

Aus der Klinik für Radiologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Resilienzindex zur Selbstbewertung kritischer Infrastruktur für
Krankenhäuser. Eine explorative qualitative Systemanalyse.

Resilience index for critical infrastructure self-assessment for hospitals.
An exploratory qualitative systems analysis.

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Dipl.-Päd. (Univ.) Rico Uwe Hübner, M.A.

Datum der Promotion: 25.06.2023

Inhaltsverzeichnis

Tabellen und Abbildungen	3
1. Einleitung und Fragestellung.....	6
1.1. Theoretische Rahmenbedingungen	6
1.2. Stand der Forschung.....	16
1.2.1. Systematische Literaturrecherche.....	20
1.2.2. Kurzanalyse und Erläuterung des Hospital Safety Index (HSI)	23
1.2.3. Forschungslücke	26
2. Material und Methodik.....	27
3. Ergebnisse	38
3.1. Erstellung des Grundmodells	39
3.2. Interviews I - Komplexitätsreduktion.....	41
3.3. Interviews II - Interdependenzanalyse.....	58
3.3.1. Allgemeiner Teil der Validierung	58
3.3.2. Gewichtung der Unterkategorien	63
3.4. Das KRITIS-Modell für Krankenhäuser	69
3.5. Beantwortung der Forschungsfragen	72
4. Diskussion und Ausblick	74
4.1. Limitierungen in der Forschungsfrage und Methodik.....	75
4.2. Praxisrelevanz und Anwendungen	78
4.3. Notwendige weitere Forschung.....	81
Literatur	84
Anlagen	92
Eidesstattliche Versicherung	96
Lebenslauf.....	97
Danksagung	99
Nachweis Methodenberatung	100

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Ergebnisse der Literaturrecherche.....	22
Tabelle 2: Bewertungsschema im Hospital Safety Index.....	24
Tabelle 3: Auswahlschema der Interviewpartner*innen für die Interviews.....	33
Tabelle 4: Kategorien und Unterkategorien; Aktiv- u. Passivsummen	65
Tabelle 5: Multiplikator zur Selbstbewertung (Vorschlag).....	68
Tabelle 6: Bewertung der Gesamtresilienz (Vorschlag).....	69
Tabelle 7: Gewichtung von KRITIS im Krankenhaus.....	71
Tabelle 8: Exemplarische Selbstbewertung einer KRITIS-Kategorie.....	72
Abbildung 1: Zirkulärer Forschungsprozess nach Flick 2002, S.73	29
Abbildung 2: Grafischer Untersuchungsplan	32
Abbildung 3: Systemmodell KRITIS im Krankenhaus - Entwurf.....	40
Abbildung 4: Reduziertes Systemmodell KRITIS im Krankenhaus.....	42
Abbildung 5: Interdependenzanalyse - Mittelwerte aller Interviews	64
Abbildung 6: Aktiv- u. Passivsummen der Einflussmatrix.....	65
Abbildung 7: Aktiv- u. Passivsummen im Punktdiagramm nach Vester.....	66
Abbildung 8: Interaktion, Aktivität und Gewichtung von KRITIS im Krankenhaus.....	70

Abstrakt

Hintergrund: Die Kritische Infrastruktur in Krankenhäusern (KRITIS) ist durch die Auswirkungen der COVID-19 Pandemie und auch der Ereignisse in der Ukraine in den Fokus der Resilienzforschung gerückt. Die vorliegende Grundlagenuntersuchung analysiert Gesamtzusammenhänge, kategorisiert und quantifiziert diese. Bisherige Forschungen untersuchten nur Schadenslagen begrenzten Ausmaßes mit geringer KRITIS-Beteiligung: Worst Case Studien fehlen jedoch.

Fragestellung: Ist es möglich, ein kategorisiertes und gewichtetes Modell zur Selbstbewertung der Resilienz Kritischer Infrastruktur in Krankenhäusern für das exemplarische Szenario eines längeren überregionalen Stromausfalls zu erstellen und zu bewerten?

Material und Methoden: Das Forschungsdesign ist explorativ. Mit Expert*innen aus acht Kliniken unterschiedlicher Versorgungsstufen wurde in einer qualitativen Systemanalyse das Modell anonym erstellt, gewichtet und getestet. Der Resilienzindex wurde dann mithilfe von adaptierten Interdependenzanalysen berechnet.

Ergebnisse: 7 Kategorien und 24 Unterkategorien wurden identifiziert. Die Netzersatzanlage (E1) hat die größten Auswirkungen auf alle anderen Bereiche. Das Pflegepersonal (P2) ist für seine Arbeit am stärksten von allen anderen abhängig. Die kritischsten Elemente sind das Lagezentrum/ der Führungsstab (Z1) und Technisches Personal (P3), von denen das gesamte System abhängt. Aus den gewichteten Einzelementen lässt sich eine Gesamtresilienz für ein Krankenhaus berechnen (Resilienzindex).

Diskussion: Die Kategorisierung und Quantifizierung der KRITIS in Krankenhäusern mit dem Ziel der Resilienzmessung und Optimierung ist möglich. Das erarbeitete Modell erlaubt eine schnelle Anpassung an sich wandelnde Ausgangslagen und kurz- sowie mittelfristig realisierbare Resilienzsteigerungen. Die qualitativen Ergebnisse sollten im Rahmen weiterer quantitativer Forschung erweitert und präzisiert werden.

Abstract

Background: Critical infrastructure in hospitals (CRITIS) has become the focus of resilience research due to the impact of the COVID-19 pandemic and the events in Ukraine. This basic research analyzes, categorizes, and quantifies the overall context. Previous research examined damage situations of limited extent with low CRITIS involvement: Worst case studies are lacking.

Objectives: Is it possible to create and evaluate a categorized and weighted model for the self-assessment of critical infrastructure resilience in hospitals for the exemplary scenario of a prolonged supra-regional power outage?

Material and Methods: The research design is exploratory. With experts from eight hospitals of different levels of care, the model was anonymously created, weighted and tested in a qualitative system analysis. The resilience index was then calculated using adapted interdependence analyses.

Results: 7 categories and 24 subcategories were identified. Network replacement (E1) had the greatest impact on all other domains. The nursing staff (P2) is most dependent on all others for its work. The most critical elements are the Situation Centre/Command Staff (Z1) and Technical Personnel (P3) on which the entire system depends. From the weighted individual elements, an overall resilience for a hospital can be calculated (resilience-index).

Discussion: The categorization and quantification of CRITIS in hospitals with the goal of resilience measurement and optimization is possible. The model developed allows rapid adaptation to changing initial situations and increases in resilience that can be realized in the short and medium term. The qualitative results should be extended and specified in the context of further quantitative research.

1. Einleitung und Fragestellung

Die Resilienz von Menschen, Organisationen und sogar ganzen Staaten ist in den letzten Jahren zu einem medial getragenen und häufig bedeutungsfremd verwandten geflügelten Wort geworden. Es ist fast schon selbstverständlich, den Herausforderungen einer sich verändernden und gefährlichen Welt zäh und widerstandsfähig zu begegnen. Mit dem Blick auf aktuelle weltpolitische Ereignisse stellt sich die Frage nach der Resilienz in unserem Gesundheitssystem verständlicherweise auch für die Krankenhäuser in Deutschland, die einen maßgeblichen Beitrag zu dessen Funktionalität liefern. Die vorliegende Arbeit setzt sich als Grundlagenuntersuchung mit dem häufig vernachlässigten Bereich der Kritischen Infrastruktur in Krankenhäusern (und deren Resilienz) auseinander und wird ihren Beitrag zu einem besseren Verständnis der Gesamtzusammenhänge liefern.

1.1. Theoretische Rahmenbedingungen

Als wichtigster Begriff dieser Untersuchung wird zuerst die Resilienz eine Definition erfahren. Resilienz bedeutet wörtlich übersetzt (von lat. „resiliere“) etwa so viel wie zurückspringen oder abprallen [1, S. 1], also je nach Problemstellung die Fähigkeit, nach einem beeinflussenden Ereignis zu einem Ausgangszustand zurückzukehren. Für die vorliegende Analyse von Krankenhäusern abgeleitet, wird deren Fähigkeit beschrieben, auch unter widrigen bzw. extremen Rahmenbedingungen die Leistungsfähigkeit aus dem Regelbetrieb aufrecht zu erhalten. Mehr noch, die Organisationswissenschaften haben hier während der zurückliegenden Jahre große Fortschritte verzeichnen können und in die Grundüberlegung der *Widerstands- und Erholungsfähigkeit* weitere Elemente wie *Anpassungsfähigkeit* und *Vorausschau/Planung* integriert [2]. Die Fähigkeit zur Innovation gewinnt hierbei innerhalb von Organisationen aufgrund zunehmend fragiler Rahmenbedingungen kontinuierlich an Bedeutung [3]. Für die Definition des Begriffs der Resilienz sind stets die Rahmenbedingungen bzw. die Fragestellung einzubeziehen, um wissenschaftliche Fragestellungen auch im richtigen Kontext betrachten zu können.

Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind eine weitere Begrifflichkeit, deren definitorische Abgrenzung für das Verständnis dieser Untersuchung notwendig ist. Es handelt sich dabei laut Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI) um „Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“ [4] Die vorstehende Definition des BMI wurde dieser Arbeit zugrunde gelegt, da sich durch das BMI für die untersuchten Krankenhäuser die deutlichsten Rechtsfolgen im Zusammenhang mit Planungen und Handlungen ergeben. Diese können sich bereits jetzt (z.B. durch das IT-Sicherheitsgesetz oder das BSI-Gesetz) oder zukünftig (ab Ende 2023 geplantes KRITIS-Dachgesetz [5]) auswirken.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Themenverantwortung für die in dieser Arbeit behandelten Fragestellungen. Analytisch gesehen gibt es nicht „die eine“ Wissenschaft, die sich mit Katastrophen, Krisen und Resilienz befasst. Es ist somit unumgänglich, jede Arbeit an einem Thema dieser Forschungsgebiete immer auch durch eine interdisziplinäre Brille zu betrachten, ohne dabei den Fokus seines eigenen Fachgebietes zu verlieren

Der Katastrophenbegriff kann definitorisch eingegrenzt werden durch die überdurchschnittliche Gefährdung von Menschen und Sachwerte durch Ereignisse und bestimmte hoheitliche Maßnahmen zu deren Schutz erforderlich werden [6]. Die Soziologie stellt hier zurecht die Frage nach den zugrunde liegenden Referenzwerten, also der Handlungsschwelle und fordert überdies auch eine Differenzierung von gesamtgesellschaftlichen Prozessen und konkreter Fokussierung auf den Einzelfall [7]. Gerade die benannte fehlende Handlungsschwelle, ebenfalls auch bei Weick und Sutcliffe [8] oder Vogus und Suttcliffe [9] bereits aus Sicht der Managementforschung als geradezu lähmendes Element in der Reaktion auf kritische Ereignisse hervorgehoben, ist es, die notwendige (Führungs-)Entscheidungen verhindert und/oder zu politischer Übervorsicht führt. Wichtigste soziologische Erkenntnis mit Blick auf die Resilienz ist, dass man sie zwar stetig verbessern, anpassen, kann, jedoch dabei nie erreichen wird, da die gesellschaftlichen (globalen) Rahmenbedingungen schlichtweg nicht statisch sind. Mittlerweile hat sich der Begriff VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity und Ambiguity) zur Beschreibung dieses Settings etabliert [10].

Lösungsansätze für diese Problematik, die auch in der methodischen Gestaltung dieser Arbeit zum Tragen kommen, sind beispielsweise eine deutliche Distanzierung vom Zwang zur Rationalität, vom Drang, die Komplexität bis ins Detail verstehen zu wollen und in der Folge weniger Abhängigkeit von Einzelelementen und mehr die Ermöglichung resilienzförderlicher Rahmenbedingungen [7].

Dass die globale Katastrophensoziologie und damit auch die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Resilienz und Verletzlichkeit gleich vor mehreren Herausforderungen, wenn nicht sogar Mauern, steht, zeigt Lorenz [11] in seiner Rezension zu Kathleen Tierneys Soziologischem Blickwinkel auf vergangene Katastrophenereignisse [12]. Die Branche krankt, so Lorenz, an fehlender Globalisierung, Uneinigkeit bezüglich empirischeren Vorgehens, einer geradezu ausufernden analytischen Schwerpunktsetzung, einer überproportionalen Fixierung auf die Retrospektive oder auch dem fehlenden Blick über den Tellerrand hinüber zu anderen soziologischen Phänomenen, wie etwa Konflikten, deren Auswirkungen auf Fragestellungen häufig unberücksichtigt blieben. In der vorliegenden Arbeit wird daher auch die Ressource Mensch für das Gesamtkonstrukt eine entsprechende Berücksichtigung erfahren.

Einer interdisziplinären Betrachtung der Resilienz Kritischer Infrastruktur mit Fokussierung auf die wissenschaftlichen Risiken widmeten sich Fekete et al. [13] und folgerten vor allem auch eine Gefahr der Fehlinterpretation bei der Evaluierung von Resilienz, eine Multikomponentenmessung bis hin zur Überkomplexität. Exakt diese Überlegungen führten im Rahmen dieser Arbeit auch zu einer besonders sorgfältigen Auswahl der Methoden (Einfluss-Matrix) und Hinterfragung der Ergebnisse.

Dass von den entsprechenden Akteuren der betrachteten Systeme, sowohl von den Forschenden (Makroebene) als auch von den Handelnden (Mikroebene), letztlich eine Grundbefähigung an Risikokompetenz erwartet wird, um das Kausale vom Korrelat oder Wahrscheinlichkeiten von Häufigkeiten abgrenzen zu können und die richtigen Schlüsse zu ziehen, ist nach Gigerenzer [14] ebenfalls eine interdisziplinäre Herausforderung, die jedoch als ein Bildungsauftrag der Gesellschaft zu verstehen ist und im Sinne von Immanuel Kant zur Erlangung einer Mündigkeit beiträgt [14, S. 33 ff.]. In welcher Beziehung Resilienz (in welcher Form auch immer) und Mündigkeit des Individuums miteinander stehen könnten, ist eine soziologisch wichtige Fragestellung jedoch nicht Teil dieser Arbeit.

Wie vorstehend deutlich wurde, ergibt sich für die Resilienz der KRITIS eine Verantwortung innerhalb von Gesellschaften nicht allein aufgrund der Natur der Sache heraus, da allein schon die Ebenen Wissenschaft, Politik oder Gesellschaft sich uneins über Begriffe, Tragweiten und Inhalte sind. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, durch den Gesetzgeber klare Definitionen und Verantwortlichkeiten festzuschreiben, auch wenn wissenschaftlich zu einer Thematik noch kein Konsens gefunden wurde.

Eine detaillierte Festlegung von Sektoren und Branchen kritischer Infrastrukturen erfolgte durch die Bundesregierung beginnend 2009 mit der Nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen und wird durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) auf der Internetseite www.kritis.bund.de fortgeschrieben. Zu den Sektoren gehören laut vorgenannter Quelle im Einzelnen Energie, Gesundheit, Staat und Verwaltung, Ernährung, Transport und Verkehr, Finanz- und Versicherungswesen, Informationstechnik und Telekommunikation, Medien und Kultur sowie Wasser. Die Sektoren sind in keinem Fall für sich allein zu betrachten und zu bewerten, sondern existieren stets in einer komplexen Vernetzung untereinander.

Die verfügbaren Definitionen kritischer Infrastruktur seit 2009 sind alle auf eine gesamtstaatliche Betrachtungsweise ausgerichtet, also auf einer Meta-Ebene angesiedelt. Hierbei wird komplett vernachlässigt, dass es durchaus auch auf Meso- und Makroebenen vergleichbare Konstrukte gibt, denen die Definitionen jedoch nicht gerecht werden können. Beispiele hierfür wären die kritische Infrastruktur einer Stadt oder, wie in der vorliegenden Arbeit betrachtet, die kritische Infrastruktur eines Krankenhauses. In weiterführenden Dokumenten und Ratgebern [15] wird im Einzelnen darauf eingegangen, wie sich Betreiber kritischer Infrastrukturen auf Schadensszenarien vorbereiten können, ohne jedoch dabei die verschiedenen Ebenen zu differenzieren.¹

Gesetzliche Vorgaben zur Sicherheit von KRITIS in Deutschland erfolgen zum derzeitigen Forschungsstand (2022/23) beispielsweise im Rahmen von Maßnahmen zum Schutz der IT von Betreibern Kritischer Infrastruktur unter Federführung des

¹ Hinweis zur Schreibweise: Häufig sorgen gemischte Groß- und Kleinschreibung der Begrifflichkeit der Kritischen Infrastruktur in Publikationen für Verwirrung. Richtig ist die Großschreibung bei Erwähnung der definitorisch klar abgegrenzten KRITIS als Eigenname. Darüber hinaus existieren noch zahlreiche kritische Infrastrukturen, die nicht Bestandteil der definierten KRITIS sind. Hier ist dann die Kleinschreibung anzuwenden. Nicht immer ist dies korrekt umgesetzt, wird bei Zitationen und Verweisen auf andere Arbeiten in diesem Dokument jedoch originalgetreu wiedergegeben.

Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Beispiele sind das Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme, die BSI-Kritisverordnung oder auch das Zweite Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme. Ziel dieser Regulierung sind neben einer Identifikation und Einordnung von Unternehmen und Einrichtungen der KRITIS auch klare Vorgaben zu deren Ausstattung (z.B. Systeme der Angriffserkennung) und Verhalten (z.B. Meldepflichten). Das BSI zertifiziert Cybersicherheit für Akteure der KRITIS und ist damit maßgeblich an deren Betreibererlaubnis beteiligt. Das Modell der Regulierung von IT im Bereich KRITIS kann somit als Wegbereiter für die anderen Sektoren (oder auf der Mikroebene Faktoren) betrachtet werden. Ebenfalls als sehr hilfreich in Bezug auf die Schulung und Information verantwortlicher Personen haben sich hier offene Austausch- und Informationsplattformen wie [openkritis.de](https://www.openkritis.de) erwiesen. Wie bei jeder Internetquelle obliegt es allerdings auch hier dem Nutzer, Aktualität und Integrität der bereitgestellten Inhalte selbst zu verifizieren.

Die Bewertung der Relevanz und auch Brisanz der vorliegenden Thematik erfordert zunächst eine kurze Einordnung in den politischen wie auch sozialen Kontext. Mit dem Ende des Kalten Krieges war Deutschland ab 1990 geographisch nur noch von politischen Freunden umgeben und die staatliche Krisenvorsorge trat in den Hintergrund. Auch nichtstaatliche Bemühungen zur Entwicklung einer gewissen systemischen oder organisationalen Widerstandsfähigkeit (Resilienz) wurden fortan nicht mehr gefordert oder gefördert [16]. Mögliche Naturereignisse (Katastrophen) und lokal begrenzte Einzellagen wie Bombendrohungen traten zunächst als mögliche Szenarien für eine Notwendigkeit staatlicher wie auch individueller Krisenvorsorge wieder in den Vordergrund. Die europaweite Hochwasserlage 2002 erforderte auch in Deutschland ein schnelles, konsequentes und professionelles Handeln des Katastrophenschutzes. Es zeigten sich merkliche Defizite in der strukturellen wie auch organisatorischen Leistungsfähigkeit des Katastrophenschutzes, die im Anschluss aufgearbeitet wurden, in Sachsen beispielsweise durch eine unabhängige Kommission [17]. Szenare, welche lange nicht mehr geübt wurden, wie die kurzfristige Evakuierung von Krankenhäusern unter erschwerten Bedingungen, gewannen wieder Relevanz. Im Jahr 2021 warnte der Oberbürgermeister der damals stark betroffenen Stadt Grimma davor, in Bezug auf die im Kommissionsbericht gefolgerten notwendigen Maßnahmen in Vorbereitung auf derartige Ereignisse in eine „Hochwasserdemenz“ zu verfallen [18]. Überdies kann

festgestellt werden, dass die bereits 2002 geäußerte deutliche Kritik an der föderalen Aufteilung von Zivil- und Katastrophenschutz zwischen Bund und Ländern bis heute den politischen Diskurs befeuert und eine Lösung nicht in Sicht scheint.

Simulierte Großschadenslagen, die sich auch deutlich über Verwaltungsgrenzen hinweg erstrecken und das System der staatlichen Prävention und Handlungsfähigkeit an seine Grenzen bringen, spielten zunächst in der Vorsorgeplanung keine Rolle mehr. Das änderte sich im November 2004 mit der vom Bundesministerium des Innern initiierten und unter Federführung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) umgesetzten Großübung LÜKEX 04, in welcher länderübergreifend ein mehrwöchiger Stromausfall im Winter in den Ländern Bayern und Baden-Württemberg geübt wurde. Gleichzeitig forderten fiktive Terroranschläge in Berlin und Schleswig-Holstein den Einsatz vielfältigster Fähigkeiten wie auch Planungs- und Entscheidungsebenen [19].

Im Zuge der Fußball-WM 2006 in Deutschland wurden im Katastrophenschutz zahlreiche Konzepte anhand errechneter möglicher Großschadenslagen erarbeitet und häufig auch erprobt [20].

Im Jahr 2009 erließ das Bundesministerium des Innern die Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastruktur [4], welche 2011 gefolgt wurde vom Leitfaden zum Schutz Kritischer Infrastrukturen des Bundesministerium des Innern 2011 [15]. Letzteres Dokument beschreibt und analysiert für die Zielgruppe Unternehmen und Behörden mit einem gesamtstaatlichen Blick Rahmenbedingungen, Risiken und Maßnahmen. Checklisten und Leitfäden im Anhang bieten einen sehr guten ersten Anhalt, um sich mit der Thematik zu befassen, man bleibt jedoch in den Darstellungen sehr abstrakt und unspezifisch. Neben Naturereignissen und Risiken aus technischem/menschlichem Versagen wurden ebenfalls Kriminalität, Terrorismus und Krieg in die Risikobetrachtung aufgenommen. Jedoch blieben die Autoren schuldig, welche konkreten Beeinträchtigungen eine kriegerische Auseinandersetzung für die KRITIS in Deutschland nach sich ziehen könnte.

Ein sehr umfangreiches und aussagekräftiges Werk mit der Fokussierung auf einen großflächigen und längerdauernden Stromausfall in Deutschland ist die sogenannte Blackout-Folgen Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag aus dem Jahr 2011 [21]. Zu den möglichen Ursachen eines Blackouts

führen die Autoren ebenfalls Sabotagehandlungen ins Feld, zu welchen es Fähigkeiten bedarf, die vornehmlich bei staatlichen Akteuren zu finden sind:

„Ein fiktives, aber hinreichend plausibles Ursachenszenario sei zur Illustration angeführt: Durch gezielte und überraschende Aktionen würde zeitgleich am Standort mehrerer Kraftwerke in Deutschland im Maschinentransformator ein Brand ausgelöst; zahlreiche Transformatoren würden zerstört und funktionsuntüchtig. In großen Teilen Deutschlands fiel in der Folge der Strom aus. Nach etwa 24 Stunden wäre den Verantwortlichen vor Ort und in den zentralen Krisenstäben der Versorgungsunternehmen wie den Behörden bewusst, dass der Stromausfall einige Wochen dauern könnte.“ [21, 64f]

Die Untersuchung unterstreicht eine weitreichende Abhängigkeit zahlreicher anderer Elemente kritischer Infrastruktur von Elektrizität, wie zum Beispiel IT und Telekommunikation, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung oder auch die Versorgung mit Lebensmitteln. Zur Notstromversorgung in Krankenhäusern werden lediglich verallgemeinerte Aussagen getroffen, die keinesfalls auf alle Krankenhäuser in Deutschland Anwendung finden dürften. Variablen, anhand derer resilientere von weniger resilienten Kliniken unterschieden werden können, wurden nicht erhoben. Schlussfolgerungen bezüglich der Leistungsfähigkeit von Einrichtungen zur Notstromversorgung entsprechen mittlerweile nicht mehr dem Stand der Technik und bedürften einer Neubewertung. Weiterhin von höchster Relevanz sind hingegen die in einer Zeitlinie dargestellten Kaskadeneffekte innerhalb der internen Infrastruktur von Krankenhäusern bei einem Stromausfall, wie etwa Überlastung der Telefonanlage, Ausfall der Küche, Kühlung von Medikamenten oder Probleme bei der Wasserversorgung. Das Fazit aus 2011 ist zehn Jahre später aktueller denn je und bringt zusammengefasst zum Ausdruck, dass das Gesundheitssystem in Deutschland bei einem großflächigen Stromausfall bereits nach 24 Stunden ein kritisches Niveau erreicht hat und nach einer Woche vor seinem Zusammenbruch stünde, da neben Elektrizität auch Lebensmittel, Betriebsstoffe, Wasser und Kommunikationsmittel nicht nachversorgt werden können [21].

Eine Veränderung der weltpolitischen Lage im Zuge der Krim-Krise 2014 führte zu einer politischen Neubewertung der Notwendigkeit einer funktionierenden

Landesverteidigung in Deutschland auf militärischer wie auch ziviler Ebene. Auch innerhalb der NATO besann man sich angesichts der Ereignisse wieder der Rede, die der russische Generalstabschef Gerassimow ein gutes Jahr zuvor zur Jahresversammlung der Akademie der Militärwissenschaften in Moskau gehalten hatte. Hier machte er deutlich, dass Russland als Antwort auf die weltweit initiierten sog. „farbigen Revolutionen“ mit einer neuen Strategie reagieren muss. Ebendiese bekam die Weltgemeinschaft auf der Krim erstmals in Ansätzen zu sehen. Es war zwar bei genauerer Betrachtung nicht die oft in den Medien proklamierte neue Doktrin, mit der Russland hier offensichtlich aufwartete, da alle Einzelelemente zu diesem Zeitpunkt längst bekannt waren, aber in dieser Kombination ein grundlegend neuer Ansatz zur Bewertung von Bedrohung und Sicherheit [22]. Klassische Fähigkeiten des Militärs werden gemischt mit Spezialkräften, hochmobilen Einzelakteuren, subversiven Handlungen, dem Einsatz vielfältiger technischer Mittel und dem Agieren im analogen wie auch digitalen Informationsumfeld. Auch die hybride Bedrohung bzw. Kriegsführung war keine Erfindung Gerassimows, festigte sich aber seit dem NATO – Außenministertreffen im Juni 2014 im hiesigen Sprachgebrauch [23]. Mit dieser neuen Lage hatte sich auch in der medialen Berichterstattung, in der Politik und in den Köpfen der Bevölkerung etwas geändert. Die über fünfzehn Jahre neu erworbene Naivität musste der Erkenntnis weichen, dass Platons Grundidee, den Frieden durch Einüben des Krieges zu sichern [24], auch zweitausendvierhundert Jahre später noch immer ihre uneingeschränkte Relevanz hat.

Noch in der Zeit der Aufarbeitung der Ereignisse auf der Krim veröffentlichte das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) 2016 das Weißbuch zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr [25]. Kernthemen dieses Dossiers sind Cybersicherheit, weltweite Krisen sowie Deutschlands Umgang mit den zunehmenden hybriden Bedrohungen. Das Weißbuch dient sowohl militärisch als auch zivil als Grundlagendokument für die Ableitung und Entwicklung weiterer spezifischer Papiere. So werden durch das Weißbuch maßgeblich beeinflusst: Verteidigungspolitische Richtlinien (VPR), Konzeption der Bundeswehr (KdB), Fähigkeitsprofil der Bundeswehr, Konzeption Zivile Verteidigung (KZV), Fähigkeitsprofil THW, Rahmenkonzept THW und (abgeleitet aus der KZV) auch die Krankenhausalarm- und einsatzplanung (KAEP). Auf europäischer Ebene positionierten sich die Staats- und Regierungschefs in EU-Ratschlussfolgerungen mit der Ankündigung eines geschlossenen Agierens der EU-

Staaten gegen jede Form hybrider Bedrohung aber auch mit dem Hinweis, dass jeder Staat eigenverantwortlich seine Resilienz an die neue Situation anpassen muss [26].

Ein Weg zurück zu den über Jahrzehnte entwickelten und erprobten Konzepten des Kalten Krieges ist an dieser Stelle jedoch leider nicht realisierbar. Viel zu groß sind die technologischen Fortschritte der letzten Jahre und die Abhängigkeit moderner Gesellschaften von Elektrizität, Kommunikation und Verkehrswegen. Viel zu unbeholfen ist auch mittlerweile das Individuum geworden, da Wissen zum Leben und Überleben ohne die Unterstützung technischer Helfer seit Generationen verloren ist und sich Wohnen und Arbeiten in eine immer größere Verflechtung mit Kritischer Infrastruktur entwickelten. Krankenhäusern kommt an dieser Stelle eine Doppelrolle zu, indem sie einerseits auf der Makroebene Bestandteil der nationalen KRITIS sind, gleichzeitig *aus* KRITIS bestehen und *mit* KRITIS interagieren müssen. All dies vor dem recht überschaubaren normativen Rahmen der Vorgaben von KRITIS-Verordnung Krankenhausverordnung und Krankenhaus-Bauordnung. Auch der häufig angeführte Katastrophenschutz wird als Retter in der Not hier bei überregional auftretenden Großschadenslagen nur sehr begrenzt weiterhelfen können, wie die öffentlich einsehbaren Übersichten zur personellen und materiellen Ausstattung (STAN – Stärke- und Ausrüstungsnachweisung) eindrucksvoll belegen.

Eine Kleine Anfrage zweier Abgeordneter der AfD 2019 an das Abgeordnetenhaus Berlin zum Thema Katastrophenversorgung bei längerdauernden Schadenslagen [27] brachte noch viel erschreckendere Fakten zu Tage. Der Anfrage vorangegangen war der komplette Ausfall der Notstromversorgung im Krankenhaus Köpenick, nachdem am 19. Februar 2019 ein Bagger ein Starkstromkabel im Bezirk beschädigt hatte. Die Anfrage beinhaltete in vielen Einzelfragen die Kernfrage, was denn gewesen wäre, wenn der Stromausfall länger als 24 Stunden gedauert hätte. Die politischen Entscheidungsebene schiebt in der sehr nichtssagenden Antwort die Verantwortung für notwendige Präventionsmaßnahmen zu den Krankenhäusern², wo ohne einen rechtlichen und technischen (auch verpflichtenden) Rahmen keine weitreichenden Investitionen getätigt werden. Beachtenswert ist hier, dass man nicht etwa feststellte, dass Forschungs- und Handlungsbedarf besteht, sondern dass die Verantwortung in den Krankenhäusern liegt, was eine bemerkenswerte Ignoranz darstellt.

² „Das beurteilen die Krankenhäuser im Rahmen ihrer Verantwortung für den Betrieb.“ [27 Seite 6].

Die Umsetzung der Notfallplanung im Krankenhaus ist aus dem Konzept Zivile Verteidigung abgeleitet und findet auf Grundlage länderspezifischer Regelungen in Form der Krankenhausalarm- und -einsatzplanung (KAEP) statt [28]. Es gibt hierzu zahlreiche Leitfäden und Dokumente, sei es in Buchform [29] oder als Handreichung des BBK³. Der Notfallplan bzw. AEP Alarm- und Einsatzplan in Krankenhäusern dient der Bewältigung von internen und externen Ereignissen, die die zur Verfügung stehenden Ressourcen überlasten. Er regelt Verantwortlichkeiten, Abläufe, Schnittstellen etc. In der Ausgestaltung sind die Krankenhäuser frei, so dass die Planung idealerweise an die individuellen Bedarfe angepasst ist und auf einer umfassenden Gefährdungsanalyse fußt. Diese erhebt die für das Krankenhaus relevanten Risiken, berechnet deren Eintrittswahrscheinlichkeit und das vermutliche Schadensausmaß. Die Planungsqualität selbst kann ebenfalls im Rahmen der Selbstbewertung Berücksichtigung finden [30].

Aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit und der enormen Auswirkungen ist der überregionale Totalausfall Kritischer Infrastruktur in der KAEP in der Regel nicht berücksichtigt. Ein Stromausfall-Szenario ist regional begrenzt und von zeitlich überschaubarer Dauer. Folglich ist niemand auf das bereits beschriebene Szenario eines hybriden Angriffs auf KRITIS vorbereitet, bei dem sich der Aggressor mit viel Planungsaufwand und zeitlichem Vorlauf die Schwachstellen des gesamten Systems sucht und zum für den Angegriffenen ungünstigsten Zeitpunkt zuschlägt. Beispiel für ein solches Szenario wäre:

- Stromausfall
 - in der Folge Engpässe bei Gas/Wasser/Abwasser/Lebensmitteln etc.
- mehrere Bundesländer sind betroffen
- niedrige Außentemperaturen
- politisch aufgeheizte Stimmung
- großes Maß an Desinformation
- Panik / aggressive Gruppen

Wenn der Ansatz hybrider Kriegsführung bedeutet, den Gegner bereits frühzeitig da zu binden, wo er am verwundbarsten ist, beispielsweise an seiner Kritischen Infrastruktur, dann kann daraus für die Krisenvorsorge in Deutschland abgeleitet werden:

³ https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Gesundheitlicher-Bevoelkerungsschutz/Krankenhausalarmplanung/krankenhausalarmplanung_node.html (Stand: 01.11.2021)

Wenn irgendwer auf der Welt ernsthaft verhindern will, dass Deutschland militärisch agiert, wird der erste Weg sein, massive hybride Angriffe auf KRITIS in Deutschland zu fahren. Auf solche Angriffe wären wir nicht vorbereitet und würden sehr unstrukturiert reagieren, da es auch keinerlei Priorisierung innerhalb des Gesamtsystems KRITIS gibt. Die obige Aufzählung und Darstellung sind keinesfalls abschließend, da sich einerseits zahlreiche Forschungsprojekte zur KRITIS auf Bundesebene in ihrer Realisierung befinden und sich andererseits Fragestellungen häufig derart spezifisch und situationsbezogen stellen, dass eine vollumfängliche Betrachtung nicht möglich oder zweckmäßig erscheint. Auch sollten die jeweiligen gesellschaftlichen, wie kulturellen Unterschiede im Umgang mit Kritischer Infrastruktur Berücksichtigung finden, da technologisch weniger entwickelte Länder mit einer instabilen wirtschaftlichen und/oder politischen Lage in diesen Bereichen eine größere Toleranzschwelle entwickeln konnten. Kurz gesagt bringt die Hightech Medizin der Industriestaaten leider auch eine höhere Vulnerabilität und eine wesentlich komplexere Vorsorge mit sich, wie nachstehend deutlich wird.

1.2. Stand der Forschung

Die Notfallplanung der Krankenhäuser in Deutschland obliegt aufgrund fehlender Gesetzgebungskompetenz des Bundes der Maßgabe der Bundesländer. Der Bund verantwortet nach GG Art. 74 Abs. 1 Nr. 12 und Nr. 19a lediglich die Bereiche der arbeitsrechtlichen Rahmenbedingungen sowie der wirtschaftlichen Sicherung und Pflegesätze [31].

Zur Umsetzung einer entsprechenden normativen Regelung auf Ebene der Bundesländer bietet sich die jeweilige Katastrophenschutzgesetzgebung an. Einige Bundesländer haben keinerlei verpflichtende Vorgaben getroffen, die meisten jedoch recht detailliert Verantwortlichkeiten festgelegt. Das Hauptproblem an dieser Stelle ist die Tatsache, dass Prävention wie auch der Schutz Kritischer Infrastruktur zunächst sehr teuer ist, sich aber nicht direkt im Krankenhaus refinanzieren lässt. Plant ein Bundesland diesbezüglich verpflichtende Vorgaben, sieht man sich alsbald einer starken Lobby der Krankenhausbetreiber gegenüber, von denen Rentabilität höher priorisiert ist als die freiwillige Übernahme von Präventionsverantwortung, die eigentlich auf

Bundesebene gehört. Regelungslücken sind hier beispielsweise Förderprogramme, Zuschüsse, Materialbereitstellung durch den Bund oder steuerliche Sonderregelungen wie etwa Abschreibungen. Zudem sind mehrere Bereiche der Gesetzgebung betroffen, da neben technischen und organisatorischen Maßnahmen infrastruktureller Natur, welche in der Bauordnung festgeschrieben sind, auch Kompetenzen, Abläufe und Verantwortlichkeiten geregelt werden müssen. Eine umfassende juristische Bewertung der Situation findet sich in der entsprechenden Fachliteratur [32].

Der Krankenhausalarm- und Einsatzplan oder auch der Notfallplan ist letztlich eine aus diesen Rahmenbedingungen resultierende Dokumentation, die für wahrscheinliche Notfallszenarien, wie etwa ein Feuer im Krankenhaus, Stromausfall, eine terroristische Bedrohung im Krankenhaus oder auch einen Massenansturm an Verletzten außerhalb des Krankenhauses einen ablauforganisatorischen Rahmen bildet und somit eine Integration in den Katastrophenschutz der jeweiligen Bundesländer ermöglicht.

Kritische Infrastruktur auf der Makroebene

Von 2016 bis 2019 wurde im Auftrag des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe die Studie „Kritische Infrastrukturen - Resilienz als Mindestversorgungskonzept (KIRMin)“ [33] unter Beteiligung zahlreicher namhafter Projektpartner durchgeführt. Das Untersuchungsziel war eine Analyse der Handlungsfähigkeit auf Ebene der Landkreise bei einem Ausfall Kritischer Infrastrukturen wie Strom, Wasser oder Verkehrswegen. Neben der Schaffung gewinnbringender Arbeitsstrukturen, der Untersuchung von Fähigkeiten, Prozessen und Schwachstellen konnte vor allem eine Toolbox etabliert werden, die mit Analysemethoden, wirksamen Erstmaßnahmen und Leitfäden die regionale Krisenbewältigung unterstützt. Wichtiges Fazit war ebenfalls die Notwendigkeit weiterer fachspezifischer Forschungen.

Aus der KIRMin Studie abgeleitet, veröffentlichte 2020 der KIRMin Projektpartner inter 3 den Leitfaden „Analyse von Interdependenzen zwischen KRITIS“ [34], der Einzelakteuren auf kommunaler Ebene, wie Versorgungsunternehmen oder auch Behörden die Etablierung von Maßnahmen, besonders auch in Bezug auf begrenzt zur Verfügung stehende Ressourcen, erleichtern sollte. Der Leitfaden stellt ein Konzept bereit, welches den Anwendern eine Interdependenzanalyse praxisnah und kontextbezogen erörtert. Die Interdependenzanalyse ist ein bewährtes Instrument im Projektmanagement [35] und auch Risikomanagement [36], um durch die Anwendung analytischer

Werkzeuge mehrere vernetzte Einzelfaktoren zu bewerten hinsichtlich Art des Einflusses, Stärke, Richtung und auch Dauer. Einen ähnlichen und hierauf aufbauenden Forschungsansatz verfolgt die vorliegende Arbeit.

Krankenhäuser *sollen* extrinsisch motiviert resilient sein in einem Rahmen, der vom Gesetzgeber vorgeschrieben ist und *wollen* intrinsisch motiviert resilient sein, da hier von Menschenleben abhängen. Leider mangelt es an den hierzu notwendigen Instrumenten und Tools, um den Prozess hin zu einer einheitlichen, vergleichbaren und nachhaltigen Resilienz zu unterstützen. Dies beginnt bereits bei der Frage der Feststellung des Status Quo (der Bewertung) oder auch bei der Identifizierung von Schlüsselementen der KRITIS im Krankenhaus. Professor Dr. Ernst Pfenninger, Leiter der Stabsstelle Katastrophenschutz am Universitätsklinikum Ulm, stellte diesen Forschungs- und Handlungsbedarf bereits 2017 in zwei richtungsweisenden Artikeln fest [30, 37]. Zahlreiche Publikationen befassen sich mit den grundlegenden Ursachen des großflächigen Ausfalls Kritischer Infrastruktur, was jedoch für die Planung der Versorgungssicherheit im Krankenhaus eher nachrangig ist. Szenarien, deren Schwere und Verlauf nicht vorhersagbar sind, können nur beherrscht werden durch eine flexible Reaktionsmöglichkeit sowie die Kenntnisse und Fähigkeiten der beteiligten Akteure [38]. Nicholas Taleb hat in seinem Dreiklang von Fragilität über Robustheit hin zu Antifragilität 2013 ein mathematisch-philosophisches Denkmuster erschaffen, welches sich maßgeblich auf die Zukunftsfähigkeit von Risikomanagement auswirken sollte. Fragilität und Robustheit sind hinreichend bekannt, jedoch gibt der zu erreichende Zustand der Antifragilität zumindest im Bereich Kritischer Infrastruktur im Krankenhaus noch einige Hausaufgaben auf, zumal es neben dem Verstehen und praktischen Umsetzen von Maßnahmen hier durchaus auch einer Finanzierbarkeit bedarf. Taleb beschreibt den zu erreichenden Zustand des Systems wie folgt:

„Antifragilität ist mehr als Resilienz oder Robustheit. Das Resiliente, das Widerstandsfähige widersteht Schocks und bleibt sich gleich; das Antifragile wird besser [...] Das Antifragile steht Zufälligkeit und Ungewissheit positiv gegenüber, und das beinhaltet auch – was entscheidend ist – die Vorliebe für eine bestimmte Art von Irrtümern. Antifragilität hat die einzigartige Eigenschaft, uns in die Lage zu versetzen, mit dem Unbekannten umzugehen,

etwas anzupacken – und zwar erfolgreich –, ohne es zu verstehen.“ [39, S. 21 f.]

Antifragilität erfordert demnach von den handelnden Menschen mehr als nur auf Ereignisse zu reagieren, sondern entwickelt sich aus deren Begabung und handwerklichen Fähigkeiten oder ist auch eine Kunst: zur Improvisation, zum Erfinden und zur Problemlösung. Die Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung auch außerhalb des eigenen Zuständigkeitsbereiches und des Treffens von Entscheidungen sind weitere Elemente, die schon seit längerer Zeit als förderlich für eine Systemresilienz identifiziert wurden [8].

Seit Mai 2020 bis voraussichtlich April 2023 wird mit dem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt NOWATER (NOtfallvorsorgeplanung der WAsserver- und -entsorgung von Einrichtungen des Gesundheitswesens – organisatorische und Technische Lösungsstrategien zur Erhöhung der Resilienz) weitere wichtige Grundlagenarbeit geleistet. Anhand eines exemplarischen Krankenhauses wird das Szenario des Ausfalls der Wasserver- und Abwasserentsorgung analysiert. Zur Anwendung kommende Tools und Methoden sind hierbei Anforderungsanalyse, Kritikalitätsanalyse, Prozessanalyse und Vulnerabilitätsanalyse. Projektpartner sind neben dem BBK, der Universität der Bundeswehr München und der TH Köln auch verschiedene Kliniken und weitere Hochschulen. Ziel ist die Erstellung eines Leitfadens mit konkreten Ableitungen von Handlungsoptionen für die Notfallvorsorge und das Krisenmanagement für das benannte Szenario [40]. Das Projekt weist zur vorliegenden Forschungsarbeit einige wichtige Unterschiede auf, da es sich auf nur eine Kategorie (Wasser) und in seinem Stichprobenumfang auch nur auf ein Krankenhaus beschränkt. Es bildet somit einen weiteren und höheren Detaillierungsgrad ab, der bei einer Gesamtbetrachtung von KRITIS im Krankenhaus nicht leistbar ist. Die beiden Arbeiten sind daher als komplementär zu betrachten.

Die Methoden des Risikomanagements mit der Risikomatrix als hauptsächliches Werkzeug haben sich in der Vergangenheit auch im Bereich der medizinischen Versorgung bewährt. Mithilfe einer Gegenüberstellung von Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und der resultierenden Schadenshöhe lässt sich eine Bewertung des individuellen Risikos vornehmen [41]. Pfenninger und Güzelel [30] erweiterten diese

Matrix im Rahmen der Krankenhaus-Katastrophenplanung noch durch eine dritte Dimension, indem sie die Ebene der Planungsqualität hinzufügten.

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe setzte sich bereits im Jahr 2008 in einem Leitfaden differenziert mit dem Schutz Kritischer Infrastruktur in Krankenhäusern auseinander [42]. Bei einer inhaltlichen Auswertung des Dokuments wird deutlich, dass die abgeleiteten Empfehlungen und die zugrunde liegenden Szenare den hybriden Bedrohungsansatz noch nicht berücksichtigen. Die benannte KRITIS beschränkt sich überdies auch lediglich auf eine Aufzählung, ohne hierbei auf Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren oder auch unterschiedliche Gewichtungen einzugehen. Um den Forschungsstand auch außerhalb der deutlich hervorstehenden Publikationen beurteilen zu können, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt.

1.2.1. Systematische Literaturrecherche

Die der Identifikation der Forschungslücke zugrunde liegende erste durchgeführte systematische Literaturrecherche vom 21.08.2018 wurde durch eine am 07.08.2021 durchgeführte erneute Recherche, mit Auswertzeitraum bis zum 12.08.2021, auf einen aktuellen Datenstand gebracht. Dieser wird in der Folge näher erläutert.

Zweck der Recherche ist nicht die Erstellung eines Reviews, sondern die Abbildung des internationalen Forschungsstandes.

Datenbanken und Suchstrategie

Für die Suche wurden base-search.net und EBSCO⁴ genutzt, da diese das fachspezifische Thema am breitesten abdecken und weltweite Publikationen beinhalten. Hinsichtlich der Art der Studien gab es keinerlei Einschränkungen.

Die Recherche wurde für den Zeitraum 2011 bis 2021 durchgeführt und unter Einbeziehung des nachstehenden Suchschemas: [resilience AND hospital or clinic AND war

⁴ Auswahl: 23 Datenbanken, z.B. MEDLINE, ScienceDirect, JSTOR Journals, Bibliotheksverbund Bayern, Academic Search Index etc.

or crisis or disaster]. Gesucht wurden die Begriffe in Titel und Abstract der Publikationen.

Eingeschlossen wurden Publikationen, die in Deutsch oder Englisch publiziert wurden und sich mit infrastrukturellen oder organisatorischen Maßnahmen zum Schutz kritischer Infrastruktur in Krankenhäusern oder vergleichbaren Einrichtungen (z.B. Reha-Kliniken) auseinandersetzen.

Die zugrundeliegenden Szenarien sind Katastrophen, Krisen oder Krieg. Die eingeschlossenen Studien müssen erklären, welche Einflussfaktoren auf einzelne Elemente kritischer Infrastruktur im Krankenhaus einen Effekt auf die Resilienz des Gesamtsystems haben.

Ausgeschlossen wurden Publikationen, die den Begriff der Resilienz in einem anderen Kontext betrachten, wie etwa psychische Resilienz, organisationale (betriebswirtschaftliche) Resilienz, Teamresilienz etc. sowie Publikationen ohne Bezug zu konkreten Elementen kritischer Infrastruktur.

Auswertung der Daten

Im Rahmen des vorliegenden Dissertationsprojektes wurde mit Ausnahme der Überprüfung der Inter-coder-Reliabilität auf die Hinzuziehung weiterer Forschender zur Auswertung verzichtet. In Anbetracht des geringen Ergebnisumfangs ist dies durchaus vertretbar und da es sich um einen Überblick des Forschungsstandes handelt, auch aus Gründen der Qualitätssicherung nicht notwendig.

Ergebnisse und Fazit:

Ausschlussgründe nach der Sichtung der Volltexte lagen immer im fehlenden Bezug zu kritischer Infrastruktur gemäß unserer vorliegenden Definition begründet. Ein sehr gutes systematisches Review von Fallah-Aliabadi et al. [43] bringt dieses Dilemma in seiner Zusammenfassung nochmals hervorragend auf den Punkt. Die Autoren unterscheiden als Messgrößen Domänen und Indikatoren wie beispielsweise den standardisierten Hospital Safety Index (HSI)⁵ der WHO, aber auch völlig willkürliche Elemente, die sich in den zugrundeliegenden Studien lediglich auf lokale Einzelereignisse wie Erdbeben berufen.

⁵ vgl. hierzu 1.2.2

Studien aus weniger gut entwickelten Ländern bieten die besten Rahmenbedingungen, was Szenare wie Krieg oder Naturkatastrophen angeht. Da man dort aber überhaupt keine Kritische Infrastruktur in unserem Sinne kennt, ist das Resultat nicht vergleichbar. Im Iran zum Beispiel ist es keine Überraschung, wenn Strom und/oder Wasser ausfallen. Hierauf ist das Gesundheitssystem ohnehin schon im Regelbetrieb eingestellt. Man konzentriert sich in diesen Untersuchungen fast ausschließlich auf eine Vorbereitung in Abläufen und in der Schulung von Personal [44, 45]. Bei mehreren australisch-chinesischen Veröffentlichungen wird ein und dieselbe Forschungsfrage unter verschiedenen Gesichtspunkten diskutiert und publiziert. Die Autoren der Studien sind hierbei größtenteils identisch⁶.

Zusammenfassend muss leider festgestellt werden, dass eine zu zwei Zeitpunkten durchgeführte systematische Literaturrecherche zum vorliegenden Forschungsthema leider keine einzige verwertbare Studie geliefert hat. (Tabelle 1) Für die vorliegende Arbeit bedeutet dies, dass eine Fokussierung auf Grundlagenforschung notwendig ist sowie eine vorherige Auseinandersetzung mit dem Hospital Safety Index (HSI), um eine Abgrenzung zu ermöglichen.

Datenbank	base-search.net⁷	EBSCO⁸
Suchergebnis absolut	194	188
Bereinigt von Duplikaten	78	96
Nach Sichtung Abstract	6	14
Nach Sichtung Volltext	0	0
Verwendbare Studien	0	0

Tabelle 1: Ergebnisse der Literaturrecherche

⁶ Shuang Zhong et al. (EBSCO Suchliste Ergebnisse 19,21-23)

⁷ [https://www.base-](https://www.base-search.net/Search/Results?lookfor=resilience+AND+hospital+or+clinic+AND+war+or+crisis+or+disaster+year%3A%5B2011+TO+2021%5D&type=all&filter%5B%5D=f_dclang:eng&page=3&l=de&oaboost=1&refid=dcpage)

[search.net/Search/Results?lookfor=resilience+AND+hospital+or+clinic+AND+war+or+crisis+or+disaster+year%3A%5B2011+TO+2021%5D&type=all&filter%5B%5D=f_dclang:eng&page=3&l=de&oaboost=1&refid=dcpage](https://www.base-search.net/Search/Results?lookfor=resilience+AND+hospital+or+clinic+AND+war+or+crisis+or+disaster+year%3A%5B2011+TO+2021%5D&type=all&filter%5B%5D=f_dclang:eng&page=3&l=de&oaboost=1&refid=dcpage)

⁸[http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&bquery=TI+resilience+AND+AB+\(+hospital+or+clinic+\)+AND+AB+\(+war+or+crisis+or+disaster+\)&cli0=DT1&clv0=201101-202112&authtype=sso&custid=ns173810&lang=de&type=1&searchMode=And&site=eds-live&scope=site](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&bquery=TI+resilience+AND+AB+(+hospital+or+clinic+)+AND+AB+(+war+or+crisis+or+disaster+)&cli0=DT1&clv0=201101-202112&authtype=sso&custid=ns173810&lang=de&type=1&searchMode=And&site=eds-live&scope=site)

1.2.2. Kurzanalyse und Erläuterung des Hospital Safety Index (HSI)

Der HSI wurde 2008 von der Pan American Health Organization (PAHO) und der WHO erstmalig veröffentlicht. Ziel und Hintergrund war eine im Jahr 2005 auf der Conference for Disaster Reduction in Japan von 168 Staaten unterzeichnete Vereinbarung, dafür zu sorgen, dass katastrophensichere Krankenhäuser gefördert werden, indem alle neu gebauten Krankenhäuser so gestaltet werden, dass sie auch in Katastrophenszenaren im Sinne einer medizinischen Grundversorgung ohne Einschränkungen bei der Kapazität funktionsfähig bleiben [46].

Die Entwickler des Index identifizierten als Faktoren für die Bewertung vier Faktorengruppen: 1. Sicherheit der Gebäude, 2. Sicherheit der kritischen Systeme und Geräte, 3. Sicherheit der Verfügbarkeit von Versorgungsgütern und 4. die Notfall- und Katastrophenmanagementkapazitäten des Krankenhauses. Der Index kann zu einer Statusbestimmung, aber auch einer Verbesserung der benannten Bereiche eingesetzt werden. Es handelt sich im Grunde um ein grob skaliertes (drei Ausprägungen von Sicherheit: hoch, durchschnittlich, niedrig) Bewertungsinstrument in Form einer Excel-Tabelle mit einem Evaluationshandbuch als Unterstützung.

Im Jahr 2015 wurde eine überarbeitete Version veröffentlicht, in welche die Erfahrungen aus über 3500 Anwendungen weltweit einfließen. Diese auch derzeit noch gültige Version umfasst 151 zu bewertende Einzelelemente, verteilt auf vier Module, wobei sich das erste Modul lediglich auf eine qualitative Risikobeschreibung limitiert. Modul 2 umfasst die strukturelle (bauliche und geographische) Sicherheit, Modul 3 die nicht-strukturelle Sicherheit mit den Unterpunkten Architektur, Schutz der Infrastruktur, kritische Systeme sowie Ausrüstung und Versorgung. Das Element Architektur in Modul 3 unterscheidet sich insofern von Modul 2, als dass es sich auf Innenarchitektur und funktionelle Architektur bezieht, wie etwa Treppenhäuser, Fluchtwege, Ein- und Ausgänge etc. Im Modul 4 wird das gesamte Notfallmanagement für alle funktionellen Bereiche des Krankenhauses betrachtet. Mithilfe der Bewertungstabelle wird für jedes Modul ein Score erstellt und aus allen Modulen dann der HSI. Zwischenzeitlich kann aufgrund der aus Modul 1 extrahierten individuellen Risiken noch eine Gewichtung einzelner Elemente erfolgen, um beispielsweise für Kliniken in Erdbebengebieten die strukturelle Sicherheit stärker zu bewerten.

Der HSI wird durch die Excel-Tabelle von 0 bis 1 ausgegeben und mit C bis A bewertet:

HSI	Klassifikation	Maßnahmen
0 – 0,35	C	dringend sofort erforderlich
0,36 – 0,65	B	kurzfristig erforderlich
0,66 - 1	A	nur zur Prävention und Verbesserung

Tabelle 2: Bewertungsschema im Hospital Safety Index

Der HSI stellt höchste fachliche Anforderungen an die Evaluatoren und verlangt nach einem kompletten Team, um die korrekte Anwendung des Bewertungsinstrumentes sicherzustellen. So wird empfohlen, Bauingenieure, Architekten, Techniker, Ärzte, Pfleger, Notfallmanager, SicherheitsExpert*innen etc. in die Befüllung des Instrumentariums einzubeziehen. Diese Fachleute sollen dann, dem Leitfaden folgend, weitere Fachleute in Form sämtlicher Verantwortungsträger des Krankenhauses befragen, um zu ihren Bewertungen zu gelangen.

Folgerungen:

Der HSI erzielt in Südamerika hervorragende Resultate bei der Verbesserung des Gesundheitssystems, ist in Deutschland jedoch nur sehr eingeschränkt anwendbar, da eine Vielzahl der inkludierten Elemente hierzulande überhaupt nicht relevant sind. Es steht außer Frage, dass ein in Deutschland errichtetes Gebäude aufgrund baulicher Vorgaben und behördlich vorgeschriebener Prüfzyklen an einem sicheren Standort errichtet wird, statischen Mindestanforderungen genügt, ausreichend Fluchtwege besitzt, Brandschutzbestimmungen gerecht wird und über ein stabiles betriebliches oder auch Abfallmanagement verfügt. Einzelne Elemente des HSI muten für deutsche Verhältnisse fast schon obskur an, wie etwa die Forderung nach sicheren Geländern oder sicheren Bodenbelägen. Das Gesundheitssystem in Deutschland ist ganz einfach nicht der Adressat des HSI, wenngleich einzelne Bereiche Kritischer Infrastruktur zumindest im Ansatz gedanklich berücksichtigt wurden. Es ist schade, dass die Entwickler an dieser Stelle nicht weitergedacht haben und weit entwickelte Industrieländer bei der Anwendung des Instrumentes förmlich ausschließen. Es wäre ohne Weiteres denkbar gewesen, eine „advanced version“ für hochkomplexe und hochgradig regulierte Systeme wie medizinische Einrichtungen in Mitteleuropa, den USA oder Australien, aber mittlerweile auch in Ballungszentren Chinas bereit zu stellen.

Hinzu kommt, dass die Bewertung im HSI einfach und fehlertolerant nach subjektiven Gewichtungen des Bewerbers erfolgt, ohne auf Kaskaden und Aggregationen einzugehen, also Ereignisse, die unweigerlich zu anderen Ereignissen führen oder die sich in ihren Effekten aufsummieren. Der Vorteil wird somit im gleichen Satz zum Nachteil, da durch die benannte Vereinfachung enorm viel an Aussagekraft verloren geht. Letztlich ist auch die grobe Gliederung in der dreistufigen Skala ein Opfer dieser Vereinfachung. Durch eine feinere Abstufung könnte man hier ebenfalls eine bessere Aussagekraft erhalten, vor allem in Anbetracht der Tatsache, dass sowohl das Evaluatoren-Team als auch die hinzugezogenen Klinikmitarbeiter ausnahmslos aus Expert*innen bestehen sollen, die durchaus zu präziseren Aussagen befähigt sind als lediglich „gut-mittelschlecht“.

Der HSI wendet in seiner Berechnung nur absolute Werte an, ohne diese zueinander in Beziehung zu setzen. Setzt man beispielsweise Element 3.3.1 „Electrical systems“ inklusive des Vorhandenseins von Generatoren auf den positiven Wert „high“, aber kann jedoch in 3.3.6 „Fuel storage systems“ überhaupt keine Kraftstoffversorgung gewährleisten, wird trotzdem lediglich ein Mittelwert gebildet. Dies suggeriert eine trügerische Sicherheit. Deutlich besser wäre es, an dieser Stelle eine Abhängigkeit der Elemente herzustellen und ohne Kraftstofflager (und evtl. alternative Versorgungswege) auch die gute Bewertung der Stromversorgung automatisch abzuwerten. Ähnliche Folgerungen kann man bei zahlreichen weiteren Elementen des HSI ziehen. Im Handbuch sind die benannten Zusammenhänge gleichwohl sehr richtig erwähnt, man legt jedoch die Verantwortung für die Interpretation der Erkenntnisse im Audit in die Hände der Auditoren, was in der Folge eher als Hindernis für eine Standardisierung zu sehen ist.

Für diese Arbeit und das vorliegende hybride Szenario kann mit Bezug auf den HSI folgende zusammenfassende Aussage getroffen werden: Der HSI ist ein sehr gutes Instrument für weniger entwickelte Länder, kommt jedoch in hochtechnisierten und digitalisierten Anwendungsbereichen sehr rasch an seine Grenzen und ist somit nicht geeignet, um eine Aussage zur Resilienz der KRITIS von Krankenhäusern in Deutschland zu treffen.

1.2.3. Forschungslücke

Die analysierte Literatur lässt nun einige essenzielle Fragestellungen offen, die für eine zukunftsfähige Resilienz der KRITIS in Krankenhäusern jedoch ausschlaggebend sind. Diese Arbeit entwickelt die Grundlagen hierfür. Wichtigster Unterschied zu den bisherigen Ansätzen ist die Tatsache, dass die hier zugrundeliegenden Szenarien in keinem Fall nur von kurzzeitiger Dauer (Stunden oder Tage) sind, was die bestehenden und erprobten Ansätze in einen bisher nicht durch Übungen erprobten Graubereich verschiebt und sogar teilweise wirkungslos macht. In einem solchen Szenario wird aufgrund eines essenziellen Informationsdefizits ein besonders sensibles und vorausschauendes Krisenmanagement erforderlich: Ob ein Stromausfall mehrere Tage oder gar Wochen dauern wird, zeigt sich oft erst in dessen Verlauf und auch die betroffenen Areale werden häufig erst später deutlich werden.

Das Problem und die eigentliche Forschungslücke ist die Kritische Infrastruktur eines Krankenhauses in ihrer Gesamtheit und ihren Wechselbeziehungen vor dem Hintergrund eines Szenarios, in welchem sich ein Akteur vorsätzlich und proaktiv die Schwachstellen und Unzulänglichkeiten dieses Systems zunutze macht, um selbiges kollabieren zu lassen. Wir können die Resilienz bzw. im Gegenzug die Vulnerabilität der KRITIS im Krankenhaus derzeit nicht beurteilen, da uns hierzu die Kenntnis über wichtige Schlüsselemente fehlt. Hierzu wurden Forschungsfragen formuliert, die in der vorliegenden Forschungsarbeit adressiert und beantwortet werden:

1. Was sind Elemente der KRITIS im Krankenhaus?
2. Wie lassen sich diese Elemente in Gruppen kategorisieren und gewichten?
3. Gibt es ein Schlüsselement von KRITIS im Krankenhaus?
4. Wie sehr sind die Elemente von KRITIS im Krankenhaus wechselseitig voneinander abhängig?
5. Lässt sich aus den gewichteten Einzelementen der KRITIS für ein Krankenhaus aussagekräftig auf die Gesamtresilienz folgern (Resilienzindex)?

2. Material und Methodik

Zunächst ist es naheliegend, auch bei den vorliegenden Forschungsfragen auf die bewährten Methoden des Risikomanagements und der Szenarioanalyse zurückzugreifen [47]. Vor dem Hintergrund der spezifischen Eigenschaften eines hybriden Bedrohungsszenarios ist die Methodik der quantitativen Risikoanalyse [48] jedoch aufgrund folgender theoretischer Gründe nicht anwendbar: Klassische Risiken werden berechnet, indem in der Vergangenheit aufgetretene Ereignisse anhand ihrer Häufigkeit gewissen Eintrittswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden. Das dieser Untersuchung zugrundeliegende Ereignis ist jedoch noch nie aufgetreten und auch nicht mittels bekannter Indikatoren prognostizierbar. Vergleichbar ist diese Situation daher mit den sogenannten „schwarzen Schwänen“, die aus der Finanzmathematik (Börsencrashes) bekannt sind oder beispielsweise auch im Zusammenhang mit den Ereignissen rund um den 11. September 2001 [49]. Derartige unvorhersehbare Ereignisse innerhalb der Wahrscheinlichkeitsrechnung, sind *nicht* normal verteilt, was bedeutet, dass das „worst case scenario“ durchaus auch mehrfach kurz hintereinander auftreten kann und danach lange Zeit nicht mehr. Und selbst wenn es bereits einmal aufgetreten ist, lässt sich hieraus keine statistische Ableitung folgern.

Ein weiterer Stolperstein in der Bewertung der Resilienz Kritischer Infrastruktur ist ebenfalls aus der Betriebswirtschaft bekannt: Da die Ereignisse katastrophalen Ausmaßes so selten auftreten, wissen wir nicht, was wir nicht wissen. Romeike und Stallingier beschrieben dies als die Unterschiede im Risikomanagement zwischen Dorf und Dschungel. [50] Im Regelbetrieb unseres Krankenhauses (das Dorf) können wir uns für die bekannten Risiken der Patientensicherheit, des Massenankomms an Verletzten oder auch eines Brandes sehr gut mit Erfahrungswerten, Statistiken und Analysen helfen. Müssen wir jedoch im Katastrophenfall alle Variablen des direkten und indirekt wirkenden Umfeldes (der Dschungel) mit einbeziehen, gibt es plötzlich kaum mehr jemanden, der mit Erfahrungen dienen kann, die Ursache-Wirkungs-Beziehungen werden undurchschaubar und der Anteil der Risiken, die man überhaupt nicht wahrnehmen kann, die sich aber auswirken, nimmt schlagartig zu.

Die Lösung liegt in präventiven Methoden, die Sicherheit schaffen, ohne hierzu alle Variablen kennen oder auch beeinflussen zu müssen. Dementsprechend bedarf es

kreativer Vorgehensweisen, um zu erforschen, welche Elemente in welcher Priorisierung den Kern der eigenen Infrastruktur darstellen. Die Option einer Evakuierung des Krankenhauses scheidet beim Szenario des Schwarzen Schwans aufgrund des Ereignisumfangs, der mit großer Wahrscheinlichkeit mehrere Bundesländer betrifft [21, 51], von vornherein aus. Folglich ist zwingend der Fokus auf einen Weiterbetrieb des Krankenhauses und eine Aufrechterhaltung aller hierfür benötigten Infrastrukturen zu legen.

Da die im Vorfeld zu dieser Arbeit durchgeführte systematische Literaturrecherche wie auch die geführten Expert*innengespräche offenlegten, dass mit Bezug auf die Forschungsfragen keinerlei wissenschaftliche Vorarbeit vorhanden ist, auf deren Basis sich mögliche Hypothesen stützen könnten, wurde die Entscheidung für ein exploratives Forschungsdesign mit einem Einsatz qualitativer Forschungsmethoden getroffen. Diese bieten sich besonders an, wenn im Vorfeld der Untersuchungen aufgrund fehlender Grundlagen und Methoden noch keine konkrete Hypothese formuliert werden kann und der Forschende noch während der Datenerhebung einen gewissen Spielraum benötigt, um den wissenschaftlichen Fokus auszurichten [52]. Gerade in den Sozialwissenschaften und der Psychologie erfährt diese Vorgehensweise seit einigen Jahren eine Renaissance, da sie im Gegensatz zu rein quantitativen und hypothesenprüfenden Methoden den entscheidenden Vorteil mit sich bringt, völlig neue Zusammenhänge entdecken zu können, die abseits bestehender Paradigmen angesiedelt sind.

Der Forschungsprozess folgt hierbei einem zirkulären Modell, wie es auch in der vorliegenden Arbeit Anwendung fand. Im Gegensatz zum linearen Modell, welches auf vorhandene theoretische Erkenntnisse aufbaut, generiert diese Vorgehensweise den Erkenntnisgewinn durch die detaillierte Analyse von Einzelfällen und Vergleiche der Ergebnisse untereinander. Die untersuchten Variablen entstehen zum Teil erst im Forschungsprozess selbst [53]. Die Anzahl der hierbei untersuchten Fälle sollte im Verhältnis zu den jeweils in der Auswertung und Analyse erhaltenen Abweichungen oder neuen Erkenntnissen stehen, d.h. Ziel ist es, die Theorie bzw. Hypothese zu entwickeln, die im linearen Vorgehen der Ausgangspunkt ist. Dies ist letztlich auch Kerninhalt des explorativen Forschungsdesigns [52].

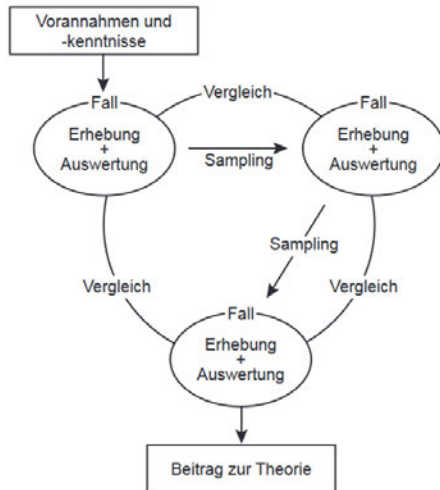


Abbildung 1: Zirkulärer Forschungsprozess nach Flick 2002, S.73

Der Prozess der Modellbildung für die Berechnung des Resilienzindex basiert auf einer Abbildung der (beobachteten) Realität in einem Systemmodell, dessen Abstraktion, Erklärung und Vereinfachung mit Bezug auf den beabsichtigten Zweck, um final ein aussagekräftiges technisch-soziales Modell zu erhalten [54]. In einem ersten Schritt, nach der Festlegung des der Untersuchung zugrundeliegenden Rahmenszenarios, wird im Rahmen der Modellbildung durch eine Expert*innengestützte qualitative Systemanalyse [55] erarbeitet, welche Elemente kritischer Infrastruktur innerhalb eines Krankenhauses eine Rolle spielen, um dessen Funktionsfähigkeit als Gesamtsystem zu gewährleisten. Unterbestandteile dieses Arbeitsschrittes sind eine umfassende Literaturrecherche sowie Ortstermine in Krankenhäusern. Gespräche mit Fachleuten von THW und Forschungseinrichtungen runden die Informationssammlung ab. Die erhaltenen Resultate der Informationssammlung werden in Kategorien und Unterkategorien eingeteilt und als grafischer Modellentwurf dargestellt. Da dieses erste Modell erfahrungsgemäß äußerst umfangreich ausfällt, ist vor einer weitergehenden Analyse zunächst notwendig, die Anzahl der Unterkategorien zu reduzieren und ggf. in Funktionseinheiten neu anzuordnen, um eine Darstellung zu erhalten, die kompakt und anwenderfreundlich ist, die Realität aber dennoch optimal abbildet. Ergebnis ist das Untersuchungsmodell, welches eine nach Kategorien geordnete Darstellung aller relevanten Elemente der Kritischen Infrastruktur in Krankenhäusern beinhaltet.

Die dann folgenden Leitfadeninterviews orientieren sich an der aus den Sozialwissenschaften bekannten Delphi-Methode [56], bei welcher den Expert*innen in den zweiten

Interviews die Aussagen anderer Expert*innen zur Kenntnis gegeben wurden, um zu reflektieren und zu argumentieren. Ziel ist ein vom Untersuchungsleiter vorher festgelegter Rahmen des Konsenses zwischen den Interviewten, der dann als finales Ergebnis dient. Die Delphi-Methode konnte in der vorliegenden Untersuchung nur als Richtschnur dienen, da die Grundlagenforschung keine Limitierung durch den Untersuchungsleiter erlaubt und vor der Untersuchung auch noch nicht klar ist, welche Wissensschwerpunkte innerhalb der KRITIS die Expert*innen im Detail benötigen.

Die ersten Expert*inneninterviews dienen einzig der Reduktion der Komplexität des Modellentwurfs. Es können Kategorien bzw. Unterkategorien ergänzt, umsortiert, gestrichen oder auch umbenannt werden. Die Arbeit findet direkt am Modell statt und es wird auf einem Protokoll handschriftlich notiert, warum welche Änderung vorgenommen wird.

Das Modell wird im zweiten Validierungsschritt (Interviews II) mit KRITIS-Expert*innen aus Krankenhäusern besprochen und verfeinert. Die Leitfragen in den Interviews dienen einer Präzisierung des Modells (Teil II des Leitfadens), der Identifikation möglicher Prüffragen zur Selbstbewertung (Kapitel 3.3.1) und dem Herausarbeiten von Zusammenhängen zwischen den einzelnen Elementen. Nach Auswertung aller Interviews wird die finale Anordnung der Unterkategorien und Kategorien in einer Einflussmatrix nach Vester [57] zusammengefasst. Diese dient der Erhebung von Wechselwirkungen der einzelnen KRITIS-Bestandteile untereinander und damit auch der Bestimmung ihrer Bedeutung im Gesamtsystem. Hieraus wird auch die individuelle Gewichtung der einzelnen Unterkategorien für einen Resilienzindex als Selbstbewertungsinstrument abgeleitet. Die Bestimmung der Gewichtungen erfolgt anhand der Häufigkeit und Intensität, nach der ein einzelnes Element mit anderen im System in Wechselwirkung steht und aufgrund der Wirkrichtung der Einflüsse. Berechnet wird dies nach einer auf die Forschungsfrage angepassten Formel auf Grundlage des Modells von Vester [58] bzw. dessen Weiterentwicklung durch Probst und Gomez [59]. Gleichzeitig werden die Aussagen der Expert*innen aus den Interviews mit den rechnerisch ermittelten Werten der Matrix verglichen, um eventuell voneinander abweichende Schwerpunktsetzungen zu identifizieren.

Die Durchführung einer vollständigen Sensitivitätsanalyse [47] verspricht bei der Bewertung der KRITIS zum derzeitigen Stand der Forschung keinen Erfolg, da die

Zusammenhänge der einzelnen Kategorien hier nicht linear verlaufen, sondern häufig dichotom sind. An einem Beispiel ausgedrückt: Die Netzersatzanlage funktioniert in der Praxis oder funktioniert nicht – es verbessert also die Qualität des Modells keinesfalls, hier zahlreiche Berechnungen durchzuführen, um die Leistungsfähigkeit zwischen 100 % und 0 zu analysieren, da dies nicht die Realität abbildet. Diese Erkenntnis stellt einen deutlichen Unterscheid zwischen Katastrophenforschung und betriebswirtschaftlicher Anwendung der Tools dar. Als Ausblick für die Zukunft sei jedoch an dieser Stelle bemerkt, dass zunehmende Digitalisierung und Verfügbarkeit von Daten aus technischen Geräten hier künftig sicher mehr Potenzial für eine Analyse bieten werden.

Ergebnis der Untersuchung ist eine nach Kategorien geordnete Gliederung (Modell) der Kritischen Infrastruktur in Krankenhäusern, welche mit individuellen Gewichtungen hinterlegt ist.

Das Untersuchungsdesign stellt sich wie folgt dar:

1. Expert*innengestützte qualitative Systemanalyse (Literaturanalyse, Datensammlung bei Expert*innen als Ortstermine...)
2. Erstellung des ersten Systemmodells
3. Interviews I mit dem Ziel der Komplexitätsreduktion des Modells
4. Erstellung des zweiten Systemmodells
5. Interviews II mit Interdependenzanalyse
6. Auswertung, finales Modell, Berechnung von Indizes
7. Ermittlung einer Formel zur Abbildung der Gewichtungen
8. Erstellung eines Berechnungsbeispiels für den Resilienzindex

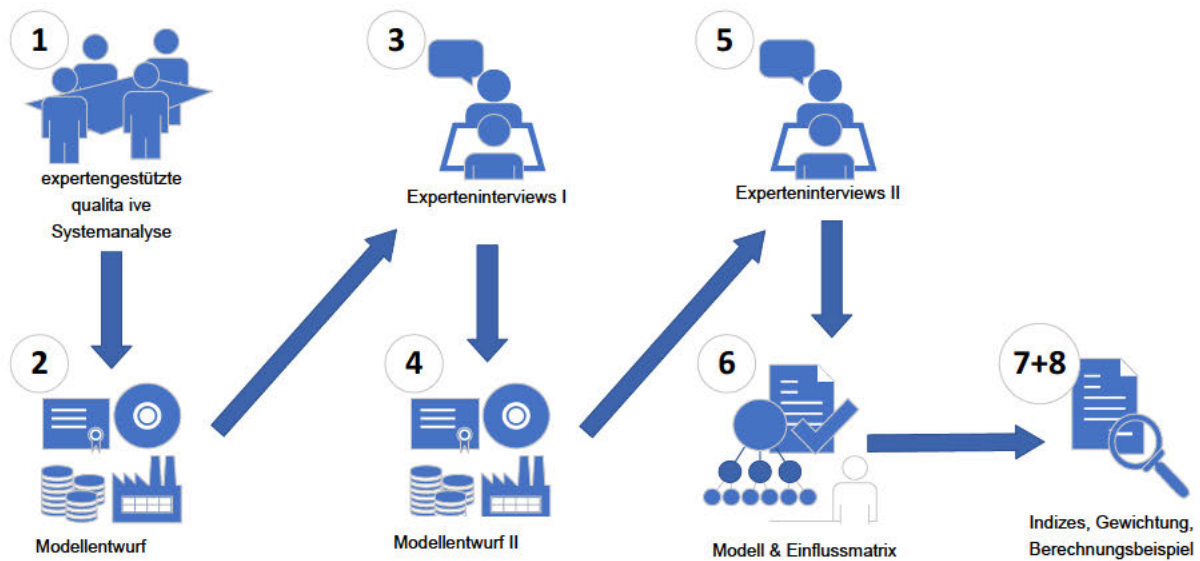


Abbildung 2: Grafischer Untersuchungsplan

Erläuterungen zur qualitativen Forschungsmethodik

Die nachstehenden Erörterungen zu den methodischen Grundlagen beruhen größtenteils auf dem Standardwerk zu Interview und schriftlicher Befragung von Horst Mayer [60] und wurden ergänzt durch Hinweise zur qualitativen Sozialforschung nach Uwe Flick [53]. Die zur Validierung eingesetzten Expert*inneninterviews gehören methodisch gesehen zur Gruppe der Leitfadeninterviews. Hierbei ist das Ziel die Erlangung konkreter Aussagen über gegenständliche Zusammenhänge der KRITIS im Krankenhaus. Es kommt somit der Fachkompetenz der Interviewpartner eine entscheidende Rolle zu. Die Fragen werden zunächst möglichst offen formuliert und im Laufe des Gesprächs thematisch eingegrenzt. Der Leitfaden dient hierbei als strukturelles Gerüst, um die Interviews trotz hoher Individualisierung vergleichbar zu halten.

Die Repräsentativität bei Expert*inneninterviews ist weniger statistischer Natur, sondern wirkt sich als *inhaltliche* Repräsentativität aus, was bedeutet, dass die ausgewählten Interviewpartner aufgrund bestimmter struktureller Rahmenbedingungen ausgewählt werden (Trägerschaft, Versorgungsstufe). Hierbei ist es möglich, dass bestimmte Kombinationen an Auswahlkriterien nicht existieren, was bei der Auswertung entsprechend zu berücksichtigen ist. Es ist darauf zu achten, dass die betrachteten Einzelfälle verallgemeinerbar sind. Die Ergebnisse qualitativer Einzelfallanalysen sind immer induktiver Natur, d.h. es wird vom Einzelfall eine allgemeine Annahme abgeleitet. In diesem Zusammenhang wird die Verallgemeinerbarkeit der erhaltenen

Aussagen einer kritischen Betrachtung auf Grundlage des Induktionsproblems nach Hume [61] unterzogen. Hierbei gilt es zu beachten, dass beobachtete Ursache-Wirkungs-Gefüge, besonders auch in technischen Systemen, von individuellen Erwartungswerten des Beobachters abhängen. Dies ist im vorliegenden Fall insofern als kritisch zu bewerten, als dass die bereits beschriebenen „Schwarzen Schwäne“ eben keinen statistisch bewertbaren Häufigkeiten unterliegen. Hierauf ist insbesondere bei der Ableitung von Folgerungen aus den ermittelten Daten zur Resilienz zu achten.

Die genaue Anzahl der Teilnehmendenzahl für die Interviews folgt dem Auswahl-schema in Tabelle 3, nach welchem aus allen möglichen Kombinationen von Träger-schaft und Versorgungsstufen von Krankenhäusern in Deutschland genau ein Reprä-sentant vertreten sein soll. Die Limitierung erfolgt hier vor allem aufgrund der Begrenzt-heit der Ressourcen für die Untersuchung.

Versorgungsstufe I	Versorgungsstufe II	Versorgungsstufe III	Fachkrankenhaus
öffentlicher Träger	öffentlicher Träger	öffentlicher Träger	öffentlicher Träger
freigemeinnütziger Trä-ger	freigemeinnütziger Trä-ger	freigemeinnütziger Trä-ger	freigemeinnütziger Trä-ger
privater Träger	privater Träger	privater Träger	privater Träger

Tabelle 3: Auswahlschema der Interviewpartner*innen für die Interviews

Durchführung von Pretests

Vor der Hauptbefragung im Abschnitt Interviews II wird mit den befragten Expert*innen der Interviews I ein Pretest (Anzahl: vier) durchgeführt, bei welchem der Interviewleit-faden besprochen wird. Ziel ist es, einerseits die Verständlichkeit der Fragen zu über-prüfen sowie die Interviewdauer abzuschätzen und andererseits festzustellen, ob be-reits im Vorfeld inhaltliche oder logische Brüche im Aufbau der Interviews erkennbar sind. Die Ergebnisse der Pretests fließen unmittelbar in die finale Entwicklung des In-terview-Leitfadens (Version vom 06.10.2021) ein.

Dokumentation

Während der Interviews wird dem Gesprächsprotokoll gegenüber der Tonaufnahme der Vorzug gegeben. Diese Entscheidung beruht vor allem auf dem im Vorfeld vielfach von den Expert*innen geäußerten Wunsch, bezüglich der getätigten Aussagen unbedingte Anonymität zu wahren.

Die Interviewpartner füllen nach genauer Erklärung durch den Interviewer eine Einflussmatrix aus. Hierbei haben die Expert*innen unterstützend ein Beiblatt zur Verfügung, auf welchem genau beschrieben ist, welche Elemente der KRITIS in den zu bewertenden Unterkategorien verortet sind, so dass sichergestellt werden kann, dass es hier keine Fehlinterpretationen vor und während der Bewertung gibt.

Auswerteverfahren

Da es bei den Interviews um sachlich- technische Inhalte geht und nicht um Meinungen und Einstellungen, ist ein Großteil der Fragen direkt zu beantworten und bedarf keiner inhaltlichen Interpretation auf der Metaebene. Es wird nicht die Person des Interviewten oder soziale Interaktionen in den Fokus gestellt, sondern das technische und organisatorische Fachwissen. Die Vorgehensweise bei der Auswertung weicht daher von der klassischen, meist in der Psychologie angewandten Methodik ab und orientiert sich an der qualitativen Inhaltsanalyse in einer den Rahmenbedingungen angepassten Form [62]. Die Fragestellung und Kategoriebildung erfolgt bereits im Vorfeld im Rahmen der Modellentwicklung. Die Zuordnung der Aussagen der Interviewpartner orientiert sich an der Einteilung der KRITIS und bietet wenig Raum für Missverständnisse, da es häufig um technische Prozesse geht. Das handschriftliche Protokoll wird in thematische Sinneinheiten codiert und diese den Kategorien zugeordnet. Randbemerkungen der Expert*innen außerhalb der Fragen, die für das Thema relevant sind, werden im Protokoll hervorgehoben und ebenfalls zugeordnet. Die Extraktion und Zuordnung werden im Rahmen der Qualitätssicherung durch eine zweite Auswertungsperson erneut vorgenommen und mit der ersten Zuordnung verglichen (vgl. Gütekriterien). Ein weitergehender Austausch bzw. Beratung zur Methodik der Arbeit erfolgte überdies untersuchungsbegleitend durch einen habilitierten Sozialwissenschaftler, einen habilitierten Informatiker/Systemanalytiker und eine promovierte Geisteswissenschaftlerin.

Die Einflussmatrix erfordert keine weitere Bearbeitung zur Auswertung, sondern wird zu einer Gesamtmatrix zusammengefasst, die die Mittelwerte aller Expert*innen abbildet.

Prüfung der Gütekriterien

Im Gegensatz zur quantitativen Forschung ist bei der Anwendung qualitativer Methoden ein Rückgriff auf die Kriterien Reliabilität, Validität und Objektivität nicht möglich, da qualitative Daten nicht statistisch überprüft werden können. Aufgrund fehlender

Standardisierung in der qualitativen Forschung haben sich bis dato ohne eine allgemeine Verbindlichkeit die Einzelemente Transparenz, Intersubjektivität und Reichweite zur Sicherstellung wissenschaftlicher Güte etabliert [63].

Transparenz stellt sicher, dass die angewandte Methodik nachvollziehbar und reproduzierbar ist sowie wissenschaftlichen Standards entspricht.

Intersubjektivität erreicht eine Einordnung der Ergebnisse in den Diskurs und eine Diskussion der Resultate. Wichtig sind hierbei die kritische Reflektion sowohl die subjektive Rolle des Forschenden (auch Versuchsleitereffekt) als auch die Subjektivität der in den Interviews erlangten Aussagen.

Reichweite hinterfragt, ob die Stichprobe dem Forschungsziel entsprechend ausreichend gewählt worden ist und ob die Einschränkung der Aussagekraft qualitativ erhobener Daten in der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt wird. Ebenso soll eine Wiederholung der Untersuchung ähnliche Ergebnisse hervorbringen.

Als zentrales Gütekriterium der qualitativen Inhaltsanalyse sieht Mayring [64] die **Interkoderreliabilität**, also den direkten Vergleich der analytischen Zuordnung derselben Elemente durch mehrere Analytiker. Weitere Gütekriterien orientieren sich an der korrekten Einhaltung des Forschungsprozesses und der Erlangung der Stichprobe, wobei die klassische Repräsentativität der quantitativen Forschung hier keine Rolle spielt. Vielmehr steht die Expert*inneneigenschaft im Vordergrund, die exakt zu definieren ist. Die Einzelschritte werden im Vorfeld im Rahmen eines Ablaufplanes festgelegt. Die Interkoderreliabilität wird durch die Berechnung des Kappa-Koeffizienten (Cohens Kappa) formell nachgewiesen. Hierzu ist es erforderlich, dass die relevanten Textbausteine der Interviews durch mindestens zwei Kodierer den vorher festgelegten Kategorien zugeordnet werden. Der Grad der Übereinstimmung unter Einbeziehung des Zufalls ergibt κ , welches von $\kappa = 1$ bei völliger Übereinstimmung und $\kappa = 0$ bei einer Übereinstimmung im Umfang einer mathematisch zufälligen Verteilung ausgeprägt sein kann. Zum Nachweis einer guten Reliabilität ist nach Grouven $\kappa \geq 0,61$ und einer sehr guten Reliabilität $\kappa \geq 0,81$ erforderlich [65]. In der Sozialforschung ist $\kappa \geq 0,75$ der allgemein anerkannte Grenzwert für reliable Ergebnisse.

Für die vorliegende Untersuchung werden die Protokolle der Interviews einer zweiten Person zur Auswertung und Codierung überlassen und es wurden ausnahmslos alle Aussagen der Expert*innen den gleichen Kategorien zugeordnet wie vom

Untersuchungsleiter. Kappa kann folglich mit $\kappa=1$ berechnet werden und die erhaltenen Resultate sind reliabel.

Ethikvotum

Da keine Untersuchungen an Menschen oder Tieren durchgeführt werden und der Forschungsgegenstand rein technischer Natur ist, wird die Einholung eines Ethik-Votums für die vorliegende Untersuchung gemäß Satzung der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin in der Fassung vom 22. März 2019 als nicht notwendig bewertet.

Auswahl der Expert*innen

Um eine möglichst repräsentative Auswahl an Fachleuten zu gewährleisten, wird eine Zufallsstichprobe gezogen, die nach Trägerschaft und Versorgungsstufe unterschiedet. Die Expert*innen sollten im Bereich Planung und Management Kritischer Infrastruktur im Krankenhaus über mehrjährige Erfahrung verfügen. Grundlage für die Auswahl der Krankenhäuser war das Krankenhausverzeichnis des Statistischen Bundesamtes (Stand 31.12.2019). Diese Aufstellung erlaubt eine Vorsortierung der Krankenhäuser nach Trägern und Bettenzahl, die Versorgungsstufen müssen in manueller Recherche ergänzt werden. Die Leitungen der jeweils ausgewählten Kliniken werden unter Zuhilfenahme des erstellten Projektsteckbriefs angeschrieben und um Vermittlung einer kompetenten Ansprechperson für KRITIS mit mehrjähriger Erfahrung gebeten.

Grundsätze zur Anonymisierung

Da die Offenlegung technisch-organisatorischer Zusammenhänge und auch Schwachstellen in der KRITIS nachteilige Folgen für den jeweiligen Interviewpartner haben könnten bzw. im ungünstigsten Fall diese auch einem potenziellen Angreifer aufzeigen würden, ist die strikte Wahrung der Anonymität im Rahmen dieser Arbeit unerlässlich. Es wird daher auf eine Codierliste zurückgegriffen, um die untersuchten Krankenhäuser den jeweiligen Kategorien zuordnen zu können. Diese wird nach Abschluss der Auswertungen und Ablauf der Aufbewahrungsfrist mittels eines Aktenvernichters der Sicherheitsstufe P6 datenschutzkonform vernichtet.

Freiwilligkeit und Datenschutz

Alle interviewten Personen werden vor den Interviews in Form eines Projektsteckbriefs über Durchführende, das Ziel der Befragung, die Methodik und die Datenverwendung

informiert. Die Entscheidung zur Teilnahme erfolgt ausschließlich freiwillig. Vor Beginn der Interviews stehen jeweils drei Punkte, von deren Kenntnisnahme bzw. positiver Beantwortung die Durchführung der Befragung abhängt:

1. Hinweise auf Einhaltung der Datenschutz-GVO sowie Anonymisierung aller Daten
2. Hinweis auf Freiwilligkeit
3. Frage nach Interessenskonflikten

Nach den Interviews wird erneut die Frage gestellt, ob die gemachten Aussagen anonymisiert zu wissenschaftlichen Zwecken verwandt werden dürfen. Die Expert*innen erklären sich also zweimal mit der Verwendung ihrer Aussagen einverstanden: Durch die Teilnahme an den Interviews und nach deren Abschluss durch eine ausdrückliche Erklärung gegenüber dem Interviewer. Diese doppelte Zustimmung wird für den Fall eingefügt, dass die Teilnehmenden ihre Meinung über die Teilnahme während der Interviews ändern.

Struktureller Aufbau des Interviewleitfadens:

1. Vorstellung des Interviewenden
2. Den Expert*innen wird das Forschungsziel erörtert und das Rahmenszenario der hybriden Bedrohung und seine Auswirkungen auf KRITIS erklärt.
3. Befragung nach Interessenskonflikten, Hinweise auf Wahrung der Anonymität
4. Fragenteil:
 - I. Allgemeine Fragen zu KRITIS im Krankenhaus
 - II. Spezielle Fragen zum Grundmodell
 - III. Befüllen der Einflussmatrix

Anhand der Struktur und der zu beantwortenden Forschungsfragen werden der Interviewleitfaden und das zugehörige Begleitschreiben erarbeitet. Im Rahmen explorativer Forschung dient dieser als Richtungsvorgabe für das Gespräch. Die Expert*innen werden nicht ausgebremst oder gesteuert, wenn diese im Gespräch andere Schwerpunkte setzen.

3. Ergebnisse

Die Expert*inneninterviews zur Validierung des Modells wurden vom 06.10.2021 bis zum 05.11.2021 durchgeführt. Insgesamt beteiligten sich von den ausgewählten zwölf Interviewpartnern acht Kliniken, sowohl von Seiten der Geschäftsführung als auch mit Haustechnik- und KrisenmanagementExpert*innen. Sechs der Expert*innen lieferten einen vollständigen Datensatz aus Interviews und Einflussmatrix, zwei der Expert*innen brachen nach den ersten Interviews aus Zeitgründen ab.

Zwei Nichtteilnehmer begründeten ihre Absage mit der Tatsache, dass man zum Thema der Resilienz Kritischer Infrastruktur noch keine weitergehenden Überlegungen angestellt hat und daher nicht aussagefähig ist, die restlichen beiden Absagen wurden mit Bedenken hinsichtlich Datenschutzes und Anonymität begründet. Auch eine nochmalige Erörterung des Forschungsdesigns brachte hier leider keinen Erfolg.

Von fachlicher Seite ist es nachvollziehbar, dass absolute Anonymität in der Studie die höchste Priorität genießen muss, da in den Gesprächen Schwachstellen in der KRITIS der teilnehmenden Häuser thematisiert wurden und hier sichergestellt sein muss, dass Rückschlüsse auf die Quelle der Daten ausgeschlossen sind. Dass dies hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen nicht optimal ist, muss in diesem Falle so akzeptiert werden.

Die Schweigeverzerrung (also das Nicht-antworten bzw. auch non-response-bias) wird in der Sozialwissenschaft durchaus kritisch betrachtet, da diese die Repräsentativität von Stichproben dahingehend negativ beeinflussen kann, dass durch die „Nicht-Teilnehmer“ eine Verzerrung gegenüber der zu untersuchenden Grundgesamtheit entsteht [66]. Diese Überlegung ist natürlich, wie bereits in Kapitel 2 dargelegt und belegt, nicht auf Einzelfallanalysen anwendbar. Anders ausgedrückt und auf die vorliegende qualitative Untersuchung adaptiert: selbst bei einer Teilnahme aller ausgewählter Interviewpartner ergäben diese kein im statistischen Sinne repräsentatives Sample für die Grundgesamtheit aller Krankenhäuser in Deutschland. Das ist auch nicht der Sinn hinter einem explorativen Forschungsdesign mit Einzelfallanalysen. Es handelt sich methodisch gesehen schlichtweg *nicht* um eine Stichprobe, sondern um Einzelfälle zur Grundlagenforschung, welche anhand bestimmter Kriterien ausgewählt wurden, um forschungsmethodisch eine Einordnung, ein Sortieren, zu ermöglichen und nicht, um

hieraus in der Folge Schlüsse zu ziehen. Die Ordnungskriterien dienen vielmehr den übrigen benannten Gütekriterien und mit Verweis auf die hierzu angewandte Vorgehensweise nach Mayring [64] wurde die Repräsentativität als selbiges explizit ausgeschlossen. Da hier nun keine Zweifel bezüglich der Gütekriterien der erhaltenen Forschungsergebnisse bestehen, konnte mit dem nächsten Schritt im Forschungsplan fortgefahren werden.

3.1. Erstellung des Grundmodells

Die aus der Literatur und den ersten Expert*innengesprächen gesammelten Erkenntnisse zu Kategorien und Unterkategorien werden zunächst gesammelt und in technischen Sinneinheiten geordnet dargestellt. Mit den Expert*innen werden die theoretischen Inhalte ergänzt und hierbei auch externe Fachleute (THW, Bundeswehr, Hochschulen, BBK, DRK) einbezogen. Nach Auswertung aller Quellen und Sortierung der vorliegenden Einzelfaktoren können für die KRITIS in Krankenhäusern 6 Kategorien und diesen untergeordnete 49 Unterkategorien gebildet werden (Abbildung 3).

Diese Anzahl Unterkategorien würde bedeuten, dass mit der Methodik der Einflussmatrix 2349 Wechselwirkungen zu analysieren sind, was in der Praxis nicht realisierbar sein wird. Bei nur fünf Sekunden Nachdenken über jede Wechselwirkung bräuchten die Expert*innen jeweils gut dreieinhalb Stunden für die Befüllung. Daher ist eine Reduktion um mindestens die Hälfte der Faktoren erforderlich, was aufgrund der bereits dargelegten exponentiellen Abhängigkeit in der Validierung zu etwa 400 zu bewertenden Einzelelementen für die Expert*innen führt.

Die Expert*innen bekamen daher die Aufgabe, im Rahmen der Komplexitätsreduktion artverwandte oder komplementäre Unterkategorien zusammenzufassen bzw. für das Forschungsziel irrelevante Inhalte zu streichen.

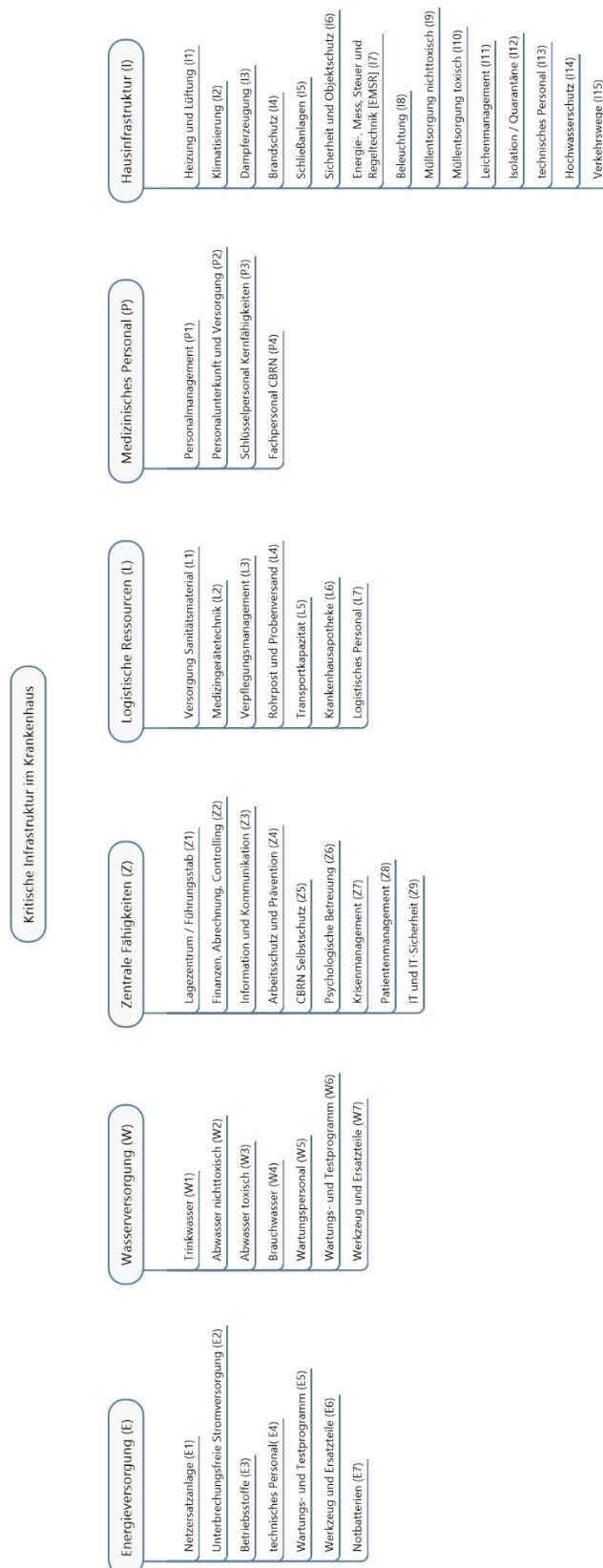


Abbildung 3: Systemmodell KRITIS im Krankenhaus - Entwurf

3.2. Interviews I - Komplexitätsreduktion

Die Differenzierung der einzelnen Kategorien und Unterkategorien wird im Rahmen der ersten Phase der Validierung noch weiter verfeinert. So wird das Ursprungsmodell im Rahmen einer Konsensfindung zwischen den Expert*innen durch das Separieren der Informationstechnik in eine eigene Kategorie von sechs auf sieben Kategorien erweitert. Gleichzeitig werden die Unterkategorien von 49 auf 24 deutlich reduziert (Abbildung 4).

Hilfsweise erhalten die Unterkategorien noch Ergänzungskategorien mit Einzelelementen, welche bedarfsweise aktiviert werden können. Dies ergibt sich aus der Erkenntnis, dass einige Elemente der KRITIS in nur wenigen Krankenhäusern vorhanden sind, wie beispielsweise eine zentrale Dampferzeugung oder Rohrpostanlage, dort allerdings dann auch eine entsprechende Berücksichtigung im Rahmen der Gesamtbeurteilung erfahren müssen.

Die Gliederung und Darstellung ist jene, die sich im Rahmen des Forschungsprojektes als die darstellte, die im Konsens der Expert*innen der Realität entspricht. Mit Sicherheit gibt es zahlreiche Krankenhäuser, die Unterkategorien anders vergeben würden, da der individuelle Klinikbetrieb von der Darstellung abweicht. Dies ist bekannt und auch gewollt, da nur ein Prozess der kontinuierlichen Weiterentwicklung das Modell näher an die Realität bringen kann. Es werden nachstehend jeweils Beispiele für Messgrößen zu den jeweiligen Unterkategorien mit angegeben, um zu verdeutlichen, wie eine Operationalisierung der Kategorien für eine Resilienzbewertung in der Praxis aussehen könnte.

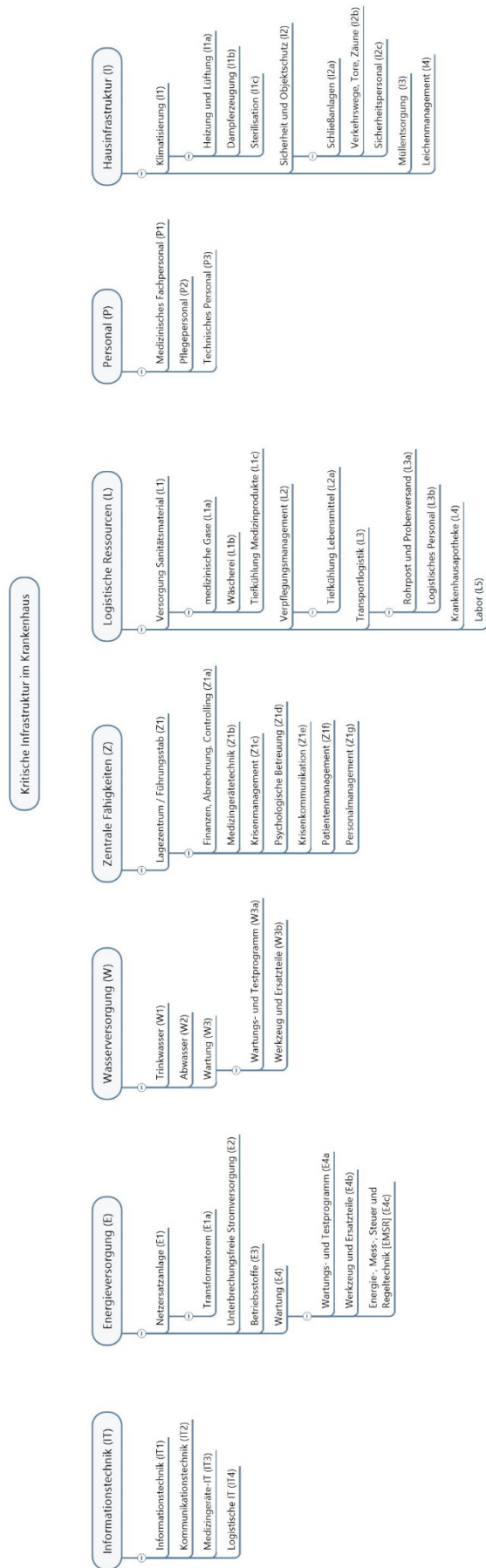


Abbildung 4: Reduziertes Systemmodell KRITIS im Krankenhaus

Im Einzelnen können die finalen Kategorien der KRITIS im Krankenhaus nach der ersten Validierung wie folgt beschrieben werden:

Informationstechnik (IT)

Die eigenständige Kategorie Informationstechnik entstand während des Forschungsprozesse, nachdem sich herauskristallisierte, dass eine Verortung der jeweiligen IT als Unterkategorie in den anderen Kategorien die Wichtigkeit dieser nicht angemessen wiedergeben kann und am Ende auch durch eine rechnerische Aufwertung der (noch) übergeordneten Kategorien das Modell verzerren könnte. Die Kategorie beinhaltet die Unterkategorien Informationstechnik (IT1), Kommunikationstechnik (IT2), Medizingeräte-IT (IT3) sowie Logistische IT (IT4). Dies bedeutet im Einzelnen die Zusammenfassung aller Arbeitsplatzcomputer für Personal- und Patientenmanagement, Rechnungswesen, Verwaltung, Telemedizin etc. unter IT1. Die Gruppe IT2 beinhaltet Telefonanlagen und IP-Telefonie, Personalrufsysteme, Betriebsfunk, Anzeigetafeln und Bildschirme oder Leitsysteme. In der dritten Gruppe zusammengefasst finden sich alle Elemente, die für den Betrieb von Medizingeräten dringend notwendig sind, wie beispielsweise Rechner und Server für CT und MRT, Patientenmonitore oder Systeme aus den Laboren. IT4 schließt alle logistischen Systeme ein, die für die Ver- und Entsorgung im Krankenhausbetrieb benötigt werden. Die Vorgaben zur Sicherheit in der IT in Krankenhäusern sind sehr unspezifisch formuliert. Der § 8a des Gesetzes über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSIG) gibt vor, dass Betreiber von KRITIS angemessene organisatorische und technische Vorkehrungen gegen Beeinträchtigungen der IT zu treffen haben, die dem Stand der Technik entsprechen sollten. Übergangsregelungen ziehen sich hier bis ins Jahr 2023 hin. Konkreter wird der § 75c des Sozialgesetzbuch V, der ab Januar 2022 einen verpflichtenden Schutz der IT sowie der Patientendaten fordert. Es bleibt abzuwarten, welche Lösungen sich hier im Krankenhausalltag etablieren und bewähren werden. Eine Selbstbewertung der Kategorie IT hängt folglich davon ab, mit welchem Nachdruck Szenarien beübt und getestet werden, welche dazu geeignet sind, Belastungsgrenzen von Infrastruktur und Fachpersonal (Unterkategorie P3) auszuloten.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Informationstechnik

- Kernbereiche der IT sind redundant ausgelegt.
- Physisch voneinander getrennte Netze verhindern einen Zugriff von außen auf medizinische Geräte, während diese am Patienten in Anwendung sind.
- Schlüsselemente der IT sind vor fremdem Zugriff, Feuer und Wasserschäden geschützt.
- Ein IT-Sicherheitskonzept verhindert nach dem Stand der Technik interne wie auch externe Manipulationen am System.
- Die Kommunikation im Krankenhaus ist auch bei Ausfall der IT möglich.
- Das Warenwirtschaftssystem verfügt über ein Notfallkonzept, welches auch bei Ausfall der logistischen IT einsatzfähig ist.

Energieversorgung (E)

Die Kategorie Energieversorgung beinhaltet die Unterkategorien Netzersatzanlage (E1), Unterbrechungsfreie Stromversorgung (E2), Betriebsstoffe (E3) und Wartung (E4). Für die Netzersatzanlage, da waren sich alle befragten technischen Expert*innen einig, kommen auch zu Zeiten regenerativer Energien ausschließlich Dieselaggregate in Frage, wobei Dimensionierung, Redundanzen und Verteilung auf dem Klinikgelände an individuelle Erfordernisse angepasst werden müssen. Solarstrom wird, auch wenn entsprechende Anlagen vorhanden sind, eher kritisch betrachtet, da die Anlagen stets auch von außen (z.B. durch den Netzbetreiber) gesteuert und abgeschaltet werden können. Angreifern würden hier Tür und Tor geöffnet. Bei fehlerhafter Netzsynchro- nisation (z.B., wenn im Krisenfall das Zeitsignal ausfällt) wird der Netzbetreiber ebenfalls die Anlage trennen.

Die DIN VDE 0100-710⁹, auf welche sich die Bauordnungen der Länder in diesem Punkt berufen, fordert lediglich eine *Sicherheitsstromversorgung* und keinen vollwertigen Netzersatz, wobei alle der befragten Krankenhäuser über ausreichende Sicherheitsreserven verfügten.

⁹ Der VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.) erlässt unterschiedliche Normen und Bestimmungen zur Standardisierung innerhalb seines Verantwortungsbereiches. Oft in Kooperation mit anderen Institutionen, hier dem Deutschen Institut für Normung (DIN).

Die Norm schreibt für medizinische Bereiche eine Mindestversorgung von 24 Stunden vor, wobei im Rahmen der Patientensicherheit neben den medizinischen Bereichen der Gruppe 2 (OP, Intensivmedizin und Diagnostik mit Risiko für den Patienten) lediglich ausgewählte weitere Elemente explizite Berücksichtigung finden [67]:

- Anlagen der Notbeleuchtung
- Feuerwehraufzüge und notwendige Bettenaufzüge
- notwendige Lüftungsanlagen zur Entrauchung
- Anlagen der Personenruftechnik
- Alarm- und Warnanlagen
- Feuerlöscheinrichtungen
- elektrische Einrichtungen der medizinischen Gasversorgung/ Druckluft
- Vakuumversorgung und Narkoseabsaugung incl. Überwachung
- medizinische elektrische Geräte in Bereichen der Gruppe 2

Die vorgegebenen 24 Stunden können bis auf 3 Stunden reduziert werden, wenn eine Evakuierung des Krankenhauses binnen dieser 3 Stunden realisierbar ist. In den vorliegenden Szenaren dieser Arbeit ist Evakuierung aufgrund des großflächigen und andauernden Zustandes keine Option, was das eigentliche Dilemma sehr deutlich unterstreicht. Dieselaggregate einer Netzersatzanlage (NEA) werden i.d.R. mithilfe von Batterien über einen Anlasser gestartet. Ab einer gewissen Motorgröße kommen hier Hilfsaggregate (kleine Verbrennungsmotoren, die per Muskelkraft gestartet werden können) oder in seltenen Fällen auch Pressluft zum Einsatz. Die Inbetriebnahme der Stromerzeugung bei völligem Ausfall der regulären Unterstützungssysteme (sog. Schwarzstart) sollte durch Vorhalten von z.B. kleinen tragbaren Stromerzeugern oder Kompressoren mit Verbrennungsmotor sichergestellt werden.

Ein resilientes Krankenhaus verfügt idealerweise über ein System (technisch wie auch planerisch), welches deutlich über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgeht. Messgrößen für eine resiliente Unterkategorie E1 können sein:

- Die NEA ist konzeptionell dem Bedarf des Krankenhauses angepasst (Konzept liegt vor und ist aktuell, ungünstige Umweltbedingungen z.B. Winter sind berücksichtigt).
- Die NEA ist funktionsfähig und wird regelmäßig unter Volllast geprüft.
- Die Anlage ist auf Dauerbetrieb ausgelegt.

- Leistungsfähigkeit der NEA ausreichend für... (Abstufung von „Mindestversorgung nach VDE“ bis hin zu „das gesamte Krankenhaus“).
- Die Anlage funktioniert ohne Anwesenheit von Technikpersonal.
- Die Anlage kann auch ohne funktionierende IT betrieben werden.
- Es gibt ein Konzept, welches die Abschaltung bestimmter nachrangiger Bereiche regelt, um die Laufzeit zu erhöhen.
- Die NEA ist schwarzstartfähig.

Ein essenzielles Element der Unterkategorie E1 sind ebenfalls die für einen Klinikbetrieb notwendigen stationären Transformatoren, welche oftmals sogar aufgrund bauartbedingter Besonderheiten und sehr langer Produktionszeiten bei einem Defekt viel schwieriger zu ersetzen sind als Stromerzeuger. Diese sind zumindest vor unbefugtem Zugriff und Sabotage ausreichend zu schützen und in Wartungspläne zu integrieren.

Die Unterbrechungsfreie Stromversorgung (E2) überbrückt mittels Pufferbatterien die vulnerabelsten Bereiche im Krankenhaus bis zur Spannungsstabilität der Netzersatzanlage. Regelmäßige Testläufe unter Realbedingungen und auch eine Auditierung vor Ort an den Verbrauchsstellen sind wichtige Elemente zur Bewertung der Leistungsfähigkeit. Gerade die kontinuierliche Evaluierung des tatsächlichen Energiebedarfs und der Abgleich mit vorhandenen technischen Unterlagen dürfen nicht vernachlässigt werden.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Energieversorgung

In der Unterkategorie E3 Betriebsstoffe sind alle Mengenverbrauchsgüter zusammengefasst, die die Netzersatzanlage (E1) für einen störungsfreien Betrieb benötigt. Hierunter fallen vor allem Brennstoffe (Diesel bzw. Heizöl) und Schmierstoffe.

Hinsichtlich der Brennstoffe gilt es zu beachten, dass diese nicht unbegrenzt lagerfähig sind und neben den Lagerbedingungen auch der Faktor Zeit eine wichtige Rolle spielt. Mineralöle sind anfällig für einen Befall mit Bakterien, die deren organische Bestandteile zersetzen. Für diesen Prozess sind einerseits ein Bakterieneintrag und andererseits die Präsenz eines gewissen Anteils Wasser erforderlich. Wasser gelangt vor allem durch Kondensationsprozesse innerhalb belüfteter Tankanlagen ins System, was sich technisch durch Luftabschlüsse oder Wasserabscheider bewältigen lässt. Der

Bakterieneintrag hat seine Ursache oftmals in Verunreinigungen beim Tankprozess. Ein essenzieller und steuerbarer Punkt ist folglich auch eine unbedingte Qualitätskontrolle beim Lieferanten. Chemische Zusätze sind ebenfalls eine, wenngleich kostspielige, Option, um die Lagerfähigkeit von Kraftstoffen zu erhöhen.

Im Idealfall wird der gelagerte Kraftstoff durch regelmäßigen Volllast-Betrieb der NEA regelmäßig „gewälzt“, d.h. einzelne Tanks werden verbraucht und nachbetankt, um so nach 2-3 Jahren einen kompletten Austausch zu gewährleisten.

Als Messgrößen für Resilienz in der Unterkategorie E3 kommen in Frage:

- Wie lange kann die NEA unter Volllast versorgt werden?
- Gibt es redundante Planungen für eine Anschlussversorgung?
- Ist sichergestellt, dass die Betriebsstoffe nicht überlagert sind?
- Wird zusätzlich Heizöl oder Gas zur Wärmeerzeugung benötigt?
- Ist ausreichend Schmierstoff für notwendige Wartungen bevorratet?

Um die Leistungsfähigkeit der Energieversorgung zu gewährleisten, ist sowohl im Regelbetrieb als auch im Notbetrieb eine regelmäßige Wartung (E4) der technischen Anlagen erforderlich. Hierzu zählen neben dem Überprüfen, Schalten und ggf. Ersetzen der elektrischen Komponenten vor allem auch die Wartung der mechanischen Bauteile durch z.B. Öl- und Filterwechsel. Da die Ölwechsel im Dauerbetrieb der Anlage je nach Motorhersteller bereits nach ca. einer Woche notwendig werden können [68], sollte dies unbedingt personell und materiell in Notfallplänen berücksichtigt werden.

Aus den vorstehenden Feststellungen abgeleitet, ergeben sich für die Resilienz von E4 folgende Messgrößen:

- Wartungspläne sind vorhanden und aktuell.
- Es ist ein Konzept dazu ausgearbeitet, wie bei erforderlichem Dauerbetrieb über mehrere Wochen die planmäßige Wartung abläuft.
- Das Wartungspersonal ist auf die NEA geschult und mit dem nötigen Material/ Werkzeug ausgerüstet.
- Es ist geschultes Personal vorhanden, um die Stromversorgung ohne IT aufrecht zu erhalten.
- Störungsbehebung im laufenden Betrieb und Schwarzstart der Anlage werden regelmäßig geprobt.

Wasserversorgung (W)

Die Kategorie Wasserversorgung beinhaltet die Unterkategorien Trinkwasser (W1), Abwasser (W2) und Wartung (W3).

Entgegen dem ersten Modellentwurf ist die Versorgung des Krankenhauses mit Frischwasser nur noch durch die Unterkategorie Trinkwasser (W1) abgebildet. Eine Trennung von Trink- und Brauchwasserversorgung findet generell nicht statt, da letzteres im Klinikalltag und für die KRITIS keine Bedeutung hat.

In den meisten modernen Krankenhäusern ist im Rahmen der Versorgung mit Trinkwasser eine Vollentsalzung notwendig. Demineralisiertes Wasser spielt besonders zur Aufrechterhaltung hygienischer Mindeststandards, für die Funktion von Sterilisatoren und auch im Laborbereich eine wichtige Rolle.

Noteinspeisungen für Trinkwasser in die Gebäudeinfrastruktur sind zum Teil vorhanden, werden aber in der Praxis nicht im Rahmen von Übungen erprobt, da die anschließende Reinigung und Trocknung, zur Vermeidung von Keimbildung, sehr aufwändig ist.

Pumpstationen sind je nach Gebäudeinfrastruktur in ihrer Bedeutung individuell und auf die Erfordernisse des Hauses angepasst zu bewerten.

Bei zwei Gesprächspartnern lagen bereits konkrete Planungen für die Errichtung einer eigenen Ersatztrinkwasserversorgung mittels Brunnen vor. Dies geht jedoch nur nach langwierigen Genehmigungsverfahren und in Kooperation mit dem örtlichen Versorger, da hier das Fachwissen verortet liegt und auch die Sicherstellung einer kontinuierlichen Betriebsbereitschaft der Anlagen erfolgt. Für den Krisenfall ist diese Versorgungsoption als das Optimum hervorzuheben.

Die Unterkategorie Abwasser (W2) beinhaltet alle Formen gebräuchlicher Abwässer, wie etwa Grauwasser (ohne Fäkalien), Schwarzwasser (mit Fäkalien) oder auch Niederschlagswasser. Eine feingliedrigere Betrachtung ist für das Modell nicht von Relevanz.

Abwasserhebeanlagen spielen nur in wenigen der untersuchten Kliniken eine Rolle, dort tragen sie aber maßgeblich zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit bei und sollten eine Einzelfallgewichtung erfahren. Eine Trennung von Abwässern in toxisch und nichttoxisch, wie zunächst vorgenommen, macht keinen Sinn, da toxische und

radioaktive Abfälle im Regelbetrieb wie auch Krisenfall gesondert von den allgemeinen Abwässern entsorgt werden.

Moderne Abwassersysteme funktionieren heute nicht mehr ohne elektrische Energie, egal ob im städtischen oder ländlichen Raum. Abwasser wird in zentrale Kläranlagen gepumpt, einem energieintensiven Reinigungsprozess unterzogen und von dort dann i.d.R. geklärt in Gewässer entlassen. Oftmals überwindet ein modernes Abwassersystem hierbei erhebliche Höhenunterschiede nach oben. Sämtliche Kläranlagen und Pumpstationen einer größeren Region mit Notstrom zu versorgen ist technisch unmöglich. Bei einem großflächigen Stromausfall kommt es je nach Dauer zwangsläufig irgendwann zu einem Rückstau ins Abwassersystem und zum Zusammenbruch der Abwasserentsorgung.

Die Unterkategorie Wartung (W3) der Wasserversorgung ist insofern von Bedeutung, als dass die Aufrechterhaltung hygienischer Standards bei einer Notversorgung wesentlich von der strikten Einhaltung technischer und ablauforganisatorischer Vorgaben abhängt. Dies erfordert bereits im Vorfeld eine detaillierte Planung von Abläufen und Verantwortlichkeiten. Ebenfalls ist notwendiges Verbrauchsmaterial wie Filter, Desinfektionsmittel, Schläuche, Schlauchverbinder, Dichtungen etc. bereit zu halten und das Funktionspersonal für die korrekte Anwendung zu schulen.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Wasserversorgung

- Die Bereitstellung von demineralisiertem Wasser ist auch für den Notbetrieb gewährleistet.
- Noteinspeisungen für Trinkwasser sind vorhanden und werden regelmäßig gewartet.
- Es gibt ein aktuelles Notfallkonzept, welches die Wasserbedarfe der einzelnen Bereiche des Krankenhauses beinhaltet.
- Es werden Ersatzteile und geschultes Personal für Kernelemente der Wasserversorgung vorgehalten.
- Kritische Punkte der Abwasserentsorgung (Rückstau) im Notbetrieb sind identifiziert und es wurden Konzepte zur Schadensvermeidung erarbeitet.

Zentrale Fähigkeiten (Z)

Die Kategorie Zentrale Fähigkeiten beinhaltet die Unterkategorie Lagezentrum/ Führungsstab (Z1). Obwohl derzeit nach Reduzierung des Modells nur eine Unterkategorie vorhanden ist, ist davon auszugehen, dass mit einer künftigen Weiterentwicklung zusätzliche Elemente hinzugefügt oder organisatorisch getrennt werden, weshalb die Kategorie auch ohne Umbenennung so bestehen bleibt.

Die Bedeutung der Führungsfähigkeit auch im Krisenfall wurde von allen Interviewpartnern hervorgehoben und auch Kernelemente wie etwa Personal- (Z1g) und Patientenmanagement (Z1f) sind immer gleich. Unterschiede gibt es in den im Lagezentrum vertretenen Fähigkeiten, die je nach Größe und Spezialisierung des Krankenhauses verschieden priorisiert werden: Finanzen, Abrechnung und Controlling (Z1a) als essenzielle Geschäftsgrundlage eines Krankenhauses müssen auch im Krisenfall aufrecht erhalten werden, da Soforthilfen und Entschädigungszahlungen als staatliche Leistungen nicht ohne jegliche Leistungsdokumentation erfolgen werden. Ebenfalls müssen Verbrauchsübersichten und Beschaffungsprozesse nachverfolgt werden, um ein aktuelles Lagebild erstellen zu können. Unter Krisenmanagement (Z1c) sind alle Verfahren zusammengefasst, die im Krisenfall anders ablaufen als im Routinebetrieb. Hier kommt vor allem eine Zentralisierung von Informationen (Wissen) zum Tragen, da Entscheidungsprozesse im Lagezentrum gebündelt werden müssen, um Ressourcen zu schonen und der Führungsebene (Krisenstab) die für die Erfüllung ihrer Aufgaben erforderlichen Informationen zeitgerecht und vollständig bereitzustellen. Da Informationen als statisches Element nur bedingt nützlich sind, wird nochmals die Bedeutung einer strukturierten und verzögerungsfreien Krisenkommunikation (Z1e) sowohl nach innen zu Personal und Patienten als auch nach außen zu Öffentlichkeit und Stakeholdern¹⁰ unterstrichen. Die psychologische Betreuung (Z1d) von Patienten, Personal und Angehörigen ist ebenfalls ein zentral gesteuertes Element, welches in allen untersuchten Krankenhäusern in bisher durchgestandenen Krisen sehr gut funktionierte, obwohl es hierfür keine detaillierteren Planungen gibt. Hier wird stellenweise noch Regelungsbedarf gesehen, da notwendige Vorausbildungen und Schulungen in

¹⁰ Unter Stakeholdern werden hier alle Parteien verstanden, die im öffentlichen Raum ein Interesse am Krankenhaus als Institution haben. Dies können sein (Beispiele): Kooperationspartner, Lieferanten, Patienten und Angehörige von Patienten, Bürger, politische Entscheidungsträger, Medien usw. bis hin zu Menschen mit kriminellen Absichten, die sich im Krisenfall an den Ressourcen eines Krankenhauses bereichern wollen.

das jeweilige Aus- und Weiterbildungsmanagement integriert werden müssen. Elemente des zentralen Ressourcenmanagements wie etwa die Medizingerätetechnik (Z1b) wurden von den Interviewten Expert*innen ebenfalls dem Lagezentrum zugeordnet.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Zentrale Dienste

- Das Lagezentrum ist mit notwendigen Ressourcen ausgestattet:
 - möblierter Besprechungsraum (zentrale Lage aber abzusichern),
 - geschultes Personal,
 - IT mit Notstromversorgung,
 - analoge Arbeitsmittel (Listen, Tabellen etc.).
- Es gibt ein Konzept zu Einrichtung (Aufbau), Verantwortung und Schnittstellen bzw. Kommunikationswegen des Lagezentrums.
- Es gibt ein Konzept zur Krisenkommunikation (wer spricht wann wie mit wem?).
- Im Lagezentrum ist geschultes Personal für Patienten- und Personalmanagement schichtfähig vorhanden.
- Lagezentrum bzw. Führungsstab üben regelmäßig.
- Finanzmanagement und Abrechnung sind auch ohne Internetanbindung funktionsfähig.

Logistische Ressourcen (L)

Die Kategorie Logistische Ressourcen beinhaltet die Unterkategorien Versorgung Sanitätsmaterial (L1), Verpflegungsmanagement (L2), Transportlogistik (L3), Krankenhausapotheke (L4) und Labor (L5).

Bei der Versorgung mit Sanitätsmaterial (L1) sind Krankenhäuser auf externe Dienstleister angewiesen, da sich eine Lagerhaltung größerer Vorräte schlichtweg für einen Wirtschaftsbetrieb nicht rentiert. Vorräte sind durchschnittlich für maximal eine Woche vorhanden. Auswirkungen kann hierbei die Logistische IT (IT4) haben und auch die Sicherung gegen Diebstähle und Plünderungen (I2). Ein Beispiel, welches auch von Interviewpartnern angeführt wurde, sind Diebstähle von Desinfektionsmittel und Schutzmasken zu Beginn der COVID-19 Pandemie 2020. Ebenfalls eine Lektion,

welche hier zu lernen ist, liegt bei den undurchschaubaren Lieferketten verborgen. Durch die Globalisierung ist heute bei einer Störung des sensiblen Geflechts aus Herstellern, Importeuren, Zwischenhändlern und Händlern von Medizinprodukten eine schnelle Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse kaum mehr möglich.

Die Bereitstellung medizinischer Gase (L1a) wird durch Flaschenbatterien und Großtanks gewährleistet. Die Belieferung mit medizinischem Sauerstoff erfolgt bei den befragten Kliniken ausschließlich durch externe Lieferanten. Die Interviewpartner waren sich hier einig, dass der Markt durch viele Wettbewerber gut gesättigt ist und auch im Krisenfall bedient werden kann. Ob und wie diese dann ihren Lieferverpflichtungen nachkommen können, muss im Einzelfall geprüft werden. Auch sind sich die Kliniken durchaus bewusst, dass die Bundeswehr mit den verfügbaren Sauerstofferzeugeranlagen hier aufgrund der enormen Differenz zwischen Bedarf und Produktionskapazität keine Lösung sein kann. Die Reserve ohne Nachlieferung beträgt hier im Durchschnitt 36 Stunden, das Maximum liegt bei 72 Stunden.

Die logistische Reichweite eines Krankenhauses insgesamt beträgt ohne Anschlussversorgung im Schnitt nur wenige Tage, wobei einige Träger bereits an einer Bevorratungslösung (auch im Verbund) arbeiten.

Die Wäscherei (L1b) spielt in der logistischen Versorgung eine größere Rolle als in der theoretischen Modellentwicklung zunächst angenommen, da der Wäschevorrat (Berufskleidung, Patientenkleidung, Betttextilien, Badtextilien etc.) maximal 3-4 Tage beträgt. Hierbei kann in der Bewertung nochmals zwischen der Leistungserbringung vor Ort und einem ausgelagerten Dienstleister unterschieden werden, wobei eine Großwäscherei in der Regel nicht über eine adäquate Notstromversorgung verfügt. Die Verfügbarkeit sauberer Wäsche ist auch im Krisenfall unabdingbar für die Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit von Krankenhäusern.

Für die Tiefkühlung von Medizinprodukten (L1c) ist die Kühlung vor Ort aufgrund guter Notstromkonzepte weniger die Herausforderung, sondern die Aufrechterhaltung der Kühlkette bei der Nachlieferung im Krisenfall. Hier ist eine Bewertung schwierig, da neben Lieferanten und Verbrauchern häufig auch noch dritte Parteien als Transportdienstleister involviert sind.

Das Verpflegungsmanagement (L2) mit tiefgekühlten Lebensmitteln (L2a) obliegt sehr häufig externen Dienstleistern, wenngleich diese als eigene Gesellschaften in

Klinikverbänden verortet sind. In den durchgeführten Expert*innengesprächen war hier ein sehr großes Maß an flexibler und kreativer Lösungsorientierung festzustellen, so dass die Arbeitsumgebung an sich eher keine Herausforderung darstellt. Es wird mit Sicherheit immer etwas zu essen geben, im Ernstfall dann eben Eintopf statt vier Menüs zur Auswahl. Als Risikofaktor sahen die Expert*innen die Versorgung der Patienten mit Getränken sowie die Deckung des Energiebedarfs vorhandener Dampfgeräts, für die es keine sparsameren Alternativen gibt. Schwierig werden ebenfalls die längerfristige Bereitstellung von spezieller Diätküche und auch die Einhaltung lebensmittelrechtlicher Vorgaben. Das Verpflegungsmanagement ist ein gutes Beispiel dafür, die Dienstleistungsgesellschaften unbedingt frühzeitig in Katastrophen- und Krisenplanungen der Krankenhäuser einzubinden und auch an Übungen teilhaben zu lassen.

Der dritte logistische Abschnitt ist die Transportlogistik (L3) einschließlich des logistischen Fachpersonals (L3b) und der eventuell vorhandenen technischen Anlagen wie Rohrpostsystemen (L3a). Die Befragung hat gezeigt, dass nur noch wenige Krankenhäuser von Rohrpostanlagen überzeugt sind, vielerorts geht man zur bewährten Methode der Boten mit Fahrrad zurück. Dort wo allerdings entsprechende Anlagen vorhanden sind, bedürfen diese elektrischer Energie und eines Computersystems. Die klassische Transportlogistik beinhaltet alle Prozesse und Einrichtungen, die auf dem Klinikgelände Personal und Material von einem Ort zum anderen bewegen. Dies sind zum Beispiel Personen- und Lastenaufzüge, Warenmanagementsysteme mit Barcode, QR-Code oder RFID, Transportboxen, Rollwagen und Container, Elektrofahrzeuge, Hauspost etc. All diese Unterstützungssysteme tragen wesentlich zum Funktionieren des Klinikbetriebes bei und müssen auch im Krisenfall bei mehrwöchigem Blackout und/oder IT-Ausfall funktionieren oder entsprechend adäquat ersetzt werden. Ein nicht zu ersetzendes Schlüsselement bildet hierbei das qualifizierte logistische Fachpersonal, welches beispielsweise auch dazu befähigt sein muss, die komplette Krankenhauslogistik auch ohne IT mit Tabellen und Karteikarten, zumindest in einer Grundfunktionalität, aufrecht zu erhalten.

Eine Krankenhausapotheke (L4) leisten sich wie auch ein Labor (L5) nur größere Kliniken. Häufig findet man für diese beiden personell und technisch besonders anspruchsvollen Unterkategorien der KRITIS Nutzungsgemeinschaften aus mehreren Kliniken. Diese aus betriebswirtschaftlicher Sicht sehr sinnvolle Konstellation bringt jedoch die Herausforderung mit sich, im Krisenfall Transportwege zu überbrücken, die

derzeit oftmals durch private Dienstleister abgedeckt sind. Auch hier sei wieder betont, dass gerade pharmazeutische Erzeugnisse im Krisenfall Begehrlichkeiten wecken werden und eines besonderen Schutzes bedürfen. Ebenfalls darf bezweifelt werden, dass bei einem überregionalen Stromausfall der auf Kostenoptimierung ausgerichtete Kurierdienst überhaupt noch seiner Transportverpflichtung nachkommen kann. Hier könnten durchaus Bundeswehr und Katastrophenschutz unterstützen, was zumindest im Vorfeld erarbeitete logistische Konzepte erfordert, um einer Versorgungslücke zu entgehen.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Logistische Ressourcen:

- Die Basislogistik des Krankenhauses kann ohne Stromversorgung und/oder IT aufrechterhalten werden.
- Das logistische Personal hat für den Krisenfall Konzepte verfügbar und probt regelmäßig den Ausfall von Infrastrukturelementen.
- Die Anschlussversorgung mit Sanitätsmaterial/ med. Gasen im Krisenfall ist vertraglich gesichert und die Leistungsfähigkeit der Lieferanten durch Audits geprüft.
- Das Verpflegungsmanagement verfügt über Notfallkonzepte und ausreichend bevorratete Lebensmittel.
- Das Krankenhaus verfügt über ein Konzept zur Wäscheversorgung im Krisenfall.

Personal (P)

Die Kategorie Personal beinhaltet die Unterkategorien Medizinisches Fachpersonal (P1), Pflegepersonal (P2) und Technisches Personal (P3).

Für alle drei Unterkategorien finden essenzielle Grundlagen zur Bewertung der Resilienz gleichermaßen Anwendung. Zunächst muss das entsprechende Fachpersonal im Krisenfall auch vor Ort in der Klinik verfügbar sein. Die Herausforderung liegt an diesem Punkt darin, dass die meisten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Familien oder Angehörige haben, die im Krisenfall Unterstützung und Hilfe benötigen. Das könnte im Zweifel bedeuten, dass qualifiziertes Personal vor dem Hintergrund einer Notlage

(Winter, kein Strom, keine Heizung, kein Wasser, kein Essen etc.) sich dafür entscheidet, sich um die eigenen Angehörigen zu kümmern, statt in die Klinik zur Arbeit zu gehen. Im Krisenfall wird auch kein ÖPNV mehr funktionieren und Privatautos an der Tankstelle keinen Kraftstoff mehr bekommen, was ein Pendeln für Personal aus weiterer Entfernung deutlich erschwert. Es gibt hier bereits Überlegungen oder auch konkrete Erfahrungen verschiedener Kliniken, Angehörige mit auf dem Klinikgelände unterzubringen. Dies kann aufgrund der damit verbundenen erheblichen logistischen Belastung allerdings keine Musterlösung sein. Eine Option hierfür wäre der Personaltransport durch Katastrophenschutz oder Bundeswehr in einer Art Pendelverkehr. Weiterhin werden Personalpläne und Alarmlisten für Notfälle benötigt und müssen auch aktuell gehalten werden. Wie auch immer die Herausforderungen im Einzelfall aussehen – für ein resilientes Krankenhaus müssen die Risiken identifiziert werden und Bewältigungsstrategien unterschiedlicher Szenarienausprägung vorliegen.

Notwendige Zusatzausbildungen zur Krisenbewältigung müssen regelmäßig aufgefrischt werden. Neues Personal muss im Rahmen der Einweisung bei der Einstellung mit dem Notfallprocedere und den damit verbundenen individuellen Aufgaben und Verantwortlichkeiten vertraut gemacht werden.

Da im Zusammenhang mit Krisenszenarien auch mit deutlich gesteigerten psychischen und physischen Anforderungen an das Klinikpersonal zu rechnen ist, bedarf es einer infrastrukturellen Einplanung von Ruhebereichen, die getrennt sind vom klassischen Pausenraum, welcher für die Pause während des Dienstes vorgesehen ist.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Personal

- Für Krisenfälle liegen Personallisten und Alarmierungspläne vor und werden stets aktuell gehalten.
- Es gibt ein Konzept, wie pendelndes Personal oder Mitarbeitende mit privaten Verpflichtungen im Krisenfall eingebunden werden.
- Sämtliche für ein Krisenmanagement notwendigen Personalunterlagen sind auch bei Ausfall der IT verfügbar.
- Die Aus- und Weiterbildung von Personal für Krisenszenarien erfolgt regelmäßig und strukturiert (Weiterbildungsplan).

Hausinfrastruktur (I)

Die Kategorie Hausinfrastruktur beinhaltet die Unterkategorien Klimatisierung (I1), Sicherheit und Objektschutz (I2), Müllentsorgung (I3) und Leichenmanagement (I4).

Die Unterkategorie Klimatisierung beinhaltet Heizung und Lüftung (I1a) sowie die zentrale oder dezentrale Dampferzeugung (I1b). In der Dampferzeugung findet sich ebenfalls die Sterilisation wieder, die mit Prozesswasser aus W1 versorgt werden muss.

Heizung und Lüftung eines modernen Krankenhauses sind für gewöhnlich hervorragend in die Notversorgung eingebunden. Von allen in die Untersuchung einbezogenen Expert*innen konnte dies auch aus der Praxis bestätigt werden. Eine Notfallplanung und entsprechende Berechnungen fußen auf Durchschnittswerten und Eintrittswahrscheinlichkeiten von Ereignissen. Sollten Krisenereignisse jedoch zeitgleich mit Extremwetterlagen auftreten, beispielsweise weil ein Hackerangriff auf KRITIS in einem besonders kalten Winter stattfindet, stellt dies die Verantwortlichen vor Herausforderungen, die im Rahmen bisheriger Szenarien nicht vorgesehen sind.

Besonders im Fall von überregionalen und großflächigen Schadensereignissen kommt der Unterkategorie Sicherheit und Objektschutz (I2) eine besondere Bedeutung zu, da damit zu rechnen ist, dass Hilfesuchende wie auch Kriminelle gleichermaßen den Weg zu weiterhin funktionierender Infrastruktur suchen werden. Ein weitergehender sicherer Betrieb ist erfahrungsgemäß nur bei geordneten Abläufen und koordinierten Zutrittsregelungen möglich.

Moderne Schließanlagen (I2a) sind häufig abhängig von IT und elektrischer Energie, da sie in Zutrittsüberwachungs- und Steuerungssysteme eingebunden sind. Bei einem Ausfall von Strom und IT werden auch elektrische Schließzylinder noch funktionieren, da diese ohnehin über Batterien gespeist werden, aber das Einrichten und Sperren von Nutzern könnte eine Herausforderung darstellen. Es ist daher unumgänglich, diese Unterkategorie ebenfalls in der Ausgestaltung von Notfallkonzepten einzubeziehen. Ebenso empfiehlt es sich, Schließpläne und Berechtigungen IT-unabhängig vorzuhalten, um bei der Ausstattung externer Unterstützungskräfte mit Transpondern oder Schlüsseln in jedem Szenario handlungsfähig zu bleiben. Zu bedenken bleibt hier noch die notwendig werdende Bewachung von Notausgangstüren, da damit zu rechnen ist, dass Personen im Gebäude diese öffnen werden, um andere Personen an Einlasskontrollen vorbei in das Gebäude hineinzuschleusen.

Verkehrswege (I2b) spielen bei der Lenkung von Personen- und Fahrzeugströmen aber auch bei der Verhinderung unberechtigten Zutritts maßgebliche Rollen. Hier sind Konzepte notwendig, die je nach Szenario bzw. Bedrohungslage das Sicherheitslevel des Hauses erhöhen können, ohne hierfür Wachpersonal zu benötigen. In den entsprechenden Konzepten ist festzuhalten, welche Tore und Türen geschlossen werden können, wo ggf. zusätzliche Zäune benötigt werden und wo Sicherheitsbereiche eingerichtet werden können. Eine Schwachstellenanalyse kann im Vorfeld auch gemeinsam mit externen Sicherheitsdienstleistern erstellt werden. Weitere zu bedenkende Punkte hinsichtlich der Verkehrswege auf dem Klinikgelände sind die Sicherstellung der Schneeräumung und die Absicherung (und technische Inbetriebhaltung) des Hubschrauberlandeplatzes, welcher sich häufig außerhalb des Gebäudes befindet. Das hierfür notwendige entsprechende Sicherheitspersonal (I2c) wird in den seltensten Fällen bereits vorgehalten, sondern je nach Lage von Extern beigesteuert. Mögliche vorbereitende Maßnahmen sind hier die Erstellung von Übersichtskarten, Konzepten und Plänen aus der Schwachstellenanalyse, mit denen Unterstützungskräfte auch ohne langwierige Einweisung ihren Auftrag zur Sicherung des Objektes erfüllen können.

Die Müllentsorgung (I3) wie auch das Leichenmanagement (I4) sind Kategorien, die in den Interviews sehr uneinheitlich bewertet wurden, aber dennoch ihre Relevanz für das Gesamtkonstrukt behaupten konnten. Wenn in einem bestimmten Szenario weder Müll noch Verstorbene vom Klinikgelände verbracht werden können, kann dies je nach infrastrukturellen Rahmenbedingungen und auch Wetterlage zum Problem werden. Der kalte Winter ist aus hygienischer Sicht hier weniger herausfordernd als tropische Temperaturen im Sommer. Bei einem überregionalen Stromausfall wird keine Müllabfuhr mehr fahren und auch die Krematorien werden nicht arbeiten. Lagerkapazitäten vor Ort werden rasch an ihre Grenzen gelangen, da waren sich alle Expert*innen einig, wie auch in der Überzeugung, dass sich in jedem Falle eine improvisierte Lösung finden lässt. Nicht zu unterschätzen ist hier jedoch auch die Auswirkung von Menschen, die ihre verstorbenen Angehörigen suchen bzw. mitnehmen wollen und damit den Klinikbetrieb erheblich beeinträchtigen. Eine frühzeitige Absprache mit z.B. kommunalen Friedhofsträgern kann im Ernstfall helfen, das System Krankenhaus zu entlasten und Aufgaben zu verlagern.

Exemplarische Bewertungskriterien der Kategorie Hausinfrastruktur

- Die Leistungsfähigkeit der Klimatisierungstechnik ist auf einen längeren Betrieb auch bei Extremwetterlagen ausgerichtet.
- Die Dampferzeugung ist unabhängig von externer Energieversorgung.
- Schließanlagen im Gebäude sind auch ohne IT funktionsfähig.
- Verkehrswege für Personen und Fahrzeuge sind in Notfallkonzepte eingebunden.
- Es wurden im Vorfeld unterschiedliche Sicherungsstufen der Gebäudeabsicherung ausgeplant, die im Ernstfall abrufbar sind.
- Die Lagerung von Abfällen und Verbringung von Verstorbenen ist Bestandteil in den Notfallkonzepten des Krankenhauses.

3.3. Interviews II - Interdependenzanalyse

Als nächstes folgt die Interdependenzanalyse, um Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den vorstehend erhobenen Einzelfaktoren zu erfassen und das Modell weiter zu verfeinern. Im Arbeitsschritt der zweiten Validierung werden den Expert*innen zunächst allgemeine Fragen zur KRITIS in Krankenhäusern gestellt, um die Planungsgrundlagen zu erheben, die Intensität und den Zeitaufwand für Notfallplanungen sowie persönliche Erfahrungen abzufragen, die in die weitere Modellentwicklung einfließen. Das reduzierte Modell (Kapitel 3.1) erhalten die Expert*innen bereits im Vorfeld zum Interview, damit diese Gelegenheit haben, sich mit den Details auseinanderzusetzen und Korrekturen bzw. Änderungsvorschläge dann im Interview zu erörtern. Im Anschluss an das Gespräch erhalten die Expert*innen die Einflussmatrix per E-Mail als Excel-Tabelle und als .pdf-Datei, um diese zu befüllen (vgl. Kapitel 3.3.2).

3.3.1. Allgemeiner Teil der Validierung

Die in den Interviews getätigten Aussagen werden in einem Gesprächsprotokoll festgehalten. Zur besseren Auswertung wird selbiges dann in eine Codiertabelle (Anlage 1) übertragen.

Allen befragten Expert*innen waren ein oder mehrere einschlägige **Dokumente** zu KRITIS in Krankenhäusern bekannt, wie zum Beispiel VDE-Richtlinien, Leitfäden zur Notstromversorgung, Ratgeber und Checklisten des BBK oder Projektunterlagen zu Kat-Leuchttürmen¹¹ und KIRMin¹². Die Expert*innen bewerten einstimmig die derzeit verfügbare Fachliteratur mit Bezug zur Kritischen Infrastruktur im Krankenhaus als nicht ausreichend, wenn es um die Vorbereitung längerdauernder Krisenszenare geht. Hier wird vor allem der mangelnde Praxisbezug und die zu hohe Komplexität bemängelt. Wie einer der Expert*innen feststellt, steht oftmals der Umfang der verfügbaren Informationen in direktem Widerspruch zur verfügbaren Arbeitszeit („200 Seiten liest keiner“ (Interview 6)). Mehrwöchige Übungen, um Erfahrungen zu sammeln, sind in der Praxis kaum möglich, wenngleich der Wunsch nach regionalen Katastrophenschutz-Übungen bei allen Krankenhäusern vorhanden ist.

Drei der Befragten nennen den 2013 erschienenen Roman „Blackout“ von Marc Elsberg als ihren Augenöffner, was die Sensibilisierung für das überregionale Schadensereignis betrifft. Der Ratgeber des BBK „Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus“ aus dem Jahr 2008 ist in drei Vierteln der befragten Kliniken bekannt.

Ein **Vergleich der Vorsorgebestrebungen** mit anderen Krankenhäusern und ein Austausch mit Technik-Expert*innen wird meist innerhalb einer Konzerngruppe oder regional innerhalb einer Stadt oder eines Landkreises realisiert. Hier einbezogen sind weitere Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und in einem Fall auch IT-Expert*innen des LKA. Hierbei wird durch drei Expert*innen betont, dass militärische Vorerfahrungen bzw. eine aktive Tätigkeit im Katastrophenschutz für die Notfallplanung von Vorteil sind. Der Austausch wird leider oft nicht behördlich organisiert und ist sehr auf das Engagement der fachlich Beteiligten angewiesen. Ein Experte betont, dass allgemeine Kennzahlen zum Vergleich wünschenswert wären, da diese haushaltsbegründend sind (Interview 6).

Die **Mindestbedarfe an Ressourcen** im Krisenfall werden von allen befragten Krankenhäusern erhoben. Im Regelfall findet hier eine jährliche Evaluierung statt, auch im

¹¹ Katastrophenschutz-Leuchttürme oder Kat-Leuchttürme sind Gebäude und Einrichtungen, die im Katastrophenfall eine eigene Energieversorgung haben und somit auch bei großflächiger Dunkelheit noch weithin sichtbar sind. Die Bevölkerung soll dort Anlaufstellen zur Hilfeleistung finden.

¹² Kritische Infrastrukturen-Resilienz als Mindestversorgungskonzept, ein 2019 abgeschlossenes Forschungsprojekt der TH Köln.

Zusammenhang mit stattfindenden Umwelt-Audits. Die Notstromversorgung wird im Schnitt 1-2-mal jährlich getestet, wobei ein Krankenhaus der Maximalversorgung mit monatlichen Testläufen des kompletten Systems an der Spitze liegt. Die Zahlen zum Bedarf und Verbrauch variieren in der Praxis, da Klinikpersonal eigenmächtig Geräte an Notstromsteckdosen anschließt. Dem kann nur durch Schulungen und jährliche Elektro-Begehungen im gesamten Haus entgegengewirkt werden. Zwei Kliniken werden bei einer Notstromversorgung größere Verbraucher wie CT oder MRT abschalten. In zwei Fällen sind zur Notversorgung Brauchwasserbrunnen vorhanden, wobei die dann nötige Wasseraufbereitung noch nicht abschließend geklärt ist.

In der Spanne liegt die logistische Reserve der Krankenhäuser bei 24 - 72h, im Mittel können 36 Stunden ohne externe Nachversorgung abgedeckt werden.

Die Expert*innen beantworteten die Frage nach **schlimmsten denkbaren Szenarien** für die KRITIS eines Krankenhauses sehr differenziert, woran man merkt, dass sehr unterschiedliche Erfahrungen und Schwerpunkte vorhanden sind. Mehrfach wurde ein Angriff durch Hacker auf die IT genannt, in einem Falle sogar der physische Angriff auf den Serverraum der Klinik. Letzterer wurde im weiteren Gespräch noch präzisiert durch beispielsweise einen vorsätzlich oder durch Unfall herbeigeführten Brand, was im Endeffekt alles zum gleichen Resultat führt – dem Totalausfall der IT eines Krankenhauses. Ebenfalls mehrfach genannt wurde der großflächige längerdauernde Stromausfall als Worst-Case-Szenario, womit die Grundüberlegung dieser Untersuchung auch von den Expert*innen bestätigt wurde. In einem ländlich gelegenen Krankenhaus wurde die komplette Evakuierung als weiteres Szenario katastrophalen Ausmaßes benannt, da im Umkreis weder ausreichend Ausweichkapazität vorhanden ist noch genügend Transportmittel kurzfristig beschafft werden können.

Notfallübungen mit Bezug zur KRITIS werden in jedem der befragten Krankenhäuser durchgeführt, hier gibt es lediglich in Häufigkeit und Umfang der Übungen Unterschiede. Im Mittel liegen die Übungen 1-3 Jahre auseinander. Meist werden Hilfsorganisationen der Städte oder Landkreise eingebunden, auch um Kommunikationswege festzulegen und zu erproben. Hierbei traten stellenweise auch gefährliche Defizite durch unterschiedliche technische Ausstattungen der BOS zutage, die dazu führten, dass eine Verständigung untereinander nicht möglich war (Interviews 5 und 6). Aufgrund langwieriger Beschaffungsprozesse und ungeklärter Finanzierungen ist hier

nicht so bald mit einer Lösung zu rechnen. Eine externe Versorgung mit Ressourcen ist ebenfalls Bestandteil der Übungen, wobei stets darauf geachtet werden muss, den Realbetrieb so wenig wie möglich zu beeinträchtigen.

Als wichtigste äußere **Einflussfaktoren auf die Resilienz** sehen drei Expert*innen die Finanzierung der Krankenhäuser, da bei kommunaler Trägerschaft doch etwas mehr Spielraum für Sicherheitspuffer bleibt als bei reinen gewinnorientierten Wirtschaftsunternehmen. Die fehlenden bzw. lückenhaften Gesetze und Vorschriften zu Bevorratung, Reserven und Vorsorge werden als weiterer wichtiger Einflussfaktor von zwei Expert*innen identifiziert. Ein Interviewpartner bemängelt den rechtlich nicht geregelten Zugriff auf Personal ohne ausgerufenen Katastrophenfall sowie mehrfach im Katastrophenschutz ausgeplantes Personal oder gar den Ruhestand wichtiger Kompetenzträger, für die es keinen Ersatz gibt. Für einen Expert*innen hat die Einführung der Telematikinfrastruktur noch zu viele Graubereiche, was konkrete Verantwortlichkeiten, Forderungen und Zukunftssicherheit betrifft. Das schafft Raum für Schwachstellen in der IT. Alle Interviewpartner waren sich einig, dass die Verpflichtung zur Vorsorge durch den Gesetzgeber aktuell viel zu kurz kommt und hier dringender Handlungsbedarf besteht, ebenso wie in der Verkürzung von Baugenehmigungsverfahren, wenn es um Notfallvorsorge geht.

Die **ideale Notstromversorgung** wird als ein redundantes System aus mehreren verteilten Diesel-Netzersatzanlagen beschrieben. Die Versorgung mit Betriebsstoffen sollte durch die Kommune in enger Kooperation mit dem örtlichen Energieversorger sichergestellt sein, da man dort ebenfalls Bedarf an Betriebsstoffen haben wird. Ein Experte schlug die Nutzung von Sonnenkollektoren zur Entlastung der Diesel bei der Warmwasserbereitung vor, was sich in seiner Klinik bereits in der Praxis bewähren konnte.

Einzelelemente der KRITIS, die Kettenreaktionen auslösen können und daher besondere Berücksichtigung in der Notfallplanung erfahren sollten, sind elektrische Bauteile als Sonderanfertigungen wie Netzteile und Transformatoren. Im Falle eines Ausfalles könnte die Neubeschaffung hier mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Ebenfalls werden Angriffe auf das IT-System als besonders kritisch bewertet, da diese durch zunehmende Digitalisierung mittlerweile alle Bereiche eines Krankenhauses von der Schranke an der Einfahrt bis hin zur Telefonanlage betreffen. In der Kategorie

Personal wird ein Seuchenausbruch als existenziell bewertet, da jede KRITIS im Krankenhaus auch durch entsprechend qualifiziertes Fachpersonal betreut werden muss und sich hierfür aufgrund der hohen Spezialisierung kurzfristig kein Ersatz finden lässt.

Im Rahmen der Interviews wurden die Expert*innen gebeten, Elemente der KRITIS im Krankenhaus nach ihrer **Vulnerabilität** zu bewerten. Im Mittelwert zeigten sich hier IT und Wasserversorgung am verletzlichsten, die Energieversorgung am robustesten, das Personalmanagement am komplexesten und die Logistik am redundantesten. Als Schlüsselemente der KRITIS in Krankenhäusern, welche zu einer Kettenreaktion führen können, wurden durch die Expert*innen benannt: Energieversorgung, Personal, Informationstechnologie.

Anmerkungen der Expert*innen, die außerhalb des Fragenkatalogs lagen, aber dennoch in die Gesamtkonzeption einer resilienten KRITIS einfließen sollten, finden sich nachstehend:

„Wir müssen mit dem Evakuieren so lange wie möglich warten. Wozu ein Zelt, wenn ich ein Haus haben kann?“ (Interview 3)

„Ohne IT haben wir weder Röntgen noch Apotheke oder Labor.“ (Interview 5)

„Mitarbeitermotivation ist im Krisenfall nicht explizit notwendig – wir bekommen dann auch Hilfe aus der Bevölkerung.“ (Interview 6)

„Der Schlüssel zum Erfolg liegt nicht in der möglichst detaillierten Planung, sondern in der vernetzten Kommunikation und in der Übung von Katastrophenszenaren.“ (Interview 4)

„Stellen Sie sich mal vor, was passiert, wenn das ganze Land dunkel ist und wir mit unserem Krankenhaus die leuchtende Insel sind.“ (Interview 1)

„Im Ernstfall müssen wir uns dann einigeln. Dann heißt es ‚Alle Türen dicht!‘“ (Interview 3)

„Wasser ist wichtiger als Strom! Bei Strom können wir uns noch selber helfen, aber bei Wasser nicht.“ (Interview 1)

„Risiko sind für uns Heimbeatmung und Dialysepatienten...die Überraschung kommt dann von draußen!“ (Interview 8)

„Medizinischer Sauerstoff ist auch im Krisenfall ein Medikament!“ (Interview 8)

In diesen ausgewählten Aussagen zeigt sich nochmals die Komplexität der Thematik und die unbedingte Notwendigkeit einer individuellen und auf jedes Krankenhaus angepassten Bewertung der Resilienz. Die Aussagen dienen hauptsächlich der Begründung, *warum* eine Bewertung in der Einflussmatrix so vorgenommen wurde.

3.3.2. Gewichtung der Unterkategorien

Die Expert*innen befüllten im Rahmen der Interdependenzanalyse jeweils eine eigene Einflussmatrix, ohne die Antworten der anderen Expert*innen zu kennen.

Aus der von den Expert*innen befüllten Einflussmatrix ergeben sich für jede der Unterkategorien Punktschichten in der Aktivspalte (wie sehr werden andere Elemente der KRITIS beeinflusst) und in der Passivspalte (wie sehr wird die Unterkategorie selbst von anderen Elementen der KRITIS beeinflusst).

Zunächst wurden die von den Expert*innen befüllten Matrizen in einer Excel-Arbeitsmappe zusammengeführt und in einer hinzugefügten Tabelle (Abbildung 5) für jede Zelle ein Mittelwert ermittelt.

0 = kein Einfluss
1 = geringer Einfluss
2 = mittlerer Einfluss
3 = starker Einfluss

	Informationstechnik (IT1)	Kommunikationstechnik (IT2)	Medizingeräte-IT (IT3)	Logistische IT (IT4)	Netzersatzanlage (E1)	Unterbrechungsfreie Stromvers. (E2)	Betriebsstoffe (E3)	Wartung Energie (E4)	Trinkwasser (W1)	Abwasser (W2)	Wartung Wasser (W3)	Lagezentrum / Führungsstab (Z1)	Versorgung Sanitätsmaterial (L1)	Verpflegungsmanagement (L2)	Transportlogistik (L3)	Krankenhausapotheke (L4)	Labor (L5)	Medizinisches Fachpersonal (P1)	Pflegepersonal (P2)	Technisches Personal (P3)	Klimatisierung (I1)	Sicherheit und Objektschutz (I2)	Müllentsorgung (I3)	Leichenmanagement (I4)	Summe	Rang aktiv
Informationstechnik (IT1)	2	3	3	1	0	1	1	0	0	0	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	0	0	34	3	
Kommunikationstechnik (IT2)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	0	28	7	
Medizingeräte-IT (IT3)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	12	23	
Logistische IT (IT4)	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	23	12	
Netzersatzanlage (E1)	3	3	3	2	1	1	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	44	1	
Unterbrechungsfreie Stromvers. (E2)	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0	23	13	
Betriebsstoffe (E3)	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	28	6	
Wartung Energie (E4)	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	26	8	
Trinkwasser (W1)	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2	2	2	3	0	1	2	2	2	2	1	1	0	0	29	5	
Abwasser (W2)	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	18	18	
Wartung Wasser (W3)	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	1	2	0	2	2	2	1	1	2	1	1	1	0	20	14	
Lagezentrum / Führungsstab (Z1)	2	2	1	1	0	0	1	0	1	0	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	2	32	4	
Versorgung Sanitätsmaterial (L1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	1	0	0	1	1	1	17	19	
Verpflegungsmanagement (L2)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	2	1	1	2	2	0	2	1	0	1	19	16	
Transportlogistik (L3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	26	9	
Krankenhausapotheke (L4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	13	21	
Labor (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	13	22	
Medizinisches Fachpersonal (P1)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	2	2	3	1	0	1	0	1	1	19	17	
Pflegepersonal (P2)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1	1	2	2	1	0	1	1	2	20	15		
Technisches Personal (P3)	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	43	2	
Klimatisierung (I1)	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	2	2	1	0	1	1	1	25	11	
Sicherheit und Objektschutz (I2)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	1	2	1	2	2	0	0	1	1	1	25	10	
Müllentsorgung (I3)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	15	20	
Leichenmanagement (I4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8	24	
Summe	22	20	24	21	16	13	14	10	14	15	12	36	27	30	25	34	39	38	40	30	18	24	17	19		
Rang Passiv	12	14	11	13	18	22	20	24	21	19	23	4	8	7	9	5	2	3	1	6	16	10	17	15		

Abbildung 5: Interdependenzanalyse - Mittelwerte aller Interviews

Insgesamt also 24²-24 Mittelwerte, was 552 Berechnungen erforderte. Hieraus konnten für alle Unterkategorien die Zeilen- und Spaltensummen sowie Gesamtscores ermittelt werden, die für die weiteren Berechnungen zur Modellbildung essenziell sind. Insgesamt sind in die Erstellung der finalen Matrix sechs Expert*innenaussagen zu je 552 Items, also 3312 Einzelwerte, eingeflossen. Aus den Zeilen- und Spaltensummen der Matrixklassen lassen sich Aktivsumme (AS) und Passivsumme (PS) für jede Unterkategorie der KRITIS ermitteln. Elemente mit hoher Aktivsumme zeichnen sich durch eine starke Beeinflussung vieler anderer Unterkategorien aus, eine hohe Passivsumme zeigt eine hohe Beeinflussung durch andere Unterkategorien. Am kritischsten sind jene Bereiche zu sehen, die auf beiden Skalen einen hohen Score erreichen.

			Aktivsumme	Passivsumme
Informationstechnik (IT)	Informationstechnik	IT1	34	22
	Kommunikationstechnik	IT2	28	20
	Medizingeräte-IT	IT3	12	24
	Logistische IT	IT4	23	21
Energieversorgung (E)	Netzersatzanlage	E1	44	16
	Unterbrechungsfreie Stromvers.	E2	23	13
	Betriebsstoffe	E3	28	14
	Wartung Energie	E4	26	10
Wasserversorgung (W)	Trinkwasser	W1	29	14
	Abwasser	W2	18	15
	Wartung Wasser	W3	20	12
Zentrale Dienste (Z)	Lagezentrum / Führungsstab	Z1	32	36
Logistik (L)	Versorgung Sanitätsmaterial	L1	17	27
	Verpflegungsmanagement	L2	19	30
	Transportlogistik	L3	26	25
	Krankenhausapotheke	L4	13	34
	Labor	L5	13	39
Personal (P)	Medizinisches Fachpersonal	P1	19	38
	Pflegepersonal	P2	20	40
	Technisches Personal	P3	43	30
Hausinfrastruktur (I)	Klimatisierung	I1	25	18
	Sicherheit und Objektschutz	I2	25	24
	Müllentsorgung	I3	15	17
	Leichenmanagement	I4	8	19

Tabelle 4: Kategorien und Unterkategorien; Aktiv- u. Passivsummen

Wichtig ist zu beachten: Das Modell bewertet die Wirkungen der einzelnen Kategorien und Unterkategorien der KRITIS untereinander und nicht die Bedeutung von KRITIS

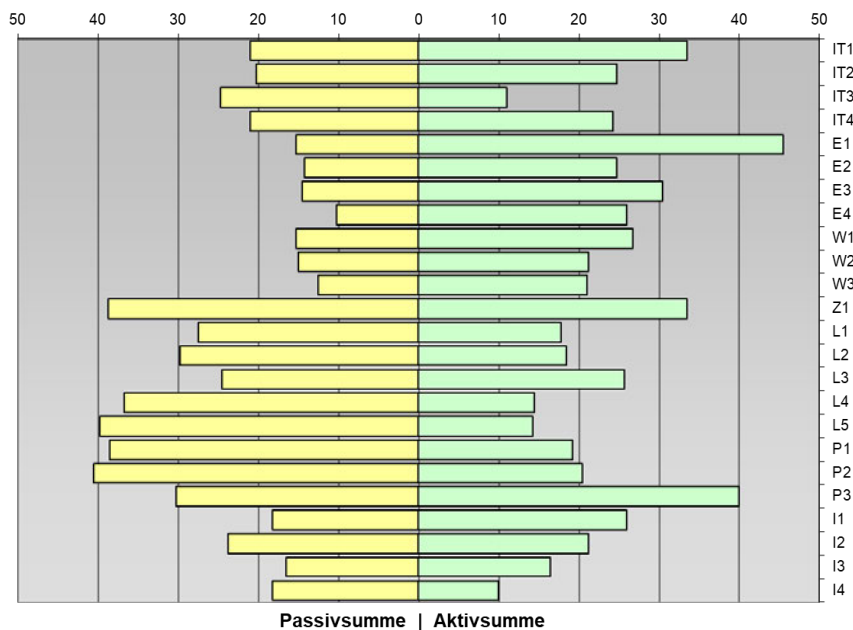


Abbildung 6: Aktiv- u. Passivsummen der Einflussmatrix

für die Patientenversorgung. Dies ist essenziell, wenn man die Daten korrekt

Führungsstab (Z1) und Technisches Personal (P3) sind die kritischsten Unterkategorien, da sie sowohl auf andere Kategorien sehr hohen Einfluss haben als auch von anderen Kategorien beeinflusst werden. Die Versorgung mit Notstrom (E1) sowie Informationstechnik (IT1) wirken sich auf viele andere Unterkategorien aus, ohne selbst stark beeinflusst zu werden. Die Kategorien Personal (P) und Logistik (L) sind klassisch dominierend in der Passivsumme, da ihnen eine sehr starke Abhängigkeit von anderen Kategorien eigen ist.

Folgerungen

Für eine weitere Interpretation der Daten wurden in der Folge noch der Interaktionsindex und Aktivitätsindex für jede Unterkategorie bestimmt. [59]

Der **Interaktionsindex (II)** errechnet sich aus $AS \times PS$ und ist ein direkter Indikator für den Grad der Vernetzung eines Elements. Je höher der II, umso größer die Vernetzung.

Der **Aktivitätsindex (AI)** wird berechnet aus dem Quotienten $AS \div PS$. Ein AI größer 1 verweist auf ein aktives Element, welches andere beeinflusst und ein AI kleiner 1 auf ein von anderen beeinflusstes reaktives Element. Je größer die Abweichung, desto eindeutiger die Wirkung.

Die **Gewichtung (G)** der einzelnen Unterkategorien errechnet sich durch Multiplikation der Abweichungsstärke des AI von seinem ausgeglichenen Wert mit dem Interaktionsindex. Dies beruht auf Vesters Annahme, dass neben den kritischen auch deutlich aktive und deutlich reaktive Elemente eine spürbare Wirkung auf das Gesamtsystem haben. [58, S. 235] Da der Aktivitätsindex den Grenzwert 1 (keine Aktivitätsrichtung) aufweist, d.h. jede Aktivität der bewerteten Unterkategorie sowohl oberhalb von 1 (aktiv) als auch unterhalb von 1 (passiv) eine Wirkung auf das Gesamtsystem hat, ist der Betrag der Abweichung von 1 für die Berechnung der Gewichtung von Relevanz. Die abschließende Addition von 1 verhindert, dass eine Verzerrung von Elementen stattfindet, die einen ausgewogenen AI aufweisen.¹⁴

¹⁴ Damit wird vermieden, dass bei einem AI von genau 1 eine Multiplikation mit 0 stattfindet und die Gewichtung nicht berechnet werden kann.

$$\Delta AI = |1 - AI| + 1$$

Für die Berechnung der Gewichtungen der Unterkategorien (^{UK}) folgt:

$$\text{Gewichtung}^{UK} = \text{Interaktionsindex}^{UK} \times |1 - \text{Aktivitätsindex}^{UK}| + 1$$

$$G^{UK} = (AS^{UK} \times PS^{UK}) \times |1 - (AS^{UK} \div PS^{UK})| + 1$$

Ein kritisches Element erhält seine Gewichtung nicht durch die Einbeziehung von ΔAI , welches bei kritischen Elementen gegen 1 tendiert, sondern durch den Faktor des sehr hohen Interaktionsindex.

Im nächsten Schritt kann der Resilienzindex (RI) für die Unterkategorien (^{UK}) und die Kategorien (^K) ermittelt werden. Hierzu wird ein vor Ort im Krankenhaus durch Bewertung der tatsächlichen Gegebenheiten ermittelter Multiplikator (M) hinzugefügt.

$$RI^{UK} = M^{UK} * G^{UK}$$

Der Multiplikator wird je nach subjektiver Bewertung anhand individueller Kriterien (qualitativ oder quantitativ) einer Unterkategorie vergeben die nachstehenden Werte einnehmen:

nicht vorhanden	deutliche Mängel	moderate Mängel	geringe Mängel	keine Mängel
0	0,25	0,5	0,75	1

Tabelle 5: Multiplikator zur Selbstbewertung (Vorschlag)

Null ist bei dieser Bewertung ein hypothetischer Zustand, da in Deutschland jedes Krankenhaus schon durch den Gesetzgeber verpflichtet wird, eine gewisse Infrastruktur vorzuhalten und selbst im schlechtesten Falle somit schon bei 0,25 liegt.

Der Resilienzindex der Kategorien RI^K ergibt sich aus Addition der jeweiligen der Kategorie zugeordneten Unterkategorien. Da diese variieren und auch vom Anwender angepasst werden können, wird auf eine Formel verzichtet.

Der Resilienzindex gesamt RI^{Ges} ist die Summe aller sieben Kategorien RI_1^K bis RI_7^K .

$$RI^{Ges} = \sum_{n=1}^7 RI_n^K$$

Der erreichbare Höchstwert auf der Skala des RI^{Ges} ist 100.

In Anlehnung an die gedrittete Skalierung in der Auswertung des HSI soll auch beim Resilienzindex eine Drittelung erfolgen, damit Anwender, die den HSI bereits kennen, nicht unnötig verwirrt werden. Ein Krankenhaus mit guter Resilienz seiner Kritischen Infrastruktur läge folglich zwischen 66 und 100 Punkten.

schlechte Resilienz	mittlere Resilienz	gute Resilienz
0 bis 35 Punkte	36 bis 65 Punkte	66 bis 100 Punkte

Tabelle 6: Bewertung der Gesamtresilienz (Vorschlag)

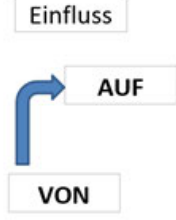
Wichtig bleibt an dieser Stelle zu berücksichtigen, dass es sich trotz einer Quantifizierung von Aussagen noch immer um qualitative Daten handelt, die der Matrix zugrunde liegen. Der Forschende darf sich daher nicht dazu verleiten lassen, die erhaltenen Resultate mittels statistischer Auswerteverfahren zu interpretieren.

3.4. Das KRITIS-Modell für Krankenhäuser

Die Zusammenführung der Kategorien und Unterkategorien aus den Interviews mit den Erkenntnissen der Interdependenzanalyse ergibt ein Modell, welches sich sowohl graphisch als auch mathematisch darstellen lässt. Mittels Kategoriensummen, Gewichtung der Unterkategorien und Einbeziehung eines Multiplikators ist eine leicht nachzuvollziehende Bewertung der KRITIS im Krankenhaus möglich (Abbildung 8).

Der hier entwickelte Resilienzindex soll keinen Rechenspielen dienen, um möglichst gut performen und/oder benchmarken zu können, sondern er ist eines von vielen unterstützenden Werkzeugen zur Bewertung der Leistungsfähigkeit kritischer Infrastruktur im Krankenhaus. Berechnungen machen ohnehin nur Sinn, wenn man den Rechenweg dahinter nachvollziehen kann und auch für praxisrelevant erachtet. Aus diesem Grunde habe ich mich auch gegen die Präsentation einer fertigen hochkomplexen Formel oder eines Rechenblattes entschieden, wie dies beispielsweise beim HSI der Fall ist, für welchen der Anwender eine Ausbildung absolvieren und 176 Seiten Handbuch lesen und verstehen muss. Für mich ist das wie auch für meine Interviewpartner, die den HSI kannten, viel zu kompliziert und praxisfern.

Erklärtes Ziel ist es daher, ein Systemmodell mit Berechnungsfunktion zu erstellen, welches auf einer einzigen Seite Platz findet.



	Informationstechnik (IT1)	Kommunikationstechnik (IT2)	Medizingeräte-IT (IT3)	Logistische IT (IT4)	Netzersatzanlage (E1)	Unterbrechungsfreie Stromvers.(E2)	Betriebsstoffe (E3)	Wartung Energie (E4)	Trinkwasser (W1)	Abwasser (W2)	Wartung Wasser (W3)	Lagezentrum / Führungsstab (Z1)	Versorgung Sanitätsmaterial (L1)	Verpflegungsmanagement (L2)	Transportlogistik (L3)	Krankenhausapotheke (L4)	Labor (L5)	Medizinisches Fachpersonal (P1)	Pflegepersonal (P2)	Technisches Personal (P3)	Klimatisierung (I1)	Sicherheit und Objektschutz (I2)	Müllentsorgung (I3)	Leichenmanagement (I4)	Summe	Rang aktiv	Interaktions-Index	Aktivitäts-Index	$\Delta AI = 1-AI +1$	Gewichtung Resilienz		
Informationstechnik (IT1)	2	3	3	1	0	1	0	1	1	0	0	0	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	0	0	34	3	748,00	1,55	1,55	6,3	
Kommunikationstechnik (IT2)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	0	0	28	7	571,20	1,37	1,37	4,3	
Medizingeräte-IT (IT3)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	12	23	300,08	0,61	1,39	2,3	
Logistische IT (IT4)	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	23	12	482,04	1,15	1,15	3,0	
Netzersatzanlage (E1)	3	3	3	3	2	1	1	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	44	1	689,52	2,17	2,17	8,1	
Unterbrechungsfreie Stromvers.(E2)	3	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	23	13	300,96	1,12	1,12	1,8	
Betriebsstoffe (E3)	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	28	6	397,60	1,37	1,37	3,0	
Wartung Energie (E4)	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	26	8	270,40	1,27	1,27	1,9	
Trinkwasser (W1)	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2	2	2	2	3	0	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0	29	5	400,40	1,40	1,40	3,1	
Abwasser (W2)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	18	527,80	0,89	1,11	3,2	
Wartung Wasser (W3)	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	1	2	0	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	0	20	14	244,00	0,98	1,02	1,4	
Lagezentrum / Führungsstab (Z1)	2	2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	2	1	2	1	32	4	1165,64	1,58	1,58	10,0	
Versorgung Sanitätsmaterial (L1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	1	0	0	1	1	1	1	1	17	19	456,96	0,82	1,18	2,9	
Verpflegungsmanagement (L2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1	2	2	2	2	0	2	1	0	1	0	19	16	582,00	0,95	1,05	3,3	
Transportlogistik (L3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	0	26	9	650,16	1,26	1,26	4,5	
Krankenhausapotheke (L4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	13	21	446,16	0,65	1,35	3,3	
Labor (L5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	13	22	512,20	0,64	1,36	3,8	
Medizinisches Fachpersonal (P1)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	2	2	3	1	0	1	0	1	0	1	0	19	17	710,52	0,91	1,09	4,2	
Pflegepersonal (P2)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1	2	2	1	0	1	1	2	2	0	0	20	15	784,00	0,96	1,04	4,4	
Technisches Personal (P3)	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	4	2	1313,28	2,12	2,12	15,2		
Klimatisierung (I1)	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	25	11	437,88	1,21	1,21	2,9	
Sicherheit und Objektschutz (I2)	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	1	2	1	2	2	2	0	0	1	1	1	25	10	605,12	1,22	1,22	4,0	
Müllentsorgung (I3)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	15	20	242,36	0,72	1,28	1,7	
Leichenmanagement (I4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8,4	24	157,92	0,41	1,59	1,4	
Summe	22	20	24	21	16	13	14	10	14	15	12	36	27	30	25	34	39	38	40	30	18	24	17	19							100,0	
	Rang Passiv	12	14	11	13	18	22	20	24	21	19	23	4	8	7	9	5	2	3	1	6	16	10	17	15							

Abbildung 8: Interaktion, Aktivität und Gewichtung von KRITIS im Krankenhaus

Auf Grundlage der obenstehenden Formeln anhand der Bewertungen der befragten Expert*innen berechnet, resultiert für alle Unterkategorien der KRITIS im Krankenhaus eine individuelle Gewichtung, die mithilfe des Multiplikators zur Selbstbewertung eingesetzt werden kann.

In einer Tabelle aufbereitet ergibt sich für die Gesamtresilienz der 7 Kategorien und 24 Unterkategorien nachstehende Übersicht. Besonders kritische Unterkategorien sind dabei grau unterlegt.

Kürzel	Bezeichnung	Gewichtung
IT	Kategorie Informationstechnik	15,9
IT1	Informationstechnik	6,3
IT2	Kommunikationstechnik	4,3
IT3	Medizingeräte-IT	2,3
IT4	Logistische IT	3,0
E	Kategorie Energieversorgung	14,8
E1	Netzersatzanlage	8,1
E2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	1,8
E3	Betriebsstoffe	3,0
E4	Wartung Energie	1,9
W	Kategorie Wasserversorgung	7,6
W1	Trinkwasser	3,1
W2	Abwasser	3,2
W3	Wartung Wasser	1,4
Z	Kategorie Zentrale Fähigkeiten	10,0
Z1	Lagezentrum / Führungsstab	10,0
L	Kategorie Logistik	17,8
L1	Versorgung Sanitätsmaterial	2,9
L2	Verpflegungsmanagement	3,3
L3	Transportlogistik	4,5
L4	Krankenhausapotheke	3,3
L5	Labor	3,8
P	Kategorie Personal	23,8
P1	Medizinisches Fachpersonal	4,2
P2	Pflegepersonal	4,4
P3	Technisches Personal	15,2
I	Kategorie Hausinfrastruktur	10,0
I1	Klimatisierung	2,9
I2	Sicherheit und Objektschutz	4,0
I3	Müllentsorgung	1,7
I4	Leichenmanagement	1,4
Σ	Kategoriensumme	100,0

Tabelle 7: Gewichtung von KRITIS im Krankenhaus

Anhand des nachstehenden Beispiels wird für die Kategorie Logistik zusammenfassend erörtert, wie der Index angewandt werden kann:

In der Kategorie Logistik können maximal 17,8 Punkte erreicht werden. Das Beispielkrankenhaus hat keine Notfallplanungen für L1, aber Vorräte für drei Tage, was zum Multiplikator 0,5 führt (Tabelle 5) und somit 1,45 Punkte ergibt. L2 ist hervorragend aufgestellt, es gibt Notfallspeisepläne, Vorratslisten, Energieversorgung für die Küche und regelmäßige Übungen – also Multiplikator 1 und 3,3 Punkte. Im Rahmen der Transportlogistik L3 gibt es geringe Mängel, da lediglich vergessen wurde, den Hub-schrauberlandeplatz in die Notfallplanungen einzubeziehen: Multiplikator 0,75 ergibt 3,37 Punkte. Das Beispiel lässt sich so beliebig fortsetzen.

L	Kategorie Logistik	17,8	RI ^K = ...
L1	Versorgung Sanitätsmaterial	2,9	1,45
L2	Verpflegungsmanagement	3,3	3,3
L3	Transportlogistik	4,5	3,37
L4	Krankenhausapotheke	3,3	...
L5	Labor	3,8	...

Tabelle 8: Exemplarische Selbstbewertung einer KRITIS-Kategorie

Die Kritische Infrastruktur in Krankenhäusern ist ein komplexes System, welches in seiner Gesamtheit sehr ausgewogen agiert, wie an der Häufung von Werten mit einem ausbalancierten Aktiv-Passiv-Verhältnis zu sehen ist.

Einzelne Unterkategorien dieser Infrastruktur sind bestimmungsgemäß eher aktiv, d.h. sie beeinflussen andere Kategorien mehr, als dass sie beeinflusst werden. Beispiele sind die Notstromversorgung oder die IT. Im Gegensatz eher passive Elemente, die stark von anderen abhängen, sind das das medizinische Personal, Labor und Krankenhausapotheke.

Nur wenige Unterkategorien konnten als wirklich kritisch identifiziert werden. Diese zeichnen sich durch maximale Vernetzung im System aus und sind ebenfalls durch ein hohes Maß an Spezialisierung gekennzeichnet. Ohne diese Elemente wird die KRITIS im Krankenhaus im Krisenfall nicht durchhaltefähig sein. Die zwei identifizierten Bereiche sind das Lagezentrum und der Führungsstab sowie das technische Personal.

Puffernde Elemente, d.h. Bestandteile der KRITIS, die sich eher mittelfristig auswirken und das System nicht zu schnell destabilisieren, sind in der Kategorie Hausinfrastruktur bei der Müllentsorgung und dem Leichenmanagement zu finden. Diese gilt es zu monitoren, aber nicht primär zu bearbeiten.

3.5. Beantwortung der Forschungsfragen

Zusammenfassend können, basierend auf den Erkenntnissen der Modellentwicklung, der erstellen Interdependenzanalyse und der Ableitung einer Formel für die Berechnung von Gewichtungen in den Kategorien, die Forschungsfragen aus dem Kapitel 1.2.3 wie folgt beantwortet werden:

1. Was sind Elemente der KRITIS im Krankenhaus?

Die 24 Unterkategorien sind in Kapitel 3.2 dargestellt, sollen jedoch kein abschließendes Ergebnis darstellen, sondern nur eine Momentaufnahme. Die KRITIS im Krankenhaus ist ein sich stetig änderndes und anpassendes Konstrukt, weshalb auch die Einteilung weiterentwickelt werden muss.

2. Wie lassen sich diese Elemente in Gruppen kategorisieren und gewichten?

Die Einteilung der Elemente in 7 Kategorien erfolgte in mehreren Schritten gemeinsam mit den Expert*innen. Eine Gewichtung dieser Einteilung auf Grundlage der Expert*innenaussagen konnte anhand der Berechnungen in Kapitel 3.3.2 erfolgen.

3. Gibt es ein Schlüsselement von KRITIS im Krankenhaus?

Es gibt mehrere Schlüsselemente: Rang 1 der aktiven Elemente ist die Netzersatzanlage (E1), bei den passiven Elementen ist dies das Pflegepersonal (P2). Das bedeutet, die Netzersatzanlage hat die größten Auswirkungen auf alle anderen Bereiche und das Pflegepersonal ist für seine Arbeit am stärksten von allen anderen abhängig.

Die kritischsten, weil am stärksten in das Gesamtsystem verflochtenen Elemente sind Lagezentrum/Führungsstab (Z1) und Technisches Personal (P3), von denen das gesamte System abhängt.

4. Wie sehr sind die Elemente von KRITIS im Krankenhaus wechselseitig voneinander abhängig?

Dies konnte in der Einflussmatrix in 552 einzelnen Feldern dargestellt werden, aufgrund der Komplexität eignet sich die Gesamtübersicht jedoch nur zu informativen Zwecken. Die Rangsummen der Matrix (Abbildung 8) können als Indikatoren dienen.

5. Lässt sich aus den gewichteten Einzelementen der KRITIS für ein Krankenhaus aussagekräftig auf die Gesamtresilienz folgern (Resilienzindex)?

Ja, wie in diesem Kapitel dargestellt, kann mit überschaubarem Aufwand ein Index berechnet werden. Dieser erhält seinen Mehrwert jedoch erst durch eine praktische Anwendung und durch den Erfahrungsaustausch zahlreicher Krankenhäuser untereinander, da er als relativer und nicht absoluter Wert interpretiert werden muss.

Das heißt, er steht in Relation zu einem Szenario und auch einem Gesamtsystem, in welches das jeweilige Krankenhaus eingebettet ist.

Wie dargelegt, konnten in dieser Arbeit alle Forschungsfragen beantwortet werden und die Resultate der Untersuchungen erlauben weitreichende Folgerungen für die Praxis. Es wäre dennoch falsch, diese als *absolut* zu betrachten und direkt in die Praxis zu übertragen, da es sich, wie bereits einleitend dargelegt, um Grundlagenforschung handelt und im Anschluss unbedingt noch weitere spezifischere Fragen erörtert bzw. Hypothesen geprüft werden sollten, was im nachstehenden Kapitel noch genauere Betrachtung findet.

4. Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit vereint mehr als drei Jahre intensive Auseinandersetzung mit einem Thema in sich, über welches von den Mitarbeitern in Krankenhäusern, die sich wirklich damit auskennen, nur sehr zögerlich gesprochen wird. Es geht ganz deutlich gesprochen darum, offenzulegen, was individuelle Schwachstellen sind und warum im Ernstfall Menschen sterben werden. Die Interviewpartner, mit denen ich sprechen durfte, zeigten hier ein überaus hohes Maß an Professionalität und eine beispielgebende Fehlerkultur in ihren Häusern. Eine unbedingte Zusicherung der Anonymität war zwingende Voraussetzung für ein Funktionieren dieses Forschungsprojekts. Man stelle sich mal vor, wie die Öffentlichkeit auf eine selbstkritische Analyse von Wasser- und Notstromversorgung eines großen deutschen Krankenhauses reagiert. Letztlich geht es aber auch um potenzielle Angreifer, die jede verfügbare Information instrumentalisieren werden. Alle Expert*innen betonten die dem Thema innewohnende Subjektivität, da die Bewertung der Leistungsfähigkeit kritischer Infrastruktur innerhalb einer Kritischen Infrastruktur erfahrungsgemäß nicht objektiv möglich ist. Diese Arbeit leistet ihren Beitrag zu dieser Debatte, indem sie einen gemeinsamen Zeichenvorrat geschaffen hat, mit dem die Fachleute weiterarbeiten können. Es ist Sinn und Ziel dieser Arbeit, dass darüber diskutiert wird, dass die Ergebnisse und Methoden gegeneinander abgewogen, weiterentwickelt, angepasst und verändert werden.

Die Einhaltung wissenschaftlicher Gütekriterien spielte bei dieser Arbeit eine äußerst wichtige Rolle, da es einerseits um Grundlagenforschung geht und andererseits aufgrund des qualitativen Forschungsdesigns eine im Vergleich zu anderen Untersuchungsdesigns kleine Stichprobe Anwendung fand.

4.1. Limitierungen in der Forschungsfrage und Methodik

Die zunächst grundlegendste Feststellung, bereits während der theoretischen Vorarbeit, war jene, dass es keine uneindeutige Definition und Abgrenzbarkeit des Untersuchungsgegenstandes der Resilienz gibt. Das hat sich auch mit dieser Forschungsarbeit nicht geändert. Der wichtige Faktor Zeit, also zum Beispiel Stunden, nach denen eine Kategorie ihre Kritikalität ohne menschliches Zutun von allein verändert, konnte aufgrund der damit einhergehenden Komplexitätssteigerung für das Gesamtkonstrukt der Resilienz nicht berücksichtigt werden.

Ebenfalls wird sehr rasch deutlich, dass es bei KRITIS keine allgemeingültige Ideallösung und somit keinen Status „grün“ geben kann, da man sich nicht für alle möglichen Szenarien gleichermaßen vorbereiten kann, ohne hierbei irrational hohe Kosten zu haben. Ein Inputfaktor für Planungen muss also immer auch das Szenario sein. Das den Interviews zu dieser Arbeit zugrundeliegende Szenarios des absichtlich herbeigeführten Stromausfalls im Winter ist somit nur eines von vielen möglichen Szenarien, wenngleich es aufgrund seiner deutlichen Reduzierung externer Unterstützungsmöglichkeiten zur Bearbeitung der Forschungsfrage sehr gut geeignet war.

Die Entscheidung, aufgrund der nicht vorhandenen Grundlagenforschung einen qualitativen Ansatz zu wählen, hat sich im Verlauf der Arbeit als richtig erwiesen. In den Gesprächen mit den Expert*innen wurden sehr oft Blickwinkel und individuelle Praxisbeispiele deutlich, die im Rahmen einer quantitativen Untersuchung auf Grundlage der spärlichen vorhandenen Forschung so niemals ihren Weg in einen Fragebogen gefunden hätten. Das leitfadengestützte Expert*inneninterview bot hier genügend Spielraum, wenngleich der Zeitbedarf zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung eine deutliche Grenze hinsichtlich der möglichen Stichprobengröße gesetzt hat. Dass von den 12 Expert*innen der Interviews lediglich 6 die komplette Matrix befüllt haben, war aufgrund des hohen Zeitbedarfs zu befürchten. Die infrage kommenden

Gesprächspartner mit der nötigen Fachkompetenz zur Beantwortung aller Fragen sind in jedem Krankenhaus nur sehr wenige und dementsprechend auch zeitlich eng getaktet. Entsprechend herausfordernd gestaltete sich stellenweise auch die Terminkoordinierung für die Interviews. Einen Fragebogen versenden und auf Antwort warten ist sicher einfacher – die von den Expert*innen erhaltenen wertvollen Informationen wiegen am Ende aber jede Mühe auf. Die Einflussmatrix ist bei entsprechendem Stichprobenumfang durchaus auch für die Anwendung quantitativer Auswerteverfahren geeignet, sofern sichergestellt werden kann, dass die Probanden die Einteilung der Bewertung der Einflussgrößen auch korrekt als intervallskaliert wahrnehmen [60, S. 83].

Bei den Interviews zeigte sich weiterhin, dass besonders im komplexen System Krankenhaus auch bei KRITIS-Expert*innen ganz unterschiedliche Schwerpunkte des Wissens und der Erfahrung vorhanden sind. Dies richtet sich nach persönlichen Interessen aber auch nach Besonderheiten und Erfordernissen der jeweiligen Häuser. Je umfangreicher sich das Modell gestaltete, umso häufiger neigten die Interviewten dazu, in einzelnen Kategorien mit unpräziseren und allgemeineren Aussagen zu argumentieren. Häufig folgte auch die Erkenntnis, dass man sich zu einzelnen Unterkategorien noch überhaupt keine Gedanken gemacht hatte. Dies zeigt deutlich auf, wie individuell Krisenplanung im Krankenhaus gedacht werden muss und vor allem auch, dass hierzu zahlreiche erfahrene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit ihrem Wissen beitragen müssen.

Eine ebenfalls während der Interdependenzanalyse deutlich gewordene methodische Limitierung liegt in der Einflussmatrix als Instrument zur Datenerhebung verborgen. Bei den untersuchten 24 Unterkategorien benötigten die Untersuchungsteilnehmer jeweils schon über eine Stunde zum Befüllen – die meisten mussten sogar zwischenzeitlich unterbrechen. Da die Zahl der Bewertungen in einer Matrix mit jeder Kategorie exponentiell zunimmt, ist eine umfangreichere Analyse hinsichtlich ihres Erfolges fraglich, da von den Fachleuten sich sicher nur sehr wenige beteiligen werden, bzw. der Drop-out enorm zunimmt.

Aufgefallen ist eine hohe Varianz in der Interdependenzanalyse, die aufgrund des geringen Stichprobenumfanges statistisch zwar keinerlei Relevanz hat, aber nochmals die Grenzen des qualitativen Ansatzes aufzeigt. Es muss allerdings auch betont werden, dass ein quantitativer Ansatz ebenso kein (statistisches) Allheilmittel sein kann,

da das jeweilige Fachwissen zum Befüllen der Tabelle in jedem Krankenhaus an einer anderen Stelle verortet ist. Meine Forschung hat gezeigt, dass es unzählige individuelle Lösungen gibt, so finden sich Ingenieure, Mediziner, Betriebswirte, Pflegepersonal oder Krisenmanager jeweils in verantwortlichen Positionen wieder. Kurzum zeigt sich auch bei einer quantitativen Befragung aller Krankenhäuser in Deutschland am Ende die Herausforderung, wen denn das jeweilige Haus ausgewählt hat, die Fragen zu beantworten und mit welcher „Brille“ und auch individueller Erfahrung diese Person auf die KRITIS-Thematik blickt.

Dieselbe Argumentation der Methodenkritik betrifft die Problematik des Bias-Risikos ebenso bei den Protokollierenden wie auch den Auswertenden der Interviews und sollte ebenfalls Berücksichtigung finden [69]. Konkret bedeutet dies für die vorliegende Untersuchung, dass ein Gesprächsprotokoll als Methode der Dokumentation qualitativer Aussagen einer gewissen Beeinflussung oder auch Streuung unterliegt. Die interviewte Person tätigt eine Aussage, die interviewende Person interpretiert eine Bedeutung in diese Aussage und bewertet zu einem gewissen Grad auch (bewusst oder unbewusst), ob diese zur Forschungsfrage passt und notiert werden sollte oder nicht. Dies setzt sich dann bei der Auswertung fort, wo eine Codierung bzw. Zuordnung der Aussagen erfolgt, da die Intercoderreliabilität auf den Gesprächsprotokollen basiert. Eine Video- oder Tonaufnahme bietet hier immer den Vorteil, das Material durch mehrere Auswertende mit einem höheren Maß an Objektivität sichten zu lassen, wenngleich dies natürlich zulasten der Anonymität geht. Der Forschende muss hier zwingend zwei Interessen gegeneinander abwägen. Der Schutz der Beteiligten überwog in dieser Studie. Diese Entscheidung lässt sich damit begründen, dass Aussagen über technische Objekte und Zusammenhänge weniger Interpretationsspielraum und damit weniger Bias-Risiko bieten als beispielsweise wahrnehmungsbezogene Untersuchungen. „Wir haben eine dieselbetriebene Netzersatzanlage mit 30 kVA Leistung.“ ist nun mal eindeutiger als „Ich habe gelegentlich das Gefühl, nicht mehr gebraucht zu werden.“. Dennoch sollte bei künftigen Untersuchungen Wert darauf gelegt werden, das Bias-Risiko weiter zu reduzieren.

Für die Bewertung der KRITIS im komplexen System Krankenhaus ist neben der theoretischen Systemkenntnis auch viel Erfahrung unerlässlich. Gerade bei KRITIS kommt diese Erfahrung vom Üben und praktischen Ausprobieren. Die Untersuchung hat gezeigt, dass alle befragten Krankenhäuser ein sehr starkes Interesse an

vernetzten Übungen mit Hilfsorganisationen und BOS haben, die Herausforderung aber oft darin liegt, auf der anderen Seite eine entsprechende Übungsbereitschaft zu finden. Daraus folgt, dass es im System noch Variablen gibt, die uns derzeit nicht bekannt sind. Wenn beispielsweise das THW keine Ressourcen hat, um mit einem örtlichen Klinikum bestimmte Szenare zu üben, kann keiner eine belastbare Aussage über die Leistungsfähigkeit der KRITIS treffen. Ebenso sind nicht alle Faktoren vorhersagbar bzw. messbar. Ein Beispiel ist die Anzahl der Beschäftigten, die im Krisenfall nicht mehr am Arbeitsplatz erscheinen und damit das gesamte System gefährden. Hier kann man zwar Annahmen treffen, aber eine Befragung des Personals im Vorfeld hätte keinerlei Erfolg, da das Problem der sozialen Erwünschtheit der Antworten als sehr hoch anzusehen ist.

Die Anzahl der in den Interviews gestellten Fragen erwies sich bei einer kritischen Analyse der Methodik als äußerst umfangreich, wenn nicht sogar zu umfangreich. Dies ließ sich im Vorfeld nicht genau planen, da es mangels Erwartungswerten nicht abschätzbar war, wie umfangreich bzw. detailliert die Expert*innen auf die gestellten Fragen antworten. Interviews, die bis zu 1,5 Stunden dauerten, stellen eine Belastung für die Beteiligten dar, wenngleich die subjektiv wahrgenommene Begeisterung bei den Teilnehmenden jederzeit ungebrochen schien. Mit der Dauer steigt jedoch (gerade ohne Aufnahme) auch die Gefahr, dass der Interviewende bei den Aufzeichnungen Fehler macht. Die Dauer der Interviews und Menge der erhaltenen Daten ist für eine Grundlagenarbeit akzeptabel, muss allerdings bei Folgeuntersuchungen deutlich reduziert oder durch quantitative Methodik ergänzt werden.

4.2. Praxisrelevanz und Anwendungen

Die Möglichkeiten der praktischen Anwendung des erarbeiteten Resilienzindex sind vielfältig und nicht auf ein Anwendungsspektrum beschränkt. Anhand der Übersicht der Kategorien und Unterkategorien mit den jeweils beinhalteten Einzelementen können Katastrophenschutzverantwortliche im Krankenhaus zunächst reflektieren, ob in ihrer individuellen Notfallplanung alle Elemente der KRITIS berücksichtigt wurden. Aufgrund der Einfachheit der Matrix und der dahinter liegenden Formeln ist es auch dem Nicht-Mathematiker ohne weiteres möglich, eine Individualisierung vorzunehmen und

Elemente hinzuzufügen oder wegzulassen. Die Gewichtungen des Resilienzmodells sind transparent und nachvollziehbar hergeleitet. Somit kann sich jede*r Experte/ Expertin, der/die nicht an der Datenerhebung beteiligt war, selbst eine Meinung bilden, ob die Folgerungen so auch für sein/ihr Haus zutreffen oder ob noch Anpassungen notwendig sind.

Es gibt absichtlich keinen Kriterienkatalog, der feiner granuliert ist als dies das Kapitel 3.2 vorgibt, um jedes Krankenhaus selbst zu animieren, sich mit den eigenen Schwerpunkten und Möglichkeiten auseinanderzusetzen und einen praxisnahen Bewertungsmaßstab zu erarbeiten. Wer als Reha-Einrichtung nur ein Gebäude hat, muss zum Beispiel andere logistische Schwerpunkte setzen als der weit verzweigte Maximalversorgungskomplex. Die Untersuchung hat ergeben, welche Kategorien von KRITIS innerhalb der meisten Krankenhäuser in Deutschland eine Rolle spielen und können eine allgemeingültige Gewichtung dieser Kategorien für eine Gesamtresilienz ableiten. Mithilfe der zugrunde liegenden anwenderfreundlichen Berechnungsformel bzw. Tabelle lassen sich für die Kategorien aber auch für das Krankenhaus als Ganzes Kennzahlen ermitteln, die einen Orientierungswert für die Bewertung der Resilienz der Kritischen Infrastruktur liefern. Die größte Herausforderung für die Leitung eines Krankenhauses ist es, den richtigen Zeitpunkt zu erkennen, um erarbeitete Notfallkonzepte zu aktivieren. Wenn das Licht ausgeht und die Netzersatzanlage übernimmt, weiß zu diesem Zeitpunkt niemand, wie lange dieser Zustand anhalten wird und wie weit er sich regional erstreckt. Der Resilienzindex kann hier unterstützen, um eigene Schwachstellen zu definieren und Alarmschwellen festzulegen, die ein aktives Handeln auslösen, ohne dass von Außerhalb eine Intervention notwendig wäre. Wenn genau bekannt ist, was eine Infrastruktur leisten kann und was nicht, schafft dies Vertrauen und Handlungssicherheit, da Entscheidungsträger eine fundierte Grundlage für ihre Planungen nutzen können. Richtungsweisend hierfür ist die Akzeptanz der Planungsinstrumente, die nur dann gegeben ist, wenn diese nicht als Blackbox agieren, sondern die Anwender unterschiedlichster Fachrichtungen und Qualifikationen mit wenig Aufwand *verstehen* können, wie Kennzahlen und Prozessmodelle zustande kommen. Der Schlüssel hierzu liegt in strikter Vereinfachung. Der Hospital Safety Index ist ungeachtet der inhaltlichen Komponenten auch methodisch viel zu komplex, um im Krankenhaus eine breite Anwendung zu finden.

Der erarbeitete Resilienzindex ist kein Controlling-Instrument und auch kein Diagnostool, sondern ist ein unterstützendes Hilfsmittel im ganz individuellen Prozess der Krisenprävention und Notfallvorsorge in jedem Krankenhaus. Dennoch soll das Management wie auch die Haustechnik gleichermaßen mit den Daten arbeiten, sich ausprobieren und auch experimentieren. Alles mit dem Ziel, Wissen und Erfahrung zu generieren, um Verantwortung zu übernehmen. Dass in vielen namhaften Kliniken bzw. Krankenhausgesellschaften während dieser Studie keine verantwortliche Person für die kritische Infrastruktur benannt war, zeigt noch immer die nahezu leichtsinnige Annahme, dass im Ernstfall der Staat schon helfen werde.

Die Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit dienen der Entwicklung und Unterstützung einer Risikokompetenz bei den Entscheidern im Krankenhaus, da es kein Tool geben kann, welches auf alle Krankenhäuser gleichermaßen gut anwendbar ist. Anstrebenswerter Zustand sollte hierbei eine hochflexible Organisation sein, also kein System, welches auf alle Ereignisse vorbereitet ist, sondern eines, welches auf alle Ereignisse reagieren kann, ohne überfordert zu sein. Kreativität und Improvisation spielen hierbei eine wichtige Rolle. Taleb nannte das Antifragilität [70] und bei Weick und Sutcliffe spricht man von High Reliable Organizations [71] – im Grunde ist die Kernbotschaft aber identisch. Der Schlüssel liegt in der Flexibilität, die aus der Kenntnis von Abläufen und Zusammenhängen resultiert.

Das in der Humanmedizin und Biologie bekannte Wolffsche Gesetz [72] sagt uns, dass Knochen eine stetige Belastung benötigen, um nicht nur stark und belastbar zu bleiben, sondern ihre Knochendichte auch noch zu erhöhen. Unbelastete Knochen hingegen verlieren an Dichte und degenerieren. Exakt den gleichen Effekt sollten wir auch bei der Widerstandsfähigkeit der kritischen Infrastruktur im Krankenhaus zugrunde legen. Nur kontinuierliche Forderung der dahinterliegenden Fähigkeiten und praxisnahes Üben kann auch unter schwierigen Bedingungen eine Funktionssicherheit ermöglichen. Das Wissen um die Vernetzung und Wirkstärken von KRITIS im Krankenhaus kann überdies zur Verbesserung struktureller Planungsprozesse und im Ressourcenmanagement dienen. Auch in QM und Personalentwicklung sind leicht verständliche Übersichten hilfreich, um Personal in systemrelevante Prozesse einzuarbeiten.

4.3. Notwendige weitere Forschung

Notfall- bzw. Krisenvorsorge ist ein dynamischer Prozess, welcher hier zudem noch mit der Weiterentwicklung Kritischer Infrastruktur zusammen geführt wurde. Es kann folglich keinen Endzustand geben, den es zu erreichen gilt, sondern stets nur einen gewissen bestmöglichen Handlungsrahmen, in welchem das Wirtschaftsunternehmen Krankenhaus agieren kann. Die perfekte Vorsorge ist einerseits unbezahlbar und andererseits binnen kurzer Zeit schon wieder veraltet. Die Lösung liegt, so zeigte auch die dieser Arbeit zugrundeliegende Forschung, in pragmatischem Handeln und kreativen Lösungsansätzen motivierter und qualifizierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Die beschriebene Herausforderung ist aber keinesfalls nur in der Organisationssoziologie bekannt. Der Evolutionsbiologe Lee van Valen stellte 1973 bereits in seiner Red-Queen-Hypothese¹⁵ fest, dass Individuen sich kontinuierlich weiterentwickeln und anpassen müssen, um nicht auszusterben und hierbei eine noch so lange und erfolgreiche Anpassung in der Vergangenheit nicht von Belang ist [74].

Im Rahmen dieser Erkenntnis stieß ich auf ein Handlungsfeld zwischen Wirtschaftswissenschaften, Psychologie und Mathematik, welches mit Sicherheit die vorstehende Thematik der Resilienz des komplexen Systems Krankenhaus noch weiter voran bringen könnte, aber bisher kaum erforscht ist. Es geht um die Bedeutung von Heuristik, Erfahrung und Bauchgefühl bei der Entscheidungsfindung in Krisensituationen. Im Krankenhaus ist dies sicher äußerst schwierig, da sicher kaum jemand zugeben wird, Entscheidungen, von denen Menschenleben abhängen, aufgrund seiner Erfahrung aus dem Bauch heraus getroffen zu haben, jedoch ist aufgrund der verfügbaren Datenlage davon auszugehen, dass auch Krankenhäuser hier keine Ausnahme darstellen. In der Managementforschung sind Bauchgefühl und Intuition mittlerweile zu einem akzeptierten und vor allem auch erforschenswerten Baustein in der Organisationsentwicklung geworden [75].

Nach Abschluss der explorativen, qualitativen Grundlagenforschung ist es in einem weiteren Schritt notwendig, das durch einige wenige Expert*innen validierte Modell einer breiten angelegten Überprüfung zu unterziehen. Die hierzu notwendige

¹⁵ In Anlehnung an Lewis Carrolls "Through the Looking-Glass", wo die Red Queen zu Alice sagt: "Now, here, you see, it takes all the running you can do, to keep in the same place. If you want to get somewhere else, you must run at least twice as fast as that!" [73].

explanative Untersuchung bedarf eines wiederum quantitativen Forschungsansatzes und einer Erhöhung des Stichprobenumfangs. Ein Fragebogen an alle Kliniken könnte hier zielführend sein, wobei stets auch parallel dazu eine qualitative Weiterentwicklung notwendig sein wird, da die Kategorien und Unterkategorien selbst nicht unveränderlich sind. Hier erscheint es ebenfalls zielführend, die Schnittstellen zu anderen Akteuren der KRITIS auf der Makroebene genauer zu untersuchen, um Einflüsse, die von außerhalb der Krankenhäuser wirken, ebenfalls zu operationalisieren. Auch gab es im derzeitigen Modell einige Punkte, wo zwischen den Expert*innen kein Konsens gefunden werden konnte, wie das Beispiel Sterilisation zeigt. Der Steri ist derzeit in der Unterkategorie Klimatisierung unter I1c verortet, da dort zum Arbeiten heißer Dampf benötigt wird. Diskutiert wurde jedoch auch eine Ansiedlung in der Kategorie Logistische Ressourcen, was aus Sicht der Versorgung ebenfalls sinnvoll erscheint. Hier ist also definitiv weitere Entwicklungsarbeit vonnöten.

Auf Grundlage der bereits durchgeführten Untersuchungen könnten hier ebenfalls Interessenkonflikte eine Rolle spielen, wenn es um die regionale Verteilung von Mangelressourcen geht oder aber um die gemeinsame Nutzung bestimmter Bereiche. Hierzu zählt ebenfalls die mehrfach in den Interviews benannte Hilfsbereitschaft aus der Bevölkerung, welche im Rahmen eines psychologischen Untersuchungsanteiles präzisiert werden sollte. Ein weiterer psychologischer Anteil ist das Verhalten der eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Krisenfall, welches durch den Einbau von psychologischen Verhaltensanalysen zumindest als Richtungszeiger messbar gemacht werden könnte.

Zur Erhebung weiterer Einflussfaktoren auf die Resilienz sollten vor allem derzeit laufende Forschungsprojekte zur Versorgung mit kritischen Ressourcen (z.B. NOWATER) begleitet und hieraus Folgerungen abgeleitet werden. Die zunehmende Digitalisierung wird zu einer weiteren Verschiebung der Schwerpunkte in der KRITIS führen, was nicht nur die Kategorie IT betrifft, sondern sich zunehmend auf alle anderen Bereiche auswirken wird. Auch hier wird eine kontinuierliche Systemanalyse notwendig werden, um rechtzeitig Indikatoren und Schwerpunkte zu identifizieren.

Die derzeitige Dynamik der Entwicklungen und auch das Aufwachsen einer neuen Generation an Sicherheitsexpert*innen für Kritische Infrastruktur lässt sich besonders deutlich am Aufwachsen des BSI erkennen, welches einhergeht mit der mittlerweile

auch politisch erkannten wachsenden Bedeutung der Cybersicherheit für alle Akteure der nationalen KRITIS in Deutschland (vgl. Kap. 1.1). Es ist davon auszugehen, dass mit weiteren zu erwartenden gesetzlichen Anpassungen auch andere Bereiche, wie etwa der Gesundheitssektor, einem höheren Handlungsdruck unterliegen und auch das vorstehende Modell hierbei eine Entscheidungsgrundlage bilden wird.

Schlussendlich lässt sich noch eine weitere zentrale Fragestellung ableiten, die sich im Rahmen dieser Arbeit sehr deutlich zeigte, nämlich die Notwendigkeit der Festlegung und Standardisierung von Expertiseträger*innen für die Bewertung von KRITIS im Krankenhaus. Wer muss für eine möglichst ganzheitliche Betrachtung der Leistungsfähigkeit an Planung, Entscheidungsfindung und Umsetzung beteiligt werden? Diese letzte Frage zieht allerdings vor dem Szenario dieser Arbeit gleich wieder die Folgeüberlegung nach sich, dass gleichzeitig möglichst wenige Personen allumfassende Detailkenntnis über genau diese Planungen haben sollten, um eine Sabotage zu erschweren. Das letzte Kapitel dieser Forschungsarbeit schließt also mit einem Dilemma, welches bereits aus den Zeiten des Kalten Krieges bekannt ist und das uns im Jahr 2022 wieder einzuholen scheint. Für unsere Krisenplaner in den Krankenhäusern haben sich jedoch in den letzten dreißig Jahren die zugehörigen Rahmenbedingungen entscheidend verändert, da die Wahrung von Geheimnissen zum Schutz der Patientinnen und Patienten in einer digitalen und vernetzten Welt voller Mobiltelefone, Webcams, Datenbanken, Drohnen und Social Media zu einer Mammutaufgabe geworden ist, deren Bewältigung zunächst mit einem Umdenken bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern beginnen muss.

Literatur

1. Wink R. Resilienzperspektive als wissenschaftliche Chance. Eine Einstimmung zu diesem Sammelband. In: Wink R, Hrsg. Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung. Wiesbaden: Springer; 2016. S. 1–12 (Studien zur Resilienzforschung).
2. Duchek S. Organizational resilience: a capability-based conceptualization. *Bus Res* 2020; 13(1):215–46. doi: 10.1007/s40685-019-0085-7.
3. Bradley EH, Alamo-Pastrana C. Dealing with Unexpected Crises: Organizational Resilience and Its Discontents. *Adv Health Care Manag* 2022; 21. doi: 10.1108/S1474-823120220000021001.
4. Bundesministerium des Innern. Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie); 2009 [Stand: 31.08.2021]. Verfügbar unter: <http://www.bmi.bund.de/cae/servlet/contentblob/598730/publicationFile/34416/kritis.pdf>.
5. Bundesministerium des Innern und für Heimat. Eckpunkte für das KRITIS-Dachgesetz [Elektronische Ressource]: Ziele und Maßnahmen für die 20. Legislaturperiode. Stand: 6.12.2022. Berlin, Berlin/Bonn: Bundesministerium des Innern und für Heimat; Publikationsserver ibib; 2022 [Stand: 06.12.2022].
6. Deutsches Institut für Normung. DIN 13050, Begriffe im Rettungswesen: = Terms and definitions for medical rescue services. Berlin: Beuth Verlag GmbH; 2021. (Deutsche Norm).
7. Voss M, Dittmer C. Resilienz aus katastrophensoziologischer Perspektive. In: Wink R, Hrsg. Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung. Wiesbaden: Springer; 2016. S. 179–97 (Studien zur Resilienzforschung).
8. Weick KE, Sutcliffe KM, Klostermann M. Das Unerwartete managen: Wie Unternehmen aus Extremsituationen lernen. 2., vollständig überarb. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verl.; 2010.
9. Vogus TJ, Sutcliffe KM. Organizational resilience: Towards a theory and research agenda. In: 2007 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics: SMC 2007] ; Montreal, QC, Canada, 7 - 10 October 2007. Piscataway, NJ: IEEE Service Center; 2007. S. 3418–22.

10. Heller J, Hrsg. Resilienz für die VUCA-Welt: Individuelle und organisationale Resilienz entwickeln. Wiesbaden, München: Springer; Ciando; 2019. (SpringerLink Bücher). Verfügbar unter: http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/2546835.
11. Lorenz DF. Nicht viel Neues von der Feuerfront: Rezension zu "Disasters. A Sociological Approach" von Kathleen Tierney: Soziopolis: Gesellschaft beobachten.; 2019 [Stand: 19.03.2023]. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-82378-2>.
12. Tierney KJ. Disasters: A sociological approach. Cambridge, UK, Medford, MA: polity; 2019.
13. Fekete A, Grinda C, Norf C. Resilienz in der Risiko- und Katastrophenforschung: Perspektiven für disziplinübergreifende Arbeitsfelder. In: Wink R, Hrsg. Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung. Wiesbaden: Springer; 2016. S. 215–32 (Studien zur Resilienzforschung).
14. Gigerenzer G. Risiko: Wie man die richtigen Entscheidungen trifft. 2. Auflage. München: Pantheon; 2020.
15. Bundesministerium des Innern. Schutz kritischer Infrastrukturen - Risiko- und Krisenmanagement: Leitfaden für Unternehmen und Behörden; 2011.
16. Schlie U. Deutsche Sicherheitspolitik seit 1990: Auf der Suche nach einer Strategie. SIRIUS – Zeitschrift für Strategische Analysen 2020; 4(3):304–14. doi: 10.1515/sirius-2020-3006.
17. von Kirchbach H-P, Franke S, Biele H. Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung Flutkatastrophe 2002; 16.12.2002.
18. Fahrenholz P. Die Lehren aus der Jahrhundertflut von 2002; 2021 [Stand: 01.09.2021]. Verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/politik/hochwasser-jahrhundertflut-sachsen-hochwasserschutz-1.5358092>.
19. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). LÜKEX 04: Winterliche Extremwetterlage mit großflächigem Stromausfall [Stand: 31.08.2021]. Verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Krisenmanagement/LUEKEX/_documents/art-luekex04.html.
20. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. Bevölkerungsschutz; 2006. Bevölkerungsschutz 4.

21. Petermann T, Bradke H, Lüllmann A, Poetzsch M, Riehm U. Was bei einem Black-out geschieht: Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls. Berlin: Edition Sigma; 2011. (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag; Bd. 33).
22. Bilban C, Hrsg. Mythos "Gerasimov-Doktrin": Ansichten des russischen Militärs oder Grundlage hybrider Kriegsführung? : eine Analyse der Rezeptionen in Europa und China. Wien: Republik Österreich, Bundesministerium für Landesverteidigung; 2019. (Schriftenreihe der Landesverteidigungsakademie 2019, Band 2).
23. Dungaciu D, Naumescu V, Hrsg. The European Union's Eastern neighbourhood today: Politics, dynamics, perspectives. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing; 2015. Verfügbar unter: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=960149>.
24. Platon. Platon Werke: Band 8: Nomoi, Tomoi 1 – 12 (Gesetze, Buch I – XII), Minos. Griechisch - deutsch. 8. unveränderte Auflage. Darmstadt: wbg Edition; 2019.
25. Bundesministerium der Verteidigung. Weißbuch zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr. Berlin: Bundesministerium der Verteidigung; 2016.
26. Bundesministerium des Innern. EU2020: Europa im Wettbewerb der Systeme - für mehr Resilienz gegenüber hybriden Bedrohungen: EU-Ministerrat verabschiedet Ratsschlussfolgerungen zu hybriden Bedrohungen [Pressemitteilung]; 2020 [Stand: 20.08.2021]. Verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2020/12/hybride-bedrohungen.html>.
27. Abgeordnetenhaus Berlin. Schriftliche Anfrage der Abgeordneten Karsten Woldeit (AfD) und Herbert Mohr (AfD) vom 04. März 2019 (Eingang beim Abgeordnetenhaus am 06. März 2019) zum Thema: Katastrophenschutz in Berlin – Teil III und Antwort vom 22. März 2019 (Eingang beim Abgeordnetenhaus am 27. März 2019): Drucksache 18 / 18 124; 2019.
28. Kowalzik B, Hähn F, Helmerichs J, Hrsg. Handbuch Krankenhausalarm- und einsatzplanung (KAEP): Empfehlungen für die Praxis zur Erstellung eines individuellen Krankenhausalarm- und einsatzplans. Stand: November 2020. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe; 2020.

29. Adams HA, Tecklenburg A. Der Notfallplan des Krankenhauses: Grundlagen und allgemeine Struktur. *Intensivmed Notfallmed* 2007; 44(2):88–97. doi: 10.1007/s00390-007-0778-6.
30. Pfenninger E, Güzelel H. Folgen einer unzureichenden Krankenhaus-Katastrophenplanung : Betrachtung anhand eines Risikomodells. *Anaesthesist* 2017; 66(6):431–41. doi: 10.1007/s00101-017-0281-9.
31. Deutscher Bundestag - Wissenschaftliche Dienste. Zur Frage der Gesetzgebungskompetenz des Bundes für den Öffentlichen Gesundheitsdienst: Sachstand; WD 9 - 3000 - 043/19. Berlin; 31.7.2019.
32. Scholtes K, Wurmb T, Rechenbach P, Hrsg. Risiko- und Krisenmanagement im Krankenhaus: Alarm- und Einsatzplanung. 1. Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer; 2018.
33. Fekete A, Neisser F, Tzavella K, Hetkämper C, Hrsg. Wege zu einem Mindestversorgungskonzept: Kritische Infrastrukturen und Resilienz. Köln: Technische Hochschule Köln, Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr (IRG), Projekt KIRMin; 2019.
34. Dierich A, Bösche U, Wurbs S. Analyse von Interdependenzen zwischen KRITIS: Empfehlungen für Praxisakteure aus Versorgungsunternehmen und kommunalen Behörden. Berlin; 2020.
35. Seidl J. Multiprojektmanagement: Übergreifende Steuerung von Mehrprojektsituationen durch Projektportfolio- und Programmmanagement. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2011. (Xpert.press). Verfügbar unter: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10494134>.
36. Fiege S. Risikomanagement- und Überwachungssystem nach KonTraG: Deutscher Universitäts-Verlag; 2006.
37. Pfenninger E, Adolph O. Memorandum – Zur Vulnerabilität kritischer Infrastrukturen an Bundesdeutschen Kliniken. *Notfall Rettungsmed* 2017; 20(8):673–81. doi: 10.1007/s10049-017-0293-7.
38. Ritz F. Betriebliches Sicherheitsmanagement: Aufbau und Entwicklung widerstandsfähiger Arbeitssysteme. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag; 2015.

39. Taleb NN. Antifragilität: Anleitung für eine Welt, die wir nicht verstehen. 2. Aufl. München: Knaus; 2013.
40. Hetkämper C, Fekete A, Joel E, Krause S, Schaum C, Wick N. Wenn der Kritischen Infrastruktur das Wasser ausgeht. *wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik* 2020; 70(November):6–10.
41. Romeike F. Risikomanagement. Wiesbaden: Springer Gabler; 2018. (Studienwissen kompakt). Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-13952-0>.
42. Bundesministerium des Innern. Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus. Bonn; 2008. (Praxis im Bevölkerungsschutz; Bd. 2).
43. Fallah-Aliabadi S, Ostadtaghizadeh A, Ardalan A, Fatemi F, Khazai B, Mirjalili MR. Towards developing a model for the evaluation of hospital disaster resilience: a systematic review. *BMC Health Serv Res* 2020; 20(1):64. doi: 10.1186/s12913-020-4915-2.
44. Shirali GA, Azadian S, Saki A. A new framework for assessing hospital crisis management based on resilience engineering approach. *Work* 2016; 54(2):435–44. doi: 10.3233/WOR-162329.
45. Ghanaatpisheh E, Khankeh H, Masoumi G. Challenges for Hospital Resilience in Emergencies and Disasters: A Qualitative Study in Iran. *JCDR* 2019. doi: 10.7860/JCDR/2019/41539.13120.
46. WHO and PAHO. Hospital Safety Index: Guide for Evaluators. Second edition: World Health Organization; 2015. (Hospitals safe from disasters).
47. Romeike F, Spitzner J. Von Szenarioanalyse bis Wargaming: Betriebswirtschaftliche Simulationen im Praxiseinsatz. Weinheim: Wiley; 2013.
48. Kaplan S, Garrick BJ. On The Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis* 1981; 1(1):11–27. doi: 10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x.
49. Taleb NN. The black swan: The impact of the highly improbable. 2. ed., Random House Trade paperback ed. New York, NY: Random House Trade Paperbacks; 2010.
50. Romeike F, Stallinger M. Schwarze Schwäne im Risikomanagement: Zum Umgang mit seltenen Ereignissen. *RISIKO MANAGER* 2014; (6):1, 7-13.

51. Petermann T, Bradke H, Lüllmann A, Poetzsch M, Riehm U. Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften - am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung: Endbericht zum TA-Projekt. Berlin: TAB; 2010. (Arbeitsbericht / Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag; Bd. 141).
52. Mey G, Mruck K, Hrsg. Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2010.
53. Flick U. Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung. Reinbek bei Hamburg: rowohlt's enzyklopädie im Rowohlt Taschenbuch Verlag; 2002. (Rororo Rowohlt's Enzyklopädie; Bd. 55694).
54. Fuchs-Kittkowski K. Zur (informatischen) Modellbildung im Methodengefüge der Wissenschaft: Zur revolutionären Rolle der Methoden in der Wissenschaft. In: Parthey H, Spur G, Hrsg. Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion. Frankfurt am Main: Lang; 2007. S. 31–78 (Wissenschaftsforschung; vol. 2006).
55. Waitzinger SM. A procedure model for risk identification in the development of technology driven business models [Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2015]. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.; 2015. (Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement; Bd. 29).
56. Niederberger M, Renn O, Hrsg. Delphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften: Konzept, Varianten und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS; 2019. Verfügbar unter: <http://www.springer.com/>.
57. Vester F. Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität ; ein Bericht an den Club of Rome ; [der neue Bericht an den Club of Rome. 10. Aufl. München: Dt. Taschenbuch-Verl.; 2015. (dtv Wissen; Bd. 33077).
58. Vester F. Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität ; ein Bericht an den Club of Rome. 2. Auflage. München: Pantheon; 2019.
59. Probst GJB, Gomez P. Vernetztes Denken: Unternehmen ganzheitlich führen. Wiesbaden: Gabler; 1989.

60. Mayer HO. Interview und schriftliche Befragung: Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. 6., überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg Verlag; 2013.
61. Hume D. Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand. 2., korrigierte Auflage. Hamburg: Felix Meiner Verlag; 2022. (Philosophische BibliothekBand 648).
62. Bogner A, Littig B, Menz W. Auswertungsverfahren für Experteninterviews. In: Bogner A, Littig B, Menz W, Hrsg. Interviews mit Experten. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2014. S. 71–86.
63. Strübing J, Hirschauer S, Ayaß R, Krähnke U, Scheffer T. Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. Ein Diskussionsanstoß. Zeitschrift für Soziologie 2018; 47(2):83–100. doi: 10.1515/zfsoz-2018-1006.
64. Mayring P. Qualitative Inhaltsanalyse [Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, Vol 1, No 2 (2000): Qualitative Methods in Various Disciplines I: Psychology]. Forum Qualitative Sozialforschung 2000. doi: 10.17169/fqs-1.2.1089.
65. Grouven U, Bender R, Ziegler A, Lange S. Der Kappa-Koeffizient. Dtsch Med Wochenschr 2007; 132 Suppl 1:e65-8. doi: 10.1055/s-2007-959046.
66. Berg N. Non-Response Bias. In: Kempf Leonard K, Hrsg. Encyclopedia of social measurement. Amsterdam: Elsevier Academic Press; 2005. S. 865–73 (Gale virtual reference library).
67. Hofheinz W. Elektrische Sicherheit in medizinisch genutzten Bereichen: Normgerechte Stromversorgung und fachgerechte Überprüfung medizinischer elektrischer Geräte; DIN VDE 0100-100, DIN VDE 0100-410, DIN VDE 0100-710, DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1), DIN VDE 0701-0702, DIN EN 60601-1 (VDE 0750-1), DIN EN 61140 (VDE 0140-1), DIN EN 61557-8 (VDE0413-8), DIN EN 61557-9 (VDE 0413-9), DIN EN 62353 (VDE 0751-1). 4., überarbeitete Auflage. Berlin, Offenbach: VDE VERLAG GMBH; 2018. (VDE-Schriftenreihe – Normen verständlich; Bd. 117). Verfügbar unter: http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783800747467.
68. SDMO Industries. Handbuch zur Bedienung und Wartung von Stromerzeugern; 2021 [Stand: 01.12.2021]. Verfügbar unter: <http://www.sdmo-rentalpower.com>.

69. Schmucker C, Nothacker MJ, Rücker G, Muche-Borowski C, Kopp I, Meerpohl JJ. Bewertung des Biasrisikos (Risiko systematischer Fehler) in klinischen Studien: Ein Manual für die Leitlinienerstellung. Version 1.0 vom 04.05.2016. Freiburg i. Br., Düsseldorf: Cochrane Deutschland; AWMF-IMWI-Institut für Medizinisches Wissenmanagement; 2016. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:25-freidok-109261>.
70. Taleb NN. Antifragile: Things that gain from disorder. Random House trade paperback edition. New York: Random House; 2016. (Incerto / Nassim Nicholas Taleb).
71. Weick KE, Sutcliffe KM. Managing the unexpected: Sustained performance in a complex world. 3. ed. Hoboken, New Jersey: Wiley; 2015.
72. Wolff J. Das Gesetz der Transformation der Knochen. 1. Aufl.; Reprint der Ausg. Berlin, 1892 / Hrsg.: Georg Bergmann. Berlin: Pro Business; 2010.
73. Carroll L. Alice's adventures in wonderland. Ware: Wordsworth Ed; 1993. (Wordsworth Classics).
74. Van Valen L. A New Evolutionary Law. In: Smith FA, Gittleman JL, Brown JH, Hrsg. Foundations of Macroecology: University of Chicago Press; 1973. S. 284–314.
75. Hildebrandt A, Neumüller W, Hrsg. Bauchgefühl im Management: Die Rolle der Intuition in Wirtschaft, Gesellschaft und Sport. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler; 2021. Verfügbar unter: <http://www.springer.com/>.

Anlagen

Anlage 1: Codiertabelle der Interviews

I. Allgemeiner Teil										II Spezieller Teil			Anmerkungen		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3			
KAEP	Literatur	Benchmarking	Austausch	Bedarf bekannt	worst case	Notfallübungen	externe Faktoren	Notstrom ideal	Schüsselemente						
1	nein Krisenvorsorge darf nicht mehr nur nebenbei laufen	ja technische Normen Ratgeber BKB	nur in der Klinik-Gruppe wäre gut um von Erfahrungen zu profitieren	ja mit Behörden und anderen Krhs-Ingenieuren benötigt wird eine bundesweite Norm	ja beides wird jährlich getestet	das beschriebene Szenario länger keinen Strom zu haben	ja aber unregelmäßig alle 2-3 Jahre der Notstrom wird monatlich getestet Diesel alle 1-2 Jahre gewälzt	ja Finanzierung öffentlicher Träger = mehr Krisenvorsorge	Dieselgeneratoren BHKW Problem sind Kosten Solar CT = Rechner Personal	Verletzlich: Robust: Komplex: Redundant:		Abwasser nicht trennen (tox nontox) I1 und I2 zusammenfassen			
2	Klassischer Einsatzplan beschränkt sich auf MANV Brand Havarie Pandemie – Langfristenszenarios (außer Pandemie – da haben wir Übung) haben keinen großen Stellenwert	Leitfäden sind bekannt / wenig übersichtlich	Vergleich der 3 Krankenhäuser in XXStadtXX durch gemeinsame Übungen / Auswertungen	Austausch mit Feuerwehr / Ämtern Stadt.XX (Teilnahme auch von Polizei Bundeswehr ...) – anderen Krankenhäusern	Mindestbedarf ist bekannt – EMAS-Va idierung seit 2001 daher 1-2 Mal jährlich Pro Ablauf	derzeit COVID es geht aber immer schlimmer z.B. Stromausfall	(jährliche) Teilübungen: Brand / MANV – Covid gab viel Raum für Echtbetrieb	Krankenhausfinanzierung kommunal besser aufgestellt	Mehrere NEAs (Diesel) in verschiedenen Brandabschnitten	(Netzteil-)Defekt von elektrischen Komponenten bei Stromausfall – kein Netzwerk kein Labor keine Bildgebung etc.	Je nach Szenario unterschiedlich Verletzlich: IT Robust: Personal Komplex: IT Redundant: Energie	Personal könnte Kinderbetreuung als Extrapunkt bekommen	kein Röntgen und kein Labor ohne IT Sicherheit ist selbst nicht leistbar Dampf rausnehmen I12 ist in KAEP geregelt		
3	Ist ereignisbezogen kein Masterplan mehr Expertenwissen notwendig	Ist bekannt (VfE BKB Bauordnungen etc.) Buch "Blackout" ist überdies empfehlenswert	ja innerhalb des Konzerns militärische Führungsqualitäten haben sich im Ernstfall bewährt	ja aber nur bezüglich Investitionen. kein strukturierter und organisierter Austausch im Zivil-/Kats-> dringend notwendig	ja erprobt (350-750 kVA und 150m³ H2O pro Tag)	Hackerangriff und/oder Stromausfall	ja regelmäßig. Notfall-Lagen müssen mit Akteuren im Landkreis durchgespielt werden man benötigt weiterhin künftige Notfall-Materiallager sowie Kommunikationsalternativen Meldepunkte und -wege	Regeln und Vorschriften (Gesetze) zur Vorsorge Bevorratungsnormen und Regelungen zur Verpflichtung von (Schlüssel)personal im Notfall Kommandostrukturen müssen verbindlich geregelt werden genug Finanzmittel bereitstellen	2 redundant arbeitende Dieselaggregate sowie gesicherter Betriebsstofftransport durch die Kommune	Stromerzeugung (Hardware) Personal (Seuchenfall) auch Transport von Personal	Verletzlich: Robust: Komplex: Redundant:		Diesel reicht 2-3 Tage Wozu ein Zeit wenn ich ein Haus haben kann? 1985 wurde in der DDR schon geübt dass Greifswald explodiert.		
4	Nein greift nicht weit genug. Szenarien müssen längerfristig sein vernetzter Ansatz notwendig	BBK-Handreichungen Ratgeber zu KAEP Fachbücher	nur für das Szenario MANV im regionalen Umfeld	Ja IT-Arbeitsgruppen mit LKA Fachvereinigung Krankenhaus-technik (FKT)	ausprobiert und festgestellt dass der tatsächliche Bedarf deutlich über dem rechnerischen liegt	Zusammenbruch Trinkwasserversorgung durch Stromausfall I (Stadt hat keine Konzepte und Notbrunnen ist nur Brauchwasser)	ja monatlich einzelne Bereiche und jährlich Großübung	Personelle Kapazitäten im Kats da in Planung Personal mehrfach verplant oder bereits im Ruhezustand	NEA Diesel auf Bodenniveau kein Keller Hochwasserschutz Kooperation mit Versorger Test und Wartung wöchentlich Notfallpläne Kapazitätsmanagement	Angriffe auf IT oder IT Fachpersonal mangelhafte Kommunikation mit HiOrgs (Technische Probleme) keine Redundanzen wichtiger Systeme wie z.B. interne Kommunikation)	Verletzlich: Wasserversorgung Robust: Zentrale Fähigkeiten Komplex: med. Fachpersonal Redundant: Logistik	IT muss selbstständig sein	Wasser zusammenfassen	O2 wird zugekauft und reicht 36h	
5	Reicht nicht für echte Großschadenslagen aber dann sind regional alle aufgeschmissen.	BBK-Handbuch ist sehr gut	ja aber nur sporadisch und ohne strukturiertes Vorgehen	personenabhängig mal mehr mal weniger	ausprobiert reicht aber nur im Sommer für die geplanten Zeiträume einzelne Komponenten (CT) finden bei Notstrom nicht statt	Angriff auf IT-Hardware (Serverraum)	nein überhaupt nicht	Einführung der Telekommunikationsinfrastruktur sehr unkoordiniert und mit vielen Lücken. Sanktionen Fördermittel und klare Regelungen sind notwendig Lagerhaltung von Vorräten muss wieder Standard werden	mehrere günstige Diesel-NEAs Ergänzung durch Solarkollektoren in einzelnen Bereichen/Gebäuden (Unterkünfte) hat sich bewährt	fast alle Elemente des Modells sind kritisch	Verletzlich: IT Robust: Energie/Personal Komplex: med. Fachpersonal Redundant: Logistik			24h Diesel 72h Logistik	
6	zu grob Feinszenarien notwendig Pläne mit über 200 Seiten liest keiner Mitarbeiter besser schulen (sensibilisieren) übergeordnete Pläne auf Kreis- und Landesebene fehlen	KAT-Leuchttürme Verletzbarkeit KRITIS VBG Hefte zur Grundversorgung Elektrizität Unterlagen aus Arbeitsgruppen im Landratsamt	ja die Kennzahlen sind haushaltsbegünstigend allerdings nur Halbjähr- intern engere Kooperation mit Kats oder Bundeswehr wünschenswert	AG Blackout des Landkreises FKT Regionalgruppe	Mindestbedarf im Normalbetrieb durch Messungen erhoben Maximalbedarfe sind berechnet Krisenbedarfe sind unbekannt 2 x Schwarzsaltungen pro Jahr H2O Hydrophoranlage derzeit in Planung		Notstrom monatlich Schwarzsaltung halbjährlich Gas/Öl wöchentlich Med. Gase kontinuierlich (reichen 72h) Wasser über Notleitungsleitung (wird nur theoretisch beibehalten Hygienegründe)	Finanzierung Baugenehmigungen Gesetze BOS-Funk Sonderregelungen wie etwa Hubschrauberlandeplatz	Diesel Redundant im Sicherheitsbereich Personal und Folgekosten sind genau zu planen	definitiv IT	Verletzlich: IT Robust: Klimatisierung / Heizung Komplex: IT Redundant: med. Gase				

Anlage 2: Interviewleitfaden

R. U. Hübner

Interview-Leitfaden zum Dissertationsprojekt

"Resilienzindex für Kritische Infrastrukturen (KRITIS) im Krankenhaus"

Versorgungsstufe: (I/II/III/Fach)

Trägerschaft: (Ö/FG/P)

Erklärung des Untersuchungsziels: siehe Projektsteckbrief

- Hinweise auf Einhaltung der Datenschutz-GVO sowie Anonymisierung aller Daten
- Hinweis auf Freiwilligkeit
- Frage nach Interessenskonflikten

Rahmenszenario, anhand dessen die Untersuchung stattfindet:

Großflächiger und längerdauernder (> 1 Woche) Ausfall der Stromversorgung über mehrere Bundesländer im Winter. Hiermit einhergehend auch starke Beeinträchtigung ziviler Versorgungsinfrastrukturen. Bundeswehr und THW sind großflächig im Einsatz und können in Krankenhäusern nur bedingt unterstützen. Ihr Haus ist zum großen Teil auf sich allein gestellt.

I. Allgemeiner Teil

1. Ist Ihrer Erfahrung nach der klassische Krankenhausalarm- und Einsatzplan geeignet, um den Herausforderungen des beschriebenen Szenarios gerecht zu werden?
 - Wenn nein, wo sehen Sie Handlungsbedarf?
2. Kennen Sie Broschüren, Ratgeber oder Studien zur KRITIS in Krankenhäusern?
 - Können Sie konkret welche benennen?
 - Nutzen Sie diese in der Praxis?
 - Wenn nein – was ist Ihre Arbeitsgrundlage für Notfallplanungen?
3. Vergleichen Sie die Leistungsfähigkeit Ihrer Infrastruktur (auch im Krisenfall) mit der anderer Häuser? (Benchmarking?)
4. Stehen Sie im fachlichen Austausch mit anderen Infrastruktur- und Technik-Experten?
5. Kennen Sie den Mindestbedarf Ihres Hauses an elektrischer Energie, Wasser, Gas etc. im Krisenfall?
 - ausprobiert oder rechnerisch ermittelt?
6. Was ist für Sie das schlimmste denkbare Szenario in Bezug auf die KRITIS eines Krankenhauses? (allgemein – nicht nur Ihr Haus)
7. Führen Sie in Ihrem Haus regelmäßig Notfallübungen durch, bei welchen alle Notversorgungen der KRITIS geprüft werden?
 - Wie oft?
8. Gibt es äußere Faktoren, die Ihrer Erfahrung nach einen Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit von KRITIS im Krankenhaus haben? (wirtschaftlich, politisch, kulturell etc.)
9. Wie sieht Ihrer Erfahrung nach die ideale Notstromversorgung in einem Krankenhaus aus?
 - Was sind Herausforderungen bzw. Schwierigkeiten bei der Realisierung dieser?
10. Gibt es Schlüsselemente in der KRITIS eines Krankenhauses, die Ihrer Erfahrung nach Kettenreaktionen auslösen können, die zum Ausfall weiterer Elemente führen?

II. Spezieller Teil

1. Welches Element der KRITIS im Krankenhaus ist Ihrer Erfahrung nach am
 - verletzlichsten

- robustesten
 - komplexesten (benötigt viel Fachpersonal und Erfahrung)
 - redundantesten (kann improvisiert und auch durch externe Versorgung ersetzt werden)
2. Bitte betrachten Sie das Modell zur KRITIS in Krankenhäusern mit den 6 Kategorien.
- Wurde Ihrer Erfahrung nach eine Unterkategorie zur KRITIS vergessen, die berücksichtigt werden muss?
3. Ziel ist es, die umfassende und mit Experten erstellte Liste auf maximal 4 Unterkategorien je Kategorie zu reduzieren, um das Modell übersichtlicher zu machen.
- Sie können Unterkategorien zusammenfassen oder streichen, bitte mit einer kurzen Begründung.
 - Bitte sortieren Sie auf Grundlage Ihrer Erfahrungen die verbleibenden Unterkategorien nach Bedeutung für das Gesamtsystem.

III. Einflussmatrix

Sie erhalten im Anschluss an das Interview per Mail von mir eine Einflussmatrix, die nach Zusammenfassung der Ergebnisse aller befragten Experten die verbleibenden Unterkategorien enthält. Bitte bewerten Sie in dieser Matrix, wie stark sie den Einfluss der jeweiligen Elemente auf die anderen Elemente einschätzen.

Skalierung:

(0) „kein Einfluss“

(1) „leichter Einfluss“

(2) „mittlerer Einfluss“

(3) „starker Einfluss“

Ende des Interviews – nochmalige Frage, ob Notizen/Aufzeichnungen anonym verwertet werden dürfen.

Anlage 3: Projektsteckbrief für Untersuchungsteilnehmende

Projektsteckbrief für Untersuchungsteilnehmer "Resilienzindex für Kritische Infrastrukturen (KRITIS) im Krankenhaus"



Dissertationsprojekt an der Charité Universitätsmedizin Berlin, Promotionsstudiengang Medizinische Wissenschaften
Die Arbeit wird betreut von Prof. Dr. med. Jörg-Wilhelm Oestmann.

Person:

Rico U. Hübner, Dipl.-Päd. Univ., Stabsoffizier im Sanitätsdienst der Bundeswehr, derzeit Teilnehmer am 17. Lehrgang Generalstabdienst/Admiralstabdienst national (LGAN) an der Führungsakademie der Bundeswehr in Hamburg.

Rahmenbedingungen:

Spätestens seit der Krim-Krise 2014 ist der Weltöffentlichkeit bewusst, dass Konflikte der Zukunft weniger mit Panzern und Flugzeugen als vielmehr durch Beeinflussung, Manipulation, subversive Handlungen und Sabotage ausgetragen werden. Die Kritische Infrastruktur in Deutschland wird gleichzeitig durch diverse Veränderungen (Energiewende, Digitalisierung etc.) immer fragiler und die Krisenvorsorge kann hier nicht Schritt halten. Im September 2021 reichte ein Luftballon aus, um große Teile Dresdens und des Umlandes für viele Stunden stromlos zu machen.

Forschungslücke und Ziel der Arbeit:

Es gibt derzeit kein Modell, um die Kritische Infrastruktur in hochtechnisierten Krankenhäusern* mitsamt ihren Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zu bewerten und darzustellen. Dieses Modell muss Gewichtungen, Wirkrichtungen, Aggregationen, Kaskadeneffekte etc. einbeziehen und dennoch so einfach sein, dass es auch in der Krisenvorsorge in jedem einzelnen Krankenhaus als Checkliste angewandt werden kann. In der Forschungsarbeit wird ein Modell zur Bestimmung eines Resilienzindex erstellt. (*Kategorien für KRITIS im Krankenhaus gemäß dem bereits erstellten technisch-sozialen Systemmodell sind: Energieversorgung, Wasserversorgung, Zentrale Fähigkeiten, Logistische Ressourcen, Medizinisches Personal und Hausinfrastruktur. Hier gibt es weitere 49 zu prüfende Unterkategorien.)

Methodik:

Es handelt sich um Grundlagenforschung (explorativ), die die mehrstufige Validierung eines theoretischen Modells durch Experteninterviews (Leitfadeninterviews) beinhaltet.

Die Experten sollen hierbei nicht "ihr Krankenhaus" beschreiben, sondern ein Infrastruktur-Modell aufgrund ihrer Expertise und Erfahrung vor dem Hintergrund eines bestimmten Szenarios bewerten. Weiterhin obliegt es den Experten, die Vulnerabilität, Resilienzfähigkeit, Komplexität, Redundanz etc. einzelner Faktoren auf einer Skala zu gewichten. In einem finalen Schritt bewerten die Experten in einer Einflussmatrix, welche Elemente von KRITIS im Krankenhaus eine Auswirkung auf andere Elemente haben (Interdependenzanalyse mittels Einflussmatrix).

Die Interviews können bei Ihnen vor Ort oder telefonisch stattfinden. Es wird ein Ergebnisprotokoll geführt - eine Aufzeichnung findet nicht statt. Alle Rohdaten sowie Krankenhäuser und Personen bleiben anonym. Die Ergebnisse werden im Rahmen von Publikationen und Vorträgen genutzt.

Auswahl der Experten:

Zielgruppe sind erfahrene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus Krankenhäusern, die in den Bereichen Krisen- und Katastrophenmanagement sowie technische Einrichtungen tätig sind. Die Interviewten werden unter Zuhilfenahme einer Matrix, die Trägerschaft (öffentlich, freigemeinnützig, privat) und Versorgungsstufe (I bis III oder vergleichbar sowie Fachkrankenhäuser) enthält, zufällig ausgewählt, um eine breite Streuung zu erreichen.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

R. U. Hübner

Kontakt: rh@rico-huebner.de
0170 / 57 00 00 0

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Rico Uwe Hübner, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Resilienzindex zur Selbstbewertung kritischer Infrastruktur für Krankenhäuser. Eine explorative qualitative Systemanalyse. (Resilience index for critical infrastructure self-assessment for hospitals. An exploratory qualitative systems analysis.) selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

22.03.2023

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Danksagung

An dieser Stelle sei allen Beteiligten an dieser Untersuchung mein Dank ausgedrückt für die zahlreichen Ideen, Kritik, Geduld, Inspiration, Diskussionen, Unterstützung, Antrieb und Motivation.

Die umfassende Informationssammlung im Vorfeld dieser Arbeit bei Behörden, Hilfsorganisationen, Fachleuten aller Disziplinen, Bibliotheken, innerhalb der Bundeswehr und im Katastrophenschutz war sicher manchmal anstrengend, vor allem, wenn ich mit der fünfzehnten Nachfrage vor der Tür stand, aber ich wurde nie abgewiesen. Herausgehoben erwähnen möchte ich hier Herrn Staatsminister Armin Schuster, der mir als damaliger Präsident des BBK die gesellschaftliche und politische Bedeutung meiner Forschung verdeutlichte und Herrn Stefan Voßschmidt, der als ausgewiesener Themenexperte beim BBK die Ausrichtung der Untersuchung beeinflusste. Waren super Gespräche – vielen Dank!

Die beteiligten Kliniken kann ich leider aufgrund der zugesicherten Anonymität nicht aufzählen, jedoch sollen sich alle meine Gesprächspartner*innen sicher sein, dass ich weiß, wie viel Aufwand ich allen zugemutet habe und die ungebrochene Bereitschaft zur Teilnahme sehr schätze. Danke!

Den Professoren Oestmann und Bayer als meinen Betreuern danke ich besonders dafür, dass sie immer Zeit für mich hatten, wenn ich Rat brauchte und mir ansonsten die wissenschaftliche Freiheit einräumten, die man sich als Nachwuchsforscher wünscht.

Professor Martin Elbe stand mir mit Anregungen, Selbstreflexion, Lesestoff und Methodenkritik zur Seite. Danke lieber Martin!

Ich danke der Charité für eine großartige Promotionsumgebung. Der Slogan „Zusammen ein Ganzes“ bringt die Philosophie des Hauses hervorragend zum Ausdruck.

Ganz besonderer Dank geht an meine Frau, die trotz eigener wissenschaftlicher Projekte immer auch ein offenes Ohr für meine Fragen hat.

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden am 01.11.2022 zur Veröffentlichung eingereicht bei: Springer Nature – „Die Anaesthesiologie“.

Berlin im März 2023

Rico U. Hübner

Nachweis Methodenberatung



Charité | Campus Mitte | 10098 Berlin

Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und
Gesundheitsökonomie



Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2020

Dr. med. Barbara Stöckigt
Tel.: +49(0)30/450 529136
Fax: +49(0)30/450 529917
<http://epidemiologie.charite.de>

Berlin, den 18.05.2022

Beratung zur qualitativen Forschungsmethodik

Im Rahmen der Beratung zur qualitativen Forschungsmethodik der Dissertation von Rico Hübner mit dem Arbeitstitel „Resilienzindex zur Selbstbewertung kritischer Infrastruktur für Krankenhäuser. Eine explorative qualitative Systemanalyse“

fand am 18.05.2022 ein Beratungsgespräch mit Dr. med. Barbara Stöckigt statt.

Folgende Empfehlung wurde gegeben:

kritische Punkte in der Methodik (zu Sample, Leitfaden, Auswertung) wurden diskutiert und auf nachvollziehbare Darstellung in der Arbeit hingewiesen.

Dr. med. Barbara Stöckigt