1. Einleitung

1.1. Resilienz als interdisziplinäres boundary object

> *„Manchmal kommt es besser, als man denkt"*
> *(Zander/Roemer 2016: 47).*

In einer Welt, in der täglich von Krisen, Problemen und Gefahren die Rede ist, ist ein solcher Satz ermutigend. Und als Ermutigung soll er auch durchaus gelesen und verstanden werden. Deshalb wird er der nun folgenden Arbeit vorangestellt. Krisen können gemeistert, Probleme gelöst und Gefahren gebannt werden. Für eine wissenschaftliche Arbeit stellen sich dann unmittelbar drei Arten von Fragen. Erstens, um welche Art von Krisen, Problemen und Gefahren handelt es sich? Zweitens, wie können diese gemeistert, gelöst und gebannt werden? Und drittens, in welchem Kontext erfolgt das alles, welche Nebenbedingungen müssen beachtet werden und welche sonstigen Auswirkungen entstehen? All diese Fragen werden in den letzten Jahren in den unterschiedlichsten wissenschaftlichen Disziplinen zunehmend unter Zuhilfenahme eines immer prominenter werdenden Begriffs diskutiert: „*Resilienz*". Was ist Resilienz? Resilienz lässt sich ganz grundsätzlich zweifach fassen. Zunächst auf der einen Seite als „ordinary magic", als Fähigkeit dafür zu sorgen, dass es besser kommt, als man denkt, als eine Art Metapher (Metzl 2009: 113). Auf der anderen Seite ist Resilienz ein fundamental theoretisches Konzept (Dinh et al. 2012: 234, Prior 2014: 4). Und als solches bildet es den wesentlichen Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.

Deren Grundlage ist eine jahrelange Beschäftigung mit Resilienz als wissenschaftlichem Konzept, aus der sich eine Reihe von Fragestellungen ergeben haben, die im Folgenden beantwortet werden sollen. Den Beginn markierte das Forschungsprojekt „Resilien-Tech – ‚Resilience-by-Design': Strategie für die technologischen Zukunftsthemen", das gemeinsam von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech und dem Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, durchgeführt wurde. Ziel des Projekts, das von 2012 bis 2014 lief, war es, ein besseres Verständnis des Konzepts Resilienz für den Bereich der sogenannten „zivilen Sicherheitsforschung" (SiFo) zu erarbeiten, und daraus konkrete Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu generieren. Die Grundannahme dahinter war, dass

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

Resilienz zwar in der zivilen SiFo immer häufiger als Konzept verwendet wird, aber kein nationaler Konsens über eine Definition besteht. Durch Literaturrecherchen, drei Workshops mit nationalen und internationalen Experten sowie einer Zusammenarbeit mit weiteren Partnern wie dem Forschungsforum Öffentliche Sicherheit und der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft KPMG konnte eine Studie erstellt werden, deren Ergebnisse in Form von zehn Handlungsempfehlungen an entsprechende Entscheidungsträger herangetragen wurden (siehe dazu Thoma 2014). Im Anschluss an Resilien-Tech konnte der Autor der vorliegenden Arbeit gemeinsam mit Kollegen am Fraunhofer EMI, insbesondere dem damaligen Institutsleiter und Gründungsvater der deutschen wie europäischen zivilen SiFo, Prof. Dr. Klaus Thoma, die theoretisch-konzeptionelle Beschäftigung mit Resilienz fortführen und in einigen weiteren Publikationen vertiefen (siehe Häring et al. 2016, 2016b, Hiermaier et al. 2019, Hiermaier/Scharte 2018, Linkov et al. 2014, Scharte/Thoma 2016, Thoma et al. 2016, Thoma/Scharte 2015). Mit einem Verständnis von Wissenschaft als Suche nach dem „Geheimnis der Transformation von Chaos in Ordnung", wurden dabei zwei Aspekte in Bezug auf Resilienz zunehmend klarer (Antonovsky 1997: 149). Zum einen lässt sich nicht sinnvoll an Resilienz forschen, ohne die Grundherausforderung der Komplexität explizit in Rechnung zu stellen. Der britische Resilienzforscher Charlie Edwards formuliert das treffend am Beispiel einer Tasse Kaffee: „My simple cup of coffee rests on an awe-inspiringly complex system that is global in scale and made up of networks of suppliers, transportation routes, production facilities, distribution centres, warehouses, inventory management processes and cash flows" (Edwards 2009: 27). Die zentrale Frage bei der Beschäftigung mit Resilienz lautet deshalb auch „how to respond to the complexity challenge" (Helbing 2015)? Noch prägnanter fasst es das englische Begriffspaar „navigating complexity" zusammen (IRGC 2018: 18). Wie zentral Komplexität im Zusammenhang mit Resilienz ist, zeigt auch bereits der Titel der vorliegenden Arbeit.

Zum anderen wurde aber auch immer klarer, dass Resilienz ein Konzept ist, das sich an den Schnittstellen verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen bewegt. Über disziplinäre Grenzen hinweg wird mit dem Konzept Resilienz gearbeitet. Zumal Resilienz auch eher eine „family of related ideas" darstellt, als einen konkret definierten Begriff (Prior/Roth 2013: 61, Westrum 2006: 65). Das Konzept enthält eine Vielzahl an deskriptiven Ideen darüber, was damit konkret gemeint sein könnte, wann etwas oder jemand resilient ist oder nicht, wie Resilienz erhöht oder vermindert werden könnte und auch, wie sie sich von anderen Konzepten abgrenzen lässt.

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

Gleichzeitig ist das Konzept so breit, dass es auch Dimensionen normativer Art umfassen kann, also Fragen danach, ob es gut oder schlecht ist, wünschenswert oder nicht wünschenswert ist, wenn jemand oder etwas resilient ist – oder zumindest resilienter als jemand oder etwas anderes (Brand/Jax 2007: 8). Dank seiner Breite gilt Resilienz als ein Konzept oder Ansatz, mit dessen Hilfe Wissenschaft integrativ und interdisziplinär umgesetzt werden kann, insbesondere mit Blick auf fundamental wichtige gesellschaftliche Bereiche, in denen rein disziplinäre Ansätze notwendig aufgrund der Komplexität der zu lösenden Fragestellungen versagen (Folke 2006: 260). Insofern kann Resilienz als interdisziplinäres „boundary object" charakterisiert werden. Als boundary object, in der vorliegenden Arbeit auch „Brückenkonzept", werden Begriffe bezeichnet, die durch die Schaffung eines begrenzten gemeinsamen Vokabulars dazu in der Lage sind, die Kommunikation zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen zu ermöglichen, obwohl in der spezifischen Ausgestaltung die Bedeutung des Begriffs weiter stark unterschiedlich sein kann (Bartl et al. 2014: 37, Brand/Jax 2007: 7).

Die für die vorliegende Arbeit wichtigste Schnittstelle ist die zwischen den Sozialwissenschaften einerseits und den Ingenieurwissenschaften andererseits. Das resultiert aus der gerade nachgezeichneten Genese der Beschäftigung mit dem Resilienz-Konzept. Die Projektpartner in ResilienTech, acatech und Fraunhofer EMI, sind primär im ingenieurwissenschaftlichen Bereich zu verorten. Sie haben ein Interesse daran herauszufinden, wie man ingenieurwissenschaftlich dazu beitragen kann, dass es besser kommt, als man denkt. Dieser ingenieurwissenschaftliche Beitrag zu Resilienz wurde, beginnend mit den Ausführungen in der Studie zu ResilienTech und darauf aufbauend in allen weiteren Publikationen, an denen der Autor der vorliegenden Arbeit mitgewirkt hat, als „*Resilience Engineering*" bezeichnet (siehe vor allem Scharte et al. 2014c: 125, Scharte/Thoma 2016: 136, Thoma et al. 2016: 14). Gleichzeitig waren die Publikationen selbst in ihrer Ausrichtung sehr konzeptionell-theoretisch geprägt und zwar aus einem stärker sozialwissenschaftlichen Blickwinkel heraus. Interessanterweise stammt zudem der Begriff des Resilience Engineering selbst aus einer sozialwissenschaftlichen Forschungsrichtung, wie an späterer Stelle noch zu zeigen sein wird (siehe 2.5). Die vorliegende Arbeit forscht auf den genannten, vorherigen Publikationen aufbauend, mithilfe sozialwissenschaftlicher Methoden konzeptionell-theoretisch an den beiden Konzepten Resilienz und Resilience Engineering und zwar an der Schnittstelle zwischen den Sozialwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften. Dabei ist sie sich der Herausforderung bewusst, die damit verbunden

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

ist. Interdisziplinäre Forschung wird zwar allgemein als wünschenswert angesehen, ist in ihrer konkreten Umsetzung aber wie erwähnt durchaus schwierig. „Zunächst beeindrucken […] die negativen Konsequenzen der Beteiligung einer Vielzahl von Disziplinen und Fächern. […] Deshalb muss man schon für die einzelnen Fächer, erst recht aber in der interdisziplinären Zusammenarbeit, Zweifel haben, ob überhaupt bekannt ist, worüber gesprochen wird" (Luhmann 2003: 14). Integrative Forschung zwischen den Sozialwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften gilt sogar als besonders anspruchsvoll (Alderson 2019: 69, Chang 2009: 3). Gerade deshalb wird im Folgenden der Versuch unternommen, die beiden Disziplinen aus einer sozialwissenschaftlichen Perspektive heraus mithilfe des boundary objects Resilienz näher zueinander zu bringen und auf diese Weise einen gegenseitigen Lernprozess zu ermöglichen. Denn es gilt: „Wir können keine Experten in dem Gebiet der jeweils anderen werden. Aber wir können Vorschläge machen, die die anderen verwerten mögen. In diesem Sinne erlaube ich mir, die folgenden Bemerkungen zu machen" (Antonovsky 1997: 142).

1.2. Einordnung in die zivile Sicherheitsforschung

Der interdisziplinäre Charakter von Resilienz als Brückenkonzept ist unter anderem deshalb sinnvoll und notwendig, weil sich die vorliegende Arbeit in einem Forschungsfeld verortet, das durch seine interdisziplinäre Ausrichtung gekennzeichnet ist, nämlich innerhalb der sogenannten zivilen Sicherheitsforschung. Der Begriff Sicherheit wird in der Wissenschaft selbst sehr intensiv diskutiert. Seine Bedeutung ist keinesfalls eindeutig (siehe dazu z.B. Riescher 2010, Winzer et al. 2012). Im Folgenden steht allerdings nicht der Begriff der Sicherheit im Vordergrund. Daher wird er hier im Rahmen der zivilen SiFo als Abwesenheit von Schäden bzw. schnelle Behebung entstandenen Schadens verstanden. Das dient als Ausgangspunkt der gesamten weiteren Diskussion. Das Forschungsgebiet der zivilen SiFo gibt es in Deutschland und auf europäischer Ebene explizit erst seit wenig mehr als einem Jahrzehnt, beginnend mit dem im siebten Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union vorhandenen Teilbereich „Secure Societies" und dem ersten Rahmenprogramm der Deutschen Bundesregierung „Forschung für die zivile Sicherheit", jeweils aus dem Jahr 2007 (Thoma/Scharte 2015: 32). Es lässt sich kaum als etablierte, eigenständige Disziplin wie etwa Politikwissenschaft, Soziologie oder Psychologie auf der sozialwissenschaftlichen Seite oder Materialwis-

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

senschaft, Bauingenieurwesen oder Maschinenbau auf der ingenieurwissenschaftlichen Seite beschreiben. Vielmehr vereint die zivile SiFo als sehr anwendungsnahes Gebiet in sich Lösungsansätze aus den verschiedensten Disziplinen. Gemeinsam ist allen Ansätzen eine Grundannahme, die von der Bundesministerin für Bildung und Forschung im Kabinett Merkel IV, Anja Karliczek, im Vorwort des dritten Rahmenprogramms „Forschung für die zivile Sicherheit" der Deutschen Bundesregierung – im Folgenden Sicherheitsforschungsprogramm – formuliert wird: „Sicherheit ist nicht alles, aber ohne Sicherheit ist alles nichts" (BMBF 2018: 2). Gleichzeitig herrscht in der Forschung Einigkeit darüber, dass hundertprozentige Sicherheit, verstanden als Abwesenheit sämtlicher Störungen, Disruptionen und widriger Ereignisse, niemals zu erreichen ist. „Things break; disaster happens; failure is real" (Robbins et al. 2012). „Irgendetwas kann immer passieren" (Luhmann 2003: 28). So oder so ähnlich wird diese Art Eingeständnis der Unmöglichkeit totaler oder umfassender Sicherheit von vielen Forschern formuliert (siehe z.B. Al-Khudhairy et al. 2012: 581, Brunner/Giroux 2009: 6, CSS 2009: 1, Flynn/Burke 2011: 11, Pursiainen 2009: 727, Sterbenz et al. 2010: 1252, Tobin 1999: 15, Wachsmuth 2014: 6).

Wenn umfassende Sicherheit niemals garantiert werden kann, leitet sich daraus mindestens implizit das Phänomen der Unsicherheit ab. Schlimme, unerwünschte, mit negativen Auswirkungen verbundene Dinge bzw. Ereignisse passieren. In der zivilen SiFo werden vor allen Dingen drei Arten von disruptiven oder widrigen Ereignissen betrachtet.[1] Das sind zunächst bewusst von Menschen herbeigeführte Ereignisse, die der Gesellschaft direkt und in intendierter Weise oder aber als nicht explizit intendierte Nebenfolge Schäden zufügen. Das prominenteste Beispiel für die erste Kategorie ist der internationale Terrorismus. Insbesondere die Terroranschläge vom 11. September 2001 gelten nach wie vor als eine Art Initialzündung für eine Vielzahl darauffolgender Entwicklungen in den Bereichen Sicherheitspolitik und Sicherheitsforschung. Die Anschläge auf die beiden Türme des World Trade Centers in New York City, das Pentagon in Washington, D.C., sowie die in Pennsylvania abgestürzte Passagiermaschine forderten beinahe 3000 Menschenleben. Vor allem die Bilder der einstürzenden Türme des World Trade Centers haben sich tief in das kollektive Gedächtnis sowohl der amerikanischen als auch der europäischen Gesellschaft eingegraben. Die für die USA neue Erfahrung der Verwundbarkeit auf eigenem Boden löste ein hohes Maß an Aktivitäten aus, unter anderem

1 Die beiden Begriffe „disruptiv" und „widrig" werden im weiteren Verlauf der Arbeit synonym verwendet.

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

die Gründung des Ministeriums für Heimatschutz (Homeland Security) und die Verabschiedung des sogenannten USA PATRIOT Act, mitsamt der Beschränkung von Bürgerrechten (Kaufmann/Blum 2012: 235f, Thoma et al. 2012b: 321). Der vom damaligen Präsidenten der Vereinigten Staaten, George W. Bush, ausgerufene Krieg gegen den Terrorismus (war on terror) soll hier nicht bewertet werden. Normative Implikationen derartiger Maßnahmen werden an späterer Stelle in Bezug auf das Konzept der Resilienz intensiver diskutiert (siehe 4.2). Die Genese der zivilen SiFo lässt sich aber auch für Deutschland und Europa nicht nachzeichnen, ohne auf dieses Ereignis zu verweisen. Und die Bedrohung durch den internationalen Terrorismus stellt nach wie vor einen der Hauptbeweggründe für die Bundesregierung dar, ein Forschungsprogramm für zivile Sicherheit zu finanzieren. Im aktuellen, dritten Sicherheitsforschungsprogramm wird der internationale Terrorismus erneut als erstes genannt, wenn es um die verschiedenen Arten von Bedrohungen geht, denen gegenüber die Gesellschaft verwundbar ist (BMBF 2018: 3). Ebenfalls als bewusst von Menschen verursacht wird das Phänomen der organisierten Kriminalität gesehen. Auch wenn sich diese weniger durch abrupte, disruptive Ereignisse auszeichnet als vielmehr durch ihr konstantes Auftreten, soll die zivile SiFo dazu beitragen, die durch organisierte Kriminalität verursachten Schäden für die Gesellschaft zu minimieren. Die zweite Art disruptiver Ereignisse stellen Naturkatastrophen dar. Inwiefern der Katastrophenbegriff dazu geeignet ist, diese heterogene Gruppe von Ereignissen zusammenzufassen, wird noch zu diskutieren sein. Er hat sich aber im allgemeinen Sprachgebrauch etabliert und wird auch im Sicherheitsforschungsprogramm verwendet (BMBF 2018: 3). Unter Naturkatastrophen werden unterschiedlichste, natürlich verursachte Extremereignisse verstanden, von Erdbeben und Vulkanausbrüchen, über Hochwasser und Überflutungen, Stürme und Hurrikans bis hin zu Hitze- oder Kältewellen und Dürren. Die Schäden, die durch solche Ereignisse verursacht werden, nehmen weltweit, aber auch in Europa und Deutschland ständig zu. Eine wichtige Ursache dafür ist der Klimawandel, der mindestens mittelbar zu einer Zunahme von Extremwetterereignissen führt. Neben einer erhöhten Häufigkeit führt er zudem zu intensiveren Extremwetterereignissen (Renn et al. o.J.: 1f). Daneben gibt es noch eine dritte Art von Ereignissen, nämlich schwere Unfälle, etwa im Bereich der Industrie oder des Transportwesens, die für die zivile SiFo eine Rolle spielen.

Beim Blick auf die unterschiedlichen Arten von Ereignissen, von Terroranschlägen über Naturkatastrophen bis hin zu schweren Industrieunfällen, fällt eine Gemeinsamkeit auf, die die zivile SiFo von anderen Forschungs-

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

bereichen trennt, in denen es um Sicherheit geht. Die Ereignisse müssen eine gewisse gesellschaftliche Relevanz aufweisen, um im Rahmen der zivilen SiFo aufzutauchen. So sind beispielsweise Autounfälle für die unmittelbar Betroffenen ohne jeden Zweifel ein disruptives Ereignis. Für die Gesellschaft sind sie jedoch als Einzelfall weniger von Bedeutung. In der zivilen SiFo geht es dann darum, die aus disruptiven Ereignissen resultierenden Verwundbarkeiten der Gesellschaft und ihrer relevanten Systeme zu erkennen und analysieren. Daraus sollen Vorschläge bzw. Technologien zur Minderung oder Vermeidung der Schäden entwickelt werden, die durch solche Ereignisse verursacht werden. Wichtig ist die gleichzeitige Achtung der Rechte und Freiheiten der Bürger (Scharte et al. 2014: 10, Thoma et al. 2012: 13f). Im aktuellen Sicherheitsforschungsprogramm wird das wie folgt formuliert: „Mit dem Rahmenprogramm ‚Forschung für die zivile Sicherheit 2018 - 2023' stellt sich die Bundesregierung der aktuellen und zukünftigen Verantwortung, Sicherheit und Ordnung in einer vernetzten Welt zu fördern. Im neuen Rahmenprogramm werden dazu innovative Lösungen erforscht und praxisnah umgesetzt, die die Sicherheit und Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger erhöhen und den Schutz lebenswichtiger Infrastrukturen gewährleisten" (BMBF 2018: 3). Gegeben diese Zielstellung ist das Kriterium der gesellschaftlichen Relevanz geeigneter, zivile SiFo abzugrenzen, als der häufig zitierte Gegensatz zwischen „safety" und „security". Beide Begriffe lassen sich als „Sicherheit" ins Deutsche übersetzen. Bei safety geht es eher um Fehler, die innerhalb eines Systems oder Prozesses auftreten, bei security eher um Bedrohungen, die ein System von außen treffen (Scharte/Thoma 2016: 134). Gerade wenn es in der zivilen SiFo um den Schutz wichtiger gesellschaftlicher Systeme, wie beispielsweise bestimmter Infrastrukturen, geht, verschwimmen die Grenzen zwischen safety und security. Nichtsdestotrotz wird der Begriff der Sicherheit in der vorliegenden Arbeit im Wesentlichen im Sinne von security verwendet, da dieses Verständnis – ohne safety-Aspekte auszuschließen – im Fokus der zivilen SiFo steht. Entscheidend bleibt für die zivile SiFo aber das Kriterium der gesellschaftlichen Relevanz der durch disruptive Ereignisse möglicherweise verursachten, negativen Auswirkungen.

1.3. Kritische Infrastrukturen

In der zivilen SiFo geht es auch und gerade um den Schutz gesellschaftlich relevanter Systeme. Den Ingenieurwissenschaften wird dabei immer wieder die Aufgabe zugeschrieben, zur Sicherheit und zum Schutz soge-

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

nannter „kritischer Infrastrukturen“ (critical infrastructures) beizutragen. Deshalb ist es für die vorliegende Arbeit wichtig, diese Begrifflichkeit zu definieren. Das Konzept der kritischen Infrastrukturen ist relativ neu und taucht unter dieser Bezeichnung erstmals Mitte der 1990er Jahre in den USA auf (Pursiainen 2009: 722). Nachdem bereits im Lauf der 1980er Jahre festgestellt wurde, dass ein großer Teil der öffentlichen Infrastrukturen Alterungsprozessen mit ungewissen Auswirkungen ausgesetzt war, führte ein schwerer Terroranschlag zu einer Neubewertung der Bedeutung von Infrastrukturen. Der Bombenanschlag auf das Murrah Federal Building in Oklahoma City am 19. April 1995, durchgeführt von einem einheimischen Terroristen, kostete 168 Menschenleben und war der schwerwiegendste Anschlag, den die USA bis zu diesem Zeitpunkt erleiden mussten. Im Anschluss daran richtete die Administration unter dem damaligen Präsidenten Bill Clinton eine „Kommission zum Schutz kritischer Infrastrukturen“ (Commission on Critical Infrastructure Protection) ein. Deren Ergebnisse wurden in Form eines Reports veröffentlicht. Darauf aufbauend hat sich das Konzept der kritischen Infrastrukturen sehr schnell international verbreitet und wird mittlerweile in den meisten industrialisierten Ländern, von Japan über Australien bis hin zur gesamten EU, genutzt. Das Konzept dient als politisches Programm, zur Rechtfertigung von Gesetzgebungsverfahren und als Grundlage für vielfältige Notfall- und Rettungspläne. Insgesamt ist es zu einem dominanten Narrativ innerhalb der Sicherheitspolitik und Sicherheitsforschung weltweit geworden. Der Schutz kritischer Infrastrukturen ist als „Critical Infrastructure Protection (CIP)“ mittlerweile sogar eine Art feststehender Begriff (Alderson 2019: 66, Al-Khudhairy et al. 2012: 576, Fekete et al. 2016: 221f, Fritzon et al. 2007: 31, Galland 2012: 301ff, Kaufmann/Blum 2012: 244, O'Rourke 2007: 22). Auch die wissenschaftliche Beschäftigung mit kritischen Infrastrukturen ist in den letzten Jahren sprunghaft gewachsen. Während es Mitte der 1990er Jahre fast noch keine Publikationen gab, die sich mit dem Thema beschäftigten, waren es im Jahr 2010 alleine über 100 (Galland 2012: 301). Wissenschaft wie auch Politik haben dabei ihren Blick geweitet und betrachten nun neben der Bedrohung des Terrorismus auch weitere disruptive Ereignisse wie Naturkatastrophen und große Unfälle als relevante Phänomene im Bereich des Schutzes kritischer Infrastrukturen (Fritzon et al. 2007: 32, Galland 2012: 308).

Was steckt hinter dem Konzept der kritischen Infrastrukturen? Wann sind Infrastrukturen „kritisch“ und welche Infrastrukturen werden zu den kritischen gezählt? Entscheidend ist ihre Bedeutung für die Funktionsfähigkeit oder sogar Überlebensfähigkeit der Gesellschaft. Mit anderen

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

Worten können moderne Gesellschaften nicht ohne kritische Infrastrukturen existieren. Solche Infrastrukturen hat es schon immer gegeben. Gesellschaften waren schon immer darauf angewiesen, genügend Nahrungsmittel und Wasser zur Verfügung zu haben. Seit der industriellen Revolution und spätestens im digitalen Zeitalter ist auch die Versorgung mit Energie buchstäblich überlebensnotwendig für Gesellschaften.[2] Aber auch der Transport von Menschen und Gütern, das Gesundheitssystem oder das Notfall- und Rettungswesen sind Infrastrukturen, ohne die menschliches Zusammenleben nicht oder zumindest nicht auf einem bestimmten Mindestniveau an Ordnung und Wohlstand funktioniert (Kröger 2008: 1781, Pursiainen 2009: 723). Kritische Infrastrukturen sind so wichtig, dass sie das „Rückgrat der Gesellschaft" (backbone of society) bilden. Fallen sie aus oder werden beschädigt, führt das sehr schnell zu sehr großen und unter Umständen langanhaltenden Krisen, verbunden mit massiven negativen Auswirkungen auf die Bevölkerung (Attoh-Okine 2016: 32). Obwohl in Nuancen unterschiedlich, umfassen die kritischen Infrastrukturen auch heute noch in den meisten Definitionen die Systeme, die auch bereits bei der Etablierung der Kommission zum Schutz kritischer Infrastrukturen durch die Clinton-Administration genannt wurden. Diese waren Telekommunikation, das Energiesystem mitsamt Gas- und Ölreserven, das Transportsystem, Banken und Finanzsystem, Wasserversorgung, Notfall- und Rettungswesen mitsamt Polizei und Feuerwehr sowie das Fortbestehen der Regierung (continuity of government) (Galland 2012: 302). So oder so ähnlich definieren beispielsweise auch die EU, Kanada, die NATO, die Schweiz, die Niederlande, das Vereinigte Königreich und Norwegen kritische Infrastrukturen (Galland 2012: 306f). In Deutschland hat das Bundesministerium des Innern, seit März 2018 offiziell Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, im Jahr 2009 die „Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)" veröffentlicht. Darin definiert das BMI konsistent zur internationalen Diskussion Infrastrukturen dann als kritisch, „wenn sie für die Funktionsfähigkeit moderner Gesellschaften von wichtiger Bedeutung sind und ihr Ausfall oder ihre

2 In diesem Kontext lohnt sich der Verweis auf das Buch „Blackout. Morgen ist es zu spät" von Marc Elsberg zum Thema eines durch einen koordinierten, terroristischen Hackerangriff verursachten, langfristigen europaweiten Stromausfalls. Obschon fiktional – und dahingehend auch mit einer spannenden Geschichte aufwartend – zeigt es sehr eindrücklich die Auswirkungen eines derartigen Ereignisses und damit die inhärente Verwundbarkeit unserer Gesellschaft aufgrund der Abhängigkeit von der durchgängigen Funktionsfähigkeit kritischer Infrastrukturen (siehe Elsberg 2012).

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

Beeinträchtigung nachhaltige Störungen im Gesamtsystem zur Folge hat" (BMI 2009: 5). Das BMI unterscheidet für Deutschland zwischen den technischen Basisinfrastrukturen auf der einen und den sozioökonomischen Dienstleistungsinfrastrukturen auf der anderen Seite. Die technischen Basisinfrastrukturen sind die Energieversorgung, Informations- und Kommunikationstechnologien, Transport und Verkehr sowie die (Trink-)Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Die sozioökonomischen Dienstleistungsinfrastrukturen sind das Gesundheitswesen, die Ernährung, das Notfall- und Rettungswesen, der Katastrophenschutz, Parlament, Regierung, öffentliche Verwaltung und Justizeinrichtungen, das Finanz- und Versicherungswesen sowie Medien und Kulturgüter (BMI 2009: 5).

Die technischen Basisinfrastrukturen werden im internationalen Kontext als „lifeline systems" bezeichnet. Es handelt sich typischerweise um sehr große, miteinander gekoppelte, geographisch verteilte Netzwerke, die durch dynamische Strukturen und andauernde Veränderungen technologischer und organisatorischer Art gekennzeichnet sind. Sie werden in aller Regel als komplexe Systeme verstanden. Auch die sozioökonomischen Dienstleistungsinfrastrukturen können so verstanden werden (Al-Khudhairy et al. 2012: 576, Kröger 2011: 68, O'Rourke 2007: 23). Obwohl die Leistungen, die von diesen kritischen Infrastrukturen erbracht werden, häufig als öffentliches Gut (public good) gesehen werden, befinden sich in vielen westlichen Industrienationen, wie etwa Deutschland, den USA und dem Vereinigten Königreich über 80% der kritischen Infrastrukturen in privatem Besitz und werden von ihren Betreibern grundsätzlich zum Zwecke der Erzielung wirtschaftlicher Gewinne genutzt.[3] Auch das gilt sowohl für technische Basisinfrastrukturen, als auch für sozioökonomische Dienstleistungsinfrastrukturen. Das führt unter anderem dazu, dass die verschiedenen Infrastrukturen weder von einer übergeordneten Einheit kontrolliert oder gesteuert werden können, noch einer gemeinsamen Logik folgen. Die Orientierung an der Erzielung wirtschaftlicher Gewinne kann durchaus in Konflikt mit dem Auftrag der Betreiber kritischer Infrastrukturen geraten, der Bevölkerung zuverlässig die Produkte oder Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen, auf die diese für ihre Funktionsfähigkeit oder sogar ihr Überleben angewiesen ist (Alderson 2019: 69,

3 Siehe dazu auch Patricia Wiater „Sicherheitspolitik zwischen Staat und Markt. Der Schutz kritischer Infrastrukturen." Die Autorin untersucht darin, wie Anschläge auf kritische Infrastrukturen die Sicherheit der gesamten Gesellschaft gefährden können. Dem Staat mangele es an Kontrollmöglichkeiten, da er auf eine freiwillige Mitwirkung privater Infrastrukturbetreiber angewiesen sei (siehe Wiater 2013).

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

Edwards 2009: 9, Kaufmann/Blum 2012: 249, Kröger 2011: 68). Gleichzeitig weist die Dominanz privater Betreiber auf einen weiteren wichtigen Aspekt im Zusammenhang mit kritischen Infrastrukturen hin. Wie erwähnt besteht deren Auftrag darin, die Bevölkerung mit Produkten oder Dienstleistungen zu versorgen. Welcher Mittel und Wege, welcher konkreten physischen und technischen Ausgestaltung ihrer Systeme sie sich dazu bedienen, ist prinzipiell irrelevant. Die physischen, technischen und sozioökonomischen Systeme existieren nicht aus einem Selbstzweck heraus (Park et al. 2013: 357). Entscheidend sind die Funktionen, welche die Infrastrukturen für die Gesellschaft erfüllen: „However, while these technical features are fundamental to the infrastructure, and ensure it works, the purpose of critical infrastructure is to provide a service to society. These services are what society most values about critical infrastructure" (Prior 2014: 12). Diese sind es auch, die kritisch sind und bei deren Ausfall die Gesellschaft schwere Schäden erleidet (Pursiainen 2009: 726).

Großflächige Ausfälle kritischer Infrastrukturen, wie sie in dramatisch zugespitzter Weise von Elsberg beschrieben werden, sind – bisher – glücklicherweise sehr selten (siehe Fußnote 2). Nichtsdestotrotz treten sie auf – und zwar schon länger. Bereits 1977 kam es in New York City zu einem stadtweiten Blackout, der unter anderem in gewalttätigen Plünderungen resultierte und der zeigte „how a complex sequence of unforeseen and interactive technical and human failures is not only possible but likely" (Lovins/Lovins 2001: 57). Ein weiteres Beispiel aus dem Energiesystem – das aufgrund seiner essentiellen Bedeutung für beinahe alle anderen kritischen Infrastrukturen als das wahrscheinlich kritischste System überhaupt bezeichnet werden kann[4] – ist der großflächige Stromausfall im Nordosten Nordamerikas vom August 2003, von dem über 50 Millionen Menschen betroffen waren. Erst nach zwei Tagen konnte die Stromversorgung für einen großen Teil dieser Menschen wiederhergestellt werden (Flynn/Burke 2012: 2). Auch Ereignisse wie die Terroranschläge vom 11. September 2001 wirken sich direkt und indirekt auf die Funktionsfähigkeit kritischer Infrastrukturen aus. Direkt etwa auf das Notfall- und Rettungswesen, auf Polizei, Feuerwehr und Rettungskräfte, die nach den Anschlägen in einer

4 Inwiefern in einer durchgängig digitalisierten Welt das Informations- und Kommunikationssystem eine vergleichbare Kritikalität erreicht hat, kann an dieser Stelle nicht ausführlich diskutiert werden. Ähnlich wie das Energiesystem kann auch diese kritische Infrastruktur mittlerweile für sich beanspruchen, dass beinahe alle anderen Infrastrukturen von ihrer Funktionsfähigkeit abhängen. Die Abhängigkeit vom ebenso kritischen Energiesystem ist dabei wechselseitig.

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

organisatorischen wie emotionalen Ausnahmesituation weiter funktionieren mussten. Den Einsatz in den zusammenstürzenden Türmen bezahlten hunderte Feuerwehrleute mit ihrem Leben. Aber auch indirekt hatten die Anschläge gravierende Auswirkungen und führten etwa kurzfristig zur Schließung des gesamten amerikanischen Luftraums und mittelfristig zu neuen Bestimmungen im Luftverkehr (siehe Kean et al. 2004). Noch dramatischere Auswirkungen auf quasi alle kritischen Infrastrukturen innerhalb eines bestimmten Gebiets hatte Hurrikan Katrina, der im August 2005 die Stadt New Orleans traf und dort schlimmste Verheerungen anrichtete. Die Versorgung der Bevölkerung mit allen lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen brach für Wochen zusammen (siehe Colten et al. 2008). Neben derart dramatischen widrigen Ereignissen spielen für kritische Infrastrukturen aber auch andere gesellschaftliche Entwicklungen, wie etwa die Energiewende, eine wichtige Rolle was ihre Zuverlässigkeit und Sicherheit angeht (Wachsmuth 2014: 3, siehe Renn 2017).

Für die vorliegende Arbeit und ihre Beschäftigung mit Resilienz und Resilience Engineering sind kritische Infrastrukturen von besonderer Bedeutung. Denn kritische Infrastrukturen können einerseits als Forschungsgebiet aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften verstanden werden. Energienetze, Brücken, Tunnel, das Wasserversorgungssystem und viele andere kritische Infrastrukturen benötigen „engineering knowledge" um grundsätzlich installiert bzw. entwickelt zu werden und auch um langfristig gewartet und repariert bzw. optimiert zu werden. Gleichzeitig sind kritische Infrastrukturen aber auch als Forschungsgebiet für die Sozialwissenschaften interessant. Und zwar in mehrfacher Hinsicht. Auch die technischen Basisinfrastrukturen erbringen ihre Leistungen immer für die Gesellschaft. Zudem werden sie von Menschen entwickelt, betrieben, gewartet, etc. Die sozioökonomischen Dienstleistungsinfrastrukturen sind ohnehin nicht rein technisch zu verstehen (Hosseini et al. 2016: 49). Kritische Infrastrukturen als Teilgebiet der zivilen SiFo sind also ebenso interdisziplinär angelegt, wie die zivile SiFo an sich. Der Schutz kritischer Infrastrukturen kann mit einem rein disziplinären Ansatz genauso wenig gelingen, wie die erfolgreiche Erhöhung oder Bewahrung der Sicherheit der Gesellschaft gegenüber disruptiven Ereignissen. Dazu wird zwingend ein interdisziplinärer Ansatz benötigt, wie ihn die vorliegende Arbeit verfolgt. Um diesem Ansatz im weiteren Verlauf zu entsprechen, werden daher kritische Infrastrukturen und generell die Systeme, die im Rahmen der zivilen SiFo wichtig sind – also gesellschaftlich relevant – als sogenannte sozio-technische Systeme verstanden (LRF 2015: 27). In sozio-technischen Systemen interagieren technologische und soziale Bestandteile dergestalt

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

miteinander, dass sie weder rein technologisch noch rein sozial erklärbar sind. Deren Resilienz und die Frage, was Resilience Engineering für die innerhalb der zivilen SiFo relevanten sozio-technischen Systeme bedeutet, stehen im Mittelpunkt der folgenden Analysen.

1.4. Notwendigkeit für Resilienz und Resilience Engineering

Was hat es nun mit all dem auf sich? Warum die Beschäftigung mit Resilienz und Resilience Engineering im Kontext der zivilen SiFo und des Schutzes kritischer Infrastrukturen? Es ist grundsätzlich sehr wünschenswert, dass es besser kommt, als man denkt. Das gilt natürlich in besonderer Weise für die zivile SiFo und für den Schutz kritischer Infrastrukturen. In diesen Bereichen stehen buchstäblich Leben auf dem Spiel. Als Resultat disruptiver Ereignisse sterben jedes Jahr eine Vielzahl an Menschen, noch wesentlich mehr werden verletzt. Und dazu kommen noch Schäden monetärer Art sowie emotionale und psychische Auswirkungen auf Betroffene und teilweise – wie nach den Anschlägen vom 11. September 2001 – auf ganze Gesellschaften. Wenn derartige Schäden mithilfe von Resilienz und Resilience Engineering vermieden oder zumindest verringert werden können, ist es nicht nur sinnvoll, sondern nachgerade notwendig, sich im Kontext der zivilen SiFo eingehender mit den beiden Konzepten zu beschäftigen. Zumal beispielsweise kritische Infrastrukturen immer noch häufig ohne Beachtung von Resilienz entwickelt und betrieben werden. Kete et al. formulieren dazu treffend: „[T]he safety and well-being of billions of people depends on infrastructure systems, at present we do not design, deliver, and operate for resilience“ (Kete et al. 2018: 275). Das sollte künftig geändert werden: „To avoid or lessen the shocks that will arise in the future from infrastructure failure, new infrastructure systems must be designed with resilience in mind, and ways must be found to increase the resilience of existing systems” (Rogers et al. 2012: 75).

Dazu muss zunächst eine solide, theoretische Grundlage für das Resilienz-Konzept geschaffen werden, um darauf aufbauend Ideen für Resilience Engineering für sozio-technische Systeme entwickeln zu können (LRF 2015: 33). Die Notwendigkeit für diesen Prozess in zwei Schritten wird aktuell von verschiedenen Forschern gesehen. So schreibt beispielsweise die Lloyd’s Register Foundation in dem gerade bereits zitierten Überblick über aktuelle Entwicklungen und Bedarfe in der ingenieurwissenschaftlichen Resilienzforschung von der Notwendigkeit, Resilience Engineering zu definieren und im größeren Kontext des Konzepts Resilienz zu verorten

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

(LRF 2015: 33). Dinh et al. formulieren sehr ähnlich. Ihnen zufolge bedarf es der Identifikation grundlegender theoretischer Prinzipien, um Resilienz besser zu verstehen und das Konzept ingenieurwissenschaftlich umsetzen zu können (Dinh et al. 2012: 234). Laut Al-Khudhairy et al. befindet sich die Forschung immer noch sehr am Anfang, wenn es darum geht, Resilienz zu verstehen und konkret umzusetzen (Al-Khudhairy et al. 2012: 587). Auch Farid sieht gerade Resilience Engineering als Konzept noch sehr stark in der Entwicklung. Er spricht von einem Bedarf nach einer stärkeren Formalisierung (Farid 2015: 2006). Smith et al. wiederum sehen noch viel grundsätzlicher ein Fehlen eines systematischeren Blicks auf das Thema Resilienz und gerade deshalb auch einen Mangel an Ideen zur ingenieurwissenschaftlichen Umsetzung von Resilienz (Smith et al. 2011: 88). Letzteres gilt auch für Boin und McConnell, für die weiterhin unklar ist, wie Ingenieurwissenschaften zu Resilienz beitragen können (Boin/McConnell 2007: 51). Brunner und Giroux sowie Altherr et al. wiederum fordern, dass eine Konzeptualisierung von Resilienz und Resilience Engineering zusammengehen sollen und logisch aufeinanderfolgen müssen (Altherr et al. 2018: 189, Brunner/Giroux 2009: 6). All diese Aussagen beruhen auf einer Annahme, die von Kete et al. treffend zusammengefasst wird: „Engineering is placed at the heart of creating and managing resilience" (Kete et al. 2018: 277). Denn die Qualität ingenieurwissenschaftlicher Lösungen entscheidet mit darüber, ob und wie resilient sozio-technische Systeme sind (Rahimi/Madni 2014: 811f, Schaffer/Schneider 2019: 18). Ausgehend von den grundlegenden Annahmen, dass erstens Resilienz und seine ingenieurwissenschaftliche Umsetzung in Form von Resilience Engineering innerhalb der zivilen SiFo eine sinnvolle und notwendige Ergänzung bisheriger Ansätze darstellen könnten und dass zweitens noch kein solides, theoretisch fundiertes Konzept für Resilienz und darauf aufbauend Resilience Engineering für die zivile SiFo existieren, versucht die vorliegende Arbeit, genau dazu einen Beitrag zu leisten. Ähnlich wie von Rogers et al. formuliert, geht es ihr darum, Resilienz und Resilience Engineering aus einer interdisziplinären Perspektive holistisch zu verstehen und so Erkenntnisse aus verschiedenen Bereichen und Forschungszweigen für die zivile SiFo nutzbar zu machen (Rogers et al. 2012: 75).

1.5. Aufbau der Arbeit

Resilienz ist kein neues Forschungsthema. In Disziplinen wie der Psychologie oder der Ökologie wird seit vielen Jahrzehnten an dem Konzept

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

geforscht. Auch in verschiedenen Bereichen der Sozialwissenschaften und in den Ingenieurwissenschaften existieren mittlerweile eine Vielzahl an Ansätzen und Ideen. Deshalb lässt sich mit Blick auf die gerade postulierte Grundidee der vorliegenden Arbeit die Frage stellen, ob die ihr zugrundeliegenden Annahmen überhaupt zutreffend sind. Ist das Konzept der Resilienz wirklich so unklar? Gibt es einen „lack of systematic view of the resilience problem" (Smith et al. 2011: 88)? Und lässt sich wirklich sagen, dass auch weiterhin unklar ist, wie die Ingenieurwissenschaften dazu beitragen können, dieses zu lösen (Boin/McConnell 2007: 51)? Um diese Fragen zu beantworten, wird im Folgenden in Kapitel 2 zunächst ein ausführlicher und systematischer Überblick über den Stand der Forschung zu Resilienz in den wichtigsten Disziplinen gegeben. Dieser klassische, disziplinäre Zugang erlaubt es, die Genese des Konzepts in unterschiedlichen Bereichen nachzuzeichnen und aktuelle Erkenntnisse darzustellen. Gleichzeitig beschreibt Kapitel 2 nicht einfach nur den Stand der Forschung. Vielmehr stellt es bereits den ersten Teil der tiefergehenden Analyse von Resilienz und Resilience Engineering dar. Es geht um eine systematische Prüfung der existierenden wissenschaftlichen Ergebnisse im Hinblick darauf, wie sie für die zivile SiFo nutzbar gemacht werden können Das geschieht durch die Identifikation disziplinübergreifender Konzepte, die für Resilienz von besonderer Bedeutung sind. Resilienzforschung erfolgt, wie noch zu zeigen sein wird und trotz der Möglichkeit, Resilienz als boundary object zu nutzen, bisher häufig disziplinär und ohne große Beachtung der Erkenntnisse anderer Disziplinen. Nichtsdestotrotz lassen sich eine Reihe an Konzepten ausmachen, die für Resilienz in jeweils mehreren Disziplinen wichtig sind und die daher auch für das Verständnis von Resilienz und Resilience Engineering innerhalb der zivilen SiFo untersucht werden müssen. Zudem wird in diesem Kapitel aufgearbeitet, ob sich die oben skizzierten Annahmen in tatsächlichen Forschungslücken wiederfinden.

Die Forschungslücken werden dann in Kapitel 3 explizit aufgeführt und aus ihnen die konkrete wissenschaftliche Fragestellung der Arbeit abgeleitet. Die drei folgenden, zentralen Kapitel 4, 5 und 6 dienen der Beantwortung der wissenschaftlichen Fragestellung und der Adressierung der Forschungslücken. In Kapitel 4 wird ein umfassendes eigenständiges Resilienz-Konzept für die zivile SiFo entwickelt. Dazu werden die insgesamt zehn konzeptionellen Zugänge genutzt, die in Kapitel 2 identifiziert wurden. Dieses Vorgehen entspricht der interdisziplinären Grundidee der Arbeit. Es ermöglicht eine übergreifende Analyse und Einordnung der im Kontext von Resilienz relevantesten Konzepte. Die Diskussion anhand

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA

konzeptioneller Zugänge führt zu jeweils spezifischen Elementen oder Bestandteilen, die für das Resilienz-Konzept der zivilen SiFo wichtig sind. Sie werden am Ende der jeweiligen Absätze, in denen sie erarbeitet wurden, markiert. Als Abschluss der zehn Unterkapitel zu den konzeptionellen Zugängen werden diese Merksätze jeweils aufzählungsartig zusammengefasst. In Kapitel 5 wiederum werden aus den Merksätzen zum einen relevante Begrifflichkeiten für Resilienz definiert und zum anderen die konkreten Bestandteile des Resilienz-Konzepts anhand von sieben Leitfragen systematisch geordnet und zu einem konsistenten Ganzen geführt, mitsamt der Diskussion von Grenzen des Konzepts. Die mithilfe der Leitfragen geordneten Bestandteile des Resilienz-Konzepts der zivilen SiFo bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung von Hypothesen für Resilience Engineering in Kapitel 6. Um die Konsistenz zum vorherigen Kapitel zu wahren, werden auch diese Hypothesen durch die Leitfragen geordnet. Zu allen Bestandteilen des Resilienz-Konzepts der zivilen SiFo wird eine Analyse durchgeführt, ob sich daraus Hypothesen für Resilience Engineering ableiten lassen und wenn ja, wie diese konkret lauten müssen. Dabei werden auch weitere aktuelle Erkenntnisse aus der ingenieurwissenschaftlichen Resilienzforschung miteinbezogen. Die Hypothesen werden dann ebenfalls zusammengefasst und ihre Verknüpfung zu den konzeptionellen Zugängen grafisch aufgezeigt, bevor über Grenzen für Resilience Engineering aus sozialwissenschaftlicher Sicht gesprochen wird. Abschließend wird das Ergebnis der Arbeit in Kapitel 7 in einem Fazit zusammengefasst, auf offene Fragestellungen und mögliche Kritik verwiesen, sowie ein interdisziplinär-forschungsleitender Ausblick gegeben.

https://doi.org/10.5771/9783748924227-15 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY-SA