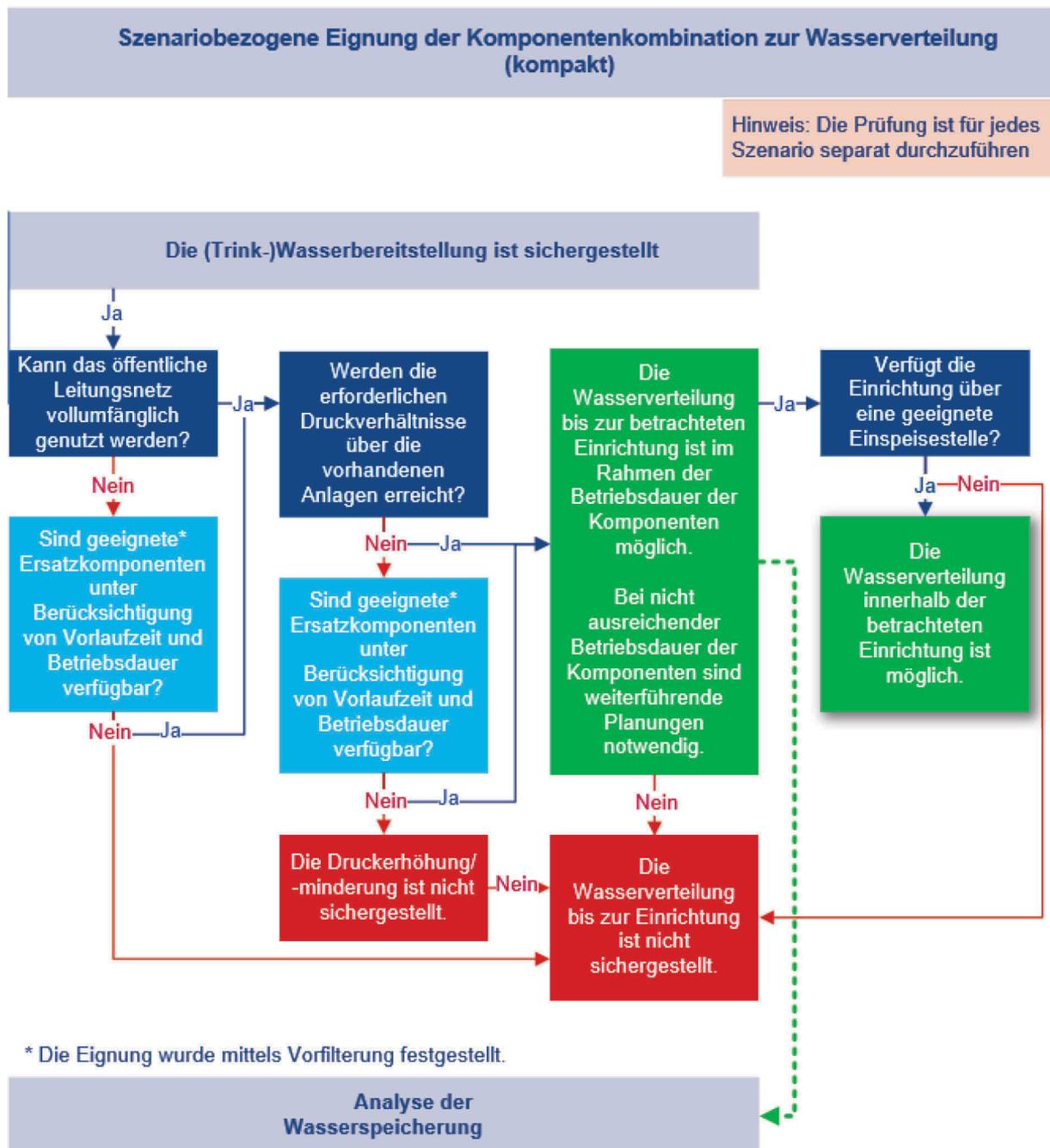
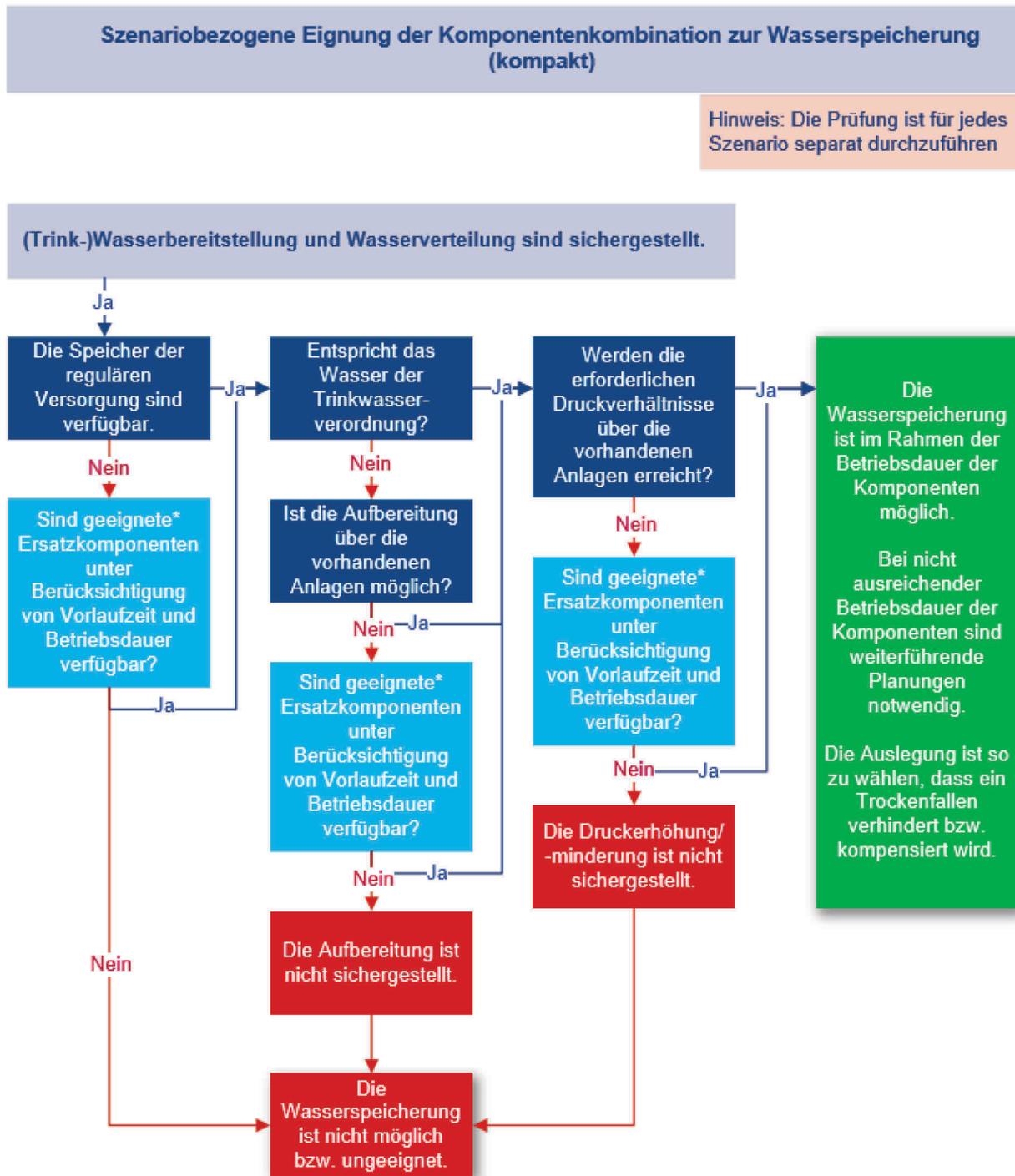


Abbildung 26: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur Wasserverteilung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)



* Die Eignung wurde mittels Vorfiltrung festgestellt.

Abbildung 27: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur Wasserspeicherung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)

5.4 Maßnahmen der Abwasserentsorgung

Die Abwasserentsorgung lässt sich grob in drei Hauptabschnitte untergliedern: die Liegenschaftsentwässerung, die in der Verantwortung der Grundstückseigentümerin oder des Grundstückseigentümers liegt, die öffentliche Kanalisation und die Kläranlage zur Abwasserbeseitigung, für die die Kommune verantwortlich ist (s. Kapitel 2.2). Eine Beeinträchtigung der Abwasserentsorgung in jedem dieser drei Teilbereiche kann sich auf die Abwasserbeseitigung im Krankenhaus auswirken. Beeinträchtigungen können z.B. durch eine Überlastung der Kanalisation in Folge von Starkregenereignissen entstehen, durch einen Rohrbruch in der Kanalisation oder auch durch den Ausfall von Hebewerken bei einem großflächigen Stromausfall. Wird die Trinkwasserversorgung des Krankenhauses beeinträchtigt oder fällt sie aus, so wirkt sich das ebenfalls unmittelbar auf die Abwasserentsorgung aus. Welche dieser Szenarien für das eigene Krankenhaus relevant sind und in welchem Umfang, sollte im Rahmen der Risikoanalyse (Kapitel 4) ermittelt werden.

Präventive Maßnahmen zur Reduktion der Vulnerabilität der Abwasserbeseitigung umfassen zum einen die in Kapitel 5.1 aufgeführten Maßnahmen zur baulichen Härtung der Infrastruktur, wie beispielsweise den baulichen Überflutungsschutz oder die Installation von Rückstausicherungen in Untergeschossen. Zum anderen umfassen sie auch Maßnahmen, die den potenziellen Abwasseranfall reduzieren, da im Falle von Beeinträchtigungen dann weniger Abwasser anfällt und beseitigt werden muss. Hierbei sind neben Maßnahmen zur Verringerung des Trinkwasserverbrauchs, wie beispielsweise der Einbau von Wasserspararmaturen und wasserloser Urinale in Personal- und öffentlichen Bereichen, auch Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung von Bedeutung. So entlasten Gründächer oder die Retention von Regenwasser auf dem Krankenhausgelände in Mulden-Rigolen Systemen die Kanalisation bei einem Starkregenereignis. Die Nutzung von (aufbereitetem) Regenwasser oder aufbereitetem Grauwasser für Gartenbewässerung und Kühlkreisläufe, selbstverständlich unter Beachtung der Anforderungen der Hygiene, ist auch eine Möglichkeit. Ein zusätzlicher positiver Effekt der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist, dass dadurch auch Abwassergebühren eingespart werden können.

Maßnahmen, die zu einer Verringerung des Abwasseranfalls führen, um eine hydraulische Überlastung des Entwässerungssystems zu vermeiden, müssen dennoch so geplant werden, dass die erforderliche Schleppkraft zum Abtransport von Fäkalien erreicht wird. Im Fall eines Ausfalls der Trinkwasserversorgung kann die erforderliche Schleppkraft ggf. durch Schwallspülungen mit Brauch- oder Oberflächenwasser erreicht werden. Hierfür sind entsprechende Spülanschlüsse vorzubereiten.

Tritt eine Beeinträchtigung der Abwasserbeseitigung ein, so kommen, je nach Ursache, Ausmaß und örtlichen Gegebenheiten unterschiedliche Maßnahmen in Betracht. Diese müssen im Vorhinein geplant und entsprechend vorbereitet werden, ggf. in Abstimmung mit relevanten externen Akteuren. Siehe dazu auch Kapitel 3 sowie die in Kapitel 5.2 vorgestellten organisatorischen Maßnahmen.

Eine erste Maßnahme besteht in der Reduktion des Abwasseranfalls durch temporäre Nutzungsbeschränkungen wie beispielsweise Duschverbote. Dies ist auch dann wichtig, wenn

lediglich die Abwasserableitung beeinträchtigt ist, die Trinkwasserversorgung also nicht von Einschränkungen betroffen ist.

Eine weitere Maßnahme ist der Einsatz von Notfalltoilettenbeuteln, die in jeder Toilette angebracht werden können. Diese Beutel haben je nach Ausführung eine Kapazität von bis zu 30 Litern und sind meist für den einmaligen Gebrauch vorgesehen. Ein Vorteil dieser Notfalltoilettenbeutel ist das kleine Packmaß, d.h. das Vorhalten einer ausreichenden Anzahl für den Notfall erfordert keine allzu große Lagerfläche. Ausgehend von durchschnittlich 4 bis 8 Toiletteengängen pro Person und Tag kann die erforderliche Stückzahl, die vorgehalten werden sollte, ermittelt werden. Wichtig ist auch, ausreichend Entsorgungskapazitäten und -wege für die gefüllten Beutel einzuplanen und im Ereignisfall aktivieren zu können und zu klären, wie der Entsorgungsprozess im Krankenhaus ablaufen kann.

Neben dem Einsatz der Notfalltoilettenbeutel ist das Aufstellen von mobilen Toiletten eine weitere mögliche Maßnahme. Beide Maßnahmen können auch sich ergänzend eingesetzt werden, z.B. Einsatz von Notfalltoilettenbeutel insbesondere für Patientinnen und Patienten und zusätzliches Aufstellen von mobilen Toiletten an geeigneten Stellen für Personal, Besucher und sehr mobile Patienten. Mobile Toiletten gibt es in verschiedenen Ausführungen, mit Kapazitäten der Abwassertanks von etwa 100 bis 250 Litern. Bei täglicher Entleerung kann man pro 50 Personen mit circa 4 Toiletten planen. Neben dem erforderlichen Platzbedarf von etwa 1,5 m² Grundfläche je Toilettenkabine sind für die Wahl der Aufstellorte auch die Anfahrts- und Transportmöglichkeiten für Aufstellung und Entleerung/ Austausch der Kabinen zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, potenzielle Anbieter mit in die Planung einzubeziehen.

Ist die Liegenschaftsentwässerung nicht oder nur in Teilen beeinträchtigt, stellen Abwassersammelcontainer eine weitere mögliche Maßnahme dar. Hierbei ist zu beachten, dass ein Anschluss des Containers an die Krankenhauskanalisation erforderlich ist, idealerweise nahe des Übergabepunkts an die öffentliche Kanalisation. Zudem müssen bei der Wahl des Standorts auch die Anforderungen der Großfahrzeuge für Anlieferung und Austausch oder Entleerung berücksichtigt werden. Kapazität und Häufigkeit der Entleerung müssen individuell in Abhängigkeit der täglich anfallenden Abwassermenge gewählt werden. Um die erforderliche Kapazität möglichst gering zu halten, empfiehlt es sich, begleitend Maßnahmen zur Reduktion des Abwasseranfalls umzusetzen.

Ist nicht nur die öffentliche Abwasserableitung, sondern auch die Abwasseraufbereitung auf der Kläranlage beeinträchtigt oder ausgefallen, kann der Einsatz einer mobilen Kläranlage in Kombination mit einem Abwassersammelcontainer oder die Abfuhr der gesammelten Abwässer in eine nahegelegene andere Kläranlage eine mögliche Maßnahme darstellen. Die Zuständigkeit liegt beim Betreiber der Kläranlage.

5.5 Übung und Ausbildung

Sind die präventiven und vorbereitenden Maßnahmen umgesetzt bzw. vorgeplant oder befinden sich in der Umsetzung, sollte mit der Planung einer Übung begonnen und diese dann durchgeführt werden. Im Rahmen einer im Projekt NOWATER durchgeführten Umfrage wurde deutlich, dass in der Mehrzahl der Krankenhäuser keine Übungen in den Bereichen Beeinträchtigung Trinkwasser-/Abwasserinfrastruktur durchgeführt werden. Im Bereich Notstrom

werden in vielen Krankenhäusern dagegen häufig Übungen durchgeführt, hier werden insbesondere die durch Normung vorgegebenen Anlauftests absolviert. Die in der Umfrage abgefragten Häufigkeiten von Übungen sind in Abbildung 28 dargestellt.

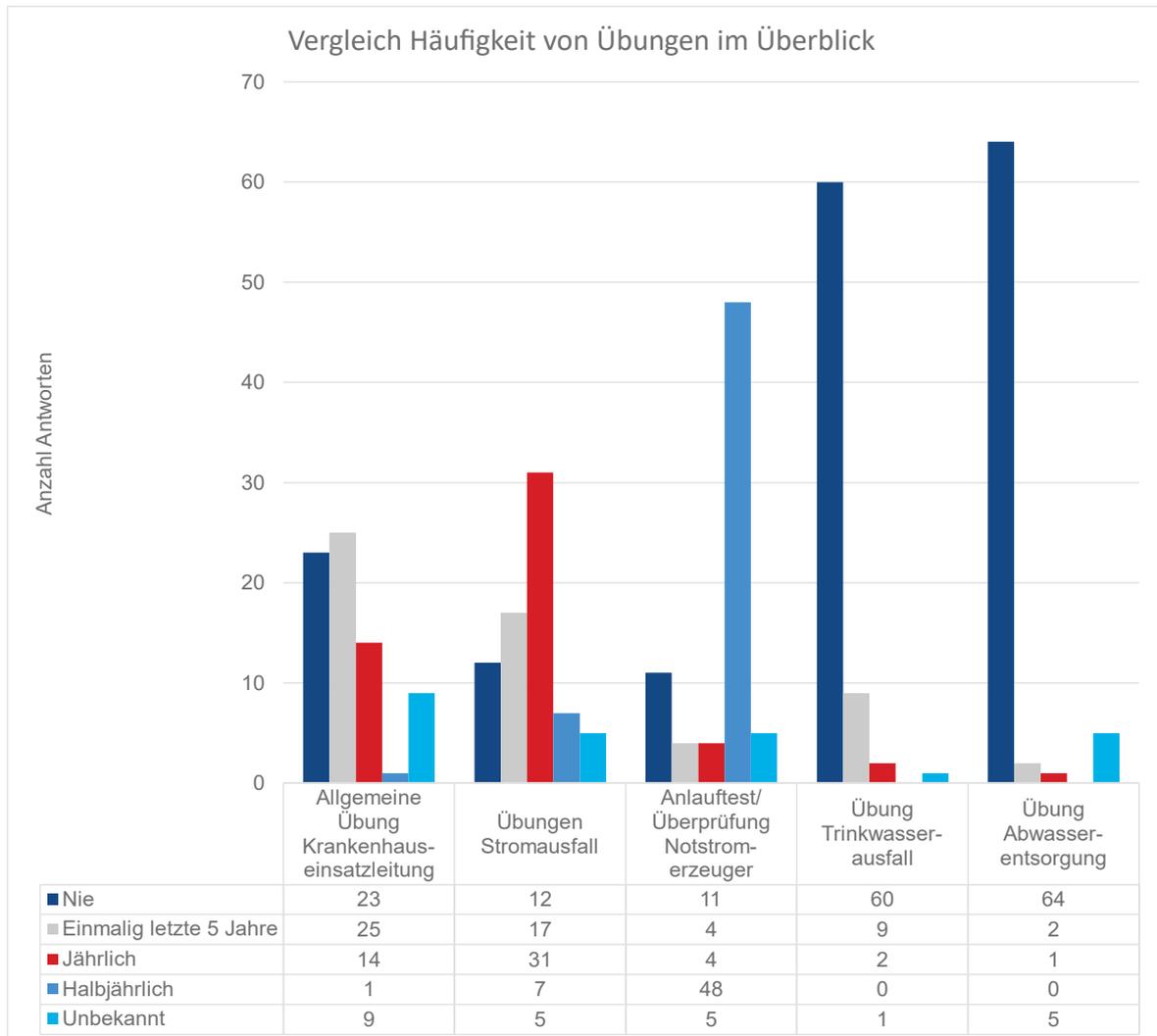


Abbildung 28: Auswertung der Häufigkeit von Übungen in Krankenhäusern aus der durchgeführten Umfrage (n=72).

Zur Durchführung von Übungen stehen unterschiedliche Übungsformate zur Verfügung. Es können Planbesprechungen und Szenariodiskussionen, Stabsrahmenübungen oder auch Vollübungen durchgeführt werden. Die Durchführung von Übungen sollte in der genannten Reihenfolge erfolgen, da der Vorbereitungs- und Durchführungsaufwand zunimmt. Vorab sollte eine Schulung von Schlüsselpersonal, wie OpKEL- und KEL-Mitgliedern erfolgen. Zudem sollten die ersten Übungen intern durchgeführt werden, um die eigene Arbeit und Abläufe zu trainieren. Dann können externe Akteure einbezogen werden oder gar Teil der Übung sein. Auch wenn Übungen in jeder Form mit einem gewissen Aufwand verbunden sind, stellen sie ein enorm wichtiges Element der Vorbereitung dar. Vorbereitete Pläne müssen zur Festigung der Umsetzung regelmäßig geübt werden, um die Handlungssicherheit der Beteiligten sicherzustellen und etwaige Lücken in der Planung aufdecken zu können. Übungen bieten einen

wertvollen Rahmen zum konstruktiven Umgang mit Fehlern und zur Schaffung einer wertschätzenden Fehlerkultur. Daher dürfen Fehler in einer Übung nicht als Versagen gewertet werden, sondern müssen offengelegt und besprochen werden um als Schritt im Prozess der Verbesserung genutzt werden zu können. So ist die Übungsevaluation unter Einbezug aller Beteiligten bei der Vorbereitung dringend zu bedenken und im Anschluss durchzuführen. Für die Übungsvorbereitung, -durchführung und -evaluation steht ein Übungskonzept aus dem Projekt NOWATER zur Verfügung, um szenariobasiert zum Thema Trinkwasser-/Abwasserbeeinträchtigung und Stromausfall zu üben.

Eine Hilfestellung zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Übungen und Schulungen, ebenso wie Beispielszenarien bietet das Übungskonzept, das unter der folgenden Adresse zur Verfügung steht: www.th-koeln.de/nowater

5.6 Hinweise für Neuplanung und Sanierung

Neben den in Kap. 5.1 aufgeführten präventiven Maßnahmen zur Härtung der Infrastruktur können bei der Neuplanung oder einer Sanierung weitere Maßnahmen berücksichtigt werden, die das Risiko eines Ausfalls der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung reduzieren können:

Redundante Übergabestellen und Netzverbindungen: Durch das Vorsehen von beispielsweise zwei Übergabestellen in das krankenhauseigene Trinkwassernetz und die Einplanung von Netzverbindungen – unter Berücksichtigung der Anforderungen der Trinkwasserhygiene – kann im Falle einer Störung in einem Leitungsabschnitt die Versorgung über die alternative Verbindung aufrechterhalten werden. Das Vorsehen von Redundanzen gilt auch für das Abwassernetz.

Armaturen für gezieltes Abschiebern: Der Einbau entsprechender Armaturen ermöglicht das gezielte Abschiebern einzelner Netzabschnitte oder auch Gebäude, z.B. zur Umfahrung von Rohrbrüchen oder zur Bedarfssteuerung bei einer Beeinträchtigung oder einem Ausfall der Trinkwasserversorgung. Wichtig sind die Vermeidung von Totzonen (Stagnation) und regelmäßige Wartung und Prüfung der installierten Armaturen. Eine eindeutige und gut lesbare Kennzeichnung sowie die Aufnahme in die entsprechenden Pläne sind die Basis für die Formulierung von Maßnahme- und Wasserrestriktionsplänen.

Smarte Wasserzähler für detaillierte Erfassung: Der Einbau von smarten Wasserzählern und die Verknüpfung mit der Gebäudeleittechnik ermöglicht die detaillierte Erfassung und Überwachung des Wasserbedarfs. Diese Daten werden nicht nur im Rahmen der Notfallvorsorgeplanung benötigt, sondern erleichtern auch die frühzeitige Erkennung von Leckagen oder ungewöhnlichem Wasserverbrauch.

Einbau von Trinkwasserspeichern: Durch den Bau von Trinkwasserspeichern kann bei einem Ausfall der leitungsgebundenen Wasserversorgung temporär die Wasserversorgung im Krankenhaus sichergestellt und insbesondere kritische Bereiche weiterhin versorgt werden. Idealerweise ist der Speicher so ausgelegt, dass damit kurze Unterbrechungen der Wasserversorgung überbrückt werden können, bis die Normalversorgung wiederhergestellt oder eine Ersatzversorgung eingerichtet ist. Um die Einrichtung einer Ersatzversorgung zu ermöglichen

oder zu erleichtern, sollte der Speicher über (zusätzliche) gut erreichbare Anschlüsse für die Befüllung und Abgabe verfügen. Es ist auf einen ausreichenden regelmäßigen Wasseraustausch zu achten, um hygienische Gefährdungen zu vermeiden.

Nutzung alternativer Wasserquellen für Gebäudekühlung: Abhängig von der Lage und den standortspezifischen Gegebenheiten kann die Gebäudekühlung statt mit Trinkwasser mit Wasser aus alternativen Quellen wie beispielsweise einem Brunnen oder einem Oberflächengewässer betrieben werden. Dadurch kann die Abhängigkeit dieses für den Krankenhausbetrieb kritischen Bereiches von der Trinkwasserversorgung und der Trinkwasserbedarf des Krankenhauses insgesamt verringert werden.

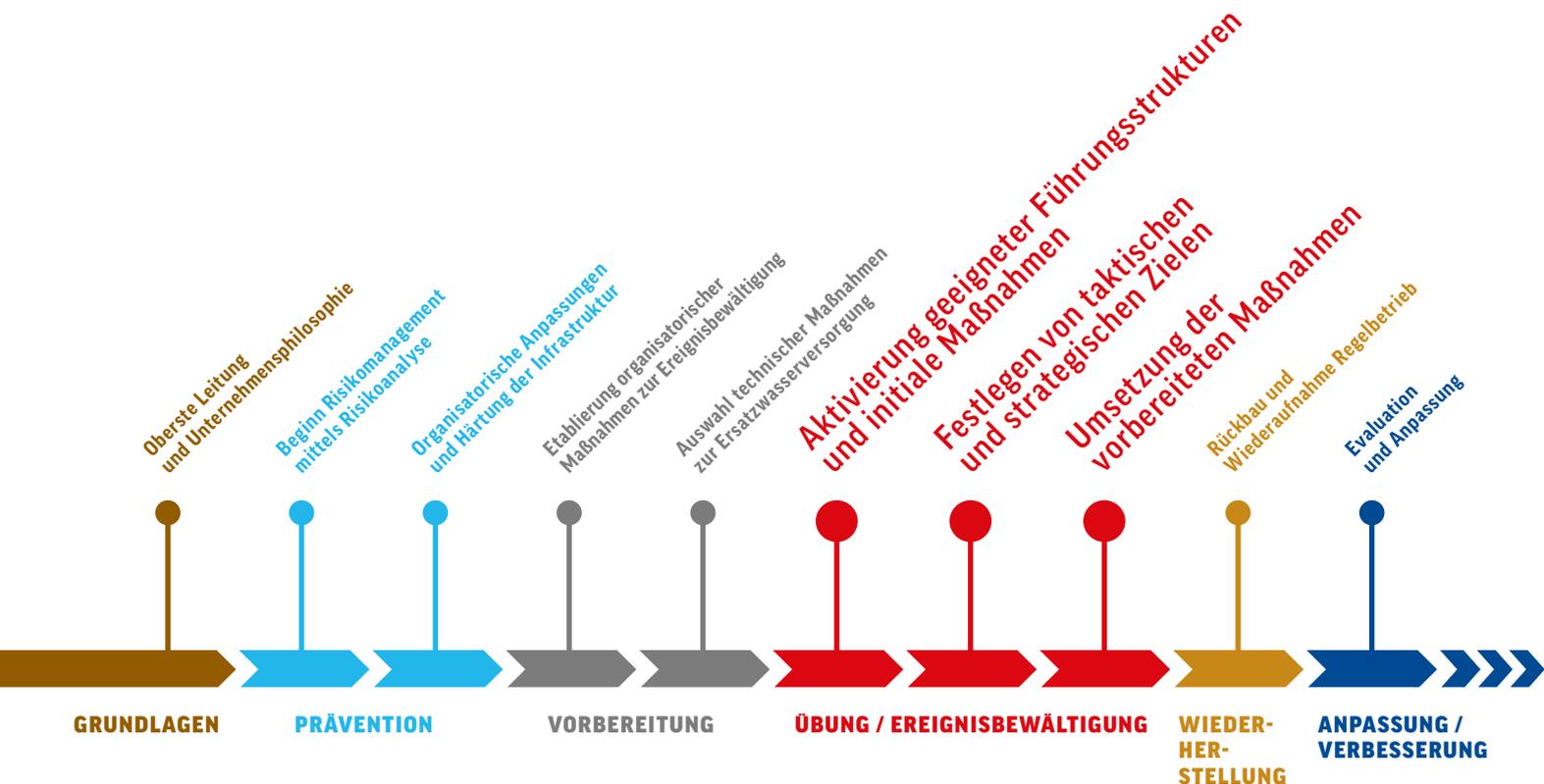
Externe Einspeisestelle für Ersatzversorgung: Für die Einrichtung einer Ersatzversorgung ist das Vorsehen einer entsprechenden Einspeisestelle bzw. zumindest die Möglichkeit, im Bedarfsfall solch eine Einspeisestelle schnell zu schaffen, erforderlich. Diese sollte gut mit Großfahrzeugen (z.B. 30 Tonnen, 4-Achser) erreichbar sein, um eine Versorgung aus mobilen Trinkwasserbehältern zu ermöglichen. Flächen für die Feuerwehr sind auf 16 t und 10 t Achslast (s. DIN 14090:2024-2) ausgelegt und erfüllen diese Anforderungen nicht. Auch für Schwallspülungen der Kanalisation sollten externe Spülanschlüsse vorgesehen werden.

KAPITEL 6

Ereignisbewältigung

Wie gehen wir in einem Ereignisfall vor, um die vorgeplanten Maßnahmen umzusetzen?

Wie aktivieren wir vordefinierte Informations- und Entscheidungsprozesse?



Im Rahmen der Krisenbewältigung ist die wichtigste Handlungsleitlinie der Eigenschutz des Personals. Bei Eigengefährdung und Gefahren für Leib und Leben von Menschen ist stets Hilfe durch die Feuerwehr bzw. durch BOS anzufordern.

Darüber hinaus sollte das Notfallmanagement folgenden Handlungsprioritäten unterliegen (angepasst nach VCI 2018):

1. Leben retten
2. Weitere Gefahren für Menschen und Umwelt verhindern (z. B. durch Absperrungen)
3. Weitere Schäden vermeiden
4. Medizinische Versorgung der Patientinnen und Patienten sicherstellen
5. Gesetzliche Verpflichtungen erfüllen (z. B. Meldepflichten)
6. Minimierung von Einschränkungen in der Notfallversorgung

Um diese Handlungsprioritäten umzusetzen, wird ein 10-Punkte-Plan für die akute Bewältigung eines Infrastrukturausfalls vorgeschlagen. Dieser sieht zunächst Erstmaßnahmen durch die OpKEL vor, um die Zeit bis zur Einsatzbereitschaft der KEL zu überbrücken. Angelehnt ist der Plan an das Planning-P des ICS/HICS. Ab Schritt 5 handelt es sich um einen Kreislauf, der stetig durchlaufen wird. Im Rahmen dieses Kreislaufes werden vorbereitete Maßnahmen umgesetzt sowie akut notwendige Maßnahmen ergriffen.

Die Initialphase ist durch eine hohe Standardisierung in Form von Checklisten (vgl. HICS) geprägt. Im Rahmen des Projektes wurden für die Initialphase Checklistenentwürfe für den Ausfall der Infrastrukturen Trinkwasser, Abwasser und Strom erstellt. Diese sind mit weiteren Hinweisen für die Lagebewältigung nach der Initialphase im Notfallkonzept zusammengefasst.

Das in NOWATER entwickelte Notfallkonzept bietet unverbindliche Hilfestellungen für die Ereignisbewältigung bei Beeinträchtigung der Wasser- und Stromversorgung und Abwasserentsorgung an. Es muss zwingend an örtliche Gegebenheiten des Krankenhauses angepasst werden. Daher steht es als bearbeitbare .docx Datei unter der folgenden Adresse zur Verfügung: www.th-koeln.de/nowater.

Krankenhäuser sollten sich unabhängig davon schrittweise auf die Störung weiterer Infrastrukturen vorbereiten, wobei die Checklistenentwürfe als Orientierung und Anregung herangezogen werden können, um individuell weitere Checklisten zu erstellen. Zudem sollte regelmäßig die Bearbeitung außergewöhnlicher Ereignisse durch die Krankenhauseinsatzleitung geübt werden.

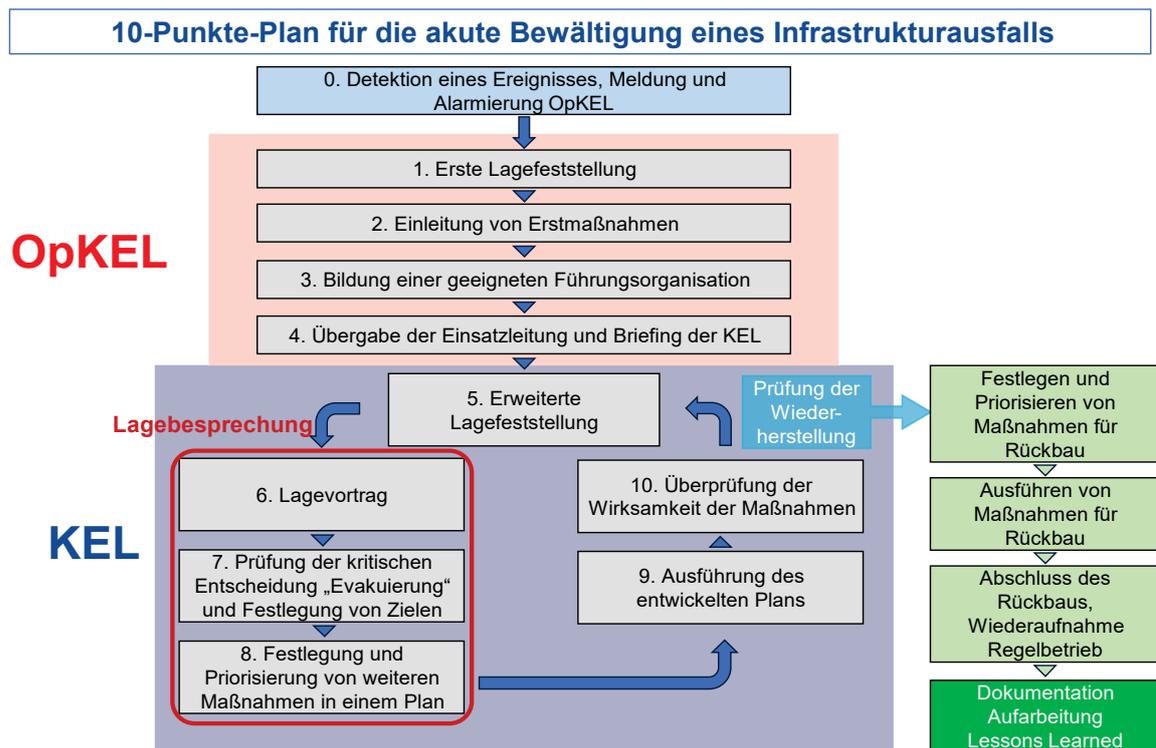


Abbildung 29: 10-Punkte-Plan für die akute Bewältigung eines Infrastrukturausfalls

Eine Hilfestellung zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Übungen, ebenso wie Beispielszenarien bietet das Übungskonzept, dass unter der folgenden Adresse zur Verfügung steht: www.th-koeln.de/nowater

Entscheidungen müssen in der Krisenbewältigung nicht immer festen Entscheidungsprozessen folgen. Daher sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Maßnahmen stets möglich und sollten bei entsprechender Indikation auch erfolgen. Es ist wichtig, getroffene Entscheidungen und Beweggründe, insbesondere für das Abweichen von vorgeschlagenen Maßnahmen, zu protokollieren.

Grundlage für alle Entscheidungen im Krisenmanagement ist ein gutes Informationsmanagement (DIN EN ISO 22361:2023-02), die in Kapitel 5.2.2 vorgeschlagene Automatisierung der Informationserhebung und die Regelung der Kommunikation sind wertvolle Bausteine. Zusätzlich ist ein gemeinsames Situationsbewusstsein aller Akteure notwendig (DIN EN ISO 22361:2023-02), um gute Entscheidungen zu treffen und deren Folgen abschätzen zu können. Auch Bedürfnisse und Erwartungen anderer Akteure sollten verstanden werden (DIN EN ISO 22361:2023-02), die Grundlage hierfür können die gebildeten Netzwerke und Absprachen im Format der Runden Tische bieten.

In der Krisenbewältigung müssen Entscheidungen getroffen werden, die mit der Abweichung von Standardabläufen einhergehen. Diese Entscheidungen können auch negative Nebenwirkungen zur Folge haben, welche zu moralischen/ethischen Dilemmata führen und daher bei der Entscheidungsfindung gut abgewogen werden müssen (DIN EN ISO 22361:2023-02). Bei-

spiel für solche Entscheidungen sind die Sichtung von Patientinnen und Patienten bei Versorgungsengpässen oder die Evakuierung des Krankenhauses. Durch eine Evakuierung kann eine Steigerung der Mortalität von Patientinnen und Patienten nicht ausgeschlossen werden, die Sichtung und Vergabe von Behandlungsprioritäten bei Ressourcenmangel führt zur Mangelversorgung von einzelnen Patientinnen und Patienten. Die Folgen einer Entscheidung lassen sich nicht immer vollumfänglich vor der Entscheidung absehen. Diese Ungewissheit kann unter Umständen zu einer Verzögerung der Entscheidung führen, was die Krisenbewältigung negativ beeinträchtigt (DIN EN ISO 22361:2023-02).

Entscheidungen sollten immer situationsbewusst getroffen werden. Dazu ist nach Endsley ein dreistufiger Prozess zu durchlaufen, in dem

1. wichtige Informationen wahrgenommen werden,
2. die Bedeutung dieser Informationen verstanden wird und
3. darauf basierend die zukünftige Entwicklung der Situation vorhergesagt werden kann (Endsley 2000).

Speziell bei komplexeren Ereignissen stehen zu Beginn nicht alle notwendigen Informationen für eine Entscheidung zur Verfügung. Die Entscheidungen müssen jedoch zeitnah getroffen werden und Folgen müssen akzeptiert werden. Eine notwendige Entscheidung aufgrund eines Mangels an Informationen nicht zu treffen, ist die aktive Entscheidung des Abwartens. Das Abwarten führt in der Regel zu weitreichenderen Folgen und kann zu einer Verschlechterung der Situation führen. Entscheidungen müssen mutig getroffen werden, zu Beginn jedes Ereignisses wird lediglich auf das Geschehen reagiert („Chaos- oder Ordnungsphase“), das Ziel ist ein schneller Übergang von der Reaktion in den Bereich der Aktion.

Getroffene Entscheidungen sollten intern an alle Mitarbeitenden kommuniziert werden. Grundsätzlich sollten auch Informationen über die allgemeine Situation geteilt werden. Dies ermöglicht, auch bei den Mitarbeitenden das Situationsbewusstsein und die Akzeptanz für die getroffenen Entscheidungen zu erhöhen. Durch ausreichende Informationen können Mitarbeitende ihr Verhalten anpassen und wichtige Hinweise aus ihren Zuständigkeitsbereichen in die Krisenbewältigung einfließen lassen.

Neben der Kommunikation ist die Dokumentation von Entscheidungen und der Situation von entscheidender Bedeutung. Diese schafft in der Nachbereitung und Aufarbeitung von Ereignissen die notwendige Transparenz und erlaubt auch bei juristischen Folgen die entsprechende Nachvollziehbarkeit von Situationen und Entscheidungen.

Die folgenden Fallbeispiele stellen reale Ereignisse dar. Sie beschreiben, welche Entscheidungen von den verschiedenen Akteuren während der Krisenbewältigung zu treffen waren und welche Lösungen umgesetzt wurden.

Im ersten Fallbeispiel einer Überschwemmung wird deutlich, wie wichtig eine umfassende Risikoanalyse und die Einbindung externer Akteure in den Prozess der Notfallvorsorgeplanung sind (s. Abbildung 30). Einerseits war dem Krankenhausbetreiber nicht bewusst, dass eine Überschwemmung Auswirkungen auf die öffentliche Wasserversorgung haben kann, und andererseits waren die Kommune bzw. das Wasserversorgungsunternehmen nicht darauf vorbereitet, das Krankenhaus im Fall einer Kontamination des Trinkwassers vorrangig und unmittelbar zu informieren.

Innerhalb des Krankenhauses ging Zeit verloren, weil man wichtige Geräte erst identifizieren musste, um sie geordnet außer Betrieb zu nehmen, und nicht auf vorbereitete Listen zurückgreifen konnte. Die erneute Netzspülung hätte vermieden werden können, wenn der Inhalt der Zisternen regelmäßig ausgetauscht und hygienisch überwacht worden wäre.

Die realisierte Lösung der Anlieferung von Wasser und Speicherung in den Zisternen unterstreicht die Bedeutung der Ausführungen in Kap. 5.3. Der Wasserbedarf muss bekannt sein, die Zufahrt der Tankfahrzeuge und die Einspeisung in die Zisternen müssen gewährleistet sein.

Fallbeispiel: Überschwemmungen in Belgien

Am Donnerstag, den 15. Juli, bereitet sich das belgische Krankenhaus „CHR Sambre et Meuse site Sambre (Auvélais)“ in Sambreville (Belgien) darauf vor, den Betrieb angesichts der vorhergesagten Überschwemmungen aufrechtzuerhalten. Das Krankenhaus mit etwa 300 Betten rechnet mit einem erhöhten Andrang von Verletzten und Menschen, die Schutz suchen. Da die Überschwemmungen direkte Auswirkungen auf das Personal haben oder den Zugang zum Krankenhaus blockieren könnten, prüft das Krankenhaus die Verfügbarkeit des Personals, indem es das gesamte für die Nacht und die folgenden Tage vorgesehene Personal kontaktiert. Es beschließt auch, zusätzliche Betten aufzustellen, damit Mitarbeitende die Nacht im Krankenhaus verbringen können, falls nötig.

Am Freitag, den 16. Juli, ruft der Direktor des Krankenhauses den Bürgermeister an, um zu besprechen, ob das Krankenhaus bei der Bewältigung der Überschwemmungen helfen kann, z. B. durch die Bereitstellung von Unterkünften. Erst während dieses Gesprächs teilt ihm der Bürgermeister mit, dass das Wasser seit dem frühen Morgen nicht mehr trinkbar ist. Die Information wurde sogar erst einige Stunden später auf der Website des Wasserversorgers veröffentlicht.

Es beginnt ein Wettlauf mit der Zeit, um sicherzustellen, dass die Kontamination der Wasserversorgung so wenig wie möglich Auswirkungen auf den Krankenhausbetrieb hat. Der Direktor beruft eine Führungsstruktur ein, und die folgenden Schritte werden beschlossen und parallel dazu umgesetzt: Es wird ein Inventar der gelagerten Wasserflaschen erstellt und kritische Wasserbereiche werden kartiert, um sicherzustellen, dass alle Maschinen, die Wasser verbrauchen, abgeschaltet werden. Dazu gehören unter anderem die Sterilisationsmaschinen, aber auch Geschirrspüler und Kaffeemaschinen. Lebensmittel, die innerhalb der letzten 24 Stunden mit Wasser zubereitet wurden, werden weggeworfen.

Der Direktor kontaktiert den Krisenstab der Provinz und bittet um die Lieferung von Trinkwasser in Flaschen. Parallel dazu trennt das Krankenhaus sein internes Wasserversorgungsnetz von dem der Stadt. Es reinigt das Krankenhausnetz und stellt auf seine eigenen zwei Zisternen mit einem Fassungsvermögen von je 70 m³ um. Da eine von ihnen braunes Wasser enthält, wird das Netz erneut gespült und auf die einzige noch funktionierende Zisterne umgestellt. Der Wasserversorger wird kontaktiert, um eine Wasserlieferung zum Füllen der Zisternen anzufordern.

Die Wasserlieferungen erfolgen am Nachmittag und werden ab diesem Zeitpunkt zweimal täglich fortgesetzt. Parallel dazu beginnt das Krankenhaus mit der Verbreitung interner Mitteilungen, um das Personal und die Patientinnen und Patienten zu informieren. Es wird ihnen geraten, nur Wasser aus Flaschen zu trinken und dieses Wasser auch zum Zähneputzen zu verwenden; die Toiletten können weiterhin normal benutzt werden. Sobald all diese Maßnahmen greifen, beginnt die improvisierte Führungsstruktur mit den Vorbereitungen für die Wiederherstellung des Normalbetriebs: Sie setzt sich mit den Herstellern der medizinischen Geräte, die zwingend Wasser benötigen (beispielsweise Umkehrosmose), in Verbindung, um sicherzustellen, dass diese bereit sind, die Maschinen falls nötig zu überprüfen und für den Wiederbetrieb freizugeben, sobald das Wasser wieder trinkbar ist.

Während des Wochenendes werden alle ergriffenen Maßnahmen aufrechterhalten. Am Montag, den 19. Juli, teilt der Wasserversorger dem Krankenhaus mit, dass das Wasser wieder trinkbar ist. Das Krankenhaus schaltet wieder auf das normale Netz um, und die Hersteller der Wasser verbrauchenden Geräte kommen für die Wiederinbetriebnahme ins Krankenhaus. Schließlich wird dem Personal und den Patientinnen und Patienten mitgeteilt, dass das Wasser wieder trinkbar ist und das Krankenhaus kann den Normalbetrieb wieder aufnehmen.

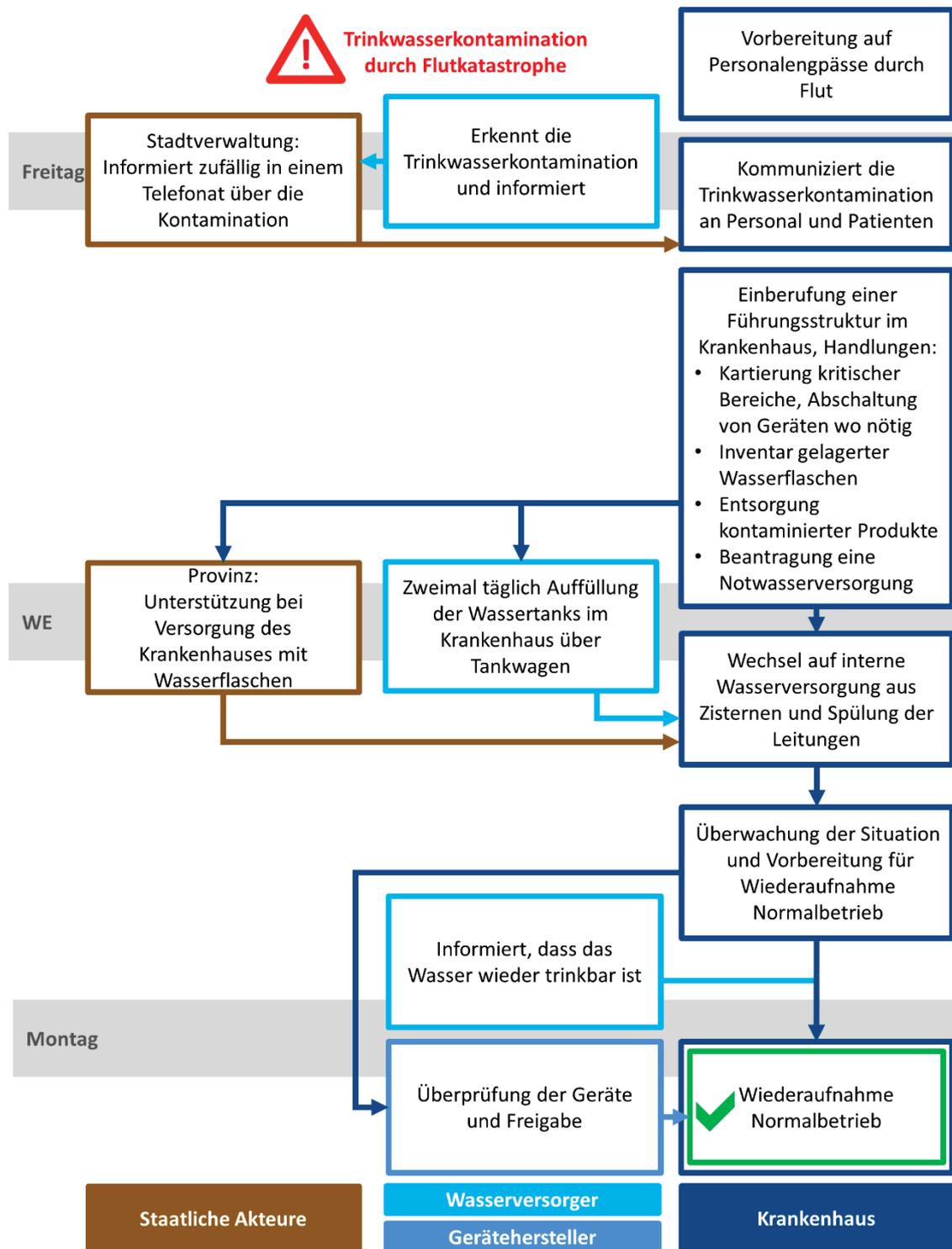


Abbildung 30: Fallbeispiel Überschwemmungen in Belgien - Organisatorische Maßnahmen für die Ersatzwasserversorgung

Auch das zweite Fallbeispiel aus dem Ahrtal (s. Abbildung 31) belegt die Komplexität, die ein Krisenereignis annehmen kann, und wie wichtig die Einbeziehung verschiedener Institutionen und Akteure in die Vorsorgeplanung ist. Es belegt zudem die Bedeutung funktionierender Führungsstrukturen und Kommunikationswege für die Bewältigung von Störungen und Krisen. Die umgesetzten Maßnahmen beginnen bei der Leistungsbegrenzung im Krankenhaus und setzen sich bei der Deckung des Wasserbedarfs für dieses eingeschränkte Maß an medizinischer Versorgung fort. Aus Sicht der Kommunen und BOS ist hervorzuheben, dass sich das Krankenhaus als eine Art Katastrophen-Leuchtturm entwickelt hat. Dies bietet u.U. Potenzial für Synergien bei der gemeinsamen Planung.

Fallbeispiel: Flutkatastrophe Ahrtal

Von der Flutkatastrophe im Juli 2021 in West- und Mitteleuropa, war auch das Krankenhaus Maria Hilf in Bad Neuenahr betroffen. Obwohl das Krankenhaus mit einer Kapazität von rd. 300 Betten aufgrund seiner Lage auf einem Hügel nicht direkt überflutet wurde, waren am 15. Juli wichtige kritische Infrastrukturen wie Wasserversorgung, Stromversorgung, Straßenzugang, Internet und Telekommunikation unterbrochen. Das Krankenhaus kann zwar auf seine Notstromaggregate zurückgreifen, um den Betrieb aufrechtzuerhalten, ist aber nicht auf einen Ausfall der Wasserversorgung vorbereitet.

Die erste Reaktion des Krankenhauses besteht darin, die Verfügbarkeit des Personals zu prüfen, da dieses möglicherweise von den Überschwemmungen betroffen ist oder Schwierigkeiten hat, das Krankenhaus zu erreichen. Das verfügbare Personal richtet spontan eine improvisierte Führungsstruktur ein, die sich regelmäßig im Abstand von wenigen Stunden trifft, um sich gegenseitig über den Stand der Dinge zu informieren und die nächsten Schritte zu entscheiden. Patientinnen und Patienten, die entlassen werden können, werden entlassen. Für die Wasserversorgung wird ab sofort Wasser aus Flaschen verwendet, um die Hygiene der verbliebenen Patientinnen und Patienten und auch die Spülung der Toiletten zu gewährleisten. Parallel dazu wird das Krankenhaus schnell eine Anlaufstelle für ortsansässige Personen und kurz danach auch für Einsatzkräfte. Es bietet spontan und unbürokratisch Unterkunft, Nahrung und Wasser. So werden Betten aufgestellt und Wasserflaschen und Lebensmittel von verschiedenen Akteuren entgegengenommen und weiterverteilt. Am Abend werden auf jeder Etage des Krankenhauses und im Außenbereich mobile Toiletten aufgestellt.

Am Freitag, dem 16. Juli, wird beschlossen, das Krankenhaus zu evakuieren, und die Patientinnen und Patienten in andere Krankenhäuser zu verlegen. Ambulante Behandlungen finden nach wie vor im Krankenhaus statt und Notoperationen können weiterhin durchgeführt werden. Die Sterilisation von medizinischen Geräten und die Endoskopie werden an Partnerkrankenhäuser ausgelagert.

Nach etwa 5 Tagen ist die Stromversorgung wieder in Betrieb. Am 21. Juli richtet das THW eine alternative Wasserversorgung ein, die mobile Anlage, die sonst bei Auslandseinsätzen des THW zum Einsatz kommt, wird im Hof aufgebaut. Das größte verbleibende Problem ist die Abwasserentsorgung. Da das komplette System zerstört wurde, fließt das komplette Abwasser ungeklärt in die Ahr. Es ist absehbar, dass das System für mehrere Monate nicht funktionieren wird. Das THW und ein Privatunternehmen finden schließlich eine Lösung. Ab dem 9. August werden die Abwässer in einem Container gesammelt und zur weiteren Behandlung durch das Privatunternehmen abtransportiert. Dank dieser alternativen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung kann das Krankenhausbetrieb ab dem 12. August langsam den Normalbetrieb wiederherstellen, der ab dem 16. August dann vollständig funktioniert. Die normale Wasserversorgung ist ab Ende August wieder funktionsfähig, die Abwasserreinigung erst seit Ende April 2022.

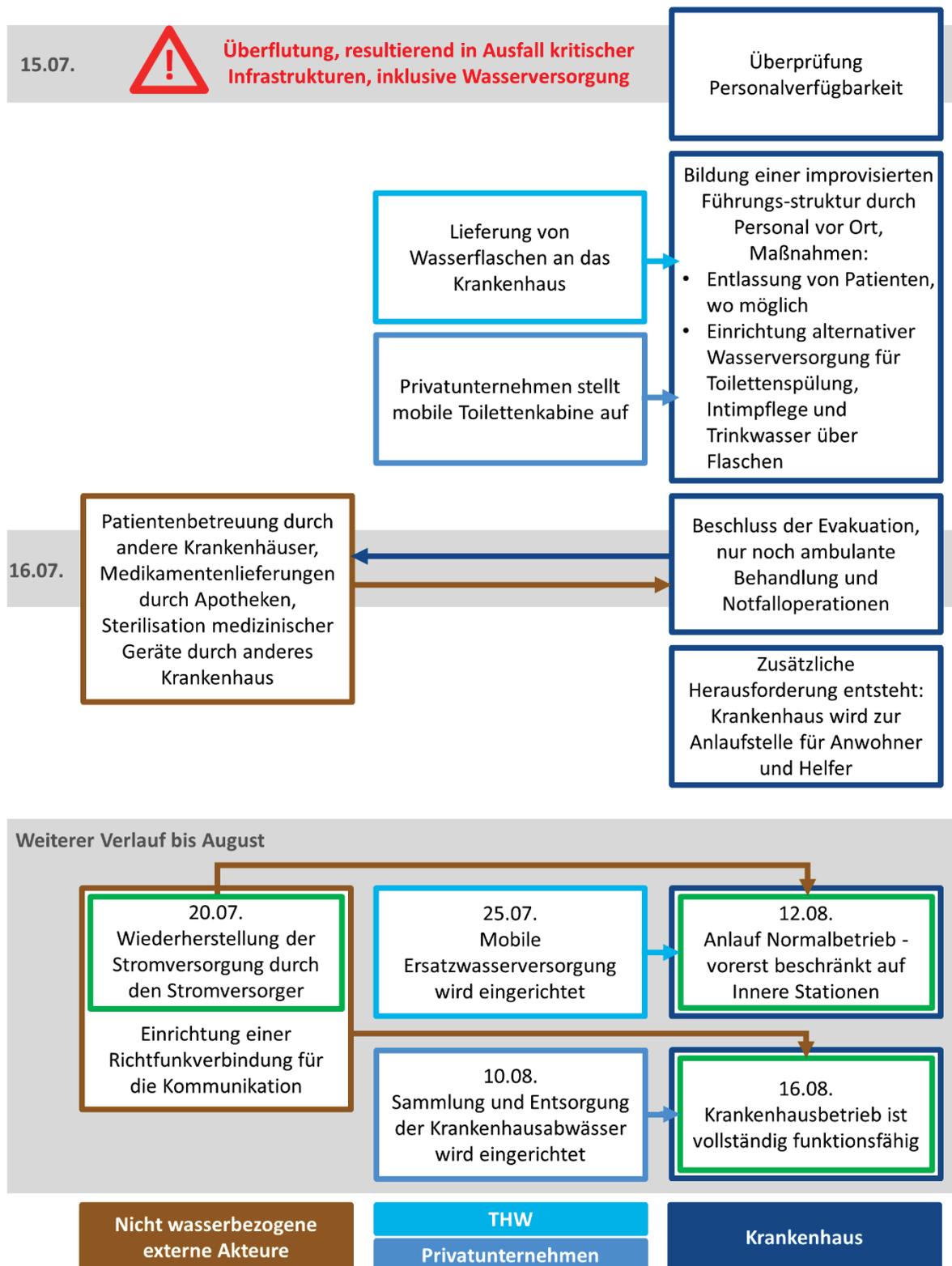


Abbildung 31: Fallbeispiel Ersatzwasserversorgung und Abwasserentsorgung während der Flutkatastrophe im Ahrtal 2021

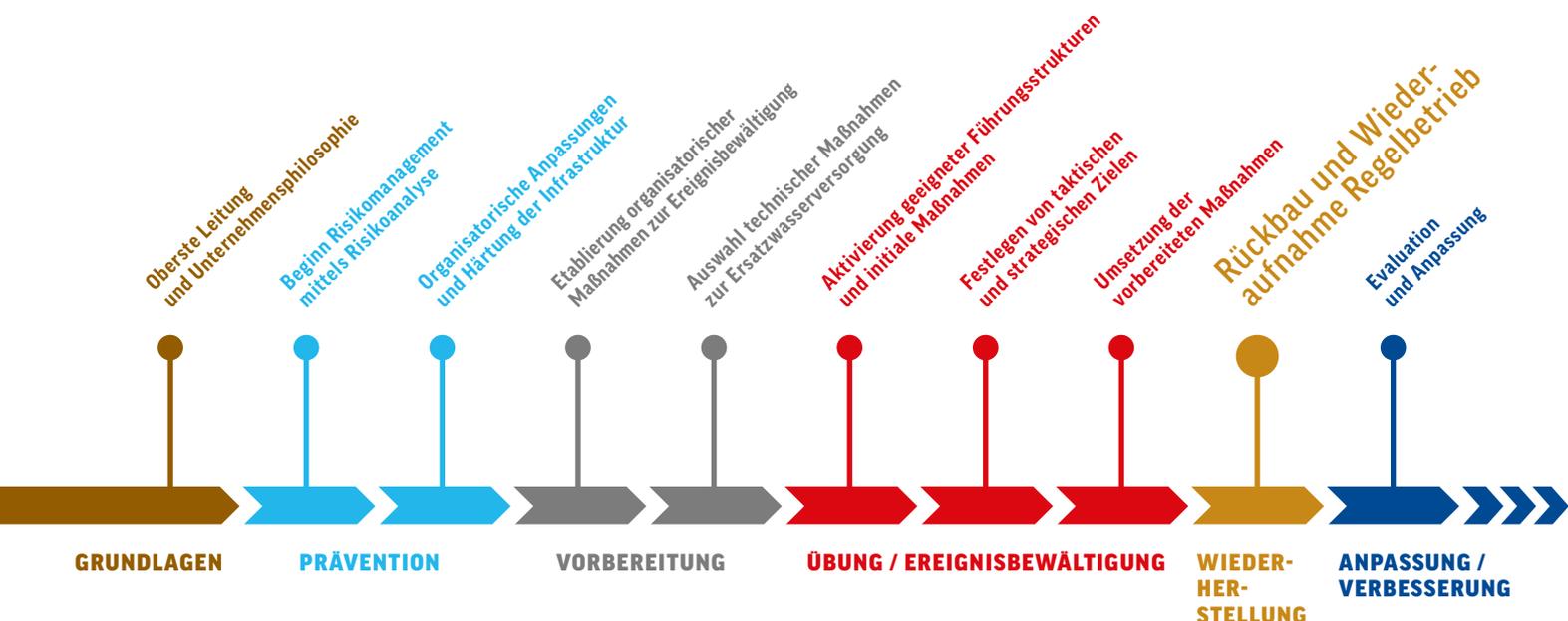
KAPITEL 7

Wiederherstellung des Regelbetriebs

Welche Schritte sind erforderlich, um nach einem Krisenfall wieder in den Regelbetrieb übergehen zu können?

Welche Informationspflichten sind zu erfüllen?

Wie erfolgen Außerbetriebnahme, Konservierung, Rücktransport und Einlagerung der verwendeten technischen Ressourcen?



Vor der Rückführung in den Regelbetrieb muss zunächst geprüft werden, ob die Umstände, welche einen Ersatz- oder Notbetrieb erfordert haben, tatsächlich nicht mehr gegeben sind. Um den geeigneten Zeitpunkt für den Übergang zum Regelbetrieb zu finden, können folgende Kriterien herangezogen werden (DIN EN ISO 22361:2023-02):

- Existenzfähigkeit und Integrität des Krankenhauses sind weitgehend sichergestellt,
- die Reaktionsfähigkeit oder -leistung (Funktionalität und Kapazität) des Krankenhauses ist ausreichend,
- die Mehrzahl der bevorstehenden Herausforderungen und Aufgaben sind vorhersehbar,
- die Mehrzahl der Aufgaben kann geplant werden.

Sind die Voraussetzungen für die Rückführung des Krisenmanagements in den Regelbetrieb geklärt und erfüllt, kann der Prozess begonnen werden. Der Übergang von der Ereignisbewältigung in die Wiederherstellung muss in allen Fällen von der Krankenhauseinsatzleiterin oder dem Krankenhauseinsatzleiter offiziell erklärt und die Prioritäten und Zielsetzungen müssen für die Wiederherstellungsphase neu ausgerichtet werden.

Im Bereich der Führungsorganisation handelt es sich beim Übergang in den Regelbetrieb um einen formellen Prozess, welcher schrittweise und mit Übergangslösungen erfolgen kann. Hierbei kann bspw. auch eine allmähliche Reduktion des Stabes erfolgen. Möglichkeiten sind:

- Wie in Kapitel 5.2.2 – Festlegung von Führung und Stabsstrukturen dargestellt, werden Sachgebiete des Stabes nach und nach reduziert und Aufgaben sukzessive in den Alltagsbetrieb übergeben, oder
- Abstände zwischen Sitzungen des Krisenstabes werden länger und die Sitzungen kürzer, oder
- der Stab wird aufgelöst und eine ereignisspezifische Taskforce als mittelfristige Lösung eingesetzt.

Wenn die Arbeit der Krankenhauseinsatzleitung abgeschlossen ist, sollte dies allen Mitarbeitenden mitgeteilt werden. Einschließlich der Information, wer die Kontaktperson für nachfolgende Anfragen im Zusammenhang mit der Wiederherstellung ist. Auch die Patientinnen und Patienten sowie ggf. die Öffentlichkeit oder relevante externe Akteure sollten über die Wiederaufnahme des Regelbetriebs informiert werden. Es ist wichtig eine Nachbesprechung des Ereignisses durchzuführen und eine Evaluation zu beginnen. Hinweise hierzu finden sich in Kapitel 8 (Anpassung und Verbesserung) und im Übungskonzept.

Eine Hilfestellung zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Übungen und Schulungen, ebenso wie Beispielszenarien bietet das Übungskonzept, das hier zur Verfügung steht: www.th-koeln.de/nowater

Die bereits während der Ereignisbewältigung begonnene Psychosoziale Notfallvorsorge muss auch mittelfristig bestehen bleiben, bis psychisch belastete Mitarbeitende bzw. Patientinnen und Patienten an langfristige Hilfsstrukturen übergeben werden können.

7.1 Wiederherstellung der Trinkwasserversorgung

Je nachdem, wie lange die reguläre, leitungsgebundene Trinkwasserversorgung ausgefallen ist, sind unterschiedliche Maßnahmen zur Wiederinbetriebnahme des Trinkwassernetzes erforderlich.

Die Wiederherstellung der Trinkwasserversorgung bei längeren Unterbrechungen erfolgt durch die Mitwirkung von verschiedenen internen und externen Akteuren wie der Krankenhaushygiene, dem technischen Dienst, Fachfirmen und dem Gesundheitsamt und umfasst in der Regel mehrere Tage. Die Beprobung und Auswertung des Wassers hinsichtlich der Freigabe als Trinkwasser dauert üblicherweise bis zu drei Tage (mikrobiologische Laboranalyse von Trinkwasser). Eine Nutzung vor Freigabe des Wassers als Trinkwasser kann ggf. durch das Anbringen von endständigen Filtern an Wasserentnahmestellen in Erwägung gezogen werden (s. Kap. 5.3.7). Ebenfalls kann eine eingeschränkte Nutzung des Wassers (beispielsweise Brauchwasser) erfolgen. Die Wiederherstellung muss mit dem Gesundheitsamt abgestimmt werden, da dieses das Trinkwasser freigeben muss.

Dauert der Ausfall **24 bis 72 Stunden**, handelt es sich um eine kurze Unterbrechung. Die Wasserbeschaffenheit kann hierbei bei Stagnation des Wassers in den Leitungen durch eine ansteigende Konzentration von gelösten oder suspendierten Stoffen sowie durch Bakterienwachstum beeinträchtigt werden DIN EN 1717:2011-08. Eine Unterbrechung der Trinkwasserversorgung von mehr als **72 Stunden bis zu 7 Tagen** stellt eine **Betriebsunterbrechung** dar. Durch die längere Verweilzeit des Wassers in der Trinkwasserinstallation kann die Wasserqualität durch Vermehrung von Mikroorganismen und die Anreicherung von Korrosionsprodukten und migrierenden Materialanteilen aus den Rohrleitungen und Armaturen beeinträchtigt werden. Bei Trinkwasserinstallationen oder Anlagenteilen, bei denen der bestimmungsgemäße Betrieb unterbrochen wurde, ist bei Wiederinbetriebnahme durch Öffnen aller Entnahmearmaturen für mindestens 3 Minuten der vollständige Trinkwasseraustausch in der Anlage bzw. den Anlagenteilen sicherzustellen DIN EN 806-5:2012-04. Zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Warmwassertemperatur sollten die Armaturen nacheinander und nicht alle gleichzeitig geöffnet werden.

Wird die Trinkwasserinstallation über einen längeren Zeitraum (**7 Tage bis mehrere Wochen**) nicht oder nicht ausreichend genutzt, so handelt es sich um einen **nicht bestimmungsmäßigen Betrieb** der Trinkwasserinstallation (DVGW W 551, DIN EN 806-5:2012-04). Dauert die Unterbrechung länger als 4 Wochen, sind die betroffenen Leitungen abzusperrn. Bei der Wiederinbetriebnahme ist eine **Spülung der gesamten Trinkwasser-Installation** (Bereich des kalten $< 20\text{ °C}$ und des warmen Trinkwassers $> 55\text{ °C}$ bis 60 °C) gemäß DVGW W 551 vorzunehmen. Im Gegensatz zum Ablaufenlassen des Trinkwassers bei einer kurzen Stagnationszeit ist eine Spülung ein Verfahren zur Reinigung einer Trinkwasserinstallation unter Einsatz von Wasser mit und ohne Zusätze (Luft, mechanische und chemische Reinigungsmittel). Die einfachste Form ist eine Spülung mit Wasser, die in den meisten Fällen bei einer Wiederinbetriebnahme ausreichend ist. Hierbei sollte das Wasservolumen ca. 20mal ausgetauscht werden. Sie sollte mit Fließgeschwindigkeiten von mindestens 2 m/s durchgeführt werden, sodass Verunreinigungen und Ablagerungen mobilisiert werden (DIN EN 806-4:2010-06) (DIN EN 806-4:2010-06). Wird das Trinkwasser an die Öffentlichkeit abgegeben, wie das in Kranken-

häusern der Fall ist, muss die Wiederinbetriebnahme vier Wochen im Voraus bei dem zuständigen Gesundheitsamt angezeigt werden (§ 11 Anzeigepflichten TrinkwV). Nach einer Betriebsunterbrechung der Trinkwasserinstallation wird eine mikrobiologische Untersuchung des Trinkwassers nach Inbetriebnahme empfohlen, um nachzuweisen, dass das Trinkwasser hygienisch einwandfrei ist.

Bei Trinkwasserinstallationen oder Anlagenteilen, deren bestimmungsgemäßer Betrieb **länger als 6 Monate** unterbrochen wird, sind nach Anwendung der vorgenannten Maßnahmen **mikrobiologische Kontrolluntersuchungen gemäß TrinkwV** (Trinkwasser, warm und kalt) und auf Legionellen (Trinkwasser, warm und kalt) durchzuführen. Bei einer mikrobiologischen Belastung sind Maßnahmen nach DVGW W 551-2 und 3 vorzunehmen. Bei Trinkwasserinstallationen warm sind zusätzlich Maßnahmen nach DVGW W 551-3 erforderlich (VDI/BTGA/ZVSHK 6023:2018-01).

Können hygienisch-mikrobielle Belastungen nicht durch Spülungen oder Desinfektion der betroffenen Anlagenteile beseitigt werden, muss eine komplette **Anlagendesinfektion** durchgeführt werden. Ziel ist hierbei die Abtötung oder Inaktivierung unerwünschter Mikroorganismen im Wasserkörper und in Biofilmen. Während der Desinfektion der Anlagen muss sichergestellt werden, dass aus der behandelten Trinkwasserinstallation kein Wasser als Trinkwasser entnommen werden kann. Die Anlagendesinfektion kann thermisch oder durch den Einsatz chemischer Desinfektionsmittel erfolgen und muss von einer Fachfirma durchgeführt werden. Es empfiehlt sich, entsprechende Servicevereinbarungen zu erarbeiten. Ggf. würden sich schon während eines Vorgesprächs mit einem Dienstleister Anpassungen an der Installation ergeben, welche die Krisenbewältigung und die Rückkehr in den Regelbetrieb erleichtern (s. Kap. 5.2.7).

Bei der Entscheidung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung oder der Wiederherstellung der Trinkwasserversorgung eine Chlordesinfektion anzuwenden, ist auf die Anfälligkeit der technischen Infrastrukturen des Krankenhauses zu achten. Technische Einrichtungen und Geräte wie beispielsweise Umkehrosmoseanlagen können aufgrund ihrer potenziell anfälligen Membran ihre Funktionalität verlieren. Hierbei ist die Vorhaltung und frühzeitige Beschaffung von Ersatzprodukten vorteilhaft. Ggf. können solche Einrichtungen oder Geräte auch im Vorhinein vom System getrennt und auf andere Weise gereinigt werden.

Bei der Wiederinbetriebnahme von technischen oder medizinischen Geräten müssen die Angaben der Hersteller der Geräte zur Inbetriebnahme beachtet werden. Die oben genannten hygienischen Probleme betreffen auch alle weiteren technischen Anlagen des Trinkwassernetzes. Technische und medizinische Anlagen, welche sensible Patientinnen- und Patientenbereiche versorgen, sollten engmaschig hygienisch überprüft werden, ehe eine Freigabe zur Nutzung erfolgt.

Die für die Ersatzwasserversorgung genutzten Komponenten müssen in einer vorher festgelegten Weise und unter Berücksichtigung der Herstellervorgaben gereinigt und bei Bedarf desinfiziert werden. Vor einer Einlagerung der Materialien für den nächsten Einsatz muss die Funktionstauglichkeit der Geräte bewertet werden. Beschädigtes und nicht funktionsfähiges Material ist instand zu setzen oder zu ersetzen. Soweit eine Konservierung (z. B. Ultrafiltrationsmodule) erforderlich ist, ist diese nach den Vorgaben des Herstellers vorzunehmen und in

den vorgegebenen Abständen zu erneuern. Verbrauchsmaterial und notwendige Betriebsstoffe sind wieder aufzufüllen.

Darüber hinaus kann die Vorhaltung von Ersatzteilen die Reparaturzeit von Komponenten und damit die Wiederherstellungszeit sowie den Wiederherstellungsaufwand der Trinkwasserversorgung stark verkürzen. Dadurch wird die Ausfallzeit der Trinkwasserversorgung reduziert und es werden eventuell keine Ersatzmaßnahmen notwendig.

7.2 Wiederherstellung der Abwasserentsorgung

Die Wiederherstellung der Abwasserentsorgung ist in der Regel weniger kompliziert als die Wiederherstellung der Trinkwasserversorgung. Zu beachten ist jedoch das von Abwasser ausgehende erhöhte Infektionsrisiko, das durch die Umsetzung entsprechender Schutzmaßnahmen in Abstimmung mit der Krankenhaushygiene gesenkt werden sollte.

Kam es durch das Ereignis zu einem Austritt von Abwasser oder einem Eindringen von Niederschlagswasser in Krankenhausräumlichkeiten, beispielsweise infolge eines Rohrbruchs oder eines Starkregens, so müssen die betroffenen Bereiche vor Wiederinbetriebnahme zunächst gereinigt und dann desinfiziert werden. Umfang der Desinfektionsmaßnahmen und Wahl der Desinfektionsmittel werden in Abhängigkeit der betroffenen Bereiche von der Krankenhaushygiene festgelegt und überwacht.

Je nach Ursache der Beeinträchtigung sind ggf. Reparatur-, Renovierungs- oder gar Erneuerungsarbeiten an der Abwasserableitung erforderlich, die vor einer Wiederinbetriebnahme durchgeführt werden müssen. Da Baumaßnahmen im Abwassersystem ein erhöhtes Infektionsrisiko darstellen, müssen bei der Durchführung in Absprache mit der Krankenhaushygiene hygienerelevante Sicherungsmaßnahmen getroffen werden. Nach Abschluss der Arbeiten ist eine Schlussdesinfektion, d.h. Reinigung und Desinfektion aller Flächen, Wände, Fenster und Geräte durchzuführen (Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) 2022).

Nach Wiederaufnahme der regulären Abwasserentsorgung ist eine erhöhte Aufmerksamkeit für 24 bis 48 Stunden erforderlich, um ereignisbezogene Beschädigungen und/oder Verstopfungen im Abwassernetz zu erkennen und entsprechend darauf reagieren zu können.

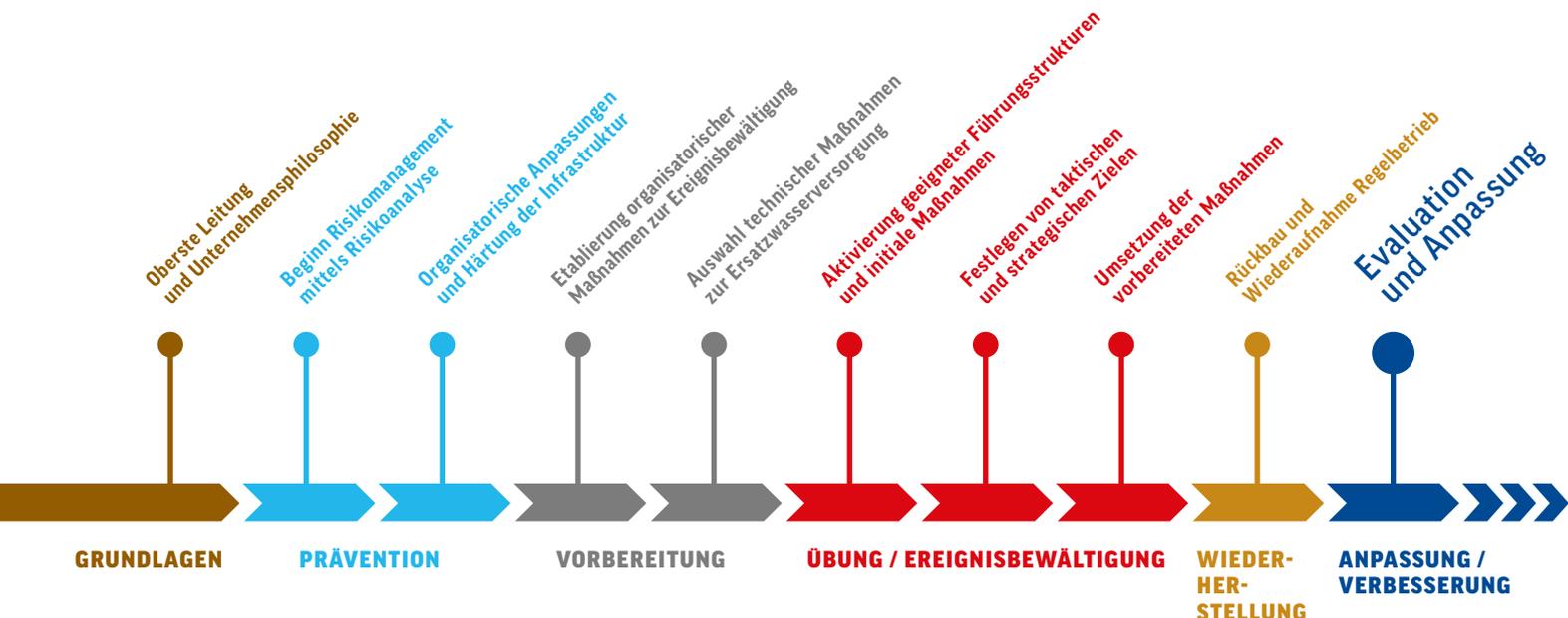
KAPITEL 8

Anpassung und Verbesserung

Wie können wir systematisch die während der Krisenbewältigung gesammelten Erfahrungen erfassen und dokumentieren?

Wie stellen wir sicher, dass diese Informationen in die kontinuierliche Verbesserung der Notfallvorsorgeplanung einfließen?

Wie können wir die zukünftigen Herausforderungen schon heute berücksichtigen?



Krisensituationen können jederzeit eintreten, deshalb ist es wichtig, so gut wie möglich vorbereitet zu sein. Dazu gehört auch, aus Krisen in der eigenen Einrichtung, aber auch aus Ereignissen anderswo zu lernen. Die deutsche Resilienzstrategie benennt Krisen als Gelegenheit zum Lernen und zur Verbesserung von Prävention nennt. Diese Aussage steht im Einklang mit dem Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge 2015 - 2030, das 2015 von den Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen, darunter auch Deutschland, verabschiedet wurde. Zusammen mit der Verbesserung des Risiko- und Krisenmanagementkreislaufs für eine wirksame Bewältigung ist das Konzept „Build Back Better“ - also der Verbesserung bei der Wiederherstellung nach einer Krise - eines der vier vorrangigen Aktionsbereiche, die bis 2030 erreicht werden sollen.

Die Wiederherstellung der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung in einer Gesundheitseinrichtung ist zwar unmittelbar nach der Katastrophe wichtig, reicht aber oft nicht aus, um die Resilienz gegen weitere Vorfälle und Krisen zu erhöhen. Zur Erhöhung der Resilienz gehört auch die Verbesserung der Kapazitäten, Systeme und Maßnahmen des Krankenhauses mit einer mittel- und langfristigen Perspektive. Eine Krise sollte demnach als einmalige Chance zum Lernen und zur Verbesserung des gesamten Risiko- und Krisenmanagementkreislaufs verstanden werden.

8.1 Vorgehen nach einem Ausfall der Wasserversorgung

Schritt 1: Zuständigkeiten klären und Handlungsoptionen identifizieren

Während des Ausfalls oder der Beeinträchtigung der Wasserversorgung an einer Gesundheitseinrichtung ist es wichtig, dass Zuständigkeiten geklärt sind. Gleiches gilt für die Wiederherstellung des Regelbetriebs, sowie Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen. Im besten Fall sollten die Zuständigkeiten bereits vor einem Vorfall geklärt sein.

Die zuständige Person ist für die Kommunikation mit anderen relevanten Akteuren verantwortlich und koordiniert die Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen sowie dafür notwendige personelle und finanzielle Ressourcen. Als Anleitung für mögliche Maßnahmen sind in Schritt 2 offene Fragen aufgelistet, die als Grundlage dienen können.

Schritt 2: Auswertung des Vorfalls

Themengebiet	Fragen*
Sicherheit von Patientinnen und Patienten	<p>Inwieweit hatte der Vorfall Einfluss auf die Sicherheit der Patientinnen und Patienten? (z.B. Ausfall der Dialyse?)</p> <p>Inwieweit hatte der Vorfall Einfluss auf die Pflege der Patientinnen und Patienten? (z.B. waren pflegerische Tätigkeiten wie Waschen der Patientinnen und Patienten nicht möglich?)</p> <p>Inwieweit hatte der Vorfall Einfluss auf die Lebensmittel bzw. Trinkwasserversorgung der Patientinnen und Patienten? (z.B. konnte der Küchenbetrieb weiterhin fortgesetzt werden?)</p>
Krankenhausbetrieb	<p>Inwieweit hat der Vorfall den Betrieb der Gesundheitseinrichtung eingeschränkt und wenn ja, wie lange?</p> <p>Inwieweit hatte der Vorfall Einfluss auf die personellen und finanziellen Kapazitäten der Einrichtung?</p> <p>Werden die entstanden Kosten durch Versicherungen abgedeckt?</p>
Kommunikation und Kooperation	<p>Inwieweit hat der einrichtungsinterne Krisenstab funktioniert? Was lief gut und was eher nicht so gut?</p> <p>Inwieweit hat die Kommunikation mit einrichtungsinternen/ externen Akteuren funktioniert? Was lief gut und was eher nicht so gut?</p>
Vorbereitung/ Pläne/ Maßnahmen	<p>Inwieweit war der Vorfall vermeidbar?</p> <p>Hat ein technischer Fehler oder ein organisatorisches Defizit den Vorfall ausgelöst oder diese Schwere verursacht?</p> <p>Waren Pläne spezifisch für den Ausfall/ die Beeinträchtigung der Wasserversorgung vorhanden? Wenn ja, inwieweit waren die dort definierten Maßnahmen sinnvoll und hilfreich?</p>
Technische Infrastruktur und Bevorratung	<p>Gab es technische Notfallvorsorgemaßnahmen für den Vorfall (z.B. Wassertank in der Einrichtung oder Ersatzversorgung aus angrenzenden öffentlichen Versorgungsgebieten)? Wenn ja, inwieweit hat die technische Infrastruktur funktioniert? Was lief gut und was eher nicht so gut?</p> <p>Inwieweit waren wichtige Armaturen des Leitungssystems zugänglich? (z.B. zum Absperrern des Wassers für bestimmte Bereiche)</p> <p>Inwieweit war die Bevorratung an Ressourcen (z.B. Trinkwasserflaschen, Filter, ...) ausreichend?</p> <p>Gibt es Verbesserungsmaßnahmen aus Kapitel 5.6, die wir nutzen könnten?</p> <p>Wurden andere technische Maßnahmen zur Bewältigung des Vorfalls ergriffen?</p> <p>Inwieweit haben sich diese als wirksam erwiesen?</p>

Themengebiet	Fragen*
Abhängigkeiten bzw. Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturen	<p>Inwieweit wurde der Vorfall durch den Ausfall/ die Beeinträchtigung einer anderen Infrastruktur verursacht (z.B. Ausfall der Stromversorgung)?</p> <p>Inwieweit hatte der Vorfall Auswirkungen auf weitere Infrastruktursysteme (z.B. Abwasserentsorgung)?</p>

*Für konkrete Anpassungs- und Verbesserungsmaßnahmen siehe Kapitel 5 – Planung und Umsetzung von Maßnahmen.

Schritt 3: Austausch mit anderen relevanten Akteuren

Bereits bei der Analyse des Vorfalls bzw. bei der Beantwortung des Fragenkatalogs ist es wichtig, im regelmäßigen Austausch mit einrichtungsinternen und –externen Akteuren zu stehen. Idealerweise sollten hierfür alle Akteure zusammenkommen und gemeinsam an einem Runden Tisch den Vorfall besprechen und die Anpassungs- bzw. Verbesserungsmaßnahmen gemeinsam in enger Zusammenarbeit durchführen. Relevant hierbei ist es, die Prozesse und Maßnahmen zu dokumentieren und mit anderen Mitarbeitenden und externen Akteuren zu teilen. Eine Schaffung von Bewusstsein und die Verbreitung von Wissen zu gut funktionierenden Notfallvorsorgemaßnahmen für Ausfälle und Beeinträchtigungen der Wasserversorgung an Gesundheitseinrichtungen ist wichtig, um Schäden für Patientinnen und Patienten und Personal zu verhindern, sowie die dadurch möglicherweise entstehenden Kosten zu senken.

Ein Beispiel für eine Anpassung der Notfallvorsorge nach einem mehrstündigen Ausfall der Wasserversorgung in einem Krankenhaus ist in Abbildung 32 dargestellt. Die Informationen stammen aus einem Interview, welches im NOWATER Projekt geführt wurde.



Abbildung 32: Fallbeispiel dreistündiger Druckabfall in einem Wassernetz.

Fallbeispiel dreistündiger Druckabfall in einem Wassernetz

In einem städtischen Wassernetz kommt es zwischen 23 und 2 Uhr nachts zu einem Druckabfall. Da es Nacht ist, bleibt der Druckabfall zunächst weitgehend unbemerkt. Während des Druckabfalls ist dem städtischen Wasserversorger nicht bewusst, wie kritisch ein Druckabfall für das Universitätsklinikum ist. Das Universitätsklinikum wird vom Wasserversorgungsunternehmen nicht informiert, da es nicht als sensible Einrichtung erfasst wurde. Die technischen Fachkräfte in einem Universitätsklinikum bemerken schließlich den Druckabfall selbst, erfahren aber erst morgens aus der Presse, was den Druckabfall verursacht hat.

Zum Zeitpunkt des Druckabfalls hat das Universitätsklinikum einen sehr geringen Wasserbedarf, da die meisten Patientinnen und Patienten schlafen und keine wasserintensiven Prozesse laufen, wie zum Beispiel die Desinfektion und Sterilisation von medizinischen Instrumenten. Um zwei Uhr wird der normale Druck im städtischen Wassernetz wiederhergestellt und die Gefahr für das Universitätsklinikum ist gebannt.

Tagsüber wäre ein dreistündiger Druckabfall für das Universitätsklinikum wesentlich kritischer gewesen, da ab sechs Uhr morgens u.a. der Frühdienst mit der wasserintensiven Körperhygiene der Patientinnen und Patienten auf den Stationen beginnt.

Im Nachgang kontaktiert das Universitätsklinikum das Wasserversorgungsunternehmen, um mitzuteilen, wie stark es vom Druckabfall betroffen war und welche Schwierigkeiten und Gefahren ein Ausfall der Wasserversorgung für das Universitätsklinikum mit sich bringen kann. Diese direkte Form der Kommunikation zwischen dem Universitätsklinikum und dem Wasserversorgungsunternehmen gab es vor dem Druckabfall nicht. Der Vorfall - glücklicherweise der erste dieser Art für dieses Krankenhaus – löst eine kritische Analyse und Veränderungen aus. In den Monaten nach dem Druckabfall entwickelt sich eine enge Kooperation zwischen dem Universitätsklinikum und dem Wasserversorgungsunternehmen. Beide Akteure treffen sich regelmäßig und erarbeiten gemeinsam Maßnahmen für die Notfallvorsorge. Das Wasserversorgungsunternehmen bezieht das Universitätsklinikum mit in das Warnverfahren im Falle einer Störung ein und das Universitätsklinikum steht nun im direkten Kontakt mit dem Wasserversorgungsunternehmen und kann Probleme direkt melden.

8.2 Berücksichtigung der langfristigen Herausforderungen

Die Wiederherstellungsphase nach der Bewältigung eines Krisenereignisses kann für das Krankenhaus die Gelegenheit sein, eventuell notwendige Verbesserungen in der Vorbereitung auf künftige Krisen einzuleiten. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von wachsenden Herausforderungen wie Klimawandel, Digitalisierung, Personalmangel oder neue Patiententypen die Auswirkungen auf die Ersatz- oder Notwasserversorgung und das Abwassermanagement sowie auf das allgemeine Krisenmanagement der Gesundheitseinrichtung haben können. Es ist daher wichtig, sich mit diesen Fragen zu befassen, um zu verstehen, wie sie sich auf das Management der Notwasserversorgung und der Abwasserentsorgung auswirken könnten, und um mögliche Maßnahmen für eine bessere langfristige Vorsorge zu ermitteln.

Aus der Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen wie Starkregen, Überschwemmungen und Dürren resultieren steigende Risiken für die Wasserversorgung allgemein und auch für die Wasserversorgung von Krankenhäusern in Europa und Deutschland. Beispiele wie das Hochwasser 2021 in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen zeigen die Relevanz des Themas. Das Hochwasser selbst und seine Auswirkungen führten dazu, dass mehrere Gesundheitseinrichtungen von der Wasserversorgung abgeschnitten wurden und evakuiert werden mussten, was ein großes Risiko für die Sicherheit der Patientinnen und Patienten darstellte. Auch von länger anhaltenden Dürren wie die in den Niederlanden im Jahr 2022 gehen Gefahren für die Wasserversorgung von Krankenhäusern aus. Daher bereiten sich erste Krankenhäuser bereits auf derartige Situationen vor, da in einem Krisenfall trotz vorrangiger Versorgung mit Trinkwasser erhebliche negative Konsequenzen nur durch eine gewisse Eigenvorsorge vermieden werden können. Darüber hinaus müssen auch die Zunahme der gesundheitsbezogenen Morbidität und Mortalität aufgrund des allgemeinen Temperaturanstiegs berücksichtigt werden, da dadurch die Zahl der Patientinnen und Patienten, die wegen solcher Gesundheitsprobleme in Krankenhäuser kommen, steigen könnte.

Um das Thema weiter zu vertiefen, können drei Hauptfragen betrachtet werden (WHO 2010):

- Welcher Klimagefahr sind die Krankenhäuser ausgesetzt?
- Wie verwundbar sind die Krankenhäuser gegenüber dieser Gefahr?
- Was könnte dagegen unternommen werden?

Fallbeispiel Klimawandel-Krisenstab

Die Flutkatastrophe im Juli 2021 in West- und Mitteleuropa hat gezeigt, dass Katastrophen dieses Ausmaßes auch in Deutschland möglich sind. Ein Grund dafür – neben Faktoren wie unzureichender Frühwarnung und überbauter überflutungsgefährdeter Flächen – ist auch der Klimawandel, der die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß solcher Ereignisse vergrößert (Tradowsky et al., 2023). Betroffen davon sind auch Kritische Infrastrukturen, wozu Einrichtungen der Gesundheitsversorgung zählen.

Eine wichtige Erkenntnis ist folglich, dass Betreiber Kritischer Infrastrukturen entsprechende Maßnahmen zur Vorbereitung auf zukünftiger Extremwetterereignisse ergreifen müssen.

Die Flut zeigte der Führungsebene eines im Ahrtal ansässigen großen Gesundheitskonzerns die Dringlichkeit von Anpassungsmaßnahmen, insbesondere die Vorbereitung auf die Auswirkungen von Starkregenereignissen auf. Auf Initiative der Führungsebene wurde daraufhin innerhalb des unternehmenseigenen Krisenstabs eine Unterarbeitsgruppe gebildet, die sich mit diesen Herausforderungen befasst. Zu den Mitgliedern der Arbeitsgruppe gehören Juristinnen und Juristen, Expertinnen und Experten für Versicherungswesen, sowie Mitarbeitende aus der Abteilungen Geschäftsführung, Bauen und Investitionen, IT und technische Leitung. Gemeinsam sollen sie Maßnahmen zur Vorbereitung und zum Verhalten in klimabedingten Notfällen entwickeln und diskutieren. Konkret kann es sich dabei beispielsweise um Checklisten handeln, die den Mitarbeitenden des Konzerns im Ernstfall als Leitfaden dienen und ihnen helfen können, vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen.

Ziel der Arbeitsgruppe und der von ihrer entwickelten Strategie zur Anpassung an den Klimawandel ist es, das Unternehmen gut auf zukünftige Wetterextreme und andere Herausforderungen vorzubereiten.

Der Krankenhausesektor in Deutschland durchläuft derzeit mehrere Veränderungen, die sich auch auf die Fähigkeit auswirken können, auf verschiedene Arten von Krisen zu reagieren. Dazu gehören auch Störungen der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung. Deutschland ist auf dem Weg zur Digitalisierung der Krankenhäuser (DVG), was auch in die Überlegung zur Verbesserung der Notfallvorsorge mit einfließen sollte. Die Digitalisierung wirkt sich unmittelbar auf die für das Krisenmanagement wesentlichen organisatorischen Mittel, wie die Kommunikation innerhalb und außerhalb des Krankenhauses und die Führung der Patientenakten aus. Die sinkende Verfügbarkeit von Personal, insbesondere der Mangel an Pflegepersonal, muss ebenfalls berücksichtigt werden. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass Personal in ausreichender Stärke zur Verfügung steht, um die Krisenbewältigung zu leiten und Patienten zu begleiten. Schließlich ist auch die Veränderung der Art der gefährdeten Patienten

hin zu mehr älteren und chronisch kranken Patientinnen und Patienten ein Faktor, der Maßnahmen zur Krisenbewältigung im Krankenhaus beeinflussen kann. Die Durchhaltefähigkeit des Krankenhauses einschließlich der Wasserver- und Abwasserentsorgung sollte daher auch im Hinblick auf die Zugänglichkeit und die Bereitstellung von chronischer Pflege bewertet werden (Ochi et al. 2014). Diese Perspektive auf langfristige Herausforderungen zeigt die Notwendigkeit, ein flexibles und nachhaltiges Risikomanagement zu haben, das sowohl heutige als auch künftige Herausforderungen im Blick hat.

9 Arbeitshilfen und weiterführende Literatur

Folgende ergänzende Arbeitshilfen und Konzepte wurden im Rahmen von NOWATER erstellt und sind unter den angegebenen Internetadressen verfügbar:

- **Notfallkonzept für Infrastrukturausfälle im Krankenhaus. Organisation, Maßnahmen und Wiederaufbau der Wasser- und Stromversorgung und Abwasserentsorgung – Kommentierte Version zur Notfallvorsorgeplanung.**
Geiger, M.; Neuner, S.; Bodur, M. E.; Hetkämper, Ch.; Beckers, D.; Fekete, A.; TH Köln – Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr, 2023
ISBN 978-3-943207-82-8 (E-Book) https://doi.org/10.18726/2023_3
ISBN 978-3-943207-81-1 (Print)
- **Übungskonzept für Infrastrukturausfälle im Krankenhaus. Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Übungen.**
Bodur, M. E.; Neuner, S.; Geiger, M.; Fekete, A.; Köln: TH Köln – Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr, 2023
ISBN 978-3-943207-84-2 (E-Book) https://doi.org/10.18726/2023_5
ISBN 978-3-943207-83-5 (Print)

Zu den zuvor genannten Veröffentlichungen sind über die projektbezogene Webseite www.th-koeln.de/nowater zusätzlich folgende Dokumente verfügbar:

- Notfallkonzept unkommentiert zum Selbstdruck (MS WORD + PDF)
 - Notfallkonzept unkommentiert für digitale Verwendung (MS WORD + PDF)
 - Abbildungen aus dem Notfallkonzept in bearbeitbarer Form (MS PowerPoint)
 - MS-Excel-Tabelle für Materialkalkulation
- **Risikoanalysemethode für den Anwendungskontext NOWATER – Leitfaden für Einrichtungen des Gesundheitswesens.**
BBK 2023: Bäumer, J. und Rücker, N. unter Mitarbeit von Wienand, I.; Thur, A.; Hörmann, F.
NOWATER-Toolset zur Risikoanalyse für Ausfall der Wasserver- und Abwasserentsorgung in Krankenhäusern sowie Vorfilterung von Ersatzwasserversorgungskomponenten.
BBK 2023: Bäumer, J. und Rücker, N. unter Mitarbeit von Wienand, I.; Thur, A.
https://t1p.de/NOWATER_BBK
 - **Eignungsprüfung Ersatzwasserversorgung – Ergebnisse aus dem Projekt NOWATER**
BBK 2023: Rücker, N. unter Mitarbeit von Wienand, I.; Bäumer, J.; Thur, A.
https://t1p.de/NOWATER_BBK

Zu den wissenschaftlichen Grundlagen, die im Rahmen des Projektes erarbeitet wurden, und welche die Basis der vorliegenden Empfehlungen sind, wurden Veröffentlichungen erstellt, die unter den folgenden Adressen abgerufen werden können:

- **Water safety planning for healthcare facilities for extreme events**
Krause, S., Joel, E., Schaum, C., Bäumer, J., Rücker, N., Wienand, I., Sturm, S., Jahn-Mühl, B., Geiger M., Fekete A., van der Heijden, S., Heinzel C., Sandholz, S. (2024). *Journal of Water and Health*, 22(1), 77-96.
<https://doi.org/10.2166/wh.2023.102>
- **Advancing Resilience of Critical Health Infrastructures to Cascading Impacts of Water Supply Outages—Insights from a Systematic Literature Review**
Sänger, N., Heinzel, C., Sandholz S. (2021). *Infrastructures* 6(12), 177.
<https://www.mdpi.com/2412-3811/6/12/177#>
- **Water supply emergency preparedness and response in health care facilities: A systematic review on international evidence**
van der Heijden, S., Cassivi, A., Mayer, A., Sandholz, S. (2022). *Frontiers in Public Health*, 10, 103512.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1035212>
- **Collaboration is key: Exploring the 2021 flood response for critical infrastructures in Germany**
Nick, F.C., Sänger, N., van der Heijden, S., Sandholz, S. (2023). *International Journal of disaster risk reduction*, 91, 1037010.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420923001905>
- **Need for intensive care? A socio-technical systems perspective on water supply failure preparedness in German health care facilities**
Heinzel, C., van der Heijden, S., Mayer, A., Saenger, N., Sandholz, S. (2023). *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 44, 1-13.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874548223000574?via%3Dihub>
- **Leitfäden zur Risikoanalysemethodik und zur Eignungsprüfung der Ersatzwasserversorgung sowie NOWATER Toolset für die Datenerhebung zur Abschätzung der Kritikalität der Wassernetzkomponenten**
Rücker, N., Bäumer, J., Thur, A., Hörmann, F., Wienand, I. (2023).
https://t1p.de/NOWATER_BBK

Die folgende Veröffentlichung entstand im Rahmen eines vom BBK geförderten Projektes, das sich ebenfalls mit dem Thema der Wasserversorgung von Einrichtungen des Gesundheitswesens befasst hat. Es bietet Hilfe bei der Beurteilung von Wasserbeschaffenheiten, die von der TrinkwV abweichen bzw. Maßnahmhöchstwerten abweichen, und berücksichtigt die Anforderungen vulnerabler Personengruppen.

- **Anforderungen an Nottrinkwasser und Maßnahmen zur Verwendung für sensible technische Systeme in Einrichtungen des Gesundheitswesens**
Schaum, C., Krause, S., Pankow, N., Wick, N., Joel, E., Kalberlah, F., Schuhmacher-Wolz, U. (2022). Abschlussbericht im Auftrag des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.
<https://athene-forschung.unibw.de/doc/143429/143429.pdf>

10 Anhang

10.1 Abkürzungen

AAO	Allgemeine Ablauforganisation
AbwV	Abwasserverordnung
AEMP	Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte
AWWA	American Water Works Association
BAO	Besondere Ablauforganisation
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BCM	Business Continuity Management
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKG	Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz
BioStoffV	Biostoffverordnung
BMI	Bundesministerium des Inneren und für Heimat
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BP	Beschäftigte und Patienten
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BTGA	Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.
BZ	Bettenzahl
CDC	Center for Disease Control
CISM	Critical Incident Stress Management
DEA	Druckerhöhungsanlage
DVG	Gesetz zur Digitalisierung des Gesundheitswesens
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
FE	Funktionseinheit
FEW	Funktionseinheit Wasser
FwDV	Feuerwehr Dienstvorschrift
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GenTG	Gentechnikgesetz
HICS	Hospital Incident Command System
HmbKHG	Hamburger Krankenhausgesetz
ICS	Incident Command Systems
IfSG	Infektionsschutzgesetz
KAEP	Krankenhaus Alarm- und Einsatzplanung
KEL	Krankenhauseinsatzleitung
KH	Krankenhaus
KHGG NRW	Krankenhausgestaltungsgesetz Nordrhein-Westfalen
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene sowie Infektionsprävention
KTS	Kraft-Technik-Station
KTW	Kunststoffe und andere organische Materialien (Beschichtungen, Schmierstoffe, Elastomere und thermoplastische Elastomere) im Kontakt mit Trinkwasser
KTW BWGL	Bewertungsgrundlagen und Leitlinien für KTW
LKG (RLP)	Landeskrankenhausgesetz Rheinland-Pfalz
LKHG	Landeskrankenhausgesetz
MANE	Massenanfall von Erkrankten

MANV	Massenanfall von Verletzten
MDPH	Massachusetts Department of Public Health
MRT	Magnetresonanztomographie
MTA	Maximal tolerierbare Ausfallzeit
NTU	Nephelometric Turbidity Units
OP	Operationen
OpKEL	Operative Krankenhauseinsatzleitung
PAK	Pulveraktivkohle
PDCA-Zyklus	Plan-Do-Check-Act-Zyklus
PSNV	Psychosoziale Notfallversorgung
QM-System	Qualitätsmanagement-System
RDG	Reinigungs- und Desinfektionsgerät
STE	Sterilguteinheiten sterilisiert
StGB	Strafgesetzbuch
StriSchV	Strahlenschutzverordnung
ThürKHG	Thüringer Krankenhausgesetz
TIB	Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWK	Trinkwasser kalt
UBA	Umweltbundesamt
UBM	Universität der Bundeswehr München
UMCG	Universitair Medisch Centrum Groningen
UNU	United Nations University
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UV	Ultraviolett (Strahlung)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE-Wasser	Vollentsalztes Wasser
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
ZSKG	Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz
ZVSHK	Zentralverband Sanitär Heizung Klima

10.2 Glossar

Ablauforganisation	<p>Vergleichbar mit dem, von BOS verwendeten, Begriff Führungsvorgang; → Führungsvorgang</p> <p>Die Ablauforganisation beschreibt die dynamischen Arbeitsprozesse der Organisation bzw. des Unternehmens und betrachtet unter anderem Raum, Zeit, Sachmittel und Personen. Sie beschreibt einzelne Arbeitsschritte unter Nutzung der genannten Ressourcen (Hoffmann 2004).</p>
Allgemeine Aufbauorganisation - AAO	<p>Der Begriff Führungsorganisation wird im Bereich der BOS synonym verwendet;</p> <p>Ständige Organisationsform für die Aufgaben des täglichen Dienstes, in der</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Zuständigkeiten • der hierarchische Aufbau • die Kommunikations- und Entscheidungswege <p>festgelegt sind. (vgl. PDV 100; BBK 2024)</p> <p>Die Aufbauorganisation beschreibt die statischen Strukturen der Organisation bzw. des Unternehmens (Hoffmann 2004).</p> <p>→ Besondere Aufbauorganisation (BAO)</p>
Besondere Aufbauorganisation - BAO	<p>Der Begriff Führungsorganisation wird im Bereich der BOS synonym verwendet;</p> <p>Zeitlich begrenzte Organisationsform für umfangreiche und komplexe Aufgaben, insbesondere Maßnahmen aus besonderen Anlässen, die im Rahmen der Allgemeine Aufbauorganisation (AAO) nicht bewältigt werden können. Beispielhaft kann hier die Einrichtung einer Stabsstruktur genannt werden (vgl. FwDV 100; PDV 100; BBK 2024).</p>
Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben - BOS	<p>Staatliche (polizeiliche und nichtpolizeiliche) sowie nichtstaatliche Akteure, die spezifische Aufgaben zur Bewahrung und/oder Wiedererlangung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung wahrnehmen. Konkret sind dies z.B. die Polizei, die Feuerwehr, das THW, die Katastrophenschutzbehörden der Länder oder die privaten Hilfsorganisationen, sofern sie im Bevölkerungsschutz mitwirken (BBK 2024).</p>
Business Continuity Management - BCM	<p>Ganzheitliches Managementsystem nach DIN EN ISO 22301:2020-06 zur Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit während einer Störung. In diesem Rahmen wird ebenfalls das Krisenmanagement eingebettet.</p> <p>Die Norm ist nicht uneindeutig in der Definition des Begriffes <i>Störung</i>, da sich dieser rekursiv auf einen <i>Zwischenfall</i> bezieht. Aus unserer Sicht ist es sinnvoll innerhalb des BCM zwischen einer Störung und Krise zu differenzieren.</p>
Ersetzbarkeit	<p>Die Ersetzbarkeit stellt insbesondere einen Vulnerabilitätsindikator innerhalb der Vulnerabilitätsanalyse dar. Unter Ersetzbarkeit kann auch eine Kompensation, z.B. des Trinkwasserbedarfs durch wasserlose Alternativen, verstanden werden. Im Rahmen eines ersten Analyseschrittes ist zu beachten, dass zunächst nur Ersetzbarkeiten außerhalb einer Notfallplanung beachtet werden. Zudem müssen Ersetzbarkeiten immer und zu jeder Zeit zur Verfügung stehen.</p> <p>Diese Maßnahmen zur Ersetzbarkeit können technisch oder organisatorisch sein.</p> <p>Nicht zu verwechseln mit → Redundanz!</p>
Evakuierung	<p>Organisierte, abgestimmte und beaufsichtigte Verlegung von Menschen aus gefährlichen oder potentiell gefährlichen Gebieten an sichere Orte (DIN EN ISO 22300:2021-06).</p> <p>Der Unterschied zur → Räumung liegt in der vorhergehenden Planung und Abstimmung. Zudem steht für eine Evakuierung in der Regel eine (ausreichende) Vorlaufzeit zur Verfügung.</p>

Exposition	<p>Die Exposition stellt einen Vulnerabilitätsindikator innerhalb der Vulnerabilitätsanalyse dar. Exposition beschreibt, ob eine untersuchte Komponente einem Schadensszenario ausgesetzt ist.</p> <p>Ausgesetztsein eines Schutzgutes gegenüber seinen Umgebungseinflüssen z.B. einer Gefahr (BBK 2024).</p> <p>Beispiel: Hochwasser, steht ein Serverraum in einem potenziellen Überflutungsbereich? Ja/Nein</p>
Funktionseinheit (FE)	<p>Unter den Funktionseinheiten im NOWATER Projekt werden folgende Punkte verstanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fachabteilungen/Fachbereiche - Medizinische Großgeräte (ab der ungefähren Größe eines Dialysegerätes) - Ggf. gesonderte Behandlungsbereiche/Prozesse (z.B. Endoskopie) - Relevante Versorgungsbereiche/Prozesse (z.B. Medikamentenversorgung, Trinkwasserversorgung) - Unterstützungsprozesse (z.B. IT)
Funktionseinheit Wasser (FEW)	<p>Verstanden werden darunter allgemein Komponenten bzw. Aggregationen aus Komponenten des Trink- und Abwassernetzes (z.B. Rohrstrecke oder Pumpe).</p>
Führungsebene	<p>Spezifisches Merkmal der Führungsorganisation. Alle Führungskräfte mit vergleichbarem Zuständigkeits- und Verantwortungsbereich in gleichem Unterstellungsverhältnis bilden eine Ebene. Die Führungsebenen ergeben sich entweder aus der Gliederung nach Kräften, der Gliederung des Raumes oder rechtlichen Vorgaben (FwDV 100).</p>
Führungsmittel	<p>Technische Mittel, Ausstattung und Einrichtungen, die Führungskräfte bei ihrer Führungsarbeit unterstützen. Sie dienen der Informationsgewinnung, -verarbeitung und -übertragung (FwDV 100).</p>
Führungsorganisation	<p>Synonym für Aufbauorganisation (FwDV 100), → Allgemeine Aufbauorganisation</p>
Führungsstab	<p>Stabmäßige Organisationsform der Einsatzleitung. Ein Führungsstab besteht grundsätzlich aus dem Leiter des Stabes, den Leitern der Sachgebiete S 1 (Personal / Innerer Dienst), S 2 (Lage), S 3 (Einsatz) und S 4 (Versorgung). Darüber hinaus bei Bedarf den Leitern der Sachgebiete S 5 (Presse und Medienarbeit) und S 6 (Information und Kommunikation) sowie zusätzlichen, entsprechend der Schadenlage in der Einsatzleitung benötigten Fachberatern und Verbindungspersonen [in Anlehnung an DIN 14011:2010-06 & FwDV 100] (BBK 2024). Auf Ebene des Führungsstabes wird i.d.R. die Strategie für das Vorgehen festgelegt (Ferch und Melioumis 2005).</p>
Führungssystem	<p>Das Führungssystem besteht aus den drei Bausteinen Führungsorganisation, Führungsvorgang und Führungsmittel und dient der Erfüllung von Führungsaufgaben (FwDV 100).</p>
Führungsvorgang	<p>Vergleichbar mit dem Begriff Ablauforganisation; Der Führungsvorgang ist ein zielgerichteter, wiederkehrender und in sich geschlossener Denk- und Handlungsablauf zur Vorbereitung und Umsetzung von Entscheidungen. Hierfür müssen die richtigen Mittel, die richtige Zeit am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Der Führungsvorgang untergliedert sich in Lagefeststellung, Planung mit Beurteilung und Entschluss sowie Befehlsgebung (FwDV 100).</p>
Funktionsanfälligkeit	<p>Die Funktionsanfälligkeit stellt einen Vulnerabilitätsindikator innerhalb der Vulnerabilitätsanalyse dar. Sie beschreibt, ob die Funktion einer untersuchten Funktionseinheit durch ein Schadensszenario beeinträchtigt werden kann.</p>

Gefährdungsanalyse	Systematisches Verfahren zur Bestimmung von → Gefährdungen (BBK 2024).
Krankenhausalarm- und Einsatzplanung (KAEP)	Entwicklung, Implementierung, Durchführung, Evaluierung und Dokumentation von Maßnahmen des Risikomanagements und Krisenmanagements, die ein Krankenhaus im Zusammenhang mit schwerwiegenden Störungen des klinischen Regelbetriebes zu ergreifen hat. Schwerwiegende Störungen sind z.B. ein erhöhtes Aufkommen von Verletzten bzw. Erkrankten (MANV oder MANI) oder ein Schadensereignis, welches die Funktionalität des Krankenhauses beeinträchtigt (z.B. Brand, IT-Problem, Hochwasser). Das Ziel der KAEP ist die Sicherstellung sowohl der medizinischen Versorgung von Betroffenen als auch der Funktionsfähigkeit von Krankenhäusern in besonderen Lagen (BBK 2024).
Krankenhauseinsatzleitung (KEL)	Führungsstruktur in Krankenhäusern zum Umgang mit Gefahren – und Schadenslagen (in Anlehnung an (BBK 2020).
Kappungswert	Um Abstufungen unter kritischen Funktionseinheiten zu ermöglichen, müssen konkrete Kappungswerte festgelegt werden. Der Wert gibt dabei an, welche Größenordnung eine potenzielle Beeinträchtigung oder ein potenzieller Ausfall umfasst. (Stolzenburg 2017, S. 43). <u>Hier ist er nicht so zu verstehen, dass nur bei Erreichen des Kappungswerts eine Kritikalität vorliegt, sondern er ermöglicht eine Abstufung.</u> Somit unterscheidet sich hier die Bedeutung von der Definition eines „Schwellenwertes“ hinsichtlich der Kritikalität.
Krise	Vom Normalzustand abweichende Situation mit dem Potenzial für oder mit bereits eingetretenen Schäden an Schutzgütern, die mit der normalen Ablauf- und Aufbauorganisation nicht mehr bewältigt werden kann, so dass eine <u>Besondere Aufbauorganisation (BAO)</u> erforderlich ist (BBK 2024).
Krisenmanagement	Alle Maßnahmen zur Vorbereitung auf Erkennung und Bewältigung, Vermeidung weiterer Eskalation sowie Nachbereitung von <u>Krisen</u> (BBK 2024).
Kritikalität	Die Kritikalität bezeichnet ein Maß für die Bedeutsamkeit eines Prozesses in Bezug auf die Konsequenzen, die eine Beeinträchtigung oder ein Ausfall des Prozesses für die Funktionsfähigkeit hat.
Kritikalitätsanalyse	Identifizierung derjenigen Prozesse, Anlagen und sonstige Ressourcen eines Akteurs, die entscheidend für die Gewährleistung der Bereitstellung der kritischen Dienstleistung sind (BBK 2024). Kritikalitätsanalysen ermöglichen also, diejenigen Funktionseinheiten zu ermitteln, die für die Erfüllung des zuvor definierten Schutzzieles essenziell sind. Einflussgrößen der Kritikalitätsanalyse in NOWATER für FE: <ul style="list-style-type: none"> - Qualität - Quantität - Redundanz - Maximal tolerierbare Ausfallzeit - Abhängigkeiten - Nähezentralität - Vernetzungsgrad - Unsicherheit Einflussgrößen der Kritikalitätsanalyse in NOWATER für FEW: <ul style="list-style-type: none"> - Durchflüsse - Redundanzfaktor - Zeitfaktor - Unsicherheit
Maximal tolerierbare Ausfallzeit	Größe zur Bestimmung der Kritikalität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse. Zeit, ab der die Beeinträchtigung bzw. der Ausfall einer Funktionseinheit zu

	weiterführenden und nicht zu tolerierenden Schäden führen kann. (Fekete 2011; BSI 2008) Erhoben wird hier <u>nicht</u> , wann eine Funktionseinheit bei einem bestimmten Schadenseintritt ausfällt und wie lange.
Nähezentralität	Größe zur Bestimmung der Kritikalität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse. Durchschnitt der kürzesten Pfadentfernungen einer Funktionseinheit zu jeder anderen Funktionseinheit.
Plausibilität	Plausibilität beschreibt die Konsistenz der Begründbarkeit vorliegender Daten und Folgerungs- sowie Erklärungsbeziehungen und umfasst die: <ul style="list-style-type: none"> - Begründetheit durch Argumentation - Überzeugtheit durch einen Wissenshintergrund - Wahrscheinlichkeit (Siebel 2003; Winko 2015).
Qualität (Kritikalitätsanalyse)	Größe zur Bestimmung der Kritikalität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse. Qualität ist das Maß für die Bedeutung für z.B. die Funktionsfähigkeit des Untersuchungsobjektes oder die Art des zu erwartenden Schadens, wenn die betrachtete Funktionseinheit in ihrer Funktion beeinträchtigt wird. Somit ist die Bewertung der Qualität maßgeblich von den jeweiligen Schutzziele abhängig.
Quantität (Kritikalitätsanalyse)	Größe zur Bestimmung der Kritikalität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse. Die Quantität gibt an, wie groß der Umfang der Beeinträchtigung oder die Anzahl der Betroffenen ist. Diese wird mit einem eigens definierten Schwellenwert, hier Kappungswert, verglichen, der ebenfalls von dem gewählten Schutzziel abhängig ist (Stolzenburg 2017, S. 43).
Räumung	Angeordnetes kurzfristiges Freimachen eines betroffenen Bereiches (Objektes oder Gebietes) bei einer Gefährdung (BBK 2024). Der Unterschied zur Evakuierung liegt in der Spontanität des Ereignisses und der damit verbundenen nicht möglichen Vorbereitungen. Wichtig: Im Rahmen des Risikomanagements können dennoch grundlegende Vorplanungen und Abläufe für eine Räumung getroffen werden.
Redundanz	Die in NOWATER betrachtete Redundanz beschreibt 2 Ausführungen: <ul style="list-style-type: none"> - N-1-Auslegung, d.h. Verfügbarkeit der benötigten Leistung auch bei Ausfall einer Komponente. (TransnetBW GmbH, et al. 2012; TransnetBW GmbH, et al. o.J.) - N+1- Betriebsredundanz, d.h. einem System wird ein zweites System mit 100% Leistungsvermögen zur Seite gestellt (BSI 2018). Im vorliegenden Kontext bezieht sich die Redundanz einerseits auf die Funktionseinheit und andererseits auf die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung.
Resilienz	Fähigkeit von Systemen und Lebewesen, Ereignissen zu widerstehen beziehungsweise sich daran anzupassen und dabei Funktionsfähigkeiten zu erhalten und das Überleben zu sichern (BBK 2024).
Resilienzanalyse	Methode zur Bestimmung der Resilienz
Risiko	Kombination aus Vulnerabilität, Plausibilität und Kritikalität
Risikoanalyse	Systematisches Verfahren zur Bestimmung des Risikos (BBK 2024). sowie Prozess zur Erfassung des Wesens eines Risikos und zur Bestimmung der Risikohöhe. Sie bildet die Grundlage für die Risikobewertung . Die Daten der Risikoidentifikation werden in diesem Schritt ausgewertet (DIN EN ISO 22300:2021-06; DIN ISO 31000:2018-10). Die Risikoanalyse ist Bestandteil des Risikomanagementprozesses und somit zentrale Grundlage für alle Notfallplanungen und -maßnahmen. Sie ist ein systematischer Prozess zum Verstehen und Bewerten von Risiken und

	liefert damit Informationen zu adäquaten Maßnahmen der Risikobehandlung und Notfallvorsorgeplanung.
Risikobehandlung	<p>Optionen zum Behandeln von Risiko können eine oder mehrere des Folgenden umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermeiden von Risiken, indem entschieden wird, die Aktivität, aus der sich ein Risiko ergibt, nicht zu beginnen oder fortzuführen; - Eingehen oder Erhöhen des Risikos zur Nutzung einer Chance; - Beseitigen der Risikoursache; - Verändern der Wahrscheinlichkeit; - Verändern der Auswirkungen; - gemeinsames Tragen des Risikos (z. B. durch Verträge, den Abschluss von Versicherungen); - Beibehalten des Risikos auf Grundlage einer fundierten Entscheidung (DIN ISO 31000:2018-10).
Risikobeurteilung	Gesamtprozess, der die Risikoidentifikation , die Risikoanalyse und die Risikobewertung umfasst (DIN ISO 31000:2018-10). <i>Hier besteht eine Differenz zwischen der DIN ISO 31000 und der DIN EN ISO 22300, die Begriffe Risikobewertung und -beurteilung sind vertauscht, Die 31000 ist jedoch die neuere Richtlinie</i>
Risikovergleich und Risikobewertung	Ziel des Risikovergleiches ist es, die Funktionseinheiten innerhalb eines Szenarios zu identifizieren, für die das jeweils höchste Risiko besteht (BMI 2011, S. 20). Zudem können Aussagen darüber getroffen werden, welche Szenarien die höchsten Risiken für die Funktionseinheiten hervorbringen (BBK 2016, S. 56). Anschließend sind die Risikoprofile nach dem größten Handlungsbedarf zu bewerten (BBK 2008a, S. 58).
Risikokriterien	Referenzbegriffe, im Vergleich zu denen der Stellenwert eines Risikos beurteilt wird (DIN EN ISO 22300:2021-06), Im Vorliegenden Leitfaden wird dieser Begriff äquivalent zu den definierten Schutzzielen verwendet.
Risikoidentifikation	Prozess des Suchens, Erkennens und Beschreibens von Risiken (DIN EN ISO 22300:2021-06).
Risikominderung	Maßnahmen, die ergriffen werden, um die Eintrittswahrscheinlichkeit und/oder die negativen Auswirkungen eines Risikos zu senken (DIN EN ISO 22300:2021-06).
Risikomanagement	Kontinuierlich ablaufendes, systematisches Verfahren, um Risiken zu identifizieren, analysieren und zu bewerten, um daraus präventive als auch vorbereitende Maßnahmen zur gänzlichen Vermeidung oder wenigsten Reduzierung von Schäden/negativen Konsequenzen abzuleiten
Schadensparameter	Damit Auswirkungen bzw. das Schadensausmaß mess- und vergleichbar ist, müssen für Schutzgüter sogenannte Schadensparameter definiert werden (BBK 2010, S. 29). Schadensparameter können z.B. sein: Tote, Verletzte, politische Auswirkungen, Dauer der Unterbrechung, Menge des Ausfalls etc. Mithilfe dieser Schadensparameter lässt sich also das Schadensausmaß beziffern. Die Schutzgüter basieren auf der Schutzzieldefinition
Schutzgut	Alles, was aufgrund seines ideellen oder materiellen Wertes vor Schaden bewahrt werden soll (BBK 2024).
Schutzziele	Schutzziele beschreiben einen anzustrebenden Sollzustand eines Schutzgutes, der durch effektives Risiko- und Krisenmanagement herbeigeführt oder erhalten werden soll (BMI 2005, S. 53; BMI 2011, S. 13; BBK 2010, S. 60). Das Schutzziel dient als Grundlage für die Erhebung kritischer Prozessbausteine im Rahmen der Kritikalitätsanalyse.

Störung	Beeinträchtigung des Betriebs/der Funktion eines Unternehmens oder einer Organisation, welche mit eigenen Mitteln bewältigt werden kann.
Teilgebiet	Bestandteil der Kritikalitätsanalyse für das Wasser- bzw. Abwassernetz. Ein Teilgebiet ist ein Bestandteil eines Trinkwassernetzes. Zu einem Teilgebiet gehören all die FEW, die in Reihe geschaltet sind. Sobald also ein Zusammenfluss mehrerer Reihen geschieht, so beginnt ein neues Teilgebiet.
Unsicherheit	<p>Bei Kritikalitäts- und Risikoanalysen sind Unsicherheiten zu beachten. Diese können durch statistische Unsicherheiten, aber auch durch den Grad des Wissens bei der Analyse entstehen (Helton und Burmaster 1996; Apostolakis 1990).</p> <p>Die Stärke des Wissens ist abhängig von der Stärke des Wissens der Analysierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einschätzung der Annahmen und Vereinfachungen bzw. den Detailgrad der zugrunde liegenden Pläne der Netze - Einschätzung der Datengrundlage bzw. Datenqualität und die Zuverlässigkeit der Ihren Angaben zugrunde liegenden Informationen - Einschätzung des Einvernehmens der Fachmeinungen - Einschätzung des Verständnisses betrachteter Phänomene bzw. Vorliegen von Modellen <p>(Flage und Aven 2009)</p>
Verletzlichkeit	→ Vulnerabilität
Vernetzungsgrad	Größe zur Bestimmung der Kritikalität im Rahmen der Kritikalitätsanalyse. Anzahl an ein- und ausgehenden Verbindungen einer Funktionseinheit.
Verwundbarkeit	→ Vulnerabilität
Vulnerabilität	Maß für die anzunehmende Schadensanfälligkeit eines Schutzgutes in Bezug auf ein bestimmtes Ereignis (BBK 2024).
Vulnerabilitätsanalyse	Über eine Vulnerabilitätsanalyse wird die Vulnerabilität eines Systems gegenüber bestimmten Schadensszenarien ermittelt. Hierzu existieren verschiedene quantitative und qualitative Methoden.
Vulnerabilitätsindikator	Ein Vulnerabilitätsindikator stellt ein Merkmal dar, welcher zur Messbarkeit der Vulnerabilität herangezogen werden kann.
Wiederanlaufzeit	Ein Vulnerabilitätsindikator. Zeit bis Ersetzbarkeiten ihre Wirkung entfalten.

10.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fallbeispiel Blaues Wasser in Heidelberg	7
Abbildung 2: Verantwortlichkeiten und Anforderungen an die Sicherstellung bzw. Notfallvorsorge in der Trinkwasserversorgung	12
Abbildung 3: Phasen des Risikomanagements (außen) mit Übung und Ausbildung, verzahnt mit Phasen des Krisenmanagements (innen). Die beim regelmäßigen Durchlaufen der Phasen erzielte Verbesserungen werden am linken Rand angedeutet spiralförmig dargestellt.	19
Abbildung 4: Interne Akteure sowie Akteure, die je nach vorliegender Krankenhausstruktur intern oder extern szenarioabhängig zu beteiligen sind	22
Abbildung 5: Externe Akteure, die szenarioabhängig zu beteiligen sind	23
Abbildung 6: Tagesganglinien des Wasserbedarfs für verschiedene Häuser	29
Abbildung 7: Darstellung der Wochenganglinie des spezifischen Trinkwasserbedarfs (kalt) der untersuchten Funktionsbereiche	31
Abbildung 8: Zielstellungen der NOWATER-Risikoanalyse mit Unterzielen der Analyse der Krankenhausprozesse und Wassernetze	34
Abbildung 9: Übersicht Gesamtablauf der Risikoanalyse mit Teilanalyseschritten.	35
Abbildung 10: Ablauf Analyse der Krankenhausprozesse mit allen für die Basisanalyse erforderlichen Teilschritten (Auszug aus Abbildung 9).....	37
Abbildung 11: Schutzziele im Projekt NOWATER (Anlehnung an Borchert und Cwojdzinski 2011, S. 21 und Bäumer 2018, S. 51)	38
Abbildung 12: Vorgehen und zu erhebende Daten der Standortanalyse untergliedert in die Teilanalyse für die Krankenhausprozesse sowie die Teilanalyse der Wasser- und Abwasserinfrastruktur.....	39
Abbildung 13: Vorgehen und zu betrachtende Daten der Kritikalitätsanalyse von Krankenhaus-FE unter Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Betrachtung	41
Abbildung 14: Vorgehen und zu betrachtende Daten der Vulnerabilitätsanalyse	45
Abbildung 15: Bestimmung der Vulnerabilitätsklassen der Krankenhausfunktionseinheiten	45
Abbildung 16: Ablauf der Detailanalyse der Wasser- und Abwassernetze mit den erforderlichen Teilanalyseschritten (Auszug aus Abbildung 8)	51
Abbildung 17: Vereinfachter Wassernetzplan mit Zuordnung der kritischen und wasserabhängigen FE (Überblick)	60
Abbildung 18: Auszug des vereinfachten Wassernetzplans mit Zuordnung der kritischen und wasserabhängigen FE (Detailansicht).....	61
Abbildung 19: Fallbeispiel der Notfallvorsorgeplanung im Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) in den Niederlanden.....	66

Abbildung 20: Vergleich der eingesetzten Stabsstrukturen in deutschen Krankenhäusern aus der durchgeführten Umfrage (n=72)	71
Abbildung 21: Darstellung der bekannten Stabsstrukturen nach FwDV 100, ergänzt um das Sachgebiet S7 „Finanzen, Verwaltung und Rechtsabteilung“, die Stabsstelle Arbeitsschutz und Sicherheit sowie einen Liaison Officer. Zusätzlich besteht die Option der Untergliederung von S3 in Operative Planung und Operative Führung.....	74
Abbildung 22: Verkleinerter Stab aus Abbildung 21, in Anlehnung an FwDV 100, die Aufgaben der Sachgebiete S5-S7 und der Stabsstelle Arbeitsschutz und Sicherheit werden von den Fachabteilungen im Regelbetrieb bewältigt	75
Abbildung 23: Weiter verkleinerter Stab aus Abbildung 21, hier werden zusätzlich die Sachgebiete S1 und S2 zusammengefasst	76
Abbildung 24: Bestandteile und Kombinationsmöglichkeiten der Bestandteile des NOWATER-Demonstrators für die Ersatz- und Notwasserversorgung	83
Abbildung 25: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur (Trink-)Wasserbereitstellung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)	96
Abbildung 26: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur Wasserverteilung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)	97
Abbildung 27: Entscheidungsalgorithmus zur Prüfung der szenariobezogenen Eignung der Komponenten zur Wasserspeicherung im Rahmen der Ersatzwasserversorgung (Kompaktdarstellung)	98
Abbildung 28: Auswertung der Häufigkeit von Übungen in Krankenhäusern aus der durchgeführten Umfrage (n=72).	101
Abbildung 29: 10-Punkte-Plan für die akute Bewältigung eines Infrastrukturausfalls.....	107
Abbildung 30: Fallbeispiel Überschwemmungen in Belgien - Organisatorische Maßnahmen für die Ersatzwasserversorgung	111
Abbildung 31: Fallbeispiel Ersatzwasserversorgung und Abwasserentsorgung während der Flutkatastrophe im Ahrtal 2021.....	114
Abbildung 32: Fallbeispiel dreistündiger Druckabfall in einem Wassernetz.	127

10.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Differenzierung der beteiligten und entscheidungsbefugten Instanzen anhand des Schadensausmaßes (Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an (BBK 2024, S. 20)	13
Tabelle 2:	Mittelwerte und Bandbreite des spezifischen Wasserbedarfs nach DVGW W 410	27
Tabelle 3:	Richt- und Mittelwerte des spezifischen Wasserbedarfs nach VDI 3807 Blatt 2	27
Tabelle 4:	Darstellung der bezogenen Bedarfswerte TWK und der Bezugsgrößen.....	29
Tabelle 5:	Darstellung der spezifischen Bezugsgrößen der ausgewählten Funktionsbereiche sowie der darauf bezogenen mittleren TWK-Volumenströme ($q_{d,m}$).....	30
Tabelle 6:	Tages- (f_d) und Stundenspitzenfaktoren (f_h) der ausgewählten Bettenhäuser und Funktionsbereiche am Standort AGAPLESION MARKUS KRANKENHAUS.....	30
Tabelle 7:	Kritische FE bei Schutzziel 1 (Notbetrieb)	42
Tabelle 8:	Im Projekt NOWATER erarbeitete Szenarien	43
Tabelle 9:	Plausibilitäten der in NOWATER definierten Szenarien.....	44
Tabelle 10:	Hohe bis sehr hohe Vulnerabilität der FE bei Schutzziel 1 (Notbetrieb).....	46
Tabelle 11:	Risikoklassifikation	48
Tabelle 12:	FE mit mindestens mittlerem Risiko bei mindestens einem Szenario bezogen auf Schutzziel 1 (Notbetrieb)	50
Tabelle 13:	Einwirkungsbezogene Konsequenzen der Szenarien.....	53
Tabelle 14:	Szenariospezifische Einwirkungen I. Ordnung mit zugehöriger Vulnerabilität	54
Tabelle 15:	Risikoklassifikation der Wasser- und Abwassernetzkomponenten	55
Tabelle 16:	Kritikalitätskategorien der betrachteten FEW eines Beispielkrankenhauses..	59
Tabelle 17:	Relevante Kenngrößen für die Wasserverteilung mittels mobiler Leitungen ..	84
Tabelle 18:	Technische Daten von Faltbehältern	85
Tabelle 19:	Eigenschaften von Transportbehältern (Anhänger bzw. Abrollcontainer)	86
Tabelle 20:	Eigenschaften der mobilen Aufbereitung des NOWATER Demonstrators	87
Tabelle 21:	Eigenschaften des Multifunktionssystems NOWATER "KTS"	89
Tabelle 22 :	Zusammenfassung des Gesamtvorgehens zur Prüfung der Eignung und zur Priorisierung der Maßnahmen im Rahmen der Ersatzwasserversorgung	94

11 Literaturverzeichnis

- Apostolakis, G. (1990): The concept of probability in safety assessments of technological systems, in: *Science (New York, N.Y.)*, Jg. 250, Nr. 4986, S. 1359–1364, DOI: 10.1126/science.2255906.
- AVBWasserV: 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.
- Bäumer, Jan (2018): *Bedarfsermittlung und Konzeption eines Krisenmanagementplanes für die Ersatztrinkwasserversorgung des Krankenhauses Merheim (Köln)*, Masterarbeit, Köln, TH Köln.
- Baur, Andreas; Fritsch, Peter; Hoch, Winfried; Merkl, Gerhard; Rautenberg, Joachim; Weiß, Matthias und Wricke, Burkhard (2019): *Mutschmann/Stimmelmayer Taschenbuch der Wasserversorgung*, 17. Auflage, Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg.
- BBK (2008a): *Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus*, Leitfaden zur Identifikation und Reduzierung von Ausfallrisiken in Kritischen Infrastrukturen des Gesundheitswesens, (*Critical infrastructure protection: Risk assessment and management in hospitals. Guideline for Identifying and Reducing Failure Risks in Critical Healthcare Infrastructures*), Bonn.
- BBK (2008b): *Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus*, Leitfaden zur Identifikation und Reduzierung von Ausfallrisiken in Kritischen Infrastrukturen des Gesundheitswesens, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe [BBK], Bonn.
- BBK (2010): *Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz*, (*Methods for risk assessment in civil protection*).
- BBK (2016): *Sicherheit der Trinkwasserversorgung. Teil 1: Risikoanalyse*, Bonn.
- BBK (2019): *Sicherheit der Trinkwasserversorgung. Teil 2: Notfallvorsorgeplanung*, Aufl. 1 Bonn.
- BBK (2020): *Handbuch Krankenhausalarm- und einsatzplanung (KAEP)*, Stand: November 2020, Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.
- BBK (2024): *BBK-Glossar, Deutschsprachiges Glossar* [online] https://www.bbk.bund.de/DE/Infothek/Glossar/glossar_node.html [zuletzt geprüft am: 02.05.2024].
- BHKG: *Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG)* Vom 17. Dezember 2015 (NRW).
- BioStoffV: *Biostoffverordnung* vom 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514), die zuletzt durch Artikel 146 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
- BMI (2005): *Schutz Kritischer Infrastrukturen – Basisschutzkonzept*, Empfehlungen für Unternehmen.
- BMI (2009): *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)*, Berlin.
- BMI (2011): *Schutz Kritischer Infrastrukturen - Risiko- und Krisenmanagement*, Leitfaden für Unternehmen und Behörden, Berlin.
- BMI (2016): *Konzeption Zivile Verteidigung*: BMI Berlin.

- Borchert, Janine und Cwojdzinski, Detlef (2011): Statuscheck der Kritischen Infrastrukturen im Krankenhaus durch Risikoanalysen, in: *Swiss Review of Military and Disaster Medicine [SRMDM] Kritische Infrastrukturen*, Jg. 11, Nr. 1, S. 21–25.
- Bross, Lisa (2020): *Wasserversorgung in Notsituationen*, Verfahren zur Beurteilung der Resilienz von Wasserversorgungssystemen unter Berücksichtigung der Ersatz- und Notwasserversorgung, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg.
- BSI (2008): *BSI-Standard 100-4: Notfallmanagement*, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik [BSI], Bonn.
- BSI (2018): *Redundanz, Modularität, Skalierbarkeit* [online] https://www.bsi.bund.de/Shared-Docs/Downloads/DE/BSI/RZ-Sicherheit/redundanz-modularitaet-skalierbarkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [zuletzt geprüft am: 20.09.2023].
- BSI (2023): *Business Continuity Management*, 1. Auflage, Köln: Reguvis Fachmedien.
- Cabinet Office (2010): *Strategic Framework and Policy Statement on Improving the Resilience of Critical Infrastructure to Disruption from Natural Hazards*, London.
- CDC und AWWA (2019): *Emergency Water Supply Planning Guide for Hospitals and Health Care Facilities*.
- Cwojdzinski, Detlef (2008): *Leitfaden Krankenhausalarmplanung*: In 2 Bänden, Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) (2022): *Hygiene bei Baumaßnahmen in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen*, in: *Hygiene und Medizin*, Nr. 47.
- DIN 14011:2010-06, DIN 14011:2010-06 Begriffe aus dem Feuerwehrwesen.
- DIN 2001-3:2015-12, *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*.
- DIN EN 806-4:2010-06, DIN EN 806-4 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 4: Installation.
- DIN EN 806-5:2012-04, DIN EN 806-5 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 5: Betrieb und Wartung.
- DIN EN 1717:2011-08, *Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen*.
- DIN EN ISO 9001:2015-11, *Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen*, Deutsche und Englische Fassung.
- DIN EN ISO 14001:2015-11, *Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*, Deutsche und Englische Fassung.
- DIN EN ISO 22300:2021-06, *Sicherheit und Resilienz - Begriffe*, Deutsche Fassung.
- DIN EN ISO 22301:2020-06, *Sicherheit und Resilienz - Business Continuity Management System - Anforderungen*, Deutsche Fassung.
- DIN ISO 22320:2019, *Sicherheit und Resilienz - Gefahrenabwehr - Leitfaden für die Organisation der Gefahrenabwehr bei Schadensereignissen*.
- DIN EN ISO 22361:2023-02, *Sicherheit und Resilienz - Krisenmanagement - Leitlinien*, Deutsche Fassung.
- DIN ISO 31000:2018-10, *Risikomanagement - Leitlinien*.

- Dülks, J; Neuner, S; Kaufmann, J; Büyük B. und Fekete, Alexander (2022): Informelle Netzwerke als Teil des Wissensmanagements in Organisationen des Bevölkerungsschutzes - Nutzen, Probleme, Etablierung und Anerkennung, in: *Notfallvorsorge*, Jg. 53, Nr. 3, S. 20–31.
- DVG (2019): Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation, DVG. DVGW W 270:2007-11, Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich - Prüfung und Bewertung.
- DVGW W 290(A):2018-05, Trinkwasserdesinfektion; Einsatz- und Anforderungskriterien.
- DVGW W 291:2021-12, Reinigung und Desinfektion von Wasserversorgungsanlagen.
- DVGW W 551-2:2022-08, Hygiene in der Trinkwasser-Installation – Teil 2: Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten; Methodik und Maßnahmen zu deren Behebung.
- DVGW W 551-3:2022-08, Hygiene in der Trinkwasser-Installation – Teil 3: Reinigung und Desinfektion.
- DVGW W 1020: 2018-03, Empfehlungen und Hinweise für den Fall von Abweichungen von Anforderungen der Trinkwasserverordnung; Maßnahmenplan und Handlungsplan.
- Endsley, Mica R. (2000): *Situation awareness analysis and measurement*, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Erbert, Thomas (2011): *Evakuierung in Kliniken und Pflegeeinrichtungen*, Planen - unterweisen - trainieren, Heidelberg: Ecomed Sicherheit.
- Fekete, Alexander (2011): Common criteria for the assessment of critical infrastructures, in: *International Journal of Disaster Risk Science*, Jg. 2, Nr. 1, S. 15–24, DOI: 10.1007/s13753-011-0002-y.
- Ferch, H. und Melioumis, M. (2005): *Führungsstrategie: Großschadenlagen beherrschen*: Kohlhammer.
- Flage, Roger und Aven, Terje (2009): Expressing and communicating uncertainty in relation to quantitative risk analysis (QRA), in: *Reliability & Risk Analysis: Theory & Application*, Jg. 2, Nr. 13, S. 9–18.
- Frommer, Jana-Andrea und Epple, Günther (2022): Organisation im Krisenmodus, in: Patricia M. Schütte; Yannic Schulte; Malte Schönefeld und Frank Fiedrich, *Krisenmanagement am Beispiel der Flüchtlingslage 2015/2016*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 41–85.
- FwDV 100: Feuerwehr-Dienstvorschrift 100: Führung und Leitung im Einsatz, Führungssystem. Beschlossene Fassung des AFKzV - 10.03.1999.
- GefStoffV: Gefahrstoffverordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die zuletzt durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
- GenTG: Gentechnikgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2066), das zuletzt durch Artikel 21 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626) geändert worden ist.
- Harvard School of Public Health Emergency Preparedness and Response Exercise Program (HSPH-EPREP) und Massachusetts Department of Public Health (MDPH) (2014): *MDPH Hospital Evacuation Toolkit*, Evacuation Toolkit Planning Guide [online] <https://www.mass.gov/lists/hospital-evacuation-toolkit> [zuletzt geprüft am: 18.09.2023].
- HmbKHG; Hamburgisches Krankenhausgesetz vom 17. April 1991 zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 17. Dezember 2018 (HmbGVBl. 2019 S. 5, 8).

- Helton, Jon C. und Burmaster, David E. (1996): Guest editorial: treatment of aleatory and epistemic uncertainty in performance assessments for complex systems, in: *Reliability Engineering & System Safety*, Jg. 54, Nr. 2-3, S. 91–94, DOI: 10.1016/S0951-8320(96)00066-X.
- Hoffmann, Werner H. (2004): Stichwort „Allianz, strategische“, in: Georg Schreyögg, *Handwörterbuch Unternehmensführung und Organisation*, 4., völlig neu bearb. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 11–20.
- IfSG: Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 587) geändert worden ist.
- ISO/IEC 27001:2022-10, Informationssicherheit, Cybersicherheit und Datenschutz - Informationssicherheitsmanagementsysteme - Anforderungen.
- Jost, C; Frey, G; Lampl, L. und Helm, M. (2008): Evakuierung des Bundeswehrkrankenhauses Ulm nach einer Bombendrohung, in: *Wehrmedizin und Wehrpharmazie*, Jg. 32, Nr. 3, S. 69–73.
- Kramer, Stefan (2020): Blaues Trinkwasser in Heidelberg, Gesundheitsamt Rhein-Neckar-Kreis [online] https://www.dvgw.de/medien/dvgw/regional/bw/pdf/Bezirksgruppen_Winterprogramm/DVGW_Winterprogramm19_20_Wasser_Blaues_Tinkwasser_Heidelberg.pdf [zuletzt geprüft am: 14.03.2024].
- KHGG NRW: Krankenhausgestaltungsgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 11. Dezember 2007.
- Lauwe, Peter und Mayer, Julia (2017): Risikoanalyseverfahren und Schutzzieldefinition, in: Harald Karutz; Wolfram Geier und Thomas Mitschke, *Bevölkerungsschutz, Notfallvorsorge und Krisenmanagement in Theorie und Praxis*, Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg, S. 132–138.
- LKHG RP: Landeskrankenhausgesetz Rheinland-Pfalz vom 28.11.1986 (GVBl. S. 342, BS 2126-3), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 19. Dezember (GVBl. S. 448) geändert worden ist.
- LKHG B-W: Landeskrankenhausgesetz Baden-Württemberg in der Fassung vom 29. November 2007.
- Leledakis, Georgios (2017): Brand und Notfallevakuierung im Krankenhaus der Maximalversorgung, in: *Der Notarzt*, Jg. 33, Nr. 03, S. 104–108, DOI: 10.1055/s-0042-117786.
- Markakis, C; Dalezios, M; Chatzicostas, C; Chalkiadaki, A; Politi, K. und Agouridakis, P. J. (2006): Evaluation of a risk score for interhospital transport of critically ill patients, in: *Emergency medicine journal: EMJ*, Jg. 23, Nr. 4, S. 313–317, DOI: 10.1136/emj.2005.026435.
- Maurer, K. (2000): Evakuierung von Krankenhäusern und Altenheimen: Zwei Einsatzbeispiele, in: *Forum Rettungsdienst*, S. 181–191.
- Ochi, Sae; Nakagawa, Atsuhiko; Lewis, James; Hodgson, Susan und Murray, Virginia (2014): The great East Japan earthquake disaster: distribution of hospital damage in Miyagi Prefecture, in: *Prehosp Disaster Med*, Jg. 29, Nr. 3, S. 245–253, DOI: 10.1017/S1049023X14000521.
- PDV 100: Polizei Dienstvorschrift 100: Führung und Einsatz der Polizei. VS-NfD Ausgabe 2012, Stand 01/2016.
- StrSchV: Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 748) geändert worden ist.

- ThürKHG: Thüringer Krankenhausgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 zuletzt geändert durch Gesetz vom 2. Juli 2019 (GVBl. S. 209).
- TransnetBW GmbH; 50Hertz Transmission GmbH; Amprion GmbH und TenneT TSO GmbH (o.J.): Glossar - N [online] <https://www.netzentwicklungsplan.de/de/wissen/glossar/n> [zuletzt geprüft am: 24.02.2021].
- TransnetBW GmbH; 50Hertz Transmission GmbH; Amprion GmbH und TenneT TSO GmbH (2012): Grundsätze für die Planung des deutschen Übertragungsnetzes [online] <https://www.transnetbw.de/downloads/uebertragungsnetz/netzentwicklung/planungs-grundsaeetze.pdf> [zuletzt geprüft am: 24.02.2021].
- TrinkwV: Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 Nr. 159, 2).
- World Health Organisation (WHO) (2010): *Safe Hospitals in Emergencies and Disasters, Structural, Non-structural and Functional Indicators*, Genf, Schweiz.
- Scholl, Holger und Wagner, Klaus (2010): *Alarm- und Einsatzplanung: Risiko- und Krisenmanagement in Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie in Alten- und Pflegeheimen*, Edewecht: Stumpf + Kossendey.
- Siebel, Mark (2003): Plausibilität, Wahrscheinlichkeit, Kohärenz, (Plausibility, Probability, coherence), in: *Proceedings der GAP.5, Bielefeld, 22.-26.09.2003*, Paderborn: mentis Verlag GmbH, S. 258–271.
- Stolzenburg, Kathrin (2017): *Schutz Kritischer Infrastrukturen - Identifizierung in sieben Schritten*, Praxis im Bevölkerungsschutz, Stand: Oktober 2017, Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.
- UBA (2022): *Bewertungsgrundlage für Kunststoffe und andere organische Materialien im Kontakt mit Trinkwasser*, KTW-BWGL, BANz AT 16.03.2022 B11.
- Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) (2018): *VCI-Leitfaden Notfallmanagement - Gefahrenabwehr*, Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) [online] <https://www.vci.de/langfassungen/langfassungen-pdf/vci-leitfaden-notfallmanagement-gefahrenabwehr.pdf> [zuletzt geprüft am: 18.09.2023].
- VDI/BTGA/ ZVSHK 6023:2018-01, VDI/BTGA/ ZVSHK 6023, *Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Gefährdungsanalyse*.
- VDI 3807 Blatt 2:2014-11, *Verbrauchskennwerte für Gebäude - Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser*.
- WasSV: Erste Wassersicherstellungsverordnung vom 31. März 1970 (BGBl. I S. 357).
- WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist.
- Willoughby, Melissa; Kipsaina, Chebiwot; Ferrah, Noha; Blau, Soren; Bugeja, Lyndal; Ranson, David und Ibrahim, Joseph Elias (2017): *Mortality in Nursing Homes Following Emergency Evacuation: A Systematic Review*, in: *Journal of the American Medical Directors Association*, Jg. 18, Nr. 8, S. 664–670, DOI: 10.1016/j.jamda.2017.02.005.
- Winko, Simone (2015): *Zur Plausibilität als Beurteilungskriterium literaturwissenschaftlicher Interpretationen*, (On Plausibility as a Criterion for the Evaluation of Scientific Literary Interpretations), in: Andrea Albrecht; Lutz Danneberg; Olav Krämer und Carlos Spoerhase, *Theorien, Methoden und Praktiken des Interpretierens*, Berlin, Munich, Boston: DE GRUYTER, S. 483–511.

World Health Organization (2021), Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change. Geneva; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

ZSKG: Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz vom 25. März 1997 (BGBl. I S. 726), das zuletzt durch Artikel 2 Nummer 1 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2350) geändert worden ist.

ISBN 978-3-943207-80-4