



MASTER THESIS | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Hitze im Kontext des Bevölkerungsschutzes

verfasst von | submitted by
Jens Wehrum B.Sc.

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 992 242

Universitätslehrgang lt. Studienblatt |
Postgraduate programme as it appears on
the student record sheet:

Risikoprävention und Katastrophenmanagement

Betreut von | Supervisor:

Dipl.-Geogr. Dr. Sven Fuchs

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	vii
Abbildungsverzeichnis.....	ix
Anhangsverzeichnis	xi
Abkürzungsverzeichnis	xiii
Teil A – Hinführung und Methodik	1
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	5
2.1 Hitze und Hitzewarnungen.....	5
2.2 Bevölkerungsschutz und Katastrophe	5
2.3 Kritische Infrastrukturen.....	7
3 Aktueller Stand der Forschung.....	11
3.1 Wahrnehmung von Hitze als Gefahr und allgemeine Themen	11
3.2 Sektor Energie.....	14
3.3 Sektor Transport und Verkehr	15
3.4 Sektor Gesundheit.....	15
3.5 Sektor Wasser	16
3.6 Bereich Wald	17
3.7 Bereich Bau	17
4 Hypothesen und Fragestellungen	19
5 Methodik der Arbeit	21
5.1 Literaturrecherchen	21
5.1.1 Suchstrategie der Literaturrecherchen	21
5.1.2 Qualitative Inhaltsanalyse	22
5.2 Expert*inneninterviews	24
5.3 Teiltranskription	31
5.4 Ergebnistransfer	33
5.5 Ziele der methodischen Auswahl.....	33
Teil B – Ergebnisse der Literaturrecherche	35
6 Allgemeine Folgen von Hitze	35
6.1 Sektor Energie.....	36
6.2 Sektor Transport und Verkehr	36
6.3 Sektor Gesundheit.....	38
6.4 Sektor Wasser	38
6.5 Sektor Ernährung	39
6.6 Sektor Siedlungsabfallentsorgung	39
6.7 Bereich Wald	39
6.8 Bereich Bau	40
7 Bestehende Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen ...	41
7.1 Sektor Energie.....	41
7.2 Sektor Transport und Verkehr	42
7.3 Sektor Gesundheit.....	43
7.4 Sektor Wasser	44
7.5 Sektor Ernährung	45

7.6	Sektor Siedlungsabfallentsorgung	45
7.7	Sektor Staat und Verwaltung	45
7.8	Katastrophenschutzbehörden	46
7.9	Bereich Wald.....	48
7.10	Bereich Bau.....	48
8	Hitze als Katastrophe	49
Teil C – Ergebnisse der Expert*inneninterviews		53
9	Folgen von Hitze für die Kritische Infrastruktur	53
9.1	Wahrnehmung von Hitze als Gefahr	53
9.2	Allgemeine Folgen von Hitze	55
9.3	Sektor Energie	55
9.4	Sektor Informationstechnik und Telekommunikation.....	56
9.5	Sektor Transport und Verkehr.....	56
9.6	Sektor Gesundheit	57
9.7	Sektor Medien und Kultur.....	57
9.8	Sektor Wasser	58
9.9	Sektor Ernährung.....	58
9.10	Bereich Wald	59
9.11	Bereich Bau.....	59
10	Bestehende Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen ..	61
10.1	Allgemeine Maßnahmen.....	61
10.2	Sektor Energie.....	61
10.3	Sektor Informationstechnik und Telekommunikation	62
10.4	Sektor Transport und Verkehr	63
10.5	Sektor Gesundheit.....	63
10.6	Sektor Wasser.....	64
10.7	Sektor Ernährung	65
10.8	Katastrophenschutzbehörden.....	65
10.9	Bereich Bau.....	66
10.10	Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen	66
11	Zukünftige Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen ...	67
11.1	Allgemeine Maßnahmen.....	67
11.2	Sektor Energie.....	68
11.3	Sektor Transport und Verkehr	68
11.4	Sektor Gesundheit.....	69
11.5	Sektor Medien und Kultur	69
11.6	Sektor Wasser.....	69
11.7	Sektor Ernährung	71
11.8	Katastrophenschutzbehörden.....	71
11.9	Bereich Bau.....	72
12	Bewertungsansätze von Hitze als Katastrophe.....	73
13	Diskussion	77
13.1	Zusammenfassung und Verknüpfung der zentralen Ergebnisse	77
13.1.1	Wahrnehmung von Hitze als Gefahr	77
13.1.2	Allgemeine Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze	78

13.1.3 Sektor Energie.....	79
13.1.4 Sektor Informationstechnik und Telekommunikation	81
13.1.5 Sektor Transport und Verkehr	82
13.1.6 Sektor Gesundheit.....	84
13.1.7 Sektor Medien und Kultur	87
13.1.8 Sektor Wasser	87
13.1.9 Sektor Ernährung	90
13.1.10 Sektor Finanz- und Versicherungswesen	91
13.1.11 Sektor Siedlungsabfallentsorgung	91
13.1.12 Sektor Staat und Verwaltung	91
13.1.13 Katastrophenschutzbehörden	92
13.1.14 Bereich Wald	93
13.1.15 Bereich Bau	94
13.1.16 Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen	95
13.1.17 Hitze als Katastrophe.....	95
13.2 Beantwortung der Hypothesen und Forschungsfragen.....	96
13.3 Beitrag zu der Forschung.....	98
13.4 Kritische Reflexion der Ergebnisse	101
14 Fazit und Ausblick	107
Literatur	109
Kurzfassung	121
Abstract.....	123
Anhänge.....	I

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zentrale Begriffe der Suchstrategie und Schlagwörter/Suchbegriffe (Eigene Darstellung).....	22
Tabelle 2: Auswertung der Interviewdaten angelehnt an MAYRING (2022: 53ff, 84)...	25
Tabelle 3: Aufgliederung der Definition einer Katastrophe (LKatSG 1999/2020: § 1 (2); GUSY 2013: 208).	50
Tabelle 4: Zuordnungsversuch objektiver und subjektiver Merkmale einer Katastrophe (in der linken Spalte fett gedruckt) gemäß LKatSG (1999/2020: § 1 (2)).....	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zehn Sektoren kritischer Infrastrukturen in Deutschland (BSI o.J.).	7
Abbildung 2: Gegenseitige Abhängigkeiten von KRITIS-Sektoren; ohne Siedlungsabfallentsorgung (BBK o.J.h).	9
Abbildung 3: Sieben Schritte im Ablaufmodell der zusammenfassenden Inhaltsanalyse (MAYRING 2022: 69).	32
Abbildung 4: Präventionsmaßnahmen und das Hitzealarm- und Reaktionssystem von Kommunen in Kanada (GUILBAULT et al. 2016: 4).	46
Abbildung 5: Mitteilung über Tropennächte und Hitze am Tag im Südwestrundfunk (SWR 2025).	54
Abbildung 6: Hitzewarnung in der Hannoverischen Allgemeinen (GREINER 2025).	54
Abbildung 7: Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Bereich der Wahrnehmung von Hitze (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	78
Abbildung 8: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im allgemeinen Bereich (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	79
Abbildung 9: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Energie (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	81
Abbildung 10: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor IT und TK (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	82
Abbildung 11: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Siedlungsabfallentsorgung Transport und Verkehr (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	84
Abbildung 12: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Gesundheit (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	86
Abbildung 13: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Medien und Kultur (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	87
Abbildung 14: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Wasser (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	89
Abbildung 15: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Ernährung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	90
Abbildung 16: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Siedlungsabfallentsorgung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	91
Abbildung 17: Darstellung der Maßnahmen gegen Hitze im Sektor Staat und Verwaltung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	92
Abbildung 18: Darstellung der Maßnahmen gegen Hitze im Bereich Katastrophenschutzbehörden (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	93
Abbildung 19: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Bereich Wald (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	94
Abbildung 20: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Bereich Bau (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).	95

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews kritische Infrastrukturen.....	III
Anhang 2 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Katastrophenschutzbehörde .	V
Anhang 3 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Forschungsstellen	VII
Anhang 4 – Teiltranskription der Expert*inneninterviews	IX

Abkürzungsverzeichnis

BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BSIG	Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI-Gesetz)
BSI-KritisV	Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz
DWD	Deutscher Wetterdienst
IT und TK	Informationstechnik und Telekommunikation
KRITIS	Kritische Infrastruktur
LKatSG	Landeskatastrophenschutzgesetz Baden-Württemberg
S	Sachgebiete
VB	Verwaltungsstabsbereich

Die vorliegende Arbeit beschreibt Hitze im Kontext des Bevölkerungsschutzes in Deutschland. Dazu ist der Aufbau in drei Teile gegliedert. In Teil A werden nach einer Einleitung und dem theoretischen Hintergrund der aktuelle Forschungsstand sowie die Fragestellungen und die Methodik dargestellt. Teil B gibt zum einen eine Übersicht über allgemeine Folgen von sowie Maßnahmen gegen Hitze und zum anderen wird ein Blick auf die Definition einer Katastrophe geworfen. Im letzten Teil C werden die Ergebnisse der Expert*inneninterviews aufgezeigt und kritisch diskutiert.

Teil A – Hinführung und Methodik

In diesem Abschnitt wird zunächst die Relevanz der Thematik aufgezeigt. Im Weiteren folgt der theoretische Hintergrund mit einer Erläuterung der in dieser Arbeit verwendenden grundlegenden Begriffe.

1 Einleitung

In den vier Sommermonaten von Juni bis September im Jahr 2003 starben insgesamt 71.445 Menschen infolge von Hitze in zwölf europäischen Ländern (ROBINE et al. 2007). In selbem Jahr wurden in Freiburg im Breisgau an 53 Tagen Temperaturen von über 30 und teilweise über 40 Grad Celsius gemessen. Der Hitzesommer entwickelte sich zum Jahrhundertsommer und wird im Nachhinein als Jahrhundertkatastrophe (GUNKEL 2013) und „Eine der schlimmsten Naturkatastrophen des modernen Europas“ (HAUG 2018) bezeichnet.

In den Jahren 2023 und 2024 werden stetig neue Temperaturrekorde seit Beginn der Wetteraufzeichnungen erreicht (ARD-aktuell 2024a). Die öffentlichen Medien warnen im Sommer regelmäßig vor anstehenden heißen Tagen und Hitzewellen und informieren zu Präventionsmaßnahmen, um gesundheitlichen Schäden durch Hitzefolgen vorzubeugen (ARD-aktuell 2024b). Dennoch wird das Thema Hitze kaum als Bevölkerungsschutzthema betrachtet; nur vereinzelt finden sich Maßnahmen zur Vorsorge und Bewältigung im Katastrophenschutz. Das *Zukunftsforum Öffentliche Sicherheit* beschreibt, dass es dem Bevölkerungsschutz in Deutschland bislang an Erfahrungen mangelt, sodass mit Hitzewellen, die aus Hitze resultierenden Probleme und Bedarfe bisher nicht wahrgenommen werden (REIMER und STAUD 2021: 301, 303).

Das Bundesministerium für Gesundheit (im Folgenden: BMG) zeigt mit seinen Empfehlungen zum Hitzeschutz, dass Hitze jetzt und in Zukunft eine wichtige Rolle spielt (BMG 2024a). Insgesamt sind laut der EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2022) mehr als 85 Prozent aller Toten in Verbindung mit Extremwetterereignissen in Europa auf Hitzewellen zurückzuführen. Gleichzeitig hat Hitze nicht nur auf Menschen, Tiere und Natur einen starken Einfluss, sondern auch auf unsere Infrastruktur.

Besonders stehen dabei die **kritischen Infrastrukturen** (im Folgenden: KRITIS) im Fokus. Diese erbringen **kritische Dienstleistungen**, mit besonders hoher Relevanz für die Versorgung der Bevölkerung und die öffentliche Sicherheit. Daher sollen deren Dienstleistungen vor einem Ausfall bestmöglich geschützt sein. Insgesamt betrifft dies zehn Bereiche: Energiesektor, Ernährungssektor, Finanz- und Versicherungswesen, Gesundheitssektor, Informationstechnik und Telekommunikation (im Folgenden: IT

und TK), die Siedlungsabfallentsorgung, Medien und Kultur, den Staat und die Verwaltung, Transport- und Verkehrswesen sowie den Wassersektor. (BBK o.J.a)

Ein Beispiel für die Betroffenheit von KRITIS findet sich in dem Sektor Energie. In Folge von Hitze und fehlendem Niederschlag sanken im Jahr 2022 die Flusspegel und machten die Binnenschifffahrt auf dem Rhein nur noch mit reduzierter Frachtmenge möglich. Hiervon war unter anderem der Kohletransport zu Kohlekraftwerken betroffen. In der Folge war aufgrund des Kohlemangels eine Reduktion der Energieproduktion in den Kohlekraftwerken im Gespräch. Weiterhin musste aufgrund der durch Hitze gestiegenen Wassertemperatur das Kernkraftwerk Beznau in der Schweiz seine Leistung reduzieren, um das Wasser nicht noch weiter aufzuheizen (ARD-Aktuell 2022). Auch das Schweizer Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat sieht die Wassertemperatur als beachtenswerten Faktor für den Betrieb eines Kernkraftwerkes an; Gesetze zum Schutz der Umwelt verpflichten sie bei zu hohen Temperaturen zur Leistungsreduktion (ENSI 2018). Allgemein sind zu warme Gewässer ein wiederholt aufkommendes Problem in den Sommermonaten. Im Juli 2023 wurde die Temperatur des Meereswassers vor Florida mit der eines Whirlpools verglichen, was sich auf das Ökosystem des Meeres auswirkt (Nature Geoscience 2023). Zudem kann sich die Wasserqualität von überhitztem Wasser dahingehend verändern, dass die Trinkwasserqualität gegebenenfalls eingeschränkt ist (VAN HAMEL und BRUNNER 2024).

Ein weiterer betroffener Sektor ist der des Transportes und des Verkehrs (BBK o.J.a), denn Betonfahrbahnen können hohe Temperaturen teilweise nicht kompensieren und brechen auf. Wenngleich die meisten Straßen aus Asphalt bestehen, können in der Folge Betonstraßen, wie die Bundesautobahn 15 im Juli 2024 gegebenenfalls nicht mehr befahrbar sein (FR 2024). Eine andere infrastrukturelle Folge von Hitze zeigte sich in New York, ebenfalls im Juli 2024: Hier hatten sich in einer Drehbrücke Bauteile aus Metall ausgedehnt und das Schließen der Brücke verhindert und so den Verkehr lahmgelegt (THUMSHIRN 2024).

Wenn kritische Infrastrukturen in den letzten Jahren bei Hitzeperioden bereits betroffen waren und in Zukunft mit mehr Hitzetagen zu rechnen ist (UBA 2024a), kann damit einhergehend eine stärkere Belastung der kritischen Infrastrukturen, womöglich bis zu einer Katastrophe, angenommen werden.

Bisher gab es in Deutschland keine Hitze-Katastrophe gemäß den Definitionen einer Katastrophe der Katastrophenschutzgesetze der Länder; zumindest wurde eine solche in der Vergangenheit nicht festgestellt.

Daher soll die vorliegende Arbeit Hitze aus der Perspektive des Bevölkerungsschutzes betrachten.

Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit ist, die Gefährdung *Hitze* außerhalb einer Gesundheitsgefahr zu betrachten, um ein möglichst umfassendes Bild von möglichen Folgen von Hitze zu erhalten. Die hier betrachteten Folgen von Hitze beziehen sich insbesondere auf Einschränkungen in kritischen Sektoren der Infrastruktur und von kritischen Dienstleistungen, welche für die Versorgung der Bevölkerung maßgeblich sind. Weiterhin sollen sowohl bereits vorhandene, als auch denkbare, zukünftige Maßnahmen betrachtet werden, um einen Überblick über den Ist-Zustand der Wahrnehmung der Gefährdung *Hitze* und der möglichen Gegenmaßnahmen zu erhalten.

Um die Folgen von Hitze besser einordnen zu können, soll der Begriff *Hitze-Katastrophe* anhand der gesetzlichen Definition des Landeskatastrophenschutzgesetzes in Baden-Württemberg geprüft werden, um mögliche Schlüsse für Katastrophenschutzbehörden, insbesondere in Baden-Württemberg, ziehen zu können.

An dieser Stelle soll nicht auf gesundheitliche Folgen von Hitze für Menschen, Tiere oder Natur aus medizinischer Sicht eingegangen werden. Weiterhin soll keine vollständige Risikoanalyse zum Thema Hitze oder eine Analyse der Klimamodelle selbst erfolgen.

2 Theoretischer Hintergrund

Zur Einordnung der bereits angesprochenen Begriffe aber auch zum Verständnis des Themas werden im Folgenden Hintergrundinformationen aufgearbeitet, die die Hitze selbst beschreiben, aber auch den Bevölkerungsschutz und die Katastrophe beleuchten. Daneben werden die KRITIS in Deutschland aufgezeigt und beschrieben.

2.1 Hitze und Hitzewarnungen

Auch wenn es international keine einheitliche Definition von **Hitze** gibt (BMG 2024a), kann Hitze anhand der Indikatoren **heiße Tage**, welche bei einer Tageshöchsttemperatur von über 30 Grad Celsius vorliegen, und **Tropennächte**, bei einer Nachttemperatur höher als 19 Grad Celsius, beschrieben werden (UBA 2025). Eine **Hitzewelle** bezeichnet laut dem Deutschen Wetterdienst (o.J.a) (im Folgenden: DWD) „[...] eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung [...] [und] ein Extremereignis, welches die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Infrastruktur schädigen kann“. Als Grundlage für eine Warnung vor einer Hitzewelle errechnet der DWD einen Schwellenwert anhand vergangener Daten und legt zusätzlich eine Temperatur über 28 Grad Celsius über mindestens drei Tage fest (DWD o.J.a). Der DWD hat bisher zwei Hitzewarnstufen, mit denen er bei Bedarf die Bevölkerung warnt. Die Hitzewarnung Stufe 1 warnt „[...] vor einer ‚**starken Wärmebelastung**‘ [Hervorhebung: Durch den Autor dieser Arbeit] [und] wird dann herausgegeben, wenn die Gefühlte Temperatur am frühen Nachmittag einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Dieser Schwellenwert liegt bei etwa 32 [Grad Celsius], kann aber aufgrund eines Akklimatisationseffektes bei Ereignissen im Frühsommer etwas niedriger und im Hochsommer etwas höher liegen. [...]“ (DWD o.J.b). Zusätzlich wird die Nachttemperatur in die Bewertung einer Warnung miteinbezogen, da schlechter Schlaf die eigenen Ressourcen zum Bestehen gegen Hitze am Tag herabsetzt und somit früher eine Belastung entsteht. Die Warnung vor einer **extremen Wärmebelastung** (Hitzewarnung Stufe 2) wird bei etwa 38 Grad Celsius ausgegeben. Zu den Warnungen können Warntexte speziell für vulnerable Gruppen erfolgen. Als Beispiel sind ältere Menschen und Stadtbewohner genannt. Für erstere können bereits Temperaturen ab 36 Grad Celsius extrem und für zweitere die fehlende nächtliche Abkühlung belastend sein (DWD o.J.b). Um vor zukünftigen Hitze-Ereignissen entsprechend warnen zu können, führt der DWD eine dritte Warnstufe ein, bei der vor **Hitzeglocken** gewarnt werden soll (BISKUP-KLAWON 2025). Dabei wird heiße Luftmasse durch ein Hochdruckgebiet eingeschlossen und so extrem heiße Temperaturen verursacht (ALTNAU 2023).

2.2 Bevölkerungsschutz und Katastrophe

Der **Katastrophenschutz**, welcher als Länderaufgabe den Schutz vor und auch die Bewältigung von Katastrophen behandelt (BBK o.J.b), bildet einen von zwei Teilen des Bevölkerungsschutzes. **Zivilschutz** ist der zweite Teil des Bevölkerungsschutzes, für den der Bund im Falle eines Krieges Ausstattung und Fahrzeuge vorhält (BBK o.J.c). Der **Bevölkerungsschutz** gilt daher als Oberbegriff (BBK o.J.d). Bei dem Schutz vor

beziehungsweise der Bewältigung von Katastrophen werden die primären Schutzmaßnahmen in der Regel nicht von den Abteilungen des Katastrophenschutzes durchgeführt. Andere Behörden, Abteilungen einer Behörde und Organisationen, in deren Aufgabengebiet ein Ereignis grundsätzlich fällt, sind an erster Stelle (primär) dafür zuständig Maßnahmen zu treffen. Versagen diese primären Schutzmaßnahmen jedoch, helfen die Katastropheneinsatzpläne des Katastrophenschutzes das Ereignis zu bewältigen.

Grundsätzlich gibt es in den meisten Katastrophenschutzbehörden und Gemeinden Katastropheneinsatzpläne für viele Themen, unter anderem für Hochwasser (UM BWL 2023), Stromausfall (Stadt Ludwigsburg o.J.) oder Starkregen (Stadt Heidelberg o.J.). Diese Ereignisse können, aufgrund ihrer Erscheinung oder ihrer Folgen, zu einer Katastrophe gemäß den Landeskatastrophenschutzgesetzen der Bundesländer in Deutschland werden.

Eine Katastrophe ist gemäß den Vereinten Nationen „A serious disruption of the functioning of a community or a society at any scale due to hazardous events interacting with conditions of exposure, vulnerability and capacity, leading to one or more of the following: human, material, economic and environmental losses and impacts. Annotations: The effect of the disaster can be immediate and localized, but is often widespread and could last for a long period of time. The effect may test or exceed the capacity of a community or society to cope using its own resources, and therefore may require assistance from external sources, which could include neighbouring jurisdictions, or those at the national or international levels.“ (UNDRR, o.J.)

Das Landeskatastrophenschutzgesetz des Bundeslandes Baden-Württemberg (im Folgenden: LKatSG) geht in seiner Definition weniger auf die benötigten Ressourcen und mehr auf das Instrument der Bewältigung selbst ein: der Katastrophenschutzbehörde fällt dabei die Entscheidung über die Feststellung sowie die Leitung zur Abwehr und Bewältigung einer Katastrophe zu; „[Eine] Katastrophe im Sinne dieses Gesetzes ist ein Geschehen, das Leben oder Gesundheit zahlreicher Menschen oder Tiere, die Umwelt, erhebliche Sachwerte oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung in so ungewöhnlichem Maße gefährdet oder schädigt, dass es geboten erscheint, ein zu seiner Abwehr und Bekämpfung erforderliches Zusammenwirken von Behörden, Stellen und Organisationen unter die einheitliche Leitung der Katastrophenschutzbehörde zu stellen.“ (LKatSG 1999/2020: § 1)

Die Katastrophenschutzbehörden gliedern sich in folgende drei Verwaltungsebenen: die oberste Katastrophenschutzbehörde ist das Innenministerium des Landes Baden-Württemberg, als höhere Katastrophenschutzbehörden gelten die vier Regierungspräsidien und „untere Katastrophenschutzbehörden sind die Landratsämter und die Bürgermeisterämter der Stadtkreise [...]“ (LKatSG 1999/2020: § 4)

Alle Katastrophenschutzbehörden sind mit der Aufgabe betraut, „die Bekämpfung von Katastrophen vorzubereiten, Katastrophen zu bekämpfen und bei der vorläufigen Beseitigung von Katastrophenschäden mitzuwirken“ (LKatSG 1999/2020: § 1).

Wie die Bevölkerung das von Extremwetterereignissen ausgehende Risiko einschätzt, wird durch eine Umfrage des Weltwirtschaftsforums über die globalen Risiken im Jahr

2024 deutlich. Hiernach halten zwei Drittel der Befragten (insgesamt n=1852) Extremwetter einschließlich Hitze für das größte Risiko im Jahr 2024. (WEF 2024)

Hitze scheint im Katastrophenschutz hingegen in den aktuellen Planungen höchstens eine Nebenrolle zu spielen, wenngleich sie in der Nationalen Resilienzstrategie der Bundesrepublik Deutschland, in der Handlungsfelder aufgezeigt werden, um zukünftige Gefahren zu bewältigen (BMI 2022: 7, 14), bereits Beachtung findet.

2.3 Kritische Infrastrukturen

Für besonders schützenswerte Infrastrukturen gibt es besondere Regelungen in Deutschland. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (im Folgenden: BSI) ist hier gemeinsam mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe federführend. Auf Grundlage des BSI-Gesetzes (im Folgenden: BSIG) wurde die Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen (im Folgenden: BSI-KritisV) erlassen (BSI o.J.). Im BSIG (2009/2021) werden in Paragraph 2 Absatz 10 die acht „[...] Sektoren Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit, Wasser, Ernährung, Finanz- und Versicherungswesen sowie Siedlungsabfallentsorgung [...]“ (BSIG 2009/2021: § 2) als *KRITIS* definiert. Die beiden Sektoren Staat und Verwaltung sowie Medien und Kultur fallen nicht unter das BSIG (BSI o.J.) und wurden aufgrund eines Entschlusses einer Bund-Länder-AG zu den KRITIS hinzugefügt (BBK o.J.a). Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die zehn Sektoren. In der BSI-KritisV (2016/2023) werden die KRITIS, welche unter das BSIG fallen, genauer beschrieben und Schwellenwerte festgelegt, anhand derer Betriebe und Einrichtungen prüfen können, ob diese unter die Bestimmungen fallen.



Abbildung 1: Zehn Sektoren kritischer Infrastrukturen in Deutschland (BSI o.J.).

Im Sektor Energie umfassen die kritischen Dienstleistungen die Versorgung der Bevölkerung mit Strom, Gas, Kraftstoff und Fernwärme. IT und TK betrachten die Sprach- und Datenübertragung sowie die Speicherung und Verarbeitung von Daten. Transport und Verkehr behandeln sowohl den Personen- als auch den Güterverkehr auf der Straße, in der Luft, auf der Schiene sowie auf Seen und Binnengewässern. Hinzu kommen der öffentliche Personennahverkehr und Logistik. Der Sektor Gesundheit gliedert sich in die stationäre medizinische Versorgung, lebenserhaltende Medizinprodukte, verschreibungspflichtige Arzneimittel, Blut- und Plasmakonzentrate sowie Laboratoriumsdiagnostik. Im Sektor Wasser wird die Versorgung mit Trinkwasser sowie die Beseitigung von Abwasser betrachtet. Der Sektor Ernährung gliedert sich in die gesamte Versorgungskette mit der Herstellung, die Behandlung und dem Handel mit Lebensmitteln. Das Finanz- und Versicherungswesen umfasst die Bargeldversorgung, den Zahlungsverkehr mit Bargeld und bargeldlos, den Handel mit Wertpapieren und Versicherungsdienstleistungen, insbesondere Sozialversicherungen. Die Siedlungsabfallentsorgung gliedert sich in die Sammlung sowie Beförderung von Abfällen sowie deren Verwertung und Beseitigung (BSI-KritisV 2016/2023: §§ 2-9). Der Sektor Staat und Verwaltung gliedert sich in die Legislative, Exekutive, Judikative sowie das Notfall- und Rettungswesen und umfasst die kritischen Dienstleistungen Gesetzgebung, die Rechtsprechung, die Umsetzung von Recht und die Gefahrenabwehr (BBK o.J.e). Medien und Kultur finden sich in den „[...] Branchen Rundfunk, Presse, Archive, Bibliotheken, Museen, Kulturdenkmale und Kulturdenkmalorte [...]“ wieder (BBK o.J.f). Zu diesen gehören die kritischen Dienstleistungen der Informationsweitergabe, inklusive der Warnung, sowie die (langfristige) Aufbewahrung von Kulturgut und die Vermittlung von kultureller Identität (BBK o.J.g).

Bereits der Ausfall einer einzelnen KRITIS mit ihrer kritischen Dienstleistung kann weitreichende Folgen für die Versorgung der Bevölkerung und die öffentliche Sicherheit haben. Darüber hinaus kann bei dem Wegfall einer einzigen KRITIS die Gefahr drohen, dass weitere KRITIS ausfallen oder ihre kritischen Dienstleistungen nur noch eingeschränkt wahrnehmen können. Abbildung 2 zeigt schematisch die gegenseitigen Abhängigkeiten der Sektoren. (BBK o.J.h)

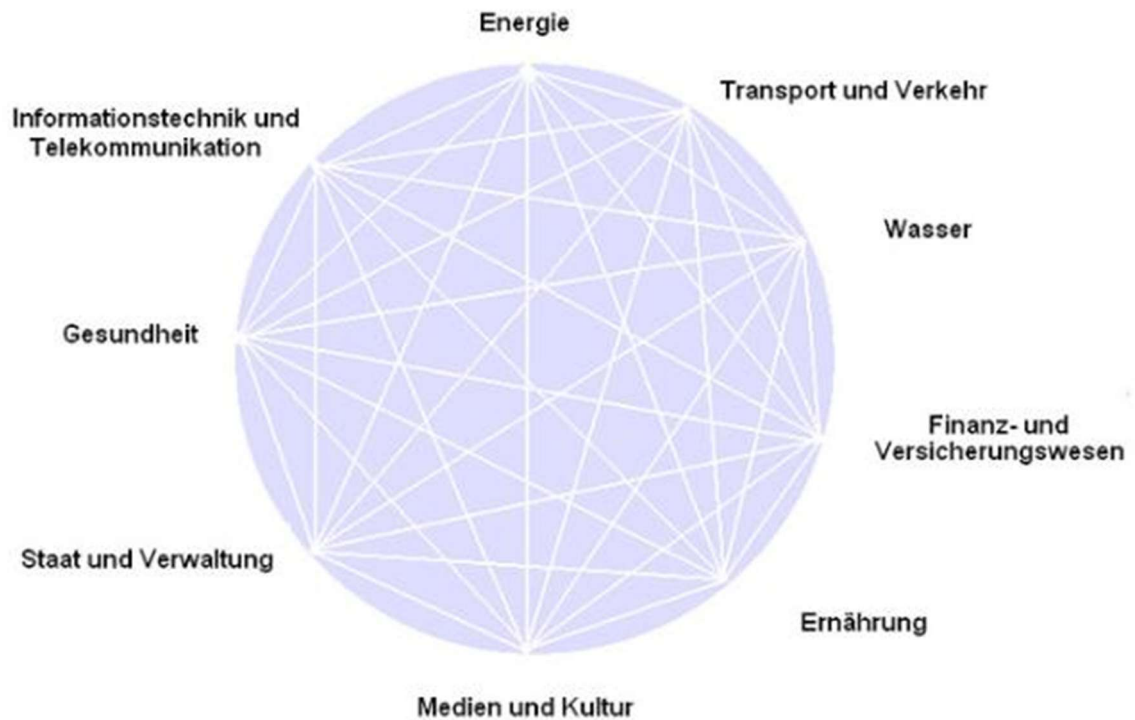


Abbildung 2: Gegenseitige Abhängigkeiten von KRITIS-Sektoren; ohne Siedlungsabfallentsorgung (BBK o.J.h).

In dieser Abbildung ist jedoch lediglich die Verknüpfung aller Sektoren aufgezeigt, unabhängig ihrer tatsächlichen Abhängigkeit, beziehungsweise der Stärke ihrer Abhängigkeit oder Wechselwirkung bei einem Ausfall.

3 Aktueller Stand der Forschung

In diesem Abschnitt werden aktuelle Forschungsstände zur Wahrnehmung von Hitze als Gefahr und zu allgemeinen Themen mit Bezug zu Hitze aufgezeigt. Weiterhin werden Forschungsstände in einzelnen KRITIS-Sektoren und zwei weiteren Themenfeldern, Wald und Bau, die in Zusammenhang mit Hitze auftauchen, betrachtet. Teilweise finden erste Erwähnungen von KRITIS bereits im allgemeinen Teil statt.

3.1 Wahrnehmung von Hitze als Gefahr und allgemeine Themen

Aufgrund von vergangenen Ereignissen und Klimamodellierungen geht das Umweltbundesamt davon aus, dass es in Deutschland in Zukunft mehr Hitzetage und eine längere Hitzedauer geben wird (UBA 2024a). Der Oberrheingraben und Freiburg im Breisgau zählen dabei zu den heißesten Orten Deutschlands und in Zukunft wird es hier noch heißer werden. Auch im Gebirge in höheren Lagen wie im Schwarzwald, wird es zukünftig mehr heiße Tage geben (REIMER UND STAUD 2021: 37, 39).

Damit eine Gefahr als solche erkannt wird und werden kann, sind Informationen notwendig. Informationen zu Hitze werden unter anderem von Seiten des Bundes und der Länder zur Verfügung gestellt. So gibt es beispielsweise seit Anfang des Jahres 2025 von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg einen Klimaatlas, welcher als zentrales Portal Informationen über den Klimawandel und insbesondere Hitze bereitstellt. Dabei lassen sich sowohl konkrete regionale Betroffenheiten darstellen, als auch existierende sowie durchgeführte und geplante Maßnahmen (LUBW 2025). Zuvor hatte das BMG in den Jahren 2021 bis 2023 ein Projekt gefördert, welches evidenzbasiert Problemfelder in Kommunen im Zusammenhang mit Hitze und Gesundheitsschutz betrachtete. Dabei wurden konkrete Lösungsvorschläge, beziehungsweise Maßnahmen zum gesundheitlichen Schutz, zusammengetragen. Anhand dieser Ergebnisse wurde eine Webseite aufgebaut, welche nun für Kommunen eine Hilfestellung bei der Maßnahmenplanung in der Hitzeprävention darstellt (BMG 2024b).

Ein eng mit Hitze verwandtes Thema ist *Dürre*. Hierzu führte der Deutsche Bundestag im Jahr 2018 eine Risikoanalyse durch. Diese beschrieb die Auswirkungen einer Dürre, insbesondere auf die Trinkwasserversorgung, in Deutschland. Dabei wurde unter anderem auf die Verbindung von Dürre mit Hitzewellen eingegangen. Als wahrscheinliche Folgen rechnet die Analyse mit einer hohen Anzahl an Toten, einigen Hilfsbedürftigen und vielen Schäden an Gewässern und Waldflächen. Insbesondere wurde die Versorgung mit Trinkwasser als problematisch erkannt und auch die Gefahr von Stromausfällen als möglich betrachtet. Weiterhin wäre die Gesundheitsversorgung mit einer hohen Anzahl an Patienten konfrontiert und die Waldbrandgefahr erhöht. Hinsichtlich der Ernährungssicherheit wurde in der Risikoanalyse darauf hingewiesen, dass bislang zu wenige Daten zu den Auswirkungen von Hitze und Dürre auf die Ernte sowie die Tierhaltung bestehen würden. (Deutscher Bundestag 2019: 6, 9ff, 48)

Aufbauend auf der Risikoanalyse des Bundes hat das Zukunftsforum Öffentliche Sicherheit e.V. unter anderem das Thema Klimawandel und Wetterextreme beleuchtet. Dabei wurden Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen für Folgen von Hitze

durch verschiedene Expert*innen erarbeitet. Zur Bewältigung wurden beispielsweise nationale Konzepte zum Wassermanagement sowie der Ausbau der Trinkwasseraufbereitung gefordert. Weiterhin müssten sich besonders KRITIS gegen Extremwetterereignisse schützen. Eine Frage für zukünftige Forschungen lautete in dem Bericht: „Welche sicherheitsrelevanten Bereiche (Kritische Infrastrukturen, vor allem Wasserversorgung, Stromversorgung, Transport, Lebensmittelversorgung) sind durch Hitze oder Dürre betroffen?“ (HAHN et al. 2020: 27). Ebenso wurde auch auf kaskadierende Effekte wie dem gleichzeitigen Auftreten von Hitze und einem Stromausfall, gemeinsam mit Dürre und Wassermangel sowie einem Mangel in der Lebensmittelversorgung hingewiesen (HAHN et al. 2020: 5f, 9, 18ff, 29). Eine besondere Kaskade wurde in China seit dem Jahr 2000 verstärkt registriert. Hier kam es innerhalb einer Woche zu einem Hochwasser mit anschließendem Hitzeereignis. Im Jahr 2018 wurden beispielsweise Häuser und die Stromversorgung durch eine Überschwemmung zerstört, woraufhin die Menschen der direkt darauffolgenden Hitzeperiode schutzlos und ohne Klimaanlage ausgeliefert waren (CHEN et al. 2021). Diese Ereignisse wurden als „sequential flood-heatwave“ (CHEN et al. 2021) beschrieben.

Das KRITIS, ebenso wie alle anderen Infrastrukturen, vom Klimawandel und somit auch von Hitze betroffen sind und sein werden, wurde bereits herausgearbeitet. Unabhängig davon, ob eine KRITIS kommunal oder wirtschaftlich betrieben wird, spielen Kosten eine Rolle. Dabei können Kosten für Prävention und Vorsorge, aber auch für Schäden betrachtet werden. In einer Studie aus dem Jahr 2018 wurden für einige KRITIS-Sektoren in Europa die finanziellen Folgen von Schäden durch Klimaauswirkungen berechnet und unter anderem Schäden durch Hitzewellen hervorgehoben. Bis zum Jahr 2100 werden diese voraussichtlich den Großteil der Schäden verursachen. Betrachtet wurden einige Sektoren in Europa, die sich auf die deutschen Sektoren Energie, Transport und Verkehr, Wasser und Gesundheit übertragen lassen. Den größten Anstieg der finanziellen Schäden erleidet laut Prognose der Sektor Energie, doch auch der Sektor Transport und Verkehr sei stark betroffen. (FORZIERI et al. 2018: 97, 100ff)

Zuletzt wurde im Jahr 2022 die Klimawirkungs- und Risikoanalyse des Bundes veröffentlicht, in welcher sich sowohl die Wissenschaft als auch Behörden mit den Folgen des Klimawandels und deren Anpassung beschäftigt haben (SCHAUSER et al. 2022: 82). Um die erkannte Gefahr, die von Hitze ausgeht, weiter zu analysieren, wurde in der Nationalen Resilienzstrategie der Bundesrepublik Deutschland die Risikoanalyse als zentraler Bestandteil und Voraussetzung für das Verständnis von Risiken benannt. Ereignisse wie beispielsweise Hochwasser, Stürme, Starkniederschläge und Erdbeben wurden hierin als Gefahren beschrieben. Für die Gefahr Hitzewelle formulierte die Nationale Resilienzstrategie auch bereits einzelne Ziele, die sich auf die Risikoaufklärung und die gesundheitliche Prävention konzentrierten. Zu letzterem empfahl die Nationale Resilienzstrategie Kommunen und Einrichtungen mit vulnerablen Personengruppen Hitzeaktionspläne zu entwickeln und ihre Infrastruktur vor Hitze zu schützen. Zu Personen, die als vulnerabel gegenüber Hitze gelten, werden beispielsweise Menschen in Alten- oder Pflegeeinrichtungen gezählt (BMI 2022: 4, 14, 29, 39).

Bislang sind die empfohlenen Hitzeaktionspläne in ihrem Schwerpunkt auf die grundsätzliche Gesundheit des Menschen, beziehungsweise den Selbstschutz und nicht auf Maßnahmen des Katastrophenschutzes ausgelegt (BMG 2024a).

Zu der vorgestellten Resilienzstrategie des Bundes wurde nachfolgend die Umsetzungsstrategie entwickelt, welche weitere Aufgaben für Ministerien nennt. Als Aufgabe für das Bundesministerium des Innern, welches federführend im Bevölkerungsschutz tätig ist, wurde die Informationsbildung im Bereich klimawandelbezogene Gefahren, hierunter auch Hitze, aufgeführt. Weiterhin setzte das Bundesministerium des Innern für das Jahr 2026 eine Krisenmanagementübung mit dem Thema Dürre und Hitzewelle an (BMI 2024: 43, 99). Diese Krisenmanagementübung reiht sich in eine Serie von Übungen ein, die seit dem Jahr 2004 in Deutschland durchgeführt werden. Es handelt sich um Länder- und Ressortübergreifende Krisenmanagementübungen/Exercise, kurz: LÜKEX, die aktuelle oder zukünftige Krisenthemen aufgreifen, um die Resilienz in der Bundesrepublik zu stärken (BMI o.J.).

Nicht nur in Deutschland wird die Gefahr, die von Hitze ausgeht, betrachtet. Das Schweizer Bundesamt für Bevölkerungsschutz gibt in seinem *Katalog der Gefährdungen* mögliche zukünftige Gefährdungen für die Schweiz an. Dabei findet sich auch die Hitzewelle wieder (BABS 2023: 2, 10). In einem Gefährdungsdossier der Schweiz wurde die Hitzewelle bereits seit dem Jahr 2020 im Rahmen der nationalen Risikoanalyse explizit betrachtet. Unter anderem wurden darin vergangene Hitzewellen mit ihren Folgen aufgezeigt: im Sommer des Jahres 2003 herrschten Temperaturen von maximal 41,5 Grad Celsius in der Schweiz und es gab etwa 70.000 Tote in Europa; im Jahr 2010 ereigneten sich extreme Waldbrände in Russland und im Jahr 2015 wurde eine Spitzentemperatur in Spanien von 45,2 Grad Celsius gemessen. Aus diesen realen Ereignissen wurden Faktoren entnommen und ein eigenes, fiktives Szenario entwickelt. In diesem Szenario baut sich eine Hitzewelle über Monate langsam und innerhalb von Wochen konkret auf. Sie entwickelt Temperaturen von mehr als 35 Grad Celsius in Verbindung mit einer hohen Luftfeuchtigkeit und Nachttemperaturen von mindestens 20 Grad Celsius. Als Spitzentemperaturen herrschen tagsüber 38 Grad Celsius und nachts bis zu 24 Grad Celsius. Diese Hitzewelle dauert zwei Wochen an und betrifft große Teile Europas. Es wird mit vielen Toten und Verletzten beziehungsweise Erkrankten sowie Einbußen in der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit gerechnet. Außerdem wird von einer hohen Waldbrandgefahr und lokalen Energie- sowie Verkehrsproblemen durch defekte Straßen und verbogenen Schienen ausgegangen (BABS 2020: 1ff). Die Schwierigkeit beim Definieren eines realistischen Szenarios als Grundlage für Präventionsmaßnahmen unterstreicht das Ergebnis eines Modells von FISCHER et al. (2023). Aus dem Modell geht hervor, dass in Zukunft auch durchaus Hitzewellen mit größeren Intensitäten als bisher bekannt möglich sind.

Den Blick in die Zukunft wagte ein Konsortium zu Klimarisiken und berichtete von Risiken des Klimawandels für Deutschland bis zum Jahr 2040. Als Folgen werden großflächige Hitzeereignisse mit Einfluss auf die Verkehrswege Straße und Schiene sowie Waldbrände mit Folgen für die Luftfahrt vorausgesagt. Eine Zunahme an Hitze-

toten, weniger Leistungsfähigkeit, eine Einschränkung in der Lebensqualität durch weniger Aktivitäten im Außenbereich und mehr oder neue Krankheitserreger sowie mehr Ernteverluste, die die Lebensmittelverfügbarkeit reduzieren, sind Themen, mit denen sich die Bevölkerung laut Bericht auseinandersetzen muss. Aus dem Bericht geht deutlich hervor, dass die Treibhausgasemissionen reduziert werden müssen, um die Folgen abzumildern. (Metis Institut für Strategie und Vorausschau et al. 2025: 2, 8, 12, 19ff, 25f)

Die Leistungsfähigkeit des Menschen bei Hitze wurde auch durch die International Labour Organization betrachtet. Sie veröffentlichte eine Studie zum Thema Arbeiten im Zusammenhang mit einem sich immer weiter erwärmenden Planeten. Unter anderem wurde darin die Reduktion der Produktivität in der Zukunft beleuchtet und dadurch eine Betroffenheit vieler Arbeitsbereiche vorausgesagt. (International Labour Organization 2019: 13)

3.2 Sektor Energie

Die Umsetzungsstrategie zur Resilienzstrategie setzt die Themen Versorgungssicherheit und Risikovorsorgeplan als Aufgabe für das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (heute: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) auf die Agenda. Dabei soll beispielsweise die Analyse einer Hitzewelle im Zusammenhang mit Stromversorgungskrisen vorgenommen werden. Die Analyse soll für mehrere Risiken im Sinne des All-Gefahren-Ansatzes durchgeführt werden. Hierbei sollen zur Verhinderung und raschen Bewältigung von Krisen und Katastrophen möglichst alle Gefahren für ein System betrachtet werden (BMI 2024: 7, 21, 30). So werden auch Gefahren, die nicht so häufig auftreten oder eher kleine Bereiche betreffen, unabhängig von ihrer Ursache abgedeckt. Ein Handlungsfeld in der Resilienzstrategie des Bundes ist *Das Katastrophenrisiko verstehen*. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Risikoanalysen, um Informationen für weitere Entscheidungen zu erhalten (BMI 2022: 26, 28). In diesem Rahmen soll auch die Hitzewelle durch das Bundeswirtschaftsministerium analysiert werden (BMI 2024: 30).

In diesem Zusammenhang zeigt eine Analyse aus dem Jahr 2017 Lücken sowie mögliche, zukünftige Probleme in der Resilienz der Energieversorgung auf und skizziert entsprechende Szenarien. Es wurde explizit erwähnt, dass es sich nicht um eine Prognose, sondern um mögliche, im Sinne von denkbaren, Szenarien handelt. In einer Szenariobeschreibung wird davon ausgegangen, dass im Rahmen einer Hitzewelle durch sinkende Pegel und steigender Wassertemperatur, nur noch bedingt Kühlwasser für Kraftwerke zur Verfügung steht. Dies betrifft nicht nur Deutschland, sondern auch europäische Kraftwerke, die durch das Stromnetz miteinander verbunden sind und somit für eine Instabilität im Netz sorgen. Das Niedrigwasser verhindert weiterhin den Kohletransport mit Schiffen, was zu einer verminderten Stromproduktion führt, bei gleichzeitigem hohem Energiebedarf aufgrund von Klimageräten. (RENN 2017: 3, 7, 16, 19f)

3.3 Sektor Transport und Verkehr

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (heute: Bundesministerium für Verkehr) soll, laut Umsetzungsstrategie zur Resilienzstrategie im Rahmen des Handlungsfeldes *Das Katastrophenrisiko verstehen*, die Datenlage für Auswirkungen von Hitze auf die Schieneninfrastruktur verbessern. Damit verbunden ist der Auftrag, die Temperatur der Schieneninfrastruktur durch Monitoring zu überwachen, beziehungsweise ein Monitoringnetz zu errichten, um die Auswirkungen in diesem Bereich von sowohl Frost als auch Hitze zu ermitteln. (BMI 2024: 30, 36, 41)

Für die Straßenverkehrsinfrastruktur wurden bereits im Jahr 2012 in einem Zwischenbericht eines Forschungsprojektes bezüglich einer Kosten-Nutzen-Bewertung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in Deutschland deutliche Mehrkosten für den Verkehrssektor vorausgesagt. Aufgrund von Hitze wird mit einer Zunahme bei der Bildung von Spurrinnen sowie von Hitzeaufbrüchen bei Betonfahrbahnen gerechnet, was zu Verkehrsbehinderungen führen wird. Bei der Betrachtung wurden ausschließlich Autobahnstrecken in den in Deutschland zukünftig von Hitze besonders betroffenen Regionen bedacht und daher 6600 Kilometer als Berechnungsgrundlage angenommen. Für diese würden geschätzte Kosten von 25 (plus/minus 15) Millionen Euro pro Jahr anfallen. Unter dem Aspekt Hitze im Straßenverkehr wurden auch hitzebedingte Verkehrsunfälle untersucht. Aus dem Dokument ging zwar nicht hervor, ob diese durch Verkehrsbehinderungen oder durch die Hitzeeinwirkungen verursacht werden, es geht jedoch von dreizehn zusätzlichen Unfällen an jedem zweiten Hitzetag aus. Insgesamt wurden Anpassungsmaßnahmen bei der Straßeninfrastruktur gemäß der Kosten-Nutzen-Bewertung als positiv gewertet. (TRÖLTZSCH et al. 2012: 12ff)

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen im Rahmen eines Forschungsprojektes im Jahr 2017. Sie führte eine Risikoanalyse durch, um Risiken und Schäden für die Straßenverkehrsinfrastruktur zu identifizieren. Dabei wurden hohe Temperaturen als Risiko für Brücken, Tunnel, Stützbauwerke, Fahrbahnen aus Beton und Asphalt sowie für die Verkehrsteilnehmenden festgestellt. Zu letzterem wurde die erhöhte Unfallgefahr aufgeführt. Als Ergebnis wurde eine Zunahme von hitzebedingten Gefahren, unter anderem besonders für die Bundesautobahn 5 zwischen Karlsruhe und Basel, präsentiert. (KORN et al. 2017: 1, 24ff, 119)

3.4 Sektor Gesundheit

Bereits im Jahr 2011 stellte eine Studie fest, dass in Großstädten mehr Hitzetote zu verzeichnen sind, als in ländlichen Gebieten, was zu einer Mehrbelastung des Gesundheitssystems in Großstädten führt. Betrachtet wurden die Bundesländer Berlin und Brandenburg. Um das Risiko von Hitze durch Stadtplanungen und Bauweisen einzudämmen, wurden Maßnahmen wie die Bepflanzung mit Bäumen, dem Sicherstellen der städtischen Belüftung mit Wind sowie Anstriche von Häusern und Dächern in weißer Farbe vorgeschlagen. Neben diesen langfristigen Maßnahmen ist weiterhin verstärkt auf eine gute Prognose und Warnung der Bevölkerung hinzuwirken. (GABRIEL und ENDLICHER 2011: 2044, 2049)

Während der COVID-19-Pandemie wurden Auffälligkeiten zwischen Hitzewellen im Jahr 2022 und Ansteckungen entdeckt. Ein eindeutiger Zusammenhang wurde dabei nicht festgestellt, da die Ausbreitung von Pandemien komplex ist und mehrere Faktoren, wie zum Beispiel das Sozialverhalten, berücksichtigt werden müssen. Unter anderem wurde allerdings bemerkt, dass nach Beginn von Hitzewellen verstärkt (klimatisierte) Einkaufsladenbesuche stattfanden, da andere kühle Orte, wie Parks, bedingt durch Ausgangssperren, nicht erreicht werden konnten. Hierbei kam es vermutlich zu Menschenansammlungen und vermehrten Ansteckungen. (LIAN et al. 2023: 1, 3, 5ff)

Aktuell wird vom Jahr 2024 bis zum Jahr 2026 im Ruhrgebiet untersucht, wie die KRITIS-Sektoren Gesundheit sowie Transport und Verkehr durch die sogenannte *Grüne Infrastruktur* geschützt werden können (RVR Ruhr o.J.). Als Grüne Infrastruktur wird dabei „die Gesamtheit der Grün- und Freiflächelemente [...] vom Straßenbaum über den Stadtpark bis hin zum Wald oder regionalen Grünzug [...]“ sowie die Vernetzung dieser Elemente bezeichnet (RVR Ruhr 2024: 7).

Im Jahr 2023 wurde das Ergebnis einer Schweizer Untersuchung zu den Temperaturpräferenzen von Stechmücken veröffentlicht. Dabei wurden gesättigte Stechmücken in einem Freiluftlabor mit drei Boxen beobachtet. Eine Box wurde gekühlt (circa 17 Grad Celsius), eine gewärmt (circa 35 Grad Celsius) und eine wies die gleiche Temperatur wie die Außentemperatur (circa 24 Grad Celsius) auf. Tendenziell zog es die Stechmücken eher in die kühlere Box und sie vermieden höhere Außentemperaturen. In der Nähe des Versuchsaufbaus war eine Wetterstation mit Temperaturmessung. Mit deren Hilfe wurde bisher die Krankheitsübertragungen durch Stechmücken in Abhängigkeit zu der Temperatur betrachtet. Durch die Ergebnisse schlossen die Forschenden, dass die Stechmücken kühlere Temperaturen bevorzugen und die Modelle zur Berechnung der Krankheitsübertragung demnach angepasst werden müssen. (ZIEGLER et al. 2023: 1ff)

3.5 Sektor Wasser

Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg wurde im Jahr 2013 ein Fachgutachten für das Handlungsfeld Wasserhaushalt erstellt. Darin wurden unter anderem die Folgen von Hitze auf die Wasserqualität als auch auf den Grundwasserspiegel beleuchtet. Nach den Erkenntnissen des Gutachtens sinkt der Sauerstoffgehalt im Wasser durch Hitze und durch die Erwärmung von oberflächennahen Grundwassersystemen verändert sich unter anderem die Sickerwasserbildung, was zu einer geringeren Verfügbarkeit von Grundwasser führen kann. Gleichzeitig wurde mit einem erhöhten Verbrauch an heißen Sommertagen, beispielsweise aufgrund der Bewässerung von Pflanzen und häufigerem Duschen, gerechnet. Um Niedrigwasser zu vermeiden, wurde vorgeschlagen mehr natürliche Wasserrückhaltebereiche zu schaffen und das Hochwassermesssystem auch für Niedrigwasserprognosen auszurüsten. Darüber hinaus sollten auch Temperaturmodelle für große Flüsse erstellt und gegebenenfalls Nutzungseinschränkungen ausgegeben werden. (UM BWL 2013: 62f, 100, 106, 143ff)

3.6 Bereich Wald

In der Nationalen Resilienzstrategie wurde das Risiko von Waldbränden in Zusammenhang mit Hitze betrachtet und Vorschläge zur Vorsorge genannt. So sollten Brandschutzübungen durchgeführt werden sowie Wege und Löschwasserentnahmestellen weiter ausgebaut werden. (BMI 2022: 37, 50)

3.7 Bereich Bau

Im Bauwesen und in Bezug auf die Raumentwicklung wurde auf eine Hitze- und Dürre-resilienz hingewiesen. So wurden als Vorsorgemaßnahmen vorgeschlagen wassersensibel zu bauen und nach dem Prinzip der **Schwammstadt** vorzugehen (BMI 2022: 43, 45). Bei diesem Prinzip soll eine Stadt bei Niederschlag das Wasser aufsaugen, speichern und langsam bei Bedarf durch Versickern im Boden oder Verdunstung zur Abkühlung wieder abgeben (UBA 2024b).

Weiterhin gab es im Rahmen einer Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung bis zum Jahr 2023 ein Forschungsprojekt für Stadtklimamodelle. In dem Programm könnten unter anderem Temperaturen und Strömungen des Windes in Städten dargestellt werden. So könnten beispielsweise Folgen von Hitze nach Umbaumaßnahmen visualisiert werden. (BMBF 2024)

4 Hypothesen und Fragestellungen

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich die grundsätzliche Frage, ob Hitze zu so bedeutsamen Einschränkungen von kritischen Dienstleistungen führen kann, dass daraus ein für Katastrophenschutzbehörden relevantes Ereignis entstehen könnte.

Im Folgenden werden zwei Hypothesen formuliert, die im weiteren Verlauf der Arbeit untersucht werden. Die erste These betrifft die Folgen von Hitze für KRITIS sowie Maßnahmen zur Bewältigung in den Katastrophenschutzbehörden. Die zweite These greift den gesetzlichen Katastrophenbegriff im Zusammenhang mit Hitzeereignissen auf.

Hypothese 1

Die für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden im Bundesland Baden-Württemberg sind auf länger andauernde Hitzewellen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die kritischen Infrastrukturen nicht genügend vorbereitet.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Welche Auswirkungen hat eine länger andauernde Hitzewelle auf kritische Infrastrukturen in Baden-Württemberg?
2. Welche Maßnahmen bestehen bei kritischen Infrastrukturen bereits, um Hitze zu bewältigen?
 - a. Sind diese Maßnahmen ausreichend?
 - b. Welche Maßnahmen sind denkbar und/oder zukünftig notwendig?
3. Welche Maßnahmen bestehen auf den Ebenen der Katastrophenschutzbehörden in Baden-Württemberg, um eine länger andauernde Hitzewelle zu bewältigen?
 - a. Sind diese Maßnahmen ausreichend?
 - b. Welche Maßnahmen sind denkbar und/oder zukünftig notwendig?

Hypothese 2

Eine Hitzewelle kann zur Feststellung einer Katastrophe im Sinne des Landeskatastrophenschutzgesetzes des Bundeslandes Baden-Württemberg führen, womit die Bewältigung der Folgen der Hitzewelle zur Aufgabe der Katastrophenschutzbehörden wird.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Umfasst die Definition einer Katastrophe im Sinne von Paragraph 1 Absatz 2 Landeskatastrophenschutzgesetz des Bundeslandes Baden-Württemberg auch eine Hitzewelle?
2. Was sind denkbare Abläufe einer Hitzewelle, die die Voraussetzungen einer Katastrophe gemäß Landeskatastrophenschutzgesetz des Bundeslandes Baden-Württemberg erfüllen?

5 Methodik der Arbeit

Das Forschungsdesign der Arbeit entspricht einem deduktiven Vorgehen, bei welchem die allgemeine Darstellung von Hitze und den Auswirkungen zu möglichen Maßnahmen zum Schutz gegen, beziehungsweise zur Bewältigung von, Hitze führt.

Zur Beantwortung der dargelegten Forschungsfragen wurden sowohl Literaturrecherchen angestellt als auch Expert*inneninterviews durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Expert*innen aus den Bereichen KRITIS, Forschung sowie Katastrophenschutzbehörden mit qualitativen Interviews befragt.

5.1 Literaturrecherchen

Zur theoretischen Einbettung der Thematik und der Erfassung des aktuellen nationalen und internationalen Forschungsstandes erfolgten zwei umfassende Literaturrecherchen. Die erste Literaturrecherche bezog sich auf den Forschungsstand sowie den theoretischen Hintergrund, um notwendige Informationen zu Hitze, Bevölkerungsschutz und Katastrophe sowie KRITIS zu erhalten. Die zweite Literaturrecherche umfasste die Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze insbesondere für KRITIS. Hierzu wurde die elektronische Datenbank der Universität Wien, die Alphabet-Suchmaschine Google Scholar sowie das wissenschaftliche Suchsystem Scopus nach Publikationen durchsucht. Weiterhin fand eine Handsuche, unter anderem in Fachzeitschriften, Peer-Reviewed Journals und auf Regierungsseiten, statt.

Im Folgenden wird die Suchstrategie der Literaturrecherchen sowie das Vorgehen bei der Auswertung der Literatur beschrieben.

5.1.1 Suchstrategie der Literaturrecherchen

Die Suchstrategie wurde bei den Literaturrecherchen vorab festgelegt. Dabei wurde als Ziel für die Literaturrecherchen die Beantwortung der folgenden Fragen definiert:

1. Wie wird Hitze definiert?
2. Was sind mögliche Folgen von Hitze und Hitzewellen insbesondere für KRITIS?
3. Welche Maßnahmen existieren bereits gegen Hitze und Hitzewellen?

Diese Fragen bildeten die Grundlage für die Definition der zentralen Begriffe der Literatursuchen. Die definierten Begriffe dienten der Ableitung von Schlagwörtern und Suchbegriffen sowie Synonymen beziehungsweise alternativen Schreibweisen. Weiterhin wurden sie in verschiedenen Kombinationen mit den Booleschen Operatoren „OR“ sowie „AND“ verwendet. Neben dem Einsatz der Booleschen Operatoren sowie Synonymen und alternativen Schreibweisen wurden im Rahmen der Freitext-Suche ebenfalls Phrasierungen genutzt. In Tabelle 1 sind die zentralen Begriffe sowie die Schlagwörter und Suchbegriffe der Suchstrategie dargestellt. Weiterhin wurden die Referenzlisten der identifizierten Literatur im Hinblick auf weitere relevante Publikationen untersucht (backward citation searching) sowie geprüft, ob die

identifizierte Literatur in weiteren relevanten Publikationen zitiert wurde (forward citation searching). Ergänzend erfolgte eine Handsuche mittels Schlagwörtern unter anderem in Medienberichten, Peer-Reviewed Journals und Fachzeitschriften nach beispielsweise Ländern, Maßnahmen gegen und Folgen von Hitze.

Tabelle 1: Zentrale Begriffe der Suchstrategie und Schlagwörter/Suchbegriffe (Eigene Darstellung).

Zentrale Begriffe	Deutsche und englische Schlagwörter/Suchbegriffe	
Hitze	Hitze	Heat
(andauernde)	(andauernde) Hitzewelle	heatwave
Hitzewelle	Hitzekatastrophe	catastrophic heat
	Extreme Hitze	extreme heat
		disaster heat
Kritische Infrastruktur	kritische Infrastruktur	critical infrastructure
	KRITIS	
Folgen	Folgen (von)	Consequences
	Auswirkungen	Impact
Maßnahmen	Maßnahmen (gegen)	Measures

5.1.2 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Ergebnisse der Literaturrecherche zu Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze wurden durch Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring gefiltert, um die Ergebnisse übersichtlich darzustellen. Dabei wurden sowohl die Verfahren der zusammenfassenden als auch der strukturierten Inhaltsanalyse genutzt. Die Verfahren wurden in unterschiedlicher Tiefe behandelt und auf das Themenfeld dieser Arbeit angepasst. (MAYRING 2022: 66f)

Insgesamt konnten die Ergebnisse anhand von sieben Schritten (MAYRING 2022: 99ff) übersichtlich Kategorien zugeordnet und entsprechend aufbereitet werden, wobei nicht alle Schritte bei dieser Thematik anwendbar waren:

1. Bestimmung der Analyseeinheiten
2. Festlegung des Kategoriensystems
3. Definitionen, Ankerbeispiele und Kodierregeln
4. Fundstellenbezeichnung
5. Einschätzung
6. Überarbeitung
7. Ergebnisaufbereitung

Dabei wurden zuerst die Resultate der Suchstrategie gesichtet und der Text verarbeitet. Es wurden im weiteren Vorgehen Zusammenfassungsstrategien angewandt, welche die folgenden reduktiven Prozesse beinhalten (Mayring 2022: 44f):

1. Auslassen,
2. Generalisation,
3. Konstruktion,
4. Integration,
5. Selektion und
6. Bündelung.

Durch das Zusammenfassen wurde sichergestellt, dass nur die für diese Arbeit relevanten Aspekte von Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze aufgenommen wurden.

Zur Kategorienbildung bestehen drei Kategorisierungstheorien, welche laut Mayring jeweils Vor- und Nachteile besitzen und somit nur in ihrer Kombination wirksam sind. Die *Definitionstheorie* ist dabei nicht allumfassend, wird jedoch für die Klassifizierung von Objekten genutzt. Bei dem *Ansatz der Nutzung von Prototypen* wird davon ausgegangen, dass bereits Vorwissen vorhanden ist. Neu auftauchende Begriffe oder Objekte werden mit solchen oder ähnlichen Begriffen und Objekten, welche bereits bekannt und Kategorien zugeordnet sind, abgeglichen und entsprechend des vorhandenen Wissens den bestehenden Kategorien zugeordnet. Dabei sei allerdings die Abgrenzung zu anderen, sich überschneidenden Kategorien unklar und schwierig. Die dritte Theorie befasst sich mit *Entscheidungsgrenzen* und trennt durch Erfassen von Eigenschaften Begriffe und Objekte voneinander ab, um Kategorien zu bilden. Diese Theorie sei zu komplex und kann daher auch nicht alleine stehen. (MAYRING 2022: 46f)

Die Haupt- und Unterkategorien wurden vorrangig anhand eines deduktiven Vorgehens durch theoretische Überlegungen gebildet (MAYRING 2022: 86). In dieser Arbeit wurden dazu die folgenden Hauptkategorien auf Grundlage der Forschungsfragen:

- Allgemeine Folgen von Hitze,
- Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

sowie Unterkategorien durch die Sektoren der KRITIS in Deutschland gebildet (BBK o.J.a):

- Energie,
- IT und TK,
- Transport und Verkehr,
- Gesundheit,
- Wasser,
- Ernährung,
- Finanz- und Versicherungswesen,
- Siedlungsabfallentsorgung,
- Staat und Verwaltung sowie
- Medien und Kultur.

Wurden zu vordefinierten Unterkategorien keine Ergebnisse erzielt, findet sich dies in der Diskussion wieder. Weiterhin wurden zu diesen Unterkategorien nicht-zuordenbare Inhalte durch weitere Unterkategorien im Sinne der induktiven

Kategorienbildung sinnvoll ergänzt (MAYRING 2022: 84). So wurden die Unterkategorien *Wald* und *Bau* hinzugefügt sowie bei den Maßnahmen, sofern zutreffend, die Aufteilung nach

- baulich-technischen Maßnahmen,
- organisatorischen Maßnahmen und
- personellen Maßnahmen

vorgenommen.

Definitionen, Ankerbeispiele und Kodierregeln wurden in dieser Arbeit aufgrund der Thematik nicht verwendet. Die Fundstellenbezeichnung wurde in dieser Arbeit als Quellenangabe zur Literatur verstanden. Die Einschätzung sowie die Überarbeitung der Ergebnisse gemäß den sieben Schritten nach MAYRING (2022: 99ff) sind in dieser Arbeit nicht relevant und werden nicht dargestellt. Die Ergebnisse finden sich in Teil B und C dieser Arbeit wieder.

5.2 Expert*inneninterviews

Zur Verifizierung bereits gefundener Daten zu Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze, aber auch um neue Aspekte und Hintergrundwissen zu erlangen, wurden Expert*inneninterviews durchgeführt. Ein weiteres Ziel war die Betrachtung der Katastrophe im Zusammenhang mit Hitze, die von Expert*innen aus den Fachbereichen eingeschätzt werden sollte.

Insgesamt umfasst ein Expert*inneninterview laut Aden et al. zehn Schritte (2021: 16):

1. „Entwicklung des Interviewleitfadens
2. Pre-Test des Interviewleitfadens
3. Auswahl und Kontaktierung der Interviewpartner [sig!]
4. Durchführung des Experteninterviews [sig!]
5. Protokollierung der Interviewsituation
6. Sicherung der Ergebnisse (Protokoll oder Transkription)
7. Kodierung des Textmaterials
8. Identifikation der Kernaussagen
9. Erweiterung der Datenbasis
10. Theoriegeleitete Generalisierung und Interpretation“

So fanden die Expert*inneninterviews in Anlehnung an MAYRING (2022: 55) mittels qualitativ gestütztem Interviewleitfaden als semistrukturiertes Expert*inneninterview statt. Um den unterschiedlichen Bereichen, in denen Interviews geführt werden sollten, gerecht zu werden, wurden mehrere Interviewleitfäden erstellt (ADEN et al. 2021: 65f). Einzelne, an die Expert*innen situativ angepasste Interviewleitfäden wurden jeweils für KRITIS (siehe Anhang 1), Katastrophenschutzbehörden (siehe Anhang 2) und Forschungsstellen (siehe Anhang 3) erstellt. Die Fragen im Expert*inneninterview wurden anhand des folgenden Ablaufes entwickelt (ADEN et al. 2021: 69ff): Aus den Forschungsfragen wurden grundlegende Themenfelder abgeleitet, aus denen wiederum Kategorien gebildet wurden. Sie umfassen neben einem allgemeinen Einstieg die Auswirkungen von und Maßnahmen gegen Hitze auf die beziehungsweise

in den jeweiligen KRITIS-Sektoren und gliedern sich von allgemeinen zu speziellen Fragen. Weiterhin wurden Expert*innen aus den Katastrophenschutzbehörden sowie den Forschungsstellen hinsichtlich ihrer persönlichen Einschätzung einer Hitze-Katastrophe befragt. Aus jeder Kategorie wurde anschließend jeweils eine Leitfrage entwickelt, welche den Kern des Themenkomplexes erfasst. Daraus ergaben sich konkrete Nachfragen als Fragen im Expert*inneninterview.

Für die Interviewleitfäden wurde nach der Fragerstellung jeweils ein Pretest durchgeführt, um die Tauglichkeit der Fragen im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfragen festzustellen (BOHNSACK et al. 2014: 33f, 58ff).

Die Auswahl der Expert*innen fand im Anschluss an die Auswertung der theoretischen Grundlagen statt, um Einblicke in die verschiedenen Bereiche (Kategorien) zu erhalten und die Bedarfe an Interviews festzulegen. Die Expert*innen sollten aus den entsprechenden Fachbereichen und KRITIS stammen und aussagefähig zu Folgen von Hitze im entsprechenden Bereich sowie Maßnahmen zum Schutz vor Hitze sein. Die Kontaktaufnahme erfolgte telefonisch und/oder per E-Mail.

Die Expert*inneninterviews wurden mit Online-Videokonferenzsystemen, per Telefon oder persönlich vor Ort durchgeführt. Es nahmen keine weiteren Personen an den Interviews teil, sodass nur der*die Expert*in sowie der Interviewer anwesend waren. Während den Interviews wurden die Antworten händisch durch den Interviewer festgehalten. Dabei wurden nur die notwendigen Aspekte, die zur Fragestellung passten, notiert. Das händisch angefertigte Protokoll wurde in eine digitale Fassung übertragen und entsprechend formatiert.

Für die Auswertung der Interviewdaten wurde eine Inhaltsanalyse nach MAYRING (2022) durchgeführt. Die durch das Interview entstandenen Daten wurden dabei, angelehnt an MAYRING (2022: 53ff, 84), anhand von drei Schritten mit insgesamt zehn Unterschritten, wie in Tabelle 2 aufgezeigt, ausgewertet. Darin erfolgten unter anderem die Kodierung des Textmaterials sowie die Identifikation der Kernaussagen und die Erweiterung der Datenbasis.

Tabelle 2: Auswertung der Interviewdaten angelehnt an MAYRING (2022: 53ff, 84).

	Name des Schrittes	Erklärung
1.	Bestimmung des Ausgangsmaterials	Es wird das Material bestimmt, welches überhaupt für die Auswertung herangezogen werden soll
1.1	Festlegung des Materials	Auswahl des Materials
1.2	Analyse der Entstehungssituation	Beschreibung der Voraussetzungen, unter denen das Material entstanden ist
1.3	Formale Charakteristika des Materials	Entstehung des Materialtextes, beziehungsweise ob eine Transkription nach einer Tonaufnahme stattgefunden hat oder ein Protokoll erstellt wurde

Fortsetzung Tabelle 2: Auswertung der Interviewdaten angelehnt an MAYRING (2022: 53ff, 84).

Name des Schrittes	Erklärung
2. Fragestellung der Analyse	Festlegung der Zielrichtung der Inhaltsanalyse
2.1 Richtung der Analyse	Der entstandene Text ist ein Teil in einem Kommunikationsmodell. Daraus können bei einem Text verschiedene Ziele definiert werden
2.2 Theoretische Differenzierung der Fragestellung	Zusammenhang von der bisherigen Forschung durch Literaturrecherche und den Fragestellungen, die durch die Inhaltsanalyse geklärt werden sollen
3. Ablaufmodell der Analyse	Zerlegung der Analyse in einzelne Schritte zur nachvollziehbaren Interpretation
3.1 Festlegung und Definition der Kategorien	Bildung von Kategorien durch deduktive (anhand von Vorüberlegungen) oder induktive (abgeleitet aus dem Material selbst) Herangehensweise
3.2 Definition der Analyseeinheiten	Die Analyseeinheit besteht aus drei Teilen: <i>Kodiereinheit</i> welche bestimmt, wie klein ein Auswerteanteil im Material ist <i>Kontexteinheit</i> welche bestimmt, wie groß ein Auswerteanteil im Material ist <i>Auswerteeinheit</i> legt die Reihenfolge der Auswertung des Materials fest
3.3 Analyseschritte gemäß dem Ablaufmodell mittels Kategoriensystem	Durchführung der bisherigen Analyseschritte, ggf. Überprüfung der gebildeten Kategorien
3.4 Zusammenstellung der Ergebnisse und Interpretation in Richtung der Fragestellung	Ergebnisdarstellung, Bewertung aufgrund der formulierten Fragen
3.5 Anwenden der inhaltsanalytischen Gütekriterien	Zu den Gütekriterien zählen nach ADEN et al. (2021: 13) • „Die intersubjektive Nachvollziehbarkeit der Verfahren der Datenerhebung und Datenauswertung, • Die theoriegeleitete Vorgehensweise, Die Neutralität und Offenheit des Forschers gegenüber neuen Erkenntnissen sowie anderen Relevanzsystemen und Deutungsmustern.“

Die Inhaltsanalyse nach MAYRING (2022: 12) ist eine sozialwissenschaftliche Methode. In dieser Arbeit wurde jedoch keine sozialwissenschaftliche Fragestellung bearbeitet, sodass die genannten Schritte der Inhaltsanalyse nicht vollumfänglich zutreffen und wie folgt in dieser Arbeit verarbeitet wurden:

1. Bestimmung des Ausgangsmaterials

- 1.1 Festlegung des Materials

Die Festlegung des Materials wurde durch das Interview und dessen Inhalt vorgegeben und muss nicht weiter definiert werden.

- 1.2 Analyse der Entstehungssituation

Den Expert*innen stand die Teilnahme am Interview frei. Das Interview fand semistrukturiert statt. Die zu verarbeitenden Daten entstammten entsprechend den Interviews und wurden anhand der Interviewleitfäden aufgrund vordefinierter Ziele erhoben und anonymisiert in dieser Arbeit wiedergegeben.

- 1.3 Formale Charakteristika des Materials

Die Interviews wurden nicht aufgezeichnet. Relevante Inhalte wurden während des Interviews mitgeschrieben und wie in Unterkapitel 5.3 beschrieben teiltranskribiert.

2. Fragestellung der Analyse

- 2.1 Richtung der Analyse

Die Richtung der Analyse bezog sich ausschließlich auf den Inhalt der Interviews. Dadurch, dass keine Aufzeichnung der Interviews erfolgte, wird das Ziel, ausschließlich den relevanten Inhalt zu erfassen, hervorgehoben.

- 2.2 Theoretische Differenzierung der Fragestellung

Durch die Inhaltsanalyse sollten die Forschungsfragen geklärt werden. Dabei knüpften die Inhalte der Expert*inneninterviews an die theoretischen Inhalte dieser Arbeit an, um spezifische Informationen zu den einzelnen Themengebieten zu erhalten.

3. Ablaufmodell der Analyse

- 3.1 Festlegung und Definition der Kategorien

Die Kategorien für die Auswertung wurden deduktiv wie folgt gebildet und ergaben sich aus den Forschungsfragen:

- Folgen von Hitze für KRITIS,
- Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen,
- Zukünftige und denkbare Maßnahmen,
- Einschätzung in Bezug auf eine Hitze-Katastrophe.

Dabei wurden Unterkategorien gemäß den Sektoren der KRITIS in Deutschland gebildet (BBK o.J.a) sowie allgemeine Folgen und Maßnahmen beschrieben.

Sofern in den Expert*inneninterviews Informationen und Daten auftauchten, welche nicht den vorhandenen Kategorien zugeordnet werden konnten, wurden nach der Auswertung gegebenenfalls durch eine Erweiterung der Datenbasis weitere Kategorien erstellt und hinzugefügt (ADEN et al. 2021: 128).

Die in den Interviewleitfäden auftauchenden Fragen in der Kategorie *Einstieg* zur Abfrage der Hintergrundinformationen zur interviewten Person dienten lediglich dem Interviewer zur Einordnung und Gesprächsführung während des Interviews und werden zur Wahrung der Anonymität nicht dargestellt.

Die Grundstruktur für die Kategorien wurde daher wie folgt festgelegt:

Folgen von Hitze für die Kritische Infrastruktur

- Wahrnehmung von Hitze als Gefahr
- Allgemeine Folgen von Hitze
- Sektor Energie
- Sektor IT und TK
- Sektor Transport und Verkehr
- Sektor Gesundheit
- Sektor Medien und Kultur
- Sektor Wasser
- Sektor Ernährung
- Sektor Finanz- und Versicherungswesen
- Sektor Siedlungsabfallentsorgung
- Sektor Staat und Verwaltung
- Bereich Wald
- Bereich Bau

Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

- Allgemeine Maßnahmen
- Sektor Energie
- Sektor IT und TK
- Sektor Transport und Verkehr
- Sektor Gesundheit
- Sektor Medien und Kultur
- Sektor Wasser
- Sektor Ernährung
- Sektor Finanz- und Versicherungswesen
- Sektor Siedlungsabfallentsorgung
- Sektor Staat und Verwaltung
- Sektor Katastrophenschutzbehörden
- Bereich Wald
- Bereich Bau

Jeweils mit den Unterkategorien

- Baulich-technische Maßnahmen
- Organisatorische Maßnahmen
- Personelle Maßnahmen
- Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen

Zukünftige und denkbare Maßnahmen

- Allgemeine Maßnahmen
- Sektor Energie
- Sektor IT und TK
- Sektor Transport und Verkehr
- Sektor Gesundheit
- Sektor Medien und Kultur
- Sektor Wasser
- Sektor Ernährung
- Sektor Finanz- und Versicherungswesen
- Sektor Siedlungsabfallentsorgung
- Sektor Staat und Verwaltung
- Katastrophenschutzbehörden
- Bereich Wald
- Bereich Bau

Jeweils mit den Unterkategorien

- Baulich-technische Maßnahmen
- Organisatorische Maßnahmen
- Personelle Maßnahmen

Einschätzung in Bezug auf eine Hitze-Katastrophe

- Möglichkeit
- Gründe
- Voraussetzungen

Es ergaben sich aus den Expert*inneninterviews nicht Ergebnisse für alle Kategorien. Die Auflistung der nicht genannten Kategorien findet sich im Ergebnisteil dieser Arbeit. Die nicht genannten Kategorien wurden aus der Ergebnisübersicht (Anlage 4) entfernt. Einzelne Aussagen aus den Expert*inneninterviews wurden recherchiert, überprüft und in den Ergebniskapiteln mit Literatur hinterlegt.

3.2 Definition der Analyseeinheiten

Die Analyseeinheiten betrafen ausschließlich den gesagten Inhalt mit Relevanz zu den Fragestellungen. Mindestens bestand eine Kodiereinheit aus einem Satz und maximal bestand die Kontexteinheit aus der gesamten Aussage. Die Auswerteeinheit war dabei das jeweilige Interview in der Reihenfolge des Interviewleitfadens.

3.3 Analyseschritte gemäß dem Ablaufmodell mittels Kategoriensystem

Die Analyse selbst betraf die Durchführung der bisherigen Schritte.

3.4 Zusammenstellung der Ergebnisse und Interpretation in Richtung der Fragestellung

Die Zusammenstellung und Interpretation erfolgte mittels einer Teiltranskription, welche in Unterkapitel 5.3 genauer beschrieben wird.

Daten und Informationen, welche bereits im theoretischen Teil erfasst wurden, werden nur bedingt oder nicht erneut im Ergebnisteil der Interviews aufgenommen.

3.5 Anwenden der inhaltsanalytischen Gütekriterien

Die genannten Gütekriterien nach ADEN et al. (2021) konnten nicht alle in ihrem Umfang erfüllt werden. So wird festgehalten, dass „bei qualitativen Experteninterviews [sig!] der Anspruch intersubjektiver Nachprüfbarkeit nicht erfüllt werden [kann], insbesondere weil das Erhebungsinstrument hierzu keinen ausreichenden Grad an Standardisierung aufweist.“ (ADEN et al. 2021: 9). Stattdessen soll der Vorgang nachvollziehbar sein (ADEN et al. 2021: 10). So wird bei der Auswahl der Expert*innen auf folgende Kriterien Rücksicht genommen:

- „1. Welcher Experte [sig!] verfügt über die relevanten Informationen?
2. Welcher dieser Experten [sig!] ist am ehesten in der Lage, präzise Informationen zu geben?
3. Welcher dieser Experten [sig!] ist am ehesten bereit und verfügbar, um diese Informationen zu geben?“ (ADEN et al. 2021: 85).

Zur weiteren Nachvollziehbarkeit befinden sich in den Anlagen 1, 2 und 3 die Interviewleitfäden. Die Auswertemethode wurde bereits zu Beginn des Unterkapitels 5.2 beschrieben. Die Interviews haben in Präsenz, per Videokonferenz oder am Telefon stattgefunden (ADEN et al. 2021:10).

Vor den Expert*inneninterviews fanden die Literaturrecherchen sowie die qualitative Inhaltsanalyse statt, sodass die Interviews auf einer theoretischen Basis durchgeführt werden konnten.

Die Fragen wurden so formuliert, dass die Neutralität gewahrt wird und der*die Expert*in offen antworten durfte.

Den freiwillig an den Interviews teilnehmenden Personen wurde vor den Expert*inneninterviews jeweils eine Einverständniserklärung zum Zitieren in schriftlicher Form per E-Mail zugesandt. Dieses Einverständnis musste vor dem Interview erteilt werden. Ebenfalls in der E-Mail, und noch einmal zusätzlich direkt vor dem Interview, wurden die organisatorischen Punkte der Anonymität sowie der Datenverarbeitung erklärt. Zudem wurden die Teilnehmenden darauf hingewiesen, dass die Teilnahme keine Pflicht sei, das Interview jederzeit abgebrochen und die Einwilligung zur Weiterverwendung der Daten im Rahmen der Thesis auch nachträglich widerrufen werden kann. Anschließend wurde den Expert*innen ein kurzer Überblick über das Ziel des Interviews sowie den Fragen gegeben. Auf Wunsch wurden den Expert*innen die Fragen bereits im Vorfeld zur Verfügung gestellt (ADEN et al. 2021: 66). Um die Anonymität sowohl der Expert*innen als auch der Unternehmen, Behörden und Organisationen zu gewährleisten, wurden Aussagen, welche einer Person oder einem Unternehmen, Behörden und Organisationen

zugeordnet werden konnte insofern verallgemeinert oder - sofern dies nicht möglich war - weggelassen, dass keine Rückschlüsse auf diese gezogen werden können.

Insgesamt wurden dreizehn Interviews in den KRITIS-Sektoren

- Energie,
- Gesundheit,
- Wasser

sowie mit Katastrophenschutzbehörden und Forschungsstellen durchgeführt.

5.3 Teiltranskription

Die Expert*inneninterviews wurden nicht aufgezeichnet und ausschließlich durch Mitschriebe des Interviewers transkribiert. Im Anschluss an die Interviews erfolgte eine anonymisierte Teiltranskription, anhand derer die Antworten übersichtlich dargestellt wurde. Die Teiltranskription beinhaltet eine Paraphrasierung gemäß der Kategorienbildung. Bei dieser wurden nur die Inhalte berücksichtigt, die eine Relevanz für das Thema aufzeigten. Anschließend wurden Aussagen durch die Kategorienbildung konkret zugeordnet und übersichtlich dargestellt. Diese Abfolge erfolgte gemäß sieben Schritten, die in Abbildung 3 abgebildet sind (MAYRING 2022: 68ff).

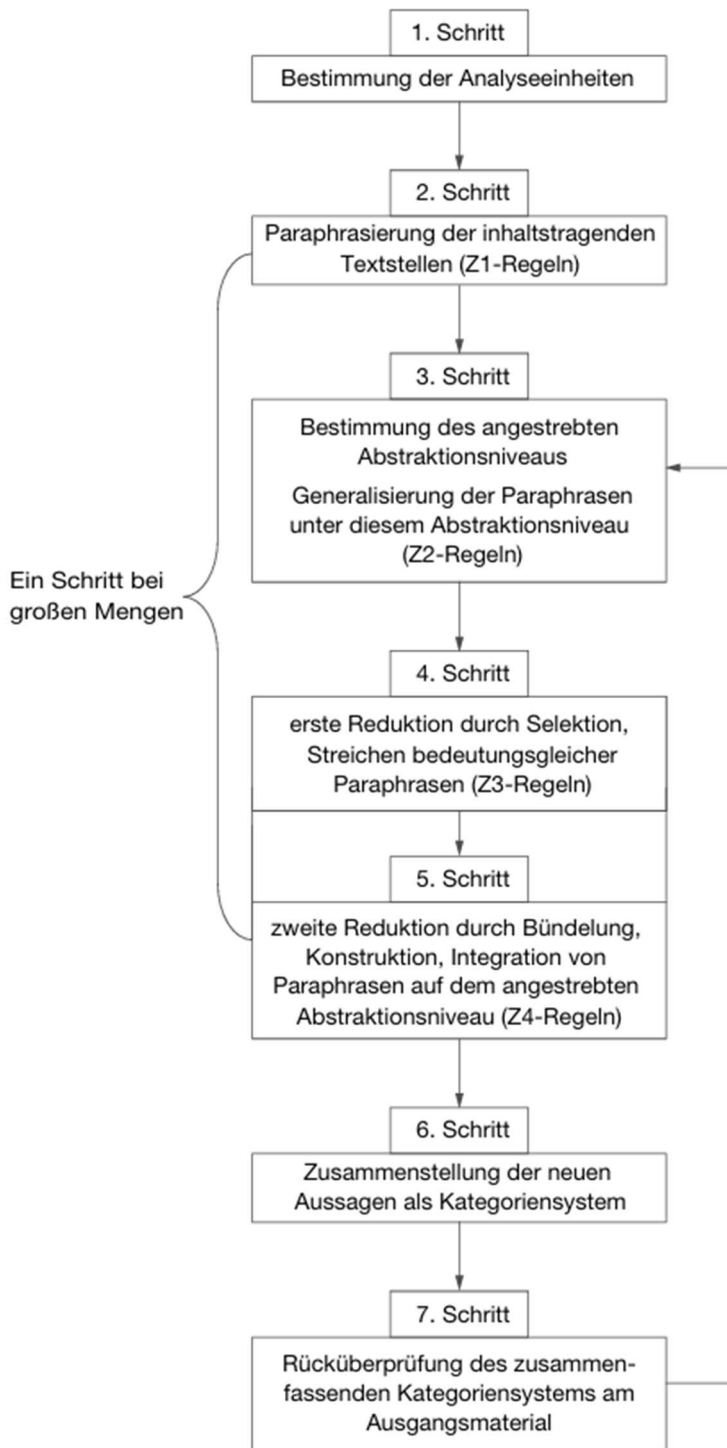


Abbildung 3: Sieben Schritte im Ablaufmodell der zusammenfassenden Inhaltsanalyse (MAYRING 2022: 69).

Die Z1- bis Z4-Regeln beschreiben die Paraphrasierung, Generalisierung sowie die erste und zweite Reduktion genauer (MAYRING 2022: 71).

Die anonymisierte Teiltranskription befindet sich in Anhang 4.

Um die Anonymisierung gewährleisten zu können, wurden die Aussagen keinen einzelnen Personen, sondern Ergebniskategorien zugeordnet. Diese Kategorien ergaben sich aus den KRITIS-Sektoren sowie den Bereichen *Katastrophenschutzbehörden*, *Wald* und *Bau*.

5.4 Ergebnistransfer

Im Anschluss an die Ergebnisdarstellung wurden im Rahmen der Diskussion die Ergebnisse der Literaturrecherche sowie der Expert*inneninterviews in Beziehung gesetzt. Hierbei erfolgte eine Zuordnung aller erhobenen und identifizierten Maßnahmen zu den entsprechenden Folgen innerhalb eines Sektors oder Bereiches. Zur bildlichen Darstellung wurde mit dem Online-Tool *xmind.ai* (xmind.ai o.J.) gearbeitet.

5.5 Ziele der methodischen Auswahl

Das Ziel der Literaturrecherche war ein grundsätzlicher Überblick über allgemeine Folgen von Hitze, kritischen Infrastrukturen sowie bereits vorhandenen, beziehungsweise bekannte Hitzeschutzmaßnahmen. Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen und das Vorgehen transparent sowie nachvollziehbar zu gestalten, wurde im Vorhinein eine Suchstrategie anhand der Forschungsfragen festgelegt. Um die identifizierten Inhalte im Anschluss wissenschaftlich aufzubereiten, wurde die qualitative Inhaltsanalyse in Form der zusammenfassenden sowie strukturierten Inhaltsanalyse genutzt. Weitergehende Fragen im Zusammenhang mit bereits gefundener Literatur und/oder offene Fragen im Zusammenhang mit dem Thema sollten durch das Durchführen von Interviews mit Expert*innen aus den jeweiligen Fachbereichen beantwortet werden. Zur Übersicht der Ergebnisse aus den Expert*inneninterviews wurden diese teiltranskribiert.

Teil B – Ergebnisse der Literaturrecherche

In diesem Abschnitt werden zunächst allgemeine Folgen von Hitze sowie bereits bekannte Maßnahmen gegen Hitze und Hitzewellen beleuchtet. Im Anschluss daran wird die Definition einer Katastrophe gemäß des LKatSG in Baden-Württemberg im Zusammenhang mit Hitze betrachtet.

6 Allgemeine Folgen von Hitze

Katastrophen treten laut REIMER und STAUD (2021: 47) in der Regel lokal begrenzt auf. Während sich heiße Tage, wie im theoretischen Hintergrund beschrieben, nicht nur auf das **Wetter** zu einem bestimmten Zeitpunkt bis maximal kurzen Zeitraum an einem Ort beziehen (DWD o.J.c), sondern sich eher in der Beschreibung als **Wetterlage**, also einem Wetterzustand an maximal einem Tag in einem bestimmten Bereich (DWD o.J.d) wiederfinden, wird die Hitzewelle, aufgrund ihrer Dauer, eher als **Großwetterlage** in einem größeren Gebiet (DWD o.J.e) oder sogar als **Witterung** bis zu einigen Wochen (DWD o.J.f) zu verstehen sein. Somit betreffen Hitzewellen gegenüber den (bisher bekannten) Katastrophen eher ein größeres Gebiet (REIMER und STAUD 2021: 47).

Im Weiteren werden daher großräumige Folgen von Hitze gemäß den Sektoren der KRITS in Deutschland beschrieben und weitere Kategorien hinzugefügt. Zu Beginn eines jeden Kapitels wird kurz auf die kritische Dienstleistung in diesem Sektor eingegangen. Es sind nicht alle KRITIS-Sektoren vertreten; nicht beschrieben werden Folgen von Hitze für die KRITIS-Sektoren IT und TK, Finanz- und Versicherungswesen, Staat und Verwaltung sowie Medien und Kultur. Zusätzlich hinzugefügt sind die Kategorien Wald und Bau. Da die in diesem Kapitel nicht genannten Sektoren im weiteren Verlauf dieser Arbeit weiter betrachtet werden, wird die jeweilige kritische Dienstleistung an dieser Stelle aufgeführt.

Sektor IT und TK

Die kritischen Dienstleistungen im Sektor IT und TK umfassen sowohl die Übertragung von Daten als auch von Sprache und deren Speicherung sowie Verarbeitung (BSI-KritisV 2016/2023: § 5).

Sektor Finanz- und Versicherungswesen

Als kritische Dienstleistungen werden in diesem Sektor die gesamte Bargeldversorgung sowie der konventionelle und Karten-Zahlungsverkehr, das Wertpapiergeschäft und Versicherungsdienstleistungen gewertet (BSI-KritisV 2016/2023: § 7).

Sektor Staat und Verwaltung

Der Sektor trägt die folgenden kritischen Dienstleistungen bei: Die Gesetzgebung, die Umsetzung von Recht, die Rechtsprechung sowie die Gefahrenabwehr (BBK o.J.e).

Sektor Medien und Kultur

Zu den kritischen Dienstleistungen in diesem Sektor gelten die Informationsweitergabe an die Bevölkerung sowie die Warnung und die (langfristige) Aufbewahrung von Gütern im Kulturbereich sowie die Vermittlung von kultureller Identität (BBK o.J.g).

6.1 Sektor Energie

Für den KRITIS-Sektor Energie sind kritische Dienstleistungen die Wärme-, Kraftstoff- sowie Stromversorgung (BSI-KritisV 2016/2023: § 2).

Es wurde bereits die Problematik von Niedrigwasser in Zusammenhang mit der Nutzung als Kühlwasser in der Wirtschaft aufgezeigt, welche sich bei der Energieversorgung widerspiegelt. So mussten im Jahr 2018 (mittlerweile ehemalige) deutsche Kernkraftwerke wie in Grohnde, Brokdorf und Philippsburg, aber auch Kohlekraftwerke wie in Hamm und Karlsruhe ihre Energieproduktion reduzieren (REIMER und STAUD 2021: 268). Auch wenn keine Kernkraftwerke mehr in Deutschland betrieben werden, so ist diese Problematik auch auf ausländische Kernkraftwerke übertragbar. Denn es wurden insbesondere in den Sommern der vergangenen Jahre Strom aus Kernkraftwerken aus Frankreich importiert (BISCH 2024). Daher betrifft eine Leistungsreduktion von Kernkraftwerken im Ausland (möglichweise) die deutsche Energiewirtschaft. Gerade wenn es in Zukunft heißer wird und der Trend zum Ausbau von Klimaanlage führt. Insbesondere in Altenheimen oder Krankenhäusern kann ein instabiles Energienetz durch den Ausfall von Klimaanlage an heißen Tagen lebensbedrohliche Folgen nach sich ziehen (REIMER und STAUD 2021: 274).

Grundsätzlich ist Niedrigwasser auch für Wasserkraftwerke und die daraus resultierende, niedrigere Energieproduktion problematisch (REIMER und STAUD 2021: 263).

Für Freileitungen, über die der Strom geleitet wird, ist eine hohe Umgebungstemperatur nachteilig, da sich die Leiterseile ausdehnen und in der Folge insgesamt weniger Strom übertragen werden kann (TransnetBW GmbH o.J.).

6.2 Sektor Transport und Verkehr

In diesem KRITIS-Sektor wird der Straßen- Luft, Wasser und Schienenverkehr betrachtet. Aufgeteilt in Personen- und in Güterverkehr wird die Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen als kritische Dienstleistungen betrachtet. (BSI-KritisV 2016/2023: § 8)

Ab etwa 55 Grad Celsius kann der Asphalt auf Straßen bei Hitze weich werden (REIMER und STAUD 2021: 193f). Das Erreichen von so hohen Temperaturen ist unter anderem dadurch möglich, da die gemessene Lufttemperatur von der Wärmestrahlung, welche von der Sonne ausgeht, abweicht (MeteoSchweiz 2024). Ab 65 Grad Celsius entstehen durch die Belastungen der Fahrzeuge Spurrinnen. Diese können auch zu starken Schäden in den weiter unten liegenden Schichten der Fahrbahn führen. Bei hohen Temperaturen können bei Betonfahrbahnen die einzelnen Platten zu *Blow-Ups*

und so zu Gefährdungen im Straßenverkehr führen. Die einzelnen Betonplatten dehnen sich dabei durch die Hitze aus und stoßen aneinander. In der Folge platzen sie auf und werden zu Hindernissen. Auch auf Start- und Landebahnen von Flughäfen kann Beton verbaut sein. So ist im Jahr 2018 beispielsweise die Start- und Landebahn am Flughafen Hannover aufgeplatzt, wodurch der Flugverkehr unterbrochen wurde. Hilfsorganisationen mussten Fluggäste über Stunden betreuen (REIMER und STAUD 2021: 193f). Die Problematik der Spurrillen sowie der Aufplatzungen bei Betonfahrbahnen wird auch in der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel betrachtet (BMK 2024: 343).

Weitere Probleme betreffen ICE-Klimaanlagen, die während Hitzeperioden ausfallen können, was beispielsweise im Jahr 2010 bei mehreren Fahrgästen zu einem Kreislaufzusammenbruch führte (REIMER und STAUD 2021: 184f, 187f). Neben den Klimaanlagen gibt es weitere elektrische Anlagen der Schieneninfrastruktur, deren Ausfall infolge von Überhitzung möglich ist (BMK 2024: 343). Betriebswichtig aber hitzeanfällig sind hier beispielsweise Stellwerke oder Schalthäuser (DB 2020). Auch kann es zu Gleisverformungen infolge von Hitze kommen (BMK 2024: 343). Weiterhin können bei Trockenheit Bremsmanöver problematisch sein, bei denen es, wie im Jahr 2018, durch Funkenflug zu Böschungsbränden kommt. In deren Folge mussten Wohnungen geräumt und Bewohner medizinisch versorgt werden (REIMER und STAUD 2021: 187).

Weiterhin kann Hitze zu Niedrigwasserständen in Flüssen führen, was Auswirkungen auf die Binnenschifffahrt sowie den Güterverkehr hat. Im Jahr 2018 konnten beispielsweise bei der Firma BASF in Ludwigshafen Lieferungen per Schiff nicht oder nur mit einer geringeren Beladung durchgeführt werden. Auch nutzt die BASF das Rheinwasser grundsätzlich als Kühlwasser, um ihre Produktionsanlagen zu kühlen. Durch das Niedrigwasser und eine hitzebedingte Aufheizung des vorhandenen Rheinwassers konnte dieser Prozess nicht mehr durchgeführt werden, was zu einem Produktionsausfall führte. Die Firmen ThyssenKrupp (Stahlproduktion) und Shell (Tanktransporte) erhielten ebenfalls zu wenig Güter über die Binnenschifffahrt. Durch den Rückgang von Tanktransporten stiegen die Preise für Treibstoffe und die Versorgung von Tankstellen konnte nicht flächendeckend gewährleistet werden. Als Konsequenz wurden Anteile der strategischen Ölreserve der Bundesrepublik Deutschland eingesetzt, um den Bedarf zu decken. (REIMER und STAUD 2021: 201f)

Neben der direkten Betroffenheit der Infrastruktur führen auch Unfälle zu Einschränkungen in der Nutzung. Sowohl im Jahr 2021 als auch im Jahr 2024 wurden in Österreich an Hitzetagen, also an Tagen mit mindestens 30 Grad Celsius, vermehrt Unfälle im Straßenverkehr festgestellt. Dabei gaben mehr Unfallbeteiligte an, dass der Unfall aufgrund von Unachtsamkeit und Ablenkungen entstanden sei, als an Tagen, an denen die Temperatur unter 30 Grad Celsius lag (Statistik Austria 2022; Statistik Austria 2024).

6.3 Sektor Gesundheit

Die kritischen Dienstleistungen im Sektor Gesundheit umfassen sowohl die stationäre medizinische Versorgung von der Aufnahme bis zur Entlassung, als auch die Herstellung, den Vertrieb und die Abgabe von Arzneimitteln und Impfstoffen. Weiterhin gehört die Labordiagnostik sowie die Herstellung und Abgabe von Medizinprodukten dazu, welche überlebenswichtige Funktionen erfüllen. (BBK o.J.i)

Da der gesundheitliche Aspekt von Hitze keinen Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt, wird auf diesen Bereich nicht vollumfänglich eingegangen.

Die Einrichtungen im Gesundheitssystem, insbesondere in der medizinischen Versorgung, können an Hitzetagen einen höheren Bedarf erleben. So wurde beispielsweise in der Stadt Berlin festgestellt, dass durch Hitze im Durchschnitt mehr Tote als durch Verkehrsunfälle zu verzeichnen sind. Weitere Belastungen des Gesundheitssystems, insbesondere der Arztpraxen und Krankenhäuser, entstehen durch Viren, die zum Beispiel über Stechmücken wie die Asiatische Tigermücke verbreitet werden. Durch die steigenden Temperaturen wird Deutschland für diese zu einem attraktiveren Lebensraum, wodurch mit einer höheren Infektionsquote und einem höheren Behandlungsbedarf zu rechnen ist. (REIMER und STAUD 2021: 61f, 143)

Weiterhin wird die Anzahl an Tagen mit Pollen und Schadstoffen in der Luft sowie die UV-Strahlenbelastung ansteigen. Das Umweltbundesamt führt dazu aus, dass die Pollenzeiten sowohl früher beginnen, als auch länger andauern und die pollenfreie Zeit sich in der Konsequenz verringern oder sogar gar nicht mehr stattfinden wird. Durch die Luftverschmutzung wird es zukünftig mehr Atembeschwerden geben. Die UV-Strahlenbelastung steigert wiederum die Hautkrebswahrscheinlichkeit und -häufigkeit. (UBA 2021: 97ff)

6.4 Sektor Wasser

Im KRITIS-Sektor Wasser wird die gesamte Trinkwasserversorgungskette, von der Gewinnung, über die Aufbereitung, bis hin zur Verteilung und Steuerung sowie Überwachung als kritische Dienstleistung betrachtet (BSI-KritisV 2016/2023: § 3).

Im Sommer gibt es oft weniger Niederschlag und Hitze führt zu mehr Verdunstung bei Pflanzen und Bäumen. Somit steht dem Boden weniger Wasser zur Verfügung. Über einen längeren Zeitraum trocknen Böden aus, was zum einen zu einer Dürre führen kann. Zum anderen kann es aber auch bei Niederschlägen zu einem stärkeren Oberflächenabfluss führen, da das Wasser durch die ausgetrockneten Schichten nicht aufgenommen werden kann. 70 Prozent der deutschen Wasserversorgung wird durch Grundwasser und 30 Prozent durch Flusswasser, Wasser in Seen und Talsperren sichergestellt. Das Grundwasser bildet sich durch Wasser im Boden neu. Die Wasserentnahme durch Wasserwerke ist insofern limitiert, dass nur so viel Wasser entnommen werden darf, wie sich das Grundwasser insgesamt neu bilden kann. Oberflächengewässer werden unter anderem durch Hitze erwärmt, was zu einer Reduktion des Sauerstoffgehaltes im Wasser führen kann. Das wiederum reduziert die verfügbare Menge sauberen Trinkwassers. Gleichzeitig steigt im Sommer der Bedarf

an Wasser. Beispielsweise wurde im Jahr 2018 ein Hitzerekord für die Stadt Freiburg im Breisgau und damit einhergehend auch ein Rekord des Wasserverbrauchs der Stadt aufgestellt. Insgesamt wird in Deutschland zukünftig über die Verfügbarkeit von Wasser und deren Zuteilung nachgedacht werden müssen, wie es bereits in den heißen Jahren 2018, 2019 und 2020 der Fall war. (REIMER und STAUD 2021: 39f, 103ff)

Auch in der Risikoanalyse des Deutschen Bundestages wird ausgeführt, dass sich bei Dürre und Hitze die Trinkwasserversorgung, unter anderem im Südschwarzwald, problematisch gestalten kann (Deutscher Bundestag 2019: 10).

6.5 Sektor Ernährung

Im KRITIS-Sektor Ernährung bestehen die kritischen Dienstleistungen aus der Sicherung der Lebensmittelqualität sowie der Lebensmittelversorgung in Krisenfällen. Damit einhergehend ist aber auch die Aufrechterhaltung von Dienstleistungen in der Lebensmittelversorgung und die Versorgung an sich mit eingebunden. (BBK o.J.j)

Die Zunahme der jährlichen Hitzetage führt zu mehr Hitzestress bei Tieren in der Nutztierhaltung, was nicht nur Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Wert der Nutztiere hat, sondern auch das Tierwohl selbst gefährdet (BMK 2024: 24). Konkret reichen bereits 25 Grad Celsius, um Hitzestress bei Milchkühen auszulösen und die Milchproduktion zu reduzieren. Bei Schweinen wird oberhalb von 25 Grad Celsius Hitzestress ausgelöst, was sich bei ihnen durch geringeres Fressen äußert und in deren Folge zu weniger Gewicht führt. Bei Hühnern äußert sich der Hitzestress durch weniger gelegte Eier (REIMER und STAUD 2021: 248, 250).

6.6 Sektor Siedlungsabfallentsorgung

Die kritischen Dienstleistungen in diesem Sektor umfassen alle Schritte vom Einsammeln von Siedlungsabfällen bis zu deren Verwertung oder Beseitigung (BSI-KritisV 2016/2023: § 9).

Wenn Abfälle nicht entsorgt werden (können) und hohe Temperaturen oder Hitzeperioden anstehen, können sich, wie beispielsweise die griechische Regierung anmahnte, Krankheiten verbreiten (Bundesärztekammer und Kassenärztliche Bundesvereinigung 2017).

6.7 Bereich Wald

Der Wald ist keine KRITIS und in keinem KRITIS-Sektor vertreten. Gleichwohl hat Hitze einen Einfluss auf den Wald; Waldbrände sind regelmäßig zu Trockenzeiten in den Medien.

Es zeichnet sich ab, dass es zukünftig in Deutschland zu einer höheren Anzahl und flächenmäßig größeren Waldbränden kommen wird. Laut dem DWD, der die Waldbrandgefahr in Deutschland monitort, ist die Zahl der Tage mit einer hohen Waldbrandgefahr in der Vergangenheit gestiegen. Unter anderem würde Hitze die Umgebung für Waldbrände fördern. Daneben schwächt Wassermangel die Wurzeln

der Bäume; ihr Stehvermögen im Erdboden wird geschwächt und ihre natürliche Schutzfunktion geht verloren (REIMER und STAUD 2021: 122f, 304f). Dadurch können Folgegefahren wie Erdrutsche oder Steinschläge entstehen, welche sowohl auf andere KRITIS wie Transport und Verkehr und hier speziell die Verkehrswege, aber auch direkt auf bewohntes Gebiet einwirken können (BMLUK o.J.). Auch das Umweltbundesamt sieht zukünftig ein erhöhtes Risiko von Waldbränden in Deutschland, führt allerdings gleichzeitig aus, dass mehr Hitze und Trockenheit „nicht zwangsläufig zu mehr oder größeren Waldbränden führen [muss], denn die Hälfte aller Waldbrände wird aktuell noch fahrlässig oder vorsätzlich von Menschen verursacht.“ (UBA 2021: 59). Weiterhin steigt in warmer Umgebung die Population von verschiedenen Schädlingen, wie beispielsweise Borkenkäfern, welche die Bäume zusätzlich schwächen (UBA 2021: 58f).

6.8 Bereich Bau

Der Bereich Bau ist keine KRITIS und in keinem KRITIS-Sektor vertreten. Jedoch hat Hitze gerade in städtischer Bebauung einen Einfluss auf die Bevölkerung.

Städte erhitzen sich schneller als ländliche Gebiete. Allgemein sind deutsche Städte noch überwiegend auf die klimatischen Bedingungen ihrer Bau- und Entstehungszeit eingestellt, jedoch nicht auf das veränderte aktuelle und zukünftige Klima. Wie Wahrscheinlichkeitsberechnungen zeigen, werden Hitzewellen in Städten in Zukunft öfter auftreten. Ausgehend von diesen Berechnungen ist die Wahrscheinlichkeit für eine Hitzewelle, wie sie im Jahr 2003 in der Stadt Paris auftrat, in der Stadt München momentan mit einer Wahrscheinlichkeit von höchstens 1x/50 Jahre und im Jahr 2050 bereits mit 1x/25 Jahre versehen. Temperaturen von circa 40 Grad Celsius kommen in deutschen Städten bereits vor; in Zukunft sind diese Temperaturen regelmäßig zu erwarten. Klimasimulationen in der Stadt Dortmund zeigen, dass beispielsweise Einrichtungen mit vulnerablen Gruppen oft in besonders durch Hitze belasteten Bereichen zu verorten sind: hier finden sich Kindergärten, Altenheime oder Krankenhäuser. Die Stadt Dortmund steht damit nicht alleine, denn auch in anderen Kommunen befinden sich solche Einrichtungen in besonders gefährdeten Gebieten. (REIMER und STAUD 2021: 135f, 139ff)

7 Bestehende Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

In der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel schreibt das österreichische Klimaschutzministerium (heute: aufgelöst und auf andere Ministerien verteilt): „Die beste Maßnahme zum Schutz vor Naturgefahren ist das Meiden der Gefahr an sich und in weiterer Folge von bedrohten Zonen.“ (BMK 2024: 223). Wenngleich das österreichische Klimaschutzministerium auch weiter ausführt, dass es wegen des Mangels an Raum oft nicht möglich ist, Risiken zu vermeiden (BMK 2024: 223).

Für einige KRITIS gibt es bereits Maßnahmen, um sich vor den Folgen von Hitze zu schützen oder die Folgen (besser) zu bewältigen. Im Folgenden finden sich für Sektoren der KRITIS sowie weiterer Kategorien exemplarisch Maßnahmen. Es sind nicht alle KRITIS-Sektoren vertreten; nicht beschrieben werden Maßnahmen in den KRITIS-Sektoren IT und TK, Finanz- und Versicherungswesen sowie Medien und Kultur. Zusätzlich hinzugefügt sind die Kategorien, beziehungsweise Bereiche, Katastrophenschutzbehörden, Wald und Bau.

7.1 Sektor Energie

Baulich-technische Maßnahmen

Um auch bei Niedrigwasser Kohlelieferungen zu erhalten, erfolgen diese Lieferungen im Kohlekraftwerk in Karlsruhe unter anderem mit der Deutschen Bahn. Kohle kann darüber hinaus in einem Lager für Zeiten mit Lieferschwierigkeiten aufbewahrt werden (EnBW o.J.a). Um das Kohlekraftwerk auch bei hohen Wassertemperaturen im Rhein betreiben zu können, wird das Kühlwasser nach der Nutzung durch einen Kühlturm, ausgestattet mit 28 Ventilatoren, geleitet, bevor die Wiedereinleitung in den Fluss erfolgt. Der Kühlturm wird ab einer Rheintemperatur von mehr als 22,6 Grad Celsius genutzt (EnBW o.J.b). In einem fiktiven Szenario zu Klimawandel und Wetterextremen weisen HAHN et al. (2020: 17) auf eine mögliche Kühlwasserlösung hin, die unabhängig eines Flusses ist: Grubenwasser im Tagebau. Damit könnten Braunkohlekraftwerke betrieben werden, da es für Grubenwasser keine Beschränkungen der Temperatur beim Wiedereinleiten gibt. Zusätzlich haben Betriebe die Möglichkeit, bei dem für sie zuständigen Umweltministerium einen Antrag auf die Einleitung von wärmerem Kühlwasser als regulär gestattet zu stellen (Staatsministerium Baden-Württemberg 2018).

Zur Regulierung des Stromdurchflusses bei Freileitungen an heißen Tagen werden die Freileitungen überwacht und entsprechende regulierende Maßnahmen zum Durchfluss getroffen (TransnetBW GmbH o.J.).

Organisatorische Maßnahmen

Aufgrund extremer Hitze hat die iranische Regierung im August 2023 zwei Tage zu Feiertagen erklärt, damit die Menschen zuhause bleiben (können), aber auch wie bereits im Juni 2023 um Energie zu sparen; damals wurden die Arbeitszeiten der Regierungsbüros auf frühere Zeiten verlegt (Iranpress 2023). Auch im Jahr 2024 kam es im Iran wieder zu Schließungen von Regierungsbüros und Banken durch das Ausrufen eines Feiertages, unter anderem um Energie zu sparen. Der hohe Energiebedarf an Hitzetagen belastete das örtliche Energienetz enorm (Iran International 2024).

7.2 Sektor Transport und Verkehr

Baulich-technische Maßnahmen

Um dem Aufplatzen der Betonstart- und Landebahnen auf dem Flughafen Hannover vorzubeugen, wurde an heißen Tagen mit Traktoren und wassergefüllten Tankwagen eine Notkühlung durchgeführt (REIMER und STAUD 2021: 193).

Die Deutsche Bahn setzt auf technische, bauliche und organisatorische Maßnahmen, um gegen Hitze gewappnet zu sein. Hier stehen Klimaanlage in Zügen an erster Stelle. Diese werden in Zügen nachgerüstet oder alte Züge durch neuere mit Klimaanlage ersetzt. Klimaanlage finden sich außerdem nicht nur in Zügen, sondern auch bei Leit- und Sicherungstechnik in Stellwerken wieder. Als bauliche Maßnahmen wird an Außenverkleidungen von Schalthäusern gearbeitet und neue Dämmstoffe getestet, um die Innentemperatur bei hohen Außentemperaturen und Sonneneinstrahlung zu senken. Zum Schutz der Schieneninfrastruktur werden Schienen bei etwa 23 Grad Celsius geschweißt, um im Alltag bei Temperaturen zwischen -20 und +60 Grad Celsius zu bestehen. Im Jahr 2019 testete die Deutsche Bahn einen weißen Farbanstrich für Schienen, um die Temperatur durch die Sonneneinstrahlung zu verringern. Erste Tests zeigten eine Temperaturreduktion von etwa sieben Grad Celsius. Böschungsbrände sollen durch immer wiederkehrende Pflege vermindert werden. (DB 2020)

Für die Schifffahrt wird auf kleinere Schiffe gesetzt, um auch bei Niedrigwasser eine Transportmöglichkeit über Flüsse zu erhalten (REIMER und STAUD 2021: 206).

Organisatorische Maßnahmen

Bei der Deutschen Bahn finden regelmäßig Wartungen des Gesamtsystems, inklusive der Temperaturfühler und der Steuerung, statt. Temperatursensoren zeigen Änderungen an, sodass frühzeitig Techniker einschreiten können. An großen Bahnhöfen soll Trinkwasser in Flaschen vorgehalten und Servicepersonal gegebenenfalls durch die Bahnhofsmission oder Rettungsdienste unterstützt werden. Die Deutsche Bahn hat bereits im Jahr 2018 eine Expert*innengruppe eingeführt, um sich ausgehend von den Bedürfnissen der Deutschen Bahn zielgerichtet mit Naturgefahren auseinanderzusetzen zu können. Durch aktives Beobachten der Böschungen durch Bahnpersonal sollen Böschungsbrände schnellstmöglich entdeckt werden. (DB 2020)

7.3 Sektor Gesundheit

Baulich-technische Maßnahmen

In französischen Altenheimen wird mindestens ein Raum zur Verfügung gestellt, in welchem eine Klimaanlage die Temperatur regelt. Öffentliche kühle Orte können beispielsweise in großen Städten per Smartphone gesucht werden. Zur Verfügung können hier unter anderem Bibliotheken, Einkaufszentren oder Kirchen stehen. Oder es werden, wie in den USA, eigens Community Cooling Center für die Bevölkerung eingerichtet. In Katar wiederum gibt es sowohl öffentliche Wege für Fußgänger als auch ganze Fußballstadien, welche mit Klimaanlage ausgestattet sind. Allgemein ist es denkbar, dass Fußwege überdacht oder mit Vernebelungsmöglichkeiten ausgestattet werden. (REIMER und STAUD 2021: 50, 144ff)

Um Personen, die sich während bestehender Hitze im öffentlichen Raum aufhalten eine Möglichkeit zur Flüssigkeitsaufnahme zu geben, ist die Einrichtung von Trinkbrunnen denkbar. So installiert beispielsweise die Stadt Berlin im Sommer Trinkbrunnen (REIMER und STAUD 2021: 144). Smartphone-Applikationen und Internetseiten erleichtern das Auffinden von Trinkbrunnen oder auch Geschäften, bei denen kostenfrei Trinkwasser aufgefüllt werden kann (a tip:tap e.V. o.J.; wvgw o.J.).

Organisatorische Maßnahmen

In einigen europäischen Ländern gibt es die Empfehlung oder Anordnung zur Erstellung von Hitzeaktionsplänen. Dabei betreffen Maßnahmen beispielsweise vulnerable Gruppen. Um bei Hitze schnell die notwendige Betreuung zu ermöglichen, werden diese Personengruppen in Teilen der Schweiz bereits im Vorfeld identifiziert. In den USA gibt es die Möglichkeit eines Sorgentelefon, um besorgten Angehörigen oder Freunden eine Anlaufstelle zu bieten. Dabei können Hilfskräfte während Hitzewellen zu vermeintlich hilfsbedürftigen Personen gesendet werden, welche keine eigene personelle Unterstützung vor Ort haben und telefonisch nicht zu erreichen sind. Um zu der Zeit mit der stärksten Sonneneinstrahlung des Tages nicht außerhalb von Gebäuden zu sein oder sein zu müssen, ist in einigen Gegenden eine verlängerte Mittagspause üblich (Siesta), während der das öffentliche Leben temporär heruntergefahren wird. (REIMER und STAUD 2021: 50, 52, 144f)

Wegen einer zu hohen Luftverschmutzung, bedingt durch Sonne und Hitze, wurde in der französischen Region Grand Est die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit für Fahrzeuge auf mehrspurigen Straßen reduziert (RND 2022).

Weiterhin beschreiben RAPELI und MUSSALO-RAUHAMAA (2022: 426) in Finnland ein mögliches Umdenken bei Dienstleistungen für vulnerable Gruppen. Wenn diese Dienstleistungen als kritische Dienstleistungen gewertet werden würden, müssten die Anbieter um ihre Dienstleistungen zu erfüllen entsprechende Schutzmaßnahmen treffen. Gleichzeitig würden dadurch die Behörden in Extremsituationen entlastet und der Schutz der vulnerablen Gruppen erhöht werden.

Das Umweltbundesamt führt grundsätzlich Wälder als Erholungsort auf und spricht diesen zukünftig an heißen Tagen einen hohen Stellenwert für die persönliche Abkühlung zu (UBA 2021: 59).

7.4 Sektor Wasser

Baulich-technische Maßnahmen

Zur Sicherstellung der (Trink-)Wasserversorgung haben viele Städte bei einem Zusammenbruch der regulären Wasserversorgung die Möglichkeit, weiterhin Wasser zur Verfügung zu stellen. Dies geschieht durch Trinkwassernotbrunnen, von denen circa 5000 Stück in ganz Deutschland verteilt liegen. Diese haben jedoch unterschiedlich gute Wartungszustände und stehen daher möglicherweise nicht gesamtheitlich zur Verfügung (REIMER und STAUD 2021: 314). Als Handlungsempfehlung wird neben dem Ausbau daher auch die Instandhaltung der vorhandenen Notbrunnen gefordert (HAHN et al. 2020: 21). In Freiburg im Breisgau beispielsweise werden die Trinkwassernotbrunnen direkt mit Wasser aus Grundwasserquellen gespeist (Stadtfeuerwehrverband Freiburg e.V. o.J.). Die Notbrunnen sind vom Bund grundsätzlich als Trinkwassernotversorgung für den Verteidigungsfall vorbehalten, dürfen jedoch bei Bedarf auch außerhalb dessen genutzt werden (BBK o.J.k).

Die Notwendigkeit von Notbrunnen oder alternativen Möglichkeiten Wasser zu erhalten, zeigen Vorfälle aus den Jahren 2018 und 2020. Im Jahr 2018 musste die Feuerwehr in Kelkheim im Taunus mit Notschläuchen Wasser zur Verfügung stellen, da die öffentlichen Brunnen nicht mehr genug Wasser liefern konnten. (REIMER und STAUD 2021: 106f, 147)

Um einen Überblick über die vorhandene und sich durch Niederschlag neu bildende Grundwassermenge zu haben und dauerhaft zu erhalten, betreiben Wasserversorger beispielsweise eigene Klimastationen. Damit wird das Wetter überwacht und berechnet, wie viel Trinkwasser aus dem Grundwasser entnommen werden darf. (LW o.J.)

Organisatorische Maßnahmen

Einige Städte haben das Wässern des Rasens oder das Autowaschen untersagt, um Wasser zu rationieren. In einem Kreis in Nordrhein-Westfalen wiederum führten Angler Kontrollen durch, um zu überprüfen, ob Personen illegalerweise Wasser aus Gebieten entnehmen, in denen Fische leben. Zwei Jahre später wurde durch die Feuerwehr in einem Ort in Niedersachsen Wasser in Eimern ausgegeben und ebenfalls die Rationierung des vorhandenen Wassers vorgenommen. Während es in einigen Regionen zu wenig Wasser gab, wurden in dem Berliner Bezirk Neukölln die Feuerwehr, das THW und Wasserwerfer der Polizei aktiviert, um Bewässerungsmaßnahmen durchzuführen. Die Stadt Berlin ist darüber hinaus dazu übergegangen, die Bevölkerung mit in die Bewässerung der Stadtbegrünung einzubinden und animiert im Sommer dazu. (REIMER und STAUD 2021: 106f, 147)

Grundsätzlich helfen sich die Bundesländer bei Wassermangel gegenseitig im Rahmen ihrer Möglichkeiten und Verfügbarkeiten von Wasser (REIMER und STAUD 2021: 109f).

7.5 Sektor Ernährung

Baulich-technische Maßnahmen

Um den Hitzestress bei Milchkühen zu reduzieren, wurden auf einem Bauernhof in Norddeutschland Ventilatoren aufgestellt. Auch wurden die Kühe geduscht, um für die Tiere eine angenehmere Temperatur zu schaffen. (REIMER und STAUD 2021: 248)

7.6 Sektor Siedlungsabfallentsorgung

Organisatorische Maßnahmen

Um beispielsweise aus der Biotonne keine Gesundheitsgefahren erwachsen zu lassen, besteht unter anderem im unterfränkischen Landkreis Kitzingen die Möglichkeit der wöchentlichen Leerung (Landratsamt Kitzingen o.J.).

7.7 Sektor Staat und Verwaltung

Baulich-technische Maßnahmen

Um Kommunen eine zentrale Plattform zum Austausch über Maßnahmen zu geben, hat das BMG eine Webseite gefördert, die sich ausschließlich dem Hitzeschutz widmet. Ein Schwerpunkt sind kommunikativen Maßnahmen wie die Weitervermittlung von Hitzewarnungen des DWD und das Informieren über Gefahren, die durch Hitze entstehen. Die Kategorien der Maßnahmen sind von *vor* über *während es warm ist*, bis zu der *unmittelbaren Hitze* und *nachhaltigen Planungen* gegliedert. (IPASUM o.J.)

Organisatorische Maßnahmen

In Kanada hat das Institute for Catastrophic Loss Reduction Maßnahmen aus mehreren Kommunen zusammengetragen und zwei zentrale Punkte ausgearbeitet. Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, gibt es für die Kommunen Maßnahmen zur Prävention, bevor es zu einer Hitzewelle kommt, sowie reaktive Maßnahmen bei einem akuten Hitzealarm. Sowohl die Prävention als auch die akuten Maßnahmen sind in der Abbildung jeweils mit Unterschriften beschrieben. Organisation und Kommunikation sind demnach wesentliche Punkte, damit akute Maßnahmen bei einer Hitzewelle umgesetzt werden können. (GUILBAULT et al. 2016: 4, 11)

Im Rahmen eines fiktiven Szenarios zum Klimawandel und Wetterextremen werden durch HAHN et al. (2020: 13) verschiedene Maßnahmen der dortigen Behörden vorgestellt. Beispielsweise werden lokale Kontaktbüros eingerichtet, in denen sich die Bevölkerung vor Ort über Selbstschutzmaßnahmen, Vorsorge und Bewältigung von Ereignissen informieren kann. Auch sind Nachbarschaftshilfen eingerichtet, die beispielsweise in der Pflege unterstützen, wenn Pflegedienste überlastet sind. Eigenvorsorge wird als essentielles Mittel zur Reduktion der Risiken dargestellt.

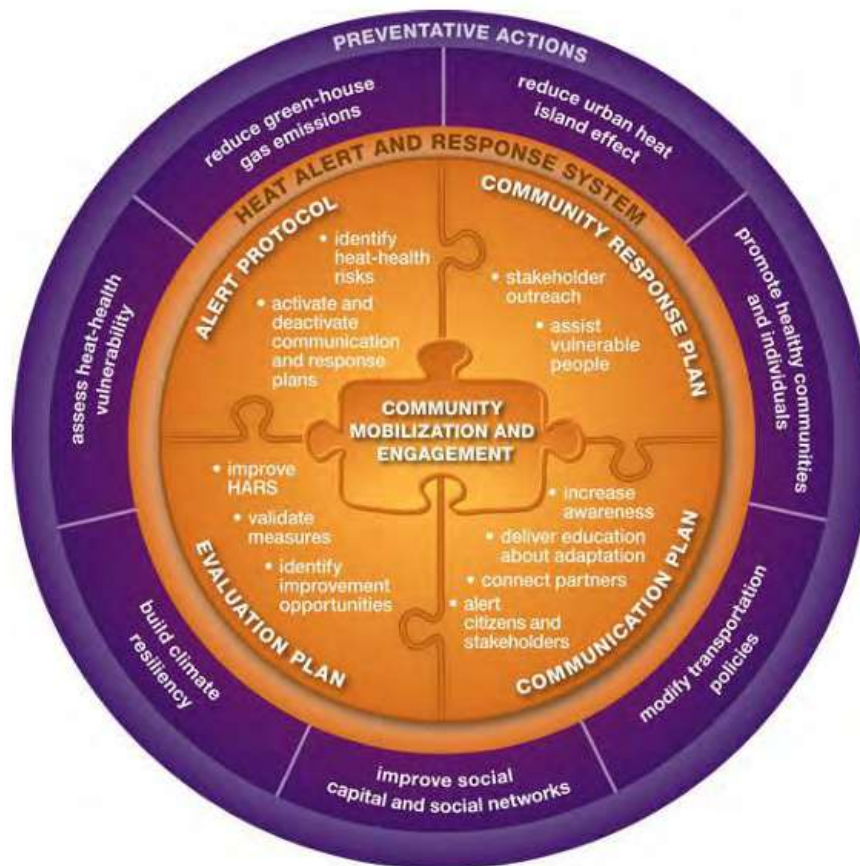


Abbildung 4: Präventionsmaßnahmen und das Hitzealarm- und Reaktionssystem von Kommunen in Kanada (GUILBAULT et al. 2016: 4).

7.8 Katastrophenschutzbehörden

Baulich-technische Maßnahmen

Im Rahmen eines Hitzeaktionsplanes hat der Landkreis Ludwigsburg in Baden-Württemberg mehrere Maßnahmen zur Vermeidung und Abmilderung der Folgen von Hitze der Bevölkerung zur Verfügung gestellt. Darin finden sich unter anderem Maßnahmen der Abteilung des Bevölkerungsschutzes wieder, wie die Schaffung einer Trinkwasserreserve, auf die der Landkreis Zugriff hat. Vorgesehen sind auch Katastrophenschutz-Busse, welche durch Klimatisierung als kühle Orte fungieren können sowie die Vorhaltung von mobilen Klimaanlage. (Landratsamt Ludwigsburg 2024: 27, 32)

In Handlungsempfehlungen zur Bewältigung von Hitzeereignissen wird die Diskussion um die Sinnhaftigkeit der föderalen Strukturen im Katastrophenschutz bei nationalen Gefahrenlagen aufgeworfen. Denkbar wären dabei beispielsweise mehr Koordinationsaufgaben auf Bundesebene, aber auch technische Möglichkeiten müssten ausgebaut werden. Insbesondere die gesamte Trinkwasserstruktur, von der Aufbereitung über den Transport bis zur Ausgabe, müsste erweitert werden (HAHN et al. 2020: 19f). Mit der Bildung einer Einheit des Zivilschutzes ist der Bund beispielsweise der Forderung nach der Erweiterung der Trinkwasserstruktur in Teilen nachgekommen. Die Medizinische Taskforce des Bundes ist eine Einheit, die

sanitätsdienstliche Tätigkeiten unabhängig der vorhandenen Infrastruktur vor Ort gewährleisten soll. Dazu gehört unter anderem die Sicherstellung des Transportes und die Reinigung von Trinkwasser (SCHMIDT et al 2018: 106).

Organisatorische Maßnahmen

Katastrophenschutzbehörden besitzen als besondere Aufbauorganisationen einen Verwaltungsstab für administrativ-organisatorische Aufgaben und für operativ-taktische Aufgaben einen Führungsstab oder eine Technische Einsatzleitung gemäß § 2 Absatz 2 LKatSG (1999). Der Verwaltungsstab kann sich ereignisbezogen, entsprechend der Verwaltungsvorschrift der Landesregierung und der Ministerien zur Bildung von Stäben bei Außergewöhnlichen Einsatzlagen und Katastrophen (VwV Stabsarbeit 2024), aus folgenden Verwaltungsstabsbereichen (im Folgenden: VB) zusammensetzen:

- VB 1 – Innerer Dienst
- VB 2 – Lage und Dokumentation
- VB 3 – Bevölkerungsinformation und Medienarbeit
- VB 4 – Sicherheit und Ordnung
- VB 5 – Bevölkerungsschutz
- VB 6 – Gesundheit
- VB 7 – Umwelt und Energie
- VB 8 – Landwirtschaft, Forst, Veterinär- und Lebensmittelwesen,
Markt und Ernährung
- VB 9 – Straßenwesen und Verkehr
- VB 10 – Schulwesen
- VB 11 – Wirtschaft
- VB 12 – Inneres
- VB 13 – Liegenschaften und Finanzen
- VB 14 – Justiz und Migration
- VB 15 – Hochschulwesen, Forschung und Kunst
- VB 16 – Landesentwicklung und Wohnen

Mit diesem Aufbau soll jede Lage bewältigt werden können, daher gilt der Verwaltungsstab grundsätzlich als vorhandene Maßnahme in und für Behörden.

Ein Führungsstab kann bei größeren Einsätzen die Einsatzleitung unterstützen. Er besteht aus den Sachgebieten (im Folgenden: S) (FwDV 100 1999:13):

- S1 – Personal/Innerer Dienst,
- S2 – Lage,
- S3 – Einsatz,
- S4 – Versorgung und sofern es der Einsatz erfordert aus den weiteren Sachgebieten
- S5 – Presse und Medienarbeit sowie
- S6 – Information und Kommunikation.

Zum Schutz der Bevölkerung wurden in Indien infolge extrem heißer Tage behördliche Ausgangssperren verfügt und zu bestimmten Zeiten Tätigkeiten, wie Baumaßnahmen, im Freien verboten (Bundesärztekammer und Kassenärztliche Vereinigung 2019).

7.9 Bereich Wald

Baulich-technische Maßnahmen

Maßnahmen, um Waldbrände schnellstmöglich einzudämmen oder zu löschen, sind einerseits eine Brandfrüherkennung mittels Sensoren und Kameraüberwachung und andererseits effiziente Löschmittel. So wird in bisher bereits stark betroffenen Bundesländern in neue Löschfahrzeuge investiert, welche auf die Bedingungen in Wäldern und auf Waldwegen besser ausgelegt sind, als die bisher genormten Löschfahrzeuge für die Stadt. (REIMER und STAUD 2021: 304f)

Organisatorische Maßnahmen

Besteht die Gefahr, dass sich Brände in Richtung bewohntem Gebiet ausbreiten, sind, wie in anderen Ländern, Evakuierungen möglich. Beispielsweise sind in Kanada Evakuierungen aufgrund von Waldbränden keine Seltenheit und die Bevölkerung bereitet sich dementsprechend vor. (REIMER und STAUD 2021: 129f)

Um ein tieferes Verständnis und neue Methoden oder Maßnahmen zu entwickeln, finden im Bereich der Waldwirtschaft Forschungen und Weiterbildungen statt. Unter anderem sollen Waldbesitzer oder Waldbewirtschafter besser qualifiziert werden, um den Wald zu erhalten und zu schützen (UBA 2021: 61). Auch könnten Risikoanalysen wie die des Deutschen Bundestages (2019) zum Thema Dürre zur besseren Risikowahrnehmung beitragen. Als indirekte Schutzmaßnahme gibt es zur Risikoübertragung beispielsweise Waldbrandversicherungen (UBA 2021: 61).

7.10 Bereich Bau

Baulich-technische Maßnahmen

Für Außenbereiche in Kindergärten oder Spielplätze können Sonnensegel die Sonneneinstrahlung reduzieren. Ebenso sind Bereiche in denen sich Menschen gegebenenfalls länger aufhalten (müssen), wie Wartehäuschen bei Bussen oder Bahnsteige, bestmöglich zu überdachen und von Glaswänden Abstand zu nehmen. Ein weiterer Schritt für die Reduzierung von Hitze in Städten ist das Weißstreichen von Gebäudefassaden sowie Dächern oder deren Begrünung. Grundsätzlich können Baumaßnahmen, wie weiter rausragende Dächer oder Sonnenschutzverglasungen, für Schatten und geringere Innentemperaturen sorgen. (REIMER und STAUD 2021: 144f, 151f)

8 Hitze als Katastrophe

Wenn „[...] sich Hitzewellen zu den entscheidendsten Extremwettern entwickeln [werden] [...]“ (REIMER und STAUD 2021: 184) und das MCKinsey Global Institute unter anderem „[...] vor unvorstellbaren Hitzewellen [warnt] [...]“ (REIMER und STAUD 2021: 316), muss über eine mögliche Hitze-Katastrophe nachgedacht werden.

Grundsätzlich gilt, dass Naturereignisse an sich keine Katastrophe darstellen. Erst die Anwesenheit von Schutzgütern, wie beispielsweise das menschliche Leben, können bei einem Naturereignis zu einer Katastrophe führen. Jedoch wird nicht von einer *Naturkatastrophe* gesprochen, da ein (Natur)Ereignis für die Natur selbst keine Katastrophe darstellt, sondern nur für den anwesenden Menschen, beziehungsweise die von diesem definierten Schutzgüter. Die Natur selbst ist demnach nicht für eine Katastrophe verantwortlich (DKKV 2023). SCHWANKE et al. schreiben daher: „Erst die Folgen machen Hitze und Dürre zur Katastrophe“ (SCHWANKE et al. 2009: 191). REIMER und STAUD gehen davon aus, dass in Zukunft im Sommer der Katastrophenfall ausgerufen werden wird und Krisenstäbe ihre Arbeit aufnehmen. Dabei werden Telefonhotlines und Kühlinseln in der Öffentlichkeit aktiviert, um die Folgen zu bewältigen (REIMER und STAUD 2021: 56).

Im Folgenden wird die gesetzliche Grundlage einer Katastrophe im Bundesland Baden-Württemberg betrachtet.

Eine Katastrophe wird durch einen Organisationsakt einer Behörde festgestellt. Damit einhergehend werden weitere Maßnahmen zur Bewältigung des Ereignisses, beispielsweise in Baden-Württemberg geregelt im LKatSG, ermöglicht (ZIMMERMANN und GACKENHOLZ 1980: 88f). Darin ist, wie in Kapitel 2.2 aufgeführt, festgehalten, dass eine „Katastrophe im Sinne dieses Gesetzes [...] ein Geschehen [ist], das Leben oder Gesundheit zahlreicher Menschen oder Tiere, die Umwelt, erhebliche Sachwerte oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung in so ungewöhnlichem Maße gefährdet oder schädigt, dass es geboten erscheint, ein zu seiner Abwehr und Bekämpfung erforderliches Zusammenwirken von Behörden, Stellen und Organisationen unter die einheitliche Leitung der Katastrophenschutzbehörde zu stellen.“ (LKatSG 1999/2020: § 1 (2))

Durch die Feststellung der Katastrophe durch eine Katastrophenschutzbehörde kann als Rechtsfolge das LKatSG angewandt werden. Dafür müssen jedoch die Merkmale einer Katastrophe erfüllt sein. Diese können in drei Teile aufgegliedert werden. Demnach werden Schutzgüter geschädigt, eine einheitliche Führung benötigt und die vorhandenen Ressourcen reichen für die Bewältigung nicht aus (GUSY 2013: 208). „Ein Geschehen“ wird dabei als „[...] ein entscheidendes, folgeschweres und in seiner Bewältigung ungewöhnlich aufwändiges Unglücksereignis“ (GUSY 2013: 208) beschrieben. In Tabelle 3 wird diese Aufgliederung in Tabellenform aufgezeigt.

Tabelle 3: Aufgliederung der Definition einer Katastrophe (LKatSG 1999/2020: § 1 (2); Gusy 2013: 208).

Ausschnitt aus dem LKatSG § 1 Absatz 2 (1999/2020)	Aufschlüsselung nach Gusy (2013: 208)
„[...] ein Geschehen	Folgeschweres, ungewöhnlich aufwändig zu bewältigendes Unglücksereignis
das Leben oder Gesundheit zahlreicher Menschen oder Tiere, die Umwelt, erhebliche Sachwerte oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung	Geschädigte Schutzgüter
in so ungewöhnlichem Maße gefährdet oder schädigt, dass es geboten erscheint, ein zu seiner Abwehr und Bekämpfung erforderliches Zusammenwirken von Behörden, Stellen und Organisationen	Vorhandene Ressourcen zur Bewältigung sind nicht ausreichend
unter die einheitliche Leitung der Katastrophenschutzbehörde zu stellen.“	Einheitliche Führung

Dabei ist zu beachten, dass die vorhandenen Ressourcen durchaus von Ort zu Ort unterschiedlich sind. Ein und dasselbe Ereignis kann demnach für einen Bereich oder eine Organisation eine Katastrophe, für einen anderen Bereich oder Organisation jedoch lediglich ein größeres Ereignis, darstellen (Gusy 2013: 210). So hat das Innenministerium Baden-Württemberg in einem Entwurf zu dem ersten Landesgesetz über den Katastrophenschutz eine Katastrophe begrifflich so definiert, dass zuerst ausgeschlossen wird, was keine Katastrophe darstellt. So sind alle Ereignisse, die mit den normalen, täglichen Einsatzmitteln der Gefahrenabwehr bewältigt werden können, keine Katastrophe im Sinne des Gesetzes. Zur näheren Bestimmung was eine Katastrophe darstellen kann wird aufgeführt, dass für die Bekämpfung eines Ereignisses besondere Einheiten notwendig sein müssen. Ein besonders schweres Ereignis, das sich über eine größere Fläche erstreckt und mehr Einheiten als bei der üblichen Nachbarschaftshilfe erfordert, wurde als Beispiel aufgeführt. Die einheitliche Leitung durch eine Katastrophenschutzbehörde wurde im Jahr 1977 explizit als Voraussetzung ausgeschlossen und als logischer Schluss aus den Merkmalen einer Katastrophe verstanden (IM BW 1977: 56f). Erst im Jahr 1986 wurde dieser Umstand durch den Landtag von Baden-Württemberg geändert und der entsprechende Passus in die Definition der Katastrophe aufgenommen. Der Gesetzgeber, der das LKatSG beschlossen hat, führt drei zum Teil abweichende Punkte gegenüber der in Tabelle 3 aufgeführten Punkte auf, welche wesentlich sind, damit ein Ereignis eine Katastrophe gemäß § 1 Absatz 2 LKatSG darstellt. Dabei wird die *erforderliche Zusammenarbeit von mehreren Behörden, Stellen und Organisationen*, die *Notwendigkeit der einheitlichen Führung* sowie die *Durchführung dieser explizit durch eine Katastrophenschutzbehörde* genannt. Hierbei gilt das Subsidiaritätsprinzip, wonach jede Führungs- oder Leitungsposition in ihrem Bereich zunächst alle ihr zur Verfügung

stehenden Maßnahmen ausschöpfen muss, bevor eine Ebene darüber die Führung übernimmt oder Maßnahmen ergreift (Landtag von Baden-Württemberg 1986: 4, 32).

Insgesamt wird die Definition der Katastrophe im LKatSG als Legaldefinition bezeichnet. Dabei wird die Katastrophe mit unbestimmten Rechtsbegriffen sowohl objektiv als auch subjektiv umschrieben (ZIMMERMANN und GACKENHOLZ 1980: 37). In Tabelle 4 wird ein Zuordnungsversuch unternommen, um die einzelnen Merkmale einer Katastrophe in objektiven und subjektiven Kategorien einzuordnen.

Tabelle 4: Zuordnungsversuch objektiver und subjektiver Merkmale einer Katastrophe (in der linken Spalte fett gedruckt) gemäß LKatSG (1999/2020: § 1 (2)).

**Ausschnitt aus dem LKatSG § 1 Merkmal
Absatz 2 (1999/2020)**

„[...] ein Geschehen,	objektiv: (ein Ereignis) subjektiv: (folgeschwer, ungewöhnlich aufwendig zu bewältigen) (GUSY 2013: 208).
das Leben oder Gesundheit	objektiv
zahlreicher	subjektiv
Menschen oder Tiere, die Umwelt,	objektiv (beispielsweise beziehen sich Schäden in/an der Umwelt, gemäß dem Gesetzesentwurf der Landesregierung, ausschließlich auf durch Störfallbetriebe ausgelöste Schäden (Landtag von Baden-Württemberg 1999: 10f))
erhebliche	subjektiv
Sachwerte oder die	objektiv
lebensnotwendige	subjektiv
Versorgung der Bevölkerung	objektiv
in so ungewöhnlichem Maße gefährdet oder schädigt,	subjektiv
dass es geboten erscheint, ein zu seiner Abwehr und Bekämpfung erforderliches Zusammenwirken von Behörden, Stellen und Organisationen unter die einheitliche Leitung der Katastrophenschutzbehörde zu stellen.“	subjektiv (Beurteilung durch die Behörde mit Beurteilungsspielraum; Verknüpfung des Vorliegens einer Katastrophe mit der Notwendigkeit, dass die einheitliche Leitung durch die Katastrophenschutzbehörde erforderlich ist (ZIMMERMANN und GACKENHOLZ 1980: 37f, 42))

Teil C – Ergebnisse der Expert*inneninterviews

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Expert*inneninterviews dargestellt. Es wird auf die Folgen von Hitze für die KRITIS sowie den (möglichen zukünftigen) Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen, sowohl auf Seiten der KRITIS als auch von Katastrophenschutzbehörden und den Bereichen Wald und Bau, eingegangen. Weiterhin werden die Ergebnisse zur Bewertung einer Hitze-Katastrophe aufgezeigt. Der Abschnitt gibt die Inhalte der Expert*inneninterviews wieder und äußert weder Zustimmung oder Ablehnung noch allgemeine Gültigkeit zu den Folgen, Maßnahmen oder der Bewertung einer Hitze-Katastrophe. Um Aussagen zu untermauern wurden teilweise Quellen hinterlegt und diese entsprechend gekennzeichnet.

9 Folgen von Hitze für die Kritische Infrastruktur

Aus den Expert*inneninterviews ergaben sich keine direkten Folgen von Hitze für den Finanz- und Versicherungssektor, den Sektor Siedlungsabfallentsorgung und den Sektor Staat und Verwaltung. Gleichwohl wurden jedoch allgemeine Folgen erörtert, die unter anderem beinhalten, dass insofern alle KRITIS von Hitze betroffen sind, dass in ihnen Menschen arbeiten, die wiederum von Hitze betroffen sind. Dabei geht es weniger um die gesundheitliche Gefahr für den Menschen an sich und mehr um die Folge, die daraus entsteht, nämlich dass für (kritische) Dienstleistungen Menschen benötigt werden, die für diese nur eingeschränkt oder nicht mehr zur Verfügung stehen, wodurch die KRITIS ebenso in ihren kritischen Dienstleistungen eingeschränkt werden. Insbesondere wurde in den Expert*inneninterviews die Wahrnehmung von Hitze angesprochen, die im Weiteren dargestellt wird. Im Anschluss wird auf die Folgen für die einzelnen KRITIS eingegangen.

9.1 Wahrnehmung von Hitze als Gefahr

Im Allgemeinen werden hohe Temperaturen als etwas Gutes wahrgenommen: es regnet nicht, für das Schwimmbad soll es gutes Wetter geben und bei sonnigem Wetter gibt es Eis zu essen. Negative Auswirkungen von Hitze spüren die meisten Menschen nicht. Oftmals betrifft es eher Menschen, die beruflich von Wetter und Klima abhängig sind, wie etwa Landwirte und Fährbetreiber. Persönliche Schutzmaßnahmen vor Hitze im privaten Hausbau sind nicht vorgeschrieben und werden oftmals nicht beachtet oder in Erwägung gezogen, da das Bewusstsein für die Gefahr nicht besteht.

Hitze wird im Vergleich zu anderen Naturgefahren tendenziell eher weniger als Gefahr, sondern eher als saisonales Problem betrachtet. Entsprechende (Gesundheits-) Warnungen in den öffentlichen Medien finden oft mit Bildern statt, die die Gefahr nicht hervorheben. So wurden Artikel im Zusammenhang mit Tropennächten mit einem Bild vom Blumengießen (Abbildung 5) (SWR 2025) und eine Hitzewarnung mit einem Bild im Schwimmbad (Abbildung 6) dargestellt. Dabei wurde im letzten Artikel sogar insbesondere vor den Gefahren von Hitze für ältere Personen und auf Maßnahmen wie ausreichendes Trinken und dem Vermeiden von direkter Sonneneinstrahlung hingewiesen (GREINER 2025). Im ersten Artikel zur Ankündigung der ersten

Tropennacht wird von Tageshöchstwerten von bis zu 35 Grad Celsius und Nachttemperaturen von mindestens 20 Grad Celsius geschrieben. Eine Warnung wird in diesem Artikel jedoch nicht ausgesprochen (SWR 2025).



Nach kühlem Schauerwetter

Sonne, Hitze, Tropennächte: Der Sommer hält Einzug in BW

Abbildung 5: Mitteilung über Tropennächte und Hitze am Tag im Südwestrundfunk (SWR 2025).



Abbildung 6: Hitzewarnung in der Hannoverischen Allgemeinen (GREINER 2025).

Öffentliche Warnungen sind insbesondere für vulnerable Gruppen von größter Wichtigkeit. REIMER und STAUD (2021: 135f, 139ff) zählen zu der vulnerablen Gruppe hinsichtlich Hitze *kleine Kinder* und *ältere* sowie *krankte Personen*. Der DWD (o.J.b) fügt noch *Stadtbewohner* hinzu, für die besondere Warnungen ausgegeben werden. Weitere Gruppen, wie Schwangere, finden sich hier erstmal nicht wieder, auch wenn diese höchstwahrscheinlich ebenfalls vulnerabel gegenüber Hitze sind. Laut einer Aussage in den Expert*inneninterviews, identifizierte eine Studie über die Wohnsituation von Studierenden in Städten auch Studierende als vulnerable Gruppe. Diese wohnen überproportional oft in Dachgeschosswohnungen, welche sich besonders stark aufheizen.

9.2 Allgemeine Folgen von Hitze

Verschiedene Aussagen der Expert*innen lassen sich den allgemeinen Folgen von Hitze zuordnen. Laut deren Einschätzung betreffen diese alle KRITIS gleichermaßen. Hierzu zählt die menschliche Arbeitskraft. In jeder KRITIS arbeiten Menschen, welche von Hitze betroffen sein können, sowohl im Privatbereich als auch an der Arbeitsstätte. Hierbei ist von einer Leistungsreduktion bei Hitze auszugehen. Weiterhin ist der Zustand der Infrastrukturen im Allgemein und der Materialien zu betrachten und auf Hitzeresistenz zu bewerten. Auch elektronische Bauteile, die in vielen KRITIS genutzt werden und notwendig sind, haben einen entsprechenden Kühlbedarf, der bei steigenden Temperaturen zunimmt. Zudem wurde Hitze als Flächenlage bewertet und wirkt sich somit immer auf einen größeren Bereich aus. Es wird vermutet, dass größere KRITIS wahrscheinlich bessere Vorsorgemaßnahmen getroffen haben als kleinere KRITIS, da sie mehr Erfahrung und andere finanzielle Ressourcen besitzen, um sich vorzubereiten.

9.3 Sektor Energie

Zu der Betroffenheit des KRITIS-Sektors Energie wurden im Rahmen der Interviews unterschiedliche, teils widersprüchliche Aussagen getroffen. Während manche Expert*innen keine direkten Folgen von Hitze auf die Unternehmen im Energiesektor sehen und von einer guten Funktionalität bei Hitze ausgehen, sehen andere Expert*innen Herausforderungen auf verschiedenen Ebenen. So wird die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik- und Klimaanlage im Dauerbetrieb kritisch betrachtet. Der erhöhte Energieverbrauch durch Klimaanlage könne zwar durch eine erhöhte Einspeisung durch erneuerbare Energien ausgeglichen werden, wenngleich jedoch Photovoltaikanlagen bei kühleren Temperaturen besser funktionieren würden. Gleichzeitig könne es problematisch für das Stromnetz sein, wenn es zu hohe Einspeisungen durch Photovoltaikanlagen gäbe. Daher wird in diesem Zusammenhang auch auf einen möglichen unvorhergesehenen, flächendeckenden Stromausfall oder notwendige rollierende Abschaltungen von Verbrauchern zur Stabilisierung des Stromnetzes hingewiesen. Weiterhin würde die Waldbrandgefahr durch erhitzte Stromleitungen steigen und somit die dort vorhandene Energieinfrastruktur gefährden.

Niedrigwasser ist bei Kohlelieferungen für Kohlekraftwerke problematisch und ein regelmäßiges, jährlich auftretendes Problem in der Energieproduktion. Zudem spielt die Wassertemperatur eine wesentliche Rolle für die Kühlwassernutzung in Kraftwerken und Werksanlagen. Hierbei seien gegebenenfalls Abschaltungen, wie sie in der Vergangenheit bei Kernkraftwerken in der Schweiz und in Frankreich vorkamen, notwendig. Die Wassertemperatur wird daher durchgehend überwacht. Dies ist nicht nur im Sommer wichtig, sondern auch in den Wintermonaten darf das wiedereingeleitete Wasser nur bestimmte Temperaturen haben, um die Organismen im Wasser nicht zu gefährden.

Abschließend können hitzebedingte Ernteaufschläge von beispielsweise Mais zur Energieproduktion für Biogasanlagen zu Einschränkungen in der Energieversorgung führen.

9.4 Sektor Informationstechnik und Telekommunikation

In dem Sektor IT und TK sind Kabel und technische Komponenten wesentliche Bestandteile und stehen im Fokus der Gefahren von Hitze. Durch das Zusammenziehen des Bodens durch Wassermangel infolge von Dürre, unterstützt oder ausgelöst durch Hitze, können Kabel beschädigt werden. Ebenso können IT-Geräte geschädigt werden, da diese nur in bestimmten Temperaturbereichen arbeiten oder betrieben werden können. So kann extreme Hitze Rechenzentren und ähnliche Infrastrukturen durch Überhitzung der Systeme beeinträchtigen und Komponenten können durch die Anstauung von Hitze Schaden nehmen. Daher steigt sowohl der Energiebedarf für Kühlungen, als auch gegebenenfalls der Wasserbedarf bei wassergekühlten Systemen.

9.5 Sektor Transport und Verkehr

Hinsichtlich dem Sektor Transport und Verkehr gilt allgemein, dass die Verkehrsinfrastruktur in der Fläche verteilt ist und somit eine Überwachung oder ein Schutz schwerfällt oder sogar unmöglich erscheint.

Im Schienentransport sind Gleisverschiebungen oder -verformungen möglich, welche zu einem Ausfall der Strecke oder zu Geschwindigkeitsbeschränkungen führen können. Weiterhin sind Eisenbahnbrücken möglicherweise von Ausdehnungen betroffen und gegebenenfalls in ihrer Statik verändert. Hitze kann Oberflächengewächse trocken werden lassen, was die Gefahr von Böschungsbränden steigert, ausgelöst beispielsweise durch Bremsmanöver von Zügen. Auch können die Oberleitungen, ähnlich der Freileitungen bei der Energieversorgung, beeinträchtigt werden und in der Folge (zu stark) durchhängen. Für das Personal und Fahrgäste kann sich sowohl in Fern- und Regionalzügen und im öffentlichen Personennahverkehr allgemein eine gesundheitliche Gefährdung durch zu schwache oder ausfallende Klimaanlage ergeben.

Bei dem Transport auf Wasserstraßen sind Niedrigwasserstände problematisch, da diese die Transportkapazitäten einschränken und gegebenenfalls eine Verlagerung

des Transportes auf die Schiene oder Straße notwendig machen. Diese zusätzliche Belastung der beiden Verkehrswege führt möglicherweise zu einem Nutzungskonflikt in deren Folge eine Einschränkung der Versorgung der Bevölkerung steht.

Zuletzt können die Straßen sowohl durch Blow-Ups oder weichem Asphalt unpassierbar, nur teilweise oder unter Vorsicht nutzbar werden. Gleichzeitig können sich Brücken, die häufig aus Stahl sind, gegebenenfalls durch Ausdehnungen in ihrer Statik verändern.

9.6 Sektor Gesundheit

Zur Sicherstellung der Funktionalität der Gesundheitsversorgung wurde noch einmal besonders die Eigenbetroffenheit des Personals hervorgehoben, da bereits unabhängig von Hitze insgesamt wenige Personalressourcen vorhanden seien. Mit der Dauer einer Hitzewelle steigen aufgrund der reduzierten Leistungsfähigkeit Personalprobleme in Kliniken und häufige Personalwechsel werden notwendig. Weiterhin wird auch hier die gegebenenfalls alte Bausubstanz von Krankenhäusern angesprochen, die nur wenig Isolierung gegen Hitze bietet. Dadurch ist entweder die Kühlung in den Gebäuden eingeschränkt oder der Energiebedarf durch Klimageräte steigt. Betroffene Bewohnende von Alten- und Pflegeheimen würden zuallererst durch die Institution selbst Betreuung und Linderung erfahren. Aber in der Folge, wenn keine Minderung der Hitze eintritt, würde es aufgrund der medizinischen Notwendigkeit auch Arztpraxen sowie Krankenhäuser betreffen und gegebenenfalls überlasten. Dies könne nicht nur durch steigende Behandlungszahlen geschehen, sondern auch durch eine Zunahme der Sterblichkeit. Ein Anstieg von Krankheitsfällen bei Hitze kann auch anderweitig verursacht werden. Durch eine hohe Verdunstung aufgrund der Hitze, kann Ungeziefer, wie Ratten, aber auch Wildtiere auf der Suche nach Wasser näher an Siedlungen und in bebauten Gebiet vordringen; somit steigt die Gefahr von Seuchen sowie die Krankheitsübertragung von Tieren auf den Menschen.

Neben dem Faktor Mensch sind die Aufbewahrung und der Transport von kühlpflichtigen Medikamenten beachtenswert. Medikamente, die sonst bei Raumtemperatur gelagert und bei moderaten Außentemperaturen transportiert werden können, werden bei höheren Temperaturen kühlpflichtig und verlieren bei Erwärmung womöglich ihre medizinische Wirkung. Dieser Umstand ist möglicherweise nicht allen Patienten bewusst.

9.7 Sektor Medien und Kultur

Bei der Betrachtung des Sektors Medien und Kultur fällt eine enge Verknüpfung mit dem Sektor Gesundheit auf. Grundsätzlich könnten bei Hitze Veranstaltungen im Außenbereich zu bestimmten Zeiten nicht möglich sein. Archäologische Kulturstätten, wie in Griechenland, müssen gegebenenfalls für bestimmte Zeiträume geschlossen werden und können währenddessen nicht betreten werden (ZEIT ONLINE GmbH 2024). Großveranstaltungen im Außenbereich sind gegebenenfalls wegen einer

(möglichen) Überlastung des Sanitätsdienstes vor Ort nur noch eingeschränkt oder nicht mehr möglich.

9.8 Sektor Wasser

Überlegungen und Berichte zu Hitzegefahren hinsichtlich des KRITIS-Sektors betreffen sowohl die Trinkwassersicherheit als auch die -versorgung. Bei den Expert*inneninterviews gab es unterschiedliche Aussagen zur Versorgungssicherheit mit Trinkwasser. Grundsätzlich sei die Trinkwasserversorgung in Deutschland sicher. Bei großen Hitzeereignissen wurde die Versorgungssicherheit mit Trinkwasser jedoch auch infrage gestellt, da nicht alle Versorger gleich gut aufgestellt und auf Hitzeereignisse vorbereitet sind. Bei Hitzewellen kann der Grundwasserspiegel sinken während gleichzeitig der Wasserbedarf ansteigt. Die Menge an Grundwasserneubildung ist wichtig für die Gewinnung von Trinkwasser aus dem Grundwasser, da nur bestimmte Prozentsätze an Wasser aus den Grundwasserspeichern entnommen werden dürfen. Die Abnahmekontingente der Wasserversorger sind wasserrechtlich festgelegt, denn neben dem Trinkwasserbedarf sind noch weitere Abnehmer von Grundwasser vorhanden, wie Bäche oder Flüsse und die Landwirtschaft. Regelmäßige Einschränkungen in der Landwirtschaft und bei Privathaushalten mit Bewässerung des Gartens gibt es schon heute. Die Wasserversorgung kann insgesamt quantitativ und qualitativ betrachtet werden: zwar gäbe es mehr Niederschläge im Sommer, aber durch Hitze gäbe es noch mehr Verdunstung als Niederschlag und die Steigerung der Oberflächentemperatur führt ab circa 25 Grad Celsius zu Bildung von Mikroorganismen wodurch Trinkwasser verunreinigt wird.

Weiterhin können infolge von Hitze in Zusammenhang mit Dürre Bodenzusammenziehungen auftreten, die Rohre der Wasser- und Abwasserversorgung beschädigen und so Leckagen verursachen.

9.9 Sektor Ernährung

Der Sektor Ernährung steht in engem Zusammenhang mit der Gesundheit von Menschen und Tieren, sowohl hinsichtlich des Erkrankungsrisikos durch verdorbene Lebensmittel als auch im Hinblick auf die Sicherung einer ausreichenden Verfügbarkeit von Nahrung zur Vermeidung von Mangelernährung oder -erscheinungen. Zur Sicherstellung der Produktqualität und -sicherheit müssen Lebensmittel entsprechend gelagert werden. Bei Hitze entsteht bei entsprechend gekühlten Produkten ein Mehrbedarf an Energie, um die Kühlleistung in Kühlhäusern gewährleisten zu können. Auch im Transport steigt möglicherweise der Kühlaufwand, um die Kühlkette einzuhalten. Insbesondere bei feuchter Hitze könnten Getreideprodukte und Hülsenfrüchte verderben, wenn die Verpackung mangelhaft ist und Feuchtigkeit eindringt. Möglicherweise kommt es zu Ernteaufällen bei regionalen Produkten wie Getreide oder bei Obstbäumen, je nachdem in welcher Phase des Wachstums die Hitze auftritt. Daraus könnten Lebensmittelmängel und Lieferengpässe entstehen.

Neben der Landwirtschaft fällt auch die Nutztierhaltung in den Ernährungssektor. In der Tierhaltung entsteht sowohl ein Mehrbedarf an Trinkwasser für die Tiere als auch an Kühlung. In Ställen muss die Temperatur überwacht werden, worauf die Landwirtschaft womöglich nicht vorbereitet sei. Hierbei wurde die Frage aufgeworfen, ab wann von einer Gefährdung der Tiere und Tierquälerei gesprochen werden kann oder muss.

9.10 Bereich Wald

Bei Hitze steigt die Waldbrandgefahr, denn durch Hitzestress sind Bäume angreifbarer und durch die hohe Umgebungstemperatur kann die Entzündungstemperatur zur Brandentstehung schneller erreicht werden (gleichzeitig muss dazu die Lufttemperatur sowie die Luftfeuchtigkeit mit betrachtet werden). Hohe Temperaturen bei Freileitungen zur Stromversorgung können dabei Waldbrände verursachen.

9.11 Bereich Bau

Abschließend kann auch die Bebauung auf vielfältige Art und Weise von Hitze betroffen sein. Gebäude können durch von Hitze unterstützter Dürre in Form von beschädigten Rohren, Leitungen und Kabeln durch Bodenzusammenziehungen oder von Fundamentabsackungen betroffen sein. Dies stellt insbesondere solche Gebäude vor Herausforderungen, in denen gearbeitet oder Technik untergebracht wird. Weiterhin ist der Zustand der Gebäude sowie Anlagen und Materialien auf Hitzeresistenz zu bewerten. Möglicherweise sind Bestandsgebäude aufgrund der Hitzeentwicklung nur bedingt oder nicht mehr nutzbar.

10 Bestehende Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

Im Rahmen der Auswertung der Expert*inneninterviews wurden die Antworten zu bisherigen Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen in die Kategorien baulich-technisch, organisatorisch oder personell unterteilt. Nicht alle Maßnahmenkategorien sind in allen KRITIS-Sektoren und Bereichen vertreten. Es wurden weiterhin keine aktuellen Maßnahmen für die Sektoren Medien und Kultur, Finanzen und Versicherung, die Siedlungsabfallentsorgung, Staat und Verwaltung sowie den Bereich Wald beschrieben. Sofern Bewertungen zu Maßnahmen in den Expert*inneninterviews genannt wurden, werden diese an den entsprechenden Stellen direkt genannt.

10.1 Allgemeine Maßnahmen

Organisatorische Maßnahmen

Allgemein ist persönliche Vorsorge, wie das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe sie empfiehlt (BBK o.J.I), auch bei einem Hitzeereignis ratsam. Ebenso gibt es Tipps zum Lüften im Sommer oder Hitzeschutzpläne, die in der Regel gesundheitliche Schutzmaßnahmen beinhalten.

10.2 Sektor Energie

Baulich-technische Maßnahmen

Im Sektor Energie muss die technische Ausstattung vor einem Ausfall geschützt werden. Hierzu finden Temperaturüberwachungen in essentiellen Räumlichkeiten, zum Beispiel in Schalträumen, statt und es werden bestimmte Messkomponenten klimatisiert betrieben. Diese Maßnahme wird als sinnvoll beschrieben, um die Arbeitsfähigkeit an zentralen Stellen im Stromnetz auch bei Hitze erhalten zu können.

Im Bereich der Kohlekraftwerke betreffen die Maßnahmen gegen Hitzefolgen Maßnahmen bei Lieferengpässen und erhöhter Wassertemperatur. Um die Kraftwerke unabhängig von Lieferproblematiken betreiben zu können, sind entsprechend große Kohlelagerkapazitäten ausgebaut. Im Kühlturm des Rheinhafen-Dampfkraftwerks (EnBW o.J.b) sorgen die Ventilatoren für die Kühlung des genutzten und aufgewärmten Kühlwassers des Rheins. Dadurch darf das Wasser zurück in den Rhein geleitet werden. Gleichzeitig entsteht hierdurch ein zusätzlicher Energiebedarf.

Um die Versorgung mit Strom auch bei Schwankungen im Energienetz sicherstellen zu können, gibt es technische Aufrüstungen. Durch die intelligente Netzsteuerung im Stromnetz kann sowohl simuliert werden, was passiert, wenn bestimmte Komponenten abgeschaltet als auch einzelne Energieeinspeiser gezielt vom Stromnetz getrennt werden, um dieses stabil zu halten.

Organisatorische Maßnahmen

Ab einer Temperatur von mehr als 25 Grad Celsius müssen Kraftwerke, die den Rhein zum Einleiten von Kühlwasser nutzen, täglich bestimmte Werte, wie die erzeugte Energie und die Kühlwassertemperatur, direkt an die Aufsichtsbehörden melden. Dazu wird ein Kühlwassertagebuch geführt. Die Gestattung der Wiedereinleitung von genutztem Kühlwasser in Flüsse ist grundsätzlich von der Temperatur des Kühlwassers abhängig, um sowohl Tiere als auch Pflanzen im Gewässer zu schützen. Dennoch steht die Versorgungssicherheit mit Energie manchmal über dem Gewässerschutz und die Wassertemperatur des wiedereinzuleitenden Wassers spielt nur noch eine sekundäre Rolle. Verantwortlich und zuständig für die Versorgungssicherheit ist der Übertragungsnetzbetreiber als örtlicher Vertreter der Bundesnetzagentur. Durch Ausnahmegenehmigungen seitens der Behörden ist dann auch ein Einleiten von wärmerem Kühlwasser möglich.

Um der Problematik von Lieferengpässen im Schiffsverkehr durch Niedrigwasser zu begegnen, bestehen alternative Transportmöglichkeiten über die Straße oder die Schiene, wenngleich auf diesen weniger Ladung transportiert werden kann. Weiterhin wurde aufgrund der Niedrigwasserproblematik unter anderem die Priorisierungsverordnung Energiesicherungstransportverordnung geschaffen, die im Bedarfsfall durch die Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland genutzt werden kann. Hierdurch kann ermöglicht werden, dass bei Bedarf zur Sicherstellung der Energieversorgung vorrangig Transporte auf der Schiene mit Großtransformatoren, Kohle oder Öl durchgeführt werden und der Personentransport sekundär behandelt wird (EnSiTrV 2022; BMWK 2023: 46f, 68).

Zur Stabilisierung des Stromnetzes besteht bei erhöhtem Energiebedarf und/oder reduzierter Energieversorgung weiterhin die Möglichkeit der kontrollierten, rollierenden Abschaltung von Verbrauchern. Gleichzeitig tritt hierbei jedoch unter anderem eine deutliche Einschränkung für Personen, beispielsweise in Aufzügen und Garagen auf, welche von der örtlichen Feuerwehr befreit werden müssen.

10.3 Sektor Informationstechnik und Telekommunikation

Baulich-technische Maßnahmen

Zur Absicherung der IT und TK werden Serverräume klimatisiert, um die Temperatur auf einem bestimmten Niveau zu halten. Zwar ist dies notwendig, jedoch geht die Klimatisierung mit einem hohen Energieverbrauch einher.

Organisatorische Maßnahmen

Strategien, wie die Guideline *Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices* von ASHRAE (2016) oder die Normen DIN EN 50600 *Informationstechnik - Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren* (DIN o.J.) und VDI 2054 *Raumlufttechnik - Datenverarbeitung (VDI-Lüftungsregeln)* (VDI o.J.) bieten Empfehlungen zu Luftströmung, Energiemanagement und Kühlung von IT-Systemen und Rechenzentren.

10.4 Sektor Transport und Verkehr

Baulich-technische Maßnahmen

Im Sektor Transport und Verkehr setzen baulich-technische Maßnahmen an verschiedenen Stellen an. Allgemein werden Baumaßnahmen und Wartungen an der Verkehrsinfrastruktur durchgeführt. Hierbei wird zunehmend auf hitzebeständige Materialien zurückgegriffen. Forschungen mit weißen Gleisen, wie die der Deutschen Bahn, ermöglichen womöglich baulich mit Hitzeinstrahlung besser umgehen zu können. Transportmittel selbst sind mit Klimaanlage und Belüftungssystemen ausgestattet. Durch Wartungen soll der regelmäßige Betrieb sichergestellt werden.

Um Fahrradwege als Verkehrswege auch bei Hitze attraktiv und nutzbar zu gestalten, können Wasservernebler für Radfahrer speziell an Radwegen für eine entsprechende Abkühlung sorgen.

Organisatorische Maßnahmen

Sowohl im Personenverkehr als auch Transportgewerbe werden Fahrpläne, Fahrtlängen sowie -zeiten den Umständen, wie Hitze, angepasst. Maßnahmen wie diese sind wichtig, um die Sicherheit in diesem Sektor gewährleisten zu können.

Für die Schifffahrt hat das Bundesministerium für Verkehr einen Acht-Punkte-Plan erstellt, der sich mit kurz- bis langfristigen Maßnahmen bezüglich des Gütertransports beschäftigt, um bei Niedrigwasser auf dem Rhein zukünftig entsprechend gut gerüstet zu sein (BMV 2019). Weiterhin gibt es den Masterplan Binnenschifffahrt, der diese zukunftsfähig gestalten soll. Unter anderem ist dabei geprüft worden, ob kleinere Schiffe eingesetzt werden sollen (BMV 2024a). Um die Binnenschifffahrt, aber auch die anderen Verkehrswege insgesamt auszubauen und gegebenenfalls neu zu gestalten, wurde der Bundesverkehrswegeplan 2030 mit Investitionsmaßnahmen im Jahr 2024 veröffentlicht (BMV 2024b).

Behörden, die sich in Deutschland mit Verkehr, Verkehrswegen und dem Nutzen dieser, auseinandersetzen, haben sich zu einem Forschungsnetzwerk zusammengeschlossen und tragen so ihr Wissen zusammen, um mit dem Klimawandel insgesamt umgehen zu können und Anpassungsstrategien zu entwickeln (Bundesanstalt für Gewässerkunde o.J.).

10.5 Sektor Gesundheit

Baulich-technische Maßnahmen

Maßnahmen im Sektor Gesundheit fokussieren sich im Kontext Hitze auf die Vermeidung beziehungsweise Prävention von Überhitzung von Personal und Patienten. Hierzu finden in Krankenhäusern Temperaturmessungen statt, um eine Übersicht über die Innenraumtemperaturen zu erhalten. In zu heißen Räumlichkeiten werden anlassbezogen Klimageräte zur kurzfristigen Kühlung eingesetzt. Langfristig sind bauliche Maßnahmen geplant und werden bereits umgesetzt, die sowohl die Bausubstanz betreffen als auch den Einbau von Klimaanlage.

Organisatorische Maßnahmen

Zur Prävention werden in Krankenhäusern für die Räumlichkeiten und die darin befindlichen Menschen Hitzeaktionspläne erarbeitet und Verhaltensanweisungen, sowohl an Mitarbeitende als auch an Patienten, ausgegeben.

Dem speziellen Fall eines Hitzeereignisses übergeordnet werden in Krankenhäusern entsprechende Notfallpläne erarbeitet, damit viele Betroffene versorgt werden können. Diese Notfallpläne sehen Maßnahmen für die Versorgung einer Vielzahl von Verletzten vor und oder befassen sich mit einem großen Andrang in der Notaufnahme, beziehungsweise einzelnen Stationen eines Krankenhauses sowie der Einrichtung eines Notlazarettes.

Zudem ist in Krankenhäusern ein Krisenstab etabliert, welcher bei Bedarf eingerichtet und betrieben wird, um über weitere Maßnahmen zu beraten und diese zu beschließen.

10.6 Sektor Wasser

Baulich-technische Maßnahmen

Um die in Deutschland gewohnte (Trink-)Wasserqualität gewährleisten zu können, werden technische Maßnahmen zur Reinigung ergriffen.

Weiterhin gibt es eine Überwachung der Wasserinfrastruktur, um Leckagen, beispielsweise durch vorangehend beschriebene Schäden durch Hitze, feststellen und örtlich eingrenzen zu können.

Organisatorische Maßnahmen

Um die Versorgung auch bei Engpässen sicherzustellen, wird Trinkwasser grundsätzlich von verschiedenen Stellen in unterschiedlichen Mengen vorgehalten. Durch Fernleitungsnetze können regionale Einschränkungen in der Wassergewinnung gegebenenfalls ausgeglichen oder abgemildert werden. Hierbei beschreibt jedoch der begrenzte Leitungsquerschnitt die Grenze der möglichen Kapazität. In der Vergangenheit wurden Dörfer, wenn ihre regionalen Quellen nicht mehr ausreichten, mit Tanklastern voller Trinkwasser beliefert. Mit Blick auf die Zukunft setzen sich Wasserversorger mit den Absatz- und Wassergewinnungszahlen in den letzten Jahren auseinander, um gerade mit starken Trockenjahren Simulationen für die Zukunft erstellen zu können und einen möglichen, zukünftigen Bedarf zu evaluieren. Insgesamt sind in der Wasserversorgung mehrere Akteure verantwortlich. So können Priorisierungsverordnungen und Nutzungsbeschränkungsverordnungen zur Wasserentnahme die private Poolbefüllung oder die Bewässerung des privaten Gartens untersagen.

Ebenso werden für den Zivilschutz in Deutschland im Auftrag des Bundes Trinkwassernotbrunnen vorgehalten. Hierfür befinden sich in den Gemeinden mit Notbrunnen Chlortabletten zur Reinigung des Wassers.

Um die Entstehung von schädlichen Mikroorganismen durch zu geringem Wasserdurchsatz der Verbraucher zu vermeiden, werden Spülungen seitens der

Wasserversorger durchgeführt. Weiterhin können bestimmte Maßnahmen mit dem örtlich zuständigen Gesundheitsamt abgestimmt werden und beispielsweise eine Chlorung oder ein Abkochgebot seitens der Verbraucher beinhalten.

Personelle Maßnahmen

Zur Kontrolle der behördlichen Beschränkungen können kommunale Ordnungsdienste eingesetzt werden.

10.7 Sektor Ernährung

Baulich-technische Maßnahmen

Um auch bei hohen Außentemperaturen die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten, müssen Lebensmittel so gelagert sein, dass sie bei trockener und feuchter Hitze nicht verderben. Dazu sind geeignete Verpackungen, aber auch Kühl- und Lagerhäuser notwendig, für die eine Temperaturüberwachung besteht.

Ebenso muss die Temperatur in Ställen von Nutztieren überwacht und reguliert werden.

10.8 Katastrophenschutzbehörden

Maßnahmen zum Schutz vor Hitze und ihre Folgen, die die Katastrophenschutzbehörden betreffen, können sich auf alle der vorangehend beschriebenen KRITIS-Sektoren und Bereiche beziehen.

Baulich-technische Maßnahmen

Sowohl im Zivil- als auch im Katastrophenschutz gibt es verschiedene Einheiten, die (mobile) Wasseraufbereitungsanlagen besitzen und betreiben können. Weiterhin ist die Versorgung mit Wasser über lange Wegstrecken möglich, was im Schwerpunkt die Löschwasser- oder Brauchwasserversorgung und weniger die Trinkwasserversorgung betrifft. Für Waldbrände werden teilweise spezielle Einsatzmittel und Einheiten vorgehalten.

Hinsichtlich eines möglichen Anstieges von Behandlungsfällen durch die Gesundheitsgefahren von Hitze gibt es in Baden-Württemberg Einsatzeinheiten. Diese sind sowohl für die Verpflegung als auch Betreuung einer großen Anzahl von Menschen ausgerüstet und können bei Bedarf einen Behandlungsplatz zur Sichtung von Patienten als Entlastung für ein Krankenhaus errichten und betreiben.

Organisatorische Maßnahmen

Die Katastrophenschutzbehörden beschäftigen sich mit Wassermangel, Notbrunnen in Gemeinden, Krankenhausalarm- und -einsatzplänen sowie Blackout. Im Falle des Kommunikationsausfalls bei einem Blackout, werden der Digitalfunk für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben sowie Satellitentelefone vorgehalten. Es gibt bereits Konzepte für einen Massenanfall von Verletzten oder Erkrankten, für Trinkwassernotbrunnen, zur Einrichtung und dem Betrieb von Leuchttürmen und Notfalltreffpunkten, bei denen Anlaufstellen betrieben werden. Auch können die genannten

Notfalltreffpunkte gekühlte Orte zum Schutz von Personen sein. So lassen sich diese Konzepte unter anderem bei Hitzeereignissen anwenden. Es können Kältestuben eingerichtet oder behördeneigene, kühlere Räumlichkeiten der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Das Problem bei dem Betrieb von Klimaanlage ist wiederum, dass Technik seinerseits Hitze erzeugt. Zusätzlich zu Räumen zur Abkühlung können bei entsprechenden Vorhaltungen sowohl Nahrung als auch Trinkwasser an die Öffentlichkeit ausgegeben werden.

Weiterhin haben Katastrophenschutzbehörden Verwaltungs- und gegebenenfalls Führungsstäbe eingerichtet oder nutzen stabsähnliche Strukturen, um verschiedene Ereignisse, so auch Hitze, zu bewältigen. Dabei ist teilweise Expert*innenwissen notwendig. So kann eine Behörde auch Fachberater*innen heranziehen und vermitteln, um mit diesen geeignete Lösungen zu erarbeiten. Bei dem Einsatz eines Stabes besteht das Problem der Eigenbetroffenheit, da sowohl die Klimatisierung im eigenen Gebäude, als auch die Durchhaltefähigkeit des eigenen Personals sowie die Verpflegung und Wasserversorgung gewährleistet sein muss. Um in Einsatzlagen die örtlichen Feuerwehren zu unterstützen, können unter Anleitung Spontanhelfende eingebunden werden.

10.9 Bereich Bau

Baulich-technische Maßnahmen

Bei der, insbesondere städtischen, Bebauung bestehen bauliche Vorgaben, die bei Einhaltung gut vor Hitze schützen. Jedoch wurde bemängelt, dass Vorgaben bei Bauvorhaben, wie die DIN 4108 *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*, nicht ausreichend umgesetzt werden.

Als positives Beispiel wurden die *Freiburger Bächle* genannt, welche sich durch die Altstadt ziehen. Es sind kleine Rinnen, in denen im Sommer Wasser fließt. Durch diese entsteht bei Hitze Verdunstung und entsprechende Verdunstungskälte, die für Kühlung in der Stadt sorgen soll. Auch tragen Wasserspender und Wasservernebler, wie in Wien, die mit Umgebungstemperaturfühlern ausgestattet sind und sich entsprechend selbstständig an- und abschalten (Stadt Wien o.J.) sowie Beschattungsmaßnahmen zur Abkühlung in den Städten bei. Die Stadt Trier stellt Karten zum Finden von kühlen Orten (Stadtverwaltung Trier o.J.) und die Stadt Speyer einen Übersichtsplan mit Trink- und normalen Brunnen sowie Sitzgelegenheiten beim Stadtpaziergang zur Verfügung (Stadt Speyer o.J.).

10.10 Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen

Allgemein herrscht in den Expert*inneninterviews die Ansicht vor, dass die vorhandenen Maßnahmen nicht ausreichend sind oder in der Zukunft wahrscheinlich nicht ausreichend sein werden. Im Energiesektor und bei den Katastrophenschutzbehörden wird teilweise die Ansicht vertreten, dass die aktuellen Maßnahmen zum jetzigen Zeitpunkt ausreichend sind, in der Zukunft jedoch nicht ausreichen werden.

11 Zukünftige Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

Im Rahmen der durchgeführten Interviews wurden die Expert*innen um ihre fachliche Einschätzung zu zukünftigen Maßnahmen gegen die Gefahren und Folgen von Hitze gebeten. Es ergaben sich aus den Expert*inneninterviews keine zukünftigen personellen Maßnahmen. Es wurden keine zukünftigen Maßnahmen für die Sektoren IT und TK, Finanz- und Versicherung, Siedlungsabfallentsorgung, Staat und Verwaltung sowie für den Bereich Wald in den Expert*inneninterviews genannt.

11.1 Allgemeine Maßnahmen

Baulich-technische Maßnahmen

Allgemein wäre es für die Zukunft wünschenswert, frühzeitig auf Hitzewellen reagieren zu können, zum Beispiel durch bessere Wetterprognosen, die auch die Dauer einer Hitzewelle betreffen. Weiterhin sollte der Energie- und Wasserverbrauch insgesamt reduziert werden. Zu Letzterem sollte beispielsweise Regenwasser für Löschmaßnahmen der Feuerwehr genutzt werden. Zudem gilt es, die eigene Durchhaltefähigkeit/Autarkie, beispielsweise im Bereich der Energie, zu stärken.

Für die Menschen, die in den KRITIS-Sektoren arbeiten, könnten aktive und passive Kühlsysteme von Nutzen sein, um die hitzebedingte, gesundheitliche Belastung zu minimieren. Im Gesundheitsbereich wurden beispielsweise verschiedene Kühlwesten getestet (HINRICHER und MÜLLER 2025: 13).

Organisatorische Maßnahmen

Neben Maßnahmen zur Minderung der Folgen von Hitze müssen die Ursachen für den Klimawandel reduziert werden, um Hitzewellen zu reduzieren. Insbesondere ist es wichtig positive Anreize zu schaffen, um mehr Ressourcen zu sparen und auch die Unabhängigkeit und Durchhaltefähigkeit zu fördern. Dies gilt sowohl für die allgemeine Bevölkerung als auch für öffentliche Ämter. So sollte die Bevölkerung Wasser zuhause bevorraten, aber sich auch insgesamt vorbereiten, denn jeder müsse seinen Beitrag leisten, damit das Gesamtsystem nicht überlastet und Ressourcen gespart werden.

Notwendig ist weiterhin eine Sensibilisierung der Menschen durch eine geeignete Risikokommunikation, besonders für vulnerable Gruppen. Das Problem sei die Wahrnehmung des Risikos von Hitze in der Bevölkerung, bei der die Letalität nicht erkannt wird. So sollte es Handlungsempfehlungen für die Bevölkerung geben und vulnerable Gruppen müssten identifiziert werden.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Prävention hinsichtlich gesundheitlicher Gefahren von Hitze, sowohl zum Schutz der Bevölkerung als auch der Vermeidung einer Überlastung der Systeme durch fehlende Arbeitskräfte und einem saisonalen Anstieg der Behandlungsfälle für Kliniken und Sanitätsdienste. Denkbar wären hierfür Arbeitszeitanpassungen, flexible Arbeitszeiten, Homeoffice und eine verlängerte Mittagspause (Siesta) zu bestimmten Zeiten. Die Menschen in Deutschland müssten lernen, in Zukunft mit Einschränkungen umzugehen. Auch mehr Nachbarschaftshilfe,

beziehungsweise gegenseitige Unterstützung und Rücksichtnahme wäre in Deutschland wünschenswert. Ein Beispiel ist aus einem buddhistischen Land, in dem Menschen Trinkwasser für andere, die vorbeikommen und Durst haben, vor ihren Häuser bereitstellen. Grundsätzlich müssen sowohl die Ernährung als auch das Trinkwasser für die Bevölkerung im Fokus gehalten werden. Menschen sollten füreinander und KRITIS für ihre Mitarbeitenden Trinkwasser bereithalten, damit die kritischen Dienstleistungen auch bei einem Mangel weiterhin erfüllt werden können.

Auf übergeordneter Ebene ist ein politisch definiertes Schutzziel notwendig, um den Aufbau einer entsprechenden Resilienz gegenüber der Gefahr zu ermöglichen. Hierfür muss die Politik entsprechend Ressourcen bereitstellen. Damit könnten entsprechende Hinweisschwellen zur Vermeidung von Katastrophen etabliert werden. Weiterhin könnten städtebauliche Maßnahmen daran ausgerichtet werden, wofür auch ein Blick in andere Länder hilfreich sein kann. Ebenso sollten Kommunikationspläne für den Ausfall der klassischen Kommunikationswege entwickelt werden.

11.2 Sektor Energie

Baulich-technische Maßnahmen

Um die Energieversorgung auch in Zukunft bei zunehmender Hitze zu gewährleisten, könnten nach einem Kohleausstieg alternative Energieerzeugungen in den Kraftwerken mit Photovoltaikanlagen, als Großwärmepumpe oder mithilfe von Abwasserwärme eingerichtet werden. Solange der Kohleausstieg noch nicht vollzogen ist, wären neue Kohlezwischenlager denkbar, damit auch bei Niedrigwasser oder anderen (nicht nur) hitzebedingten Engpässen genug Kohle zur Energieproduktion zur Verfügung steht.

Die Intelligente Netzsteuerung existiert bereits und wird weiter ausgebaut, sodass auch Abnehmer vom Netz genommen werden können, um eine Netzüberlastung zu vermeiden. Intelligente Simulationen könnten die Steuerung des Ladevorgangs von E-Autos, die Versorgung von Wärmepumpen und Batteriespeichern durch die Versorger zulassen. Im Gegenzug würden die Verbraucher weniger Entgelt bezahlen. Durch die Simulationen könnten gezielt Ab- und Zuschaltungen auch im normalen Betrieb erfolgen, wie es früher bei Nachtspeicheröfen der Fall war.

11.3 Sektor Transport und Verkehr

Baulich-technische Maßnahmen

Zukünftige baulich-technische Maßnahmen im KRITIS-Sektor Transport und Verkehr beziehen sich auf das Schienennetz in Deutschland. Um den Transport von Personen und Gütern auch in Zukunft kontinuierlich zu ermöglichen, sollen mit technischen Mitteln zur Vorhersage von Böschungsbrandgefahren an Bahngleisen Brände vermieden werden (BMV 2022).

Weiterhin sollen mit Modellen und Daten Frühwarnindikationen entwickelt werden, die trockenheitsbedingte Baumstürze auf Bahnschienen vorhersagen (BMV 2023).

11.4 Sektor Gesundheit

Zur Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit des Gesundheitssektors und der Gesundheit von Patienten und Fachkräften, muss im Krankenhaus Hitzestress reduziert werden können.

Baulich-technische Maßnahmen

Krankenhäuser müssen entsprechend mit redundanten Kühlsystemen und Stromeinspeisungen ausgerüstet werden. Denkbar ist ebenso das Besprühen von Gebäuden wie Altenpflegeheimen mit Wasser, um die Verdunstungskälte zu nutzen.

Organisatorische Maßnahmen

Die Etablierung und Umsetzung von Hitzeschutzplänen sollte in Krankenhäusern weiter umgesetzt werden.

11.5 Sektor Medien und Kultur

Organisatorische Maßnahmen

Im Bereich Medien und Kultur ist denkbar, dass in Zukunft bei zunehmender Hitze Großveranstaltungen im Außenbereich abgesagt werden müssen, um die Gesundheit der Besucher zu schützen und die Überlastung der Sanitätsdienste zu vermeiden.

11.6 Sektor Wasser

Baulich-technische Maßnahmen

Damit die Wasserversorgung auch bei hohen Temperaturen sicher bleibt, wird zukünftig noch mehr technischer Aufwand zur Reinigung von Wasser aufgewendet werden. Gleichzeitig muss der Umweltschutz vorangetrieben werden, damit die Schadstoffbelastung im Wasser reduziert und der Grundwasser- und Gewässerschutz verbessert wird. Grundsätzlich müssen auch Maßnahmen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs getroffen werden. Da noch immer zu viel Trinkwasser durch Leckagen verloren geht, wird in Zukunft noch mehr Infrastrukturüberwachung zum (schnellen) Lokalisieren von Leckagen benötigt. Zusätzlich muss die Entsiegelung vorangebracht werden, damit mehr Niederschlag in das Grundwasser gelangen kann. Es sollten bauliche und technische Maßnahmen zur Grauwassernutzung, also die (Wieder-)Verwendung von Regenwasser und einfach aufbereitetem Brauchwasser beispielsweise für die Toilettenspülung, etabliert werden. Das Problem des hohen Wasserverbrauchs durch Spülungen der Wasserrohre durch die Versorger aufgrund des zu geringen Wasserdurchsatzes würde durch bauliche Maßnahmen bewältigt werden, indem Wasserrohre mit kleinem Durchmesser gebaut werden. Werden Wasserrohre in Zukunft zusätzlich tiefer gebaut, kann so auch ein riskanter Temperaturanstieg des Wassers vermieden werden.

Organisatorische Maßnahmen

Es wären Förderungen für Wassereinsparmaßnahmen und bauliche und technische Maßnahmen zur Grauwassernutzung denkbar, um die Etablierung voranzutreiben.

In der Verantwortung der Gemeinden sollten mehr Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden. Kommunen sollten Notfallpläne entwickeln, um im Falle eines kritischen Wassermangels die Wasserverteilung und -nutzung vorzuplanen, aber auch um einen Überblick über den Bedarf zu erhalten. Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. hat sowohl im Jahr 2018 eine Information für seine Mitglieder zur Verfügung gestellt, die auf „Betriebliche Aspekte im Zusammenhang mit Extremwetterereignissen bei Wassergewinnungsanlagen“ (DVGW 2018) eingehen als auch ein Merkblatt für die Sicherheit in der Trinkwasserversorgung, hier speziell für ein Risiko- und Krisenmanagement, (DVGW 2020) erstellt.

Ein weiteres Problem liegt in den Kosten von sauberem Trinkwasser für den Verbraucher. Der Wasserpreis entspricht momentan dem Verbraucherpreis, dadurch entsteht in den Kommunen durch die Wasserversorgung kaum bis gar kein Gewinn. Eine Person verbraucht am Tag etwa 120 Liter, was einem Preis von circa 0,30€ entspricht. Diese Kosten stehen nicht im Verhältnis zu sonstigen Ausgaben im Lebensmittelbereich. Wasser gehört zur Grundversorgung und die Wasserversorgung ist eine Daseinsvorsorge (WHG 2009/2023: § 50). Das bedeutet, dass es Aufgabe des Staates ist, der Bevölkerung (Trink)Wasser zu angemessenen Preisen zur Verfügung zu stellen (CHARDON o.J.). Das – und viele weitere Vorschriften und Gesetze – machen es den Wasserversorgern schwer oder unmöglich, die Wasserbepreisung zu ändern. Verschiedene Regelungen für öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Wasserversorger stecken einen Rahmen für die Preisbildung ab und geben dabei noch drei Prinzipien mit: Das Äquivalenzprinzip, das Gleichbehandlungsprinzip und das Kostendeckungsprinzip (VKU und BDEW 2012: 12):

- „Das Äquivalenzprinzip verlangt ein angemessenes Verhältnis zwischen der Leistung der Wasserversorgung und der hierfür vom Kunden zu erbringenden Gegenleistung, der Benutzungsgebühr;
- Das Gleichbehandlungsprinzip verlangt eine Gleichbehandlung von gleichen Sachverhalten, verbietet mithin eine willkürliche Ungleichbehandlung bzw. sachlich nicht gerechtfertigte Behandlung einzelner Abnehmer oder Abnehmergruppen;
- Das Kostendeckungsprinzip verlangt, dass das veranschlagte Gebührenaufkommen die voraussichtlichen Kosten der öffentlichen Wasserversorgungseinrichtung nicht übersteigen, sondern regelmäßig decken soll.“

In Zukunft wird es weniger Wasser geben, daher muss über steuernde Maßnahmen nachgedacht werden. So gibt es in Fachkreisen Diskussionen, für was alles Trinkwasser verwendet werden darf. Fraglich ist beispielsweise die private Poolfüllung. Aber darf Wasser über den Preis gesteuert, also Vorgaben zur Bepreisung gemacht werden? Aktuell erfolgt die Bepreisung über eine Kalkulationsvorschrift und wird kartellrechtlich überwacht. Es findet keine politisch motivierte Bepreisung statt. Das

Problem an den Wasserkosten ist auch: wenn Wasser teurer wird, wird es möglicherweise zum Luxusgut, was ethische und moralische Fragestellungen aufwirft.

11.7 Sektor Ernährung

Maßnahmen im Sektor Ernährung fokussieren die Verfügbarkeit von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln.

Baulich-technische Maßnahmen

Um Hitzestress und die Sterblichkeit von Nutztieren durch Überhitzung zu verhindern sind Klimaanlagen denkbar, die in Ställen eine geeignete Temperatur halten.

Organisatorische Maßnahmen

Um zumindest den finanziellen Schaden eines Ernteausfalles auszugleichen sind Versicherungslösungen möglich. Damit ist allerdings das Problem der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln nicht gelöst.

11.8 Katastrophenschutzbehörden

Ebenso wie bei den aktuell bereits bestehenden Maßnahmen beziehen sich auch die zukünftig denkbaren Maßnahmen von Seiten der Katastrophenschutzbehörden auf alle KRITIS-Sektoren und den Schutz der Bevölkerung im Allgemeinen.

Baulich-technische Maßnahmen

Zukünftig soll die Ausstattung und Ausbildung zur Waldbrandbekämpfung weiter geplant und ausgebaut werden. Für Gemeindefeuerwehren gilt es hier hitzeangepasste Bekleidung anzuschaffen, damit Einsatzkräfte nicht zu sehr belastet werden und in der Folge ausfallen. Beispielsweise wäre der Einsatz von Kühlwesten oder vergleichbaren Systemen denkbar, um den Schutz der Einsatzkräfte vor Feuer und gleichzeitig den Schutz vor Hitze zu gewährleisten. Allgemein sollten in den Einsatzfahrzeugen aller Feuerwehren und Hilfsorganisationen leistungsfähige Klimaanlagen vorhanden sein. Weiterhin könnte über einen Abrollbehälter für den Aufenthalt für Einsatzkräfte nachgedacht werden.

Zum Schutz der Bevölkerung vor Hitze ist die bauliche Unterbringung von Menschen in geeigneten Unterkünften oder in gekühlten Gebäuden der Gemeinde denkbar. Weiterhin könnten mobile Klimaanlagen vorgehalten und bei Bedarf aufgestellt werden. Auch der Ausbau der Notversorgung mit Trinkwasser ist dringend notwendig.

Organisatorische Maßnahmen

In organisatorischer Hinsicht könnten mit Hilfe einer Risikoanalyse und einer anschließenden Resilienzanalyse Problemfelder aufgedeckt werden, aus welchen weitere Maßnahmen abgeleitet werden können. Insgesamt sollten bestehende Planungen evaluiert und fortgeschrieben werden (beispielsweise Stabsstrukturen, Warnkonzepte, Gefahrenabwehr), auch um daraus einen möglichen Maßnahmenkatalog in Form eines „Werkzeugkastens“ für die Zukunft zu entwickeln. Dabei sollen auch bestehende Maßnahmen auf die Adaption in andere Einsatzgebiete

geprüft werden. Es muss ressortübergreifend gearbeitet werden und gegebenenfalls müssen mittels behördlicher Anordnung Kühlgeräte ausgebaut werden, um diese an anderer Stelle, wo sie dringender gebraucht werden, einzubauen. Möglicherweise werden auch Stromverbraucher auf Anordnung abgeschaltet. Wichtig wäre es, Fachberater zu nutzen um technische aber auch juristische Fragen zu klären. Kommunikation wird hier als sehr wichtig erachtet, auch um die richtigen Menschen zusammenzuführen. Insgesamt ist eine bessere Vernetzung zwischen Behörden anzustreben.

Für den Fall einer ausgerufenen Katastrophe durch eine Hitzewelle, muss bereits im Vorfeld die (kühle) Unterbringung von Menschen vorgeplant werden. Denkbar wäre auch das Kühlen von Tieren in der Landwirtschaft durch die Feuerwehr oder das Verteilen von Wasser in Städten und im Verkehr sowie das Öffnen von Hydranten, um für Abkühlung zu sorgen. Möglicherweise könnten auch Brücken bewässert werden, wobei ein Schutz der Infrastruktur insgesamt schwierig erscheint. Im Zusammenhang mit der Waldbrandgefahr aber auch der Wasserversorgung im unwegsamen Gelände sollte mit dem Forst zusammengearbeitet werden.

Grundsätzlich sollte die Ernährungs- und Wasserversorgung für die Bevölkerung im Fokus gehalten werden, aber auch die Vorhaltung für die Behörde selbst.

11.9 Bereich Bau

Baulich-technische Maßnahmen

Um der zunehmenden Hitze städtebaulich zu begegnen, wäre das Konzept der Schwammstadt denkbar, um die Verdunstungskälte zu nutzen. Weiterhin sollte auf Beschattung geachtet und Trinkbrunnen installiert werden. Grundsätzlich bestehe ein hitzebezogener Anpassungsbedarf im Bauwesen. Sofern es technisch möglich wäre, Wärmepumpen auch als Kältepumpen arbeiten zu lassen, könnten sogar bereits bestehende Systeme genutzt werden.

12 Bewertungsansätze von Hitze als Katastrophe

Alle Expert*innen, die eine Aussage zu ihrer persönlichen Einschätzung in Bezug auf die Möglichkeit einer Hitze-Katastrophe gemäß der Definition einer Katastrophe abgaben, waren sich insgesamt einig, dass eine solche möglich und denkbar wäre.

Begründet wurden die Einschätzungen mit den im Folgenden aufgezeigten für und gegen die Bewertung von Hitze als Katastrophe sprechenden Punkten.

Pro

Zunächst wäre die Feststellung einer Katastrophe sinnvoll für die Krisenkommunikation, um so die entsprechende Aufmerksamkeit für das Thema in der Bevölkerung herzustellen. Das würde auch zu einer entsprechenden Sensibilisierung bei unterschiedlichsten Zielgruppen führen und den Ernst der Lage verdeutlichen. Warnungen vor dem Risiko und den Gefahren die durch Hitze ausgehen müssen dann entsprechend durch die Medien verbreitet werden. Erst dann wird anerkannt: Was gerade geschieht ist eine Katastrophe und es sterben gerade Menschen. Wünschenswert wäre außerdem eine frühzeitige Prognose zu der Entwicklung eines Hitzeereignisses durch Fachleute. Auch solche Prognosen müssen entsprechend medial effektiv aufbereitet und kommuniziert werden.

Auf organisatorischer Ebene würde durch das Feststellen der Katastrophe die Führung der Bekämpfung des Hitzeereignisses an eine Katastrophenschutzbehörde übergehen. Da es sich bei Hitze in der Regel um eine Flächenlage handelt, ist eine politisch gesamtverantwortliche Person notwendig. Zudem muss wegen der hohen Betroffenheit in der Bevölkerung eine Koordination über Grenzen hinweg durchgeführt werden. Das bedeutet womöglich auch eine stärkere Koordination seitens des Bundes, auch wenn eine Katastrophe aus juristischer Perspektive an der Bundeslandgrenze endet.

Die Folgen von Hitze können ein Ausmaß annehmen, dass das Leben oder Gesundheit zahlreicher Menschen gefährdet und somit das Handeln der Katastrophenschutzbehörden zur Bewältigung erfordert. Wenn Kernkraftwerke in der Umgebung von Deutschland den sicheren Betrieb, beispielsweise aufgrund von Kühlwassermangel, nicht mehr sicherstellen könnten, wären bei einer entsprechenden Gefahrenmeldung seitens der Kernkraftwerke gemäß dem LKatSG die Regierungspräsidien als höhere Katastrophenschutzbehörden sachlich zuständig (LKatSG 1999/2020: §§ 4, 6).

Weiterhin sprechen die potenziellen Gefahren von Hitze im Bereich der Gesundheit für eine Einordnung als Katastrophe. Durch sie werden Notstände im Gesundheitssektor denkbar. Ein Krankenhaus hat zunächst zwar einen Krankenhausalarmplan, wenn es mit seinen Regelstrukturen jedoch überfordert ist, kann die Lage durch den Krankenhausalarmplan nicht bewältigt werden und es droht eine Großschadenslage, die nur durch die Unterstützung der Katastrophenschutzbehörden bewältigt werden kann. Eine Überlastung der Gesundheitsversorgung wäre bei Hitze insofern nicht unwahrscheinlich, als dass insbesondere ältere und kranke Menschen, aber auch viele weitere vulnerable Gruppen, wie Schwangere, Babys, Kleinkinder oder Obdachlose,

von Hitze stark betroffen sind. Auch wenn sich eine Hitzewelle dynamisch aufbaut, kommt es zu einer Gleichzeitigkeit des Auftretens von hitzebedingten Erkrankungen und Todesfällen. Auch für den Betrieb von Altenpflegeheimen bei Hitze sind erstmalig die Betreiber in der Pflicht zu handeln; wenn die medizinische Versorgung allerdings nicht mehr sichergestellt werden kann, werden diese Hilfe und Unterstützung benötigen.

Weiterhin kann ein Ausfall der Trinkwasserversorgung in einem entsprechend großen Bereich oder über eine gewisse Dauer ebenso wie eine Lebensmittelknappheit durch Ernteaussfälle oder Lieferengpässe Maßnahmen seitens der Katastrophenschutzbehörden verlangen.

Allgemein kann festgehalten werden, dass bei einem Ausfall oder einer Beeinträchtigung von kritischen Dienstleistungen die lebensnotwendige Versorgung bedroht sein kann. So sollten die Beeinträchtigungen von KRITIS in die Bewertung, ob bei Hitze eine Katastrophe vorliegt, einbezogen werden.

In einem Katastrophenfall würde ein Verwaltungs-/Führungsstab die Aufgaben der zentralen Koordination, die Lagebilderstellung und die Ressourcensteuerung übernehmen sowie weitere Akteure wie Einrichtungen des Gesundheitswesens einbinden und steuern (Arztpraxen, Krankenhäuser, etc.). Diese sind die originären Aufgaben eines Stabes. Ist Hitze wie auch andere Katastrophen (zum Beispiel Hochwasser) als Katastrophe anerkannt und definiert, kann sich der Stab vorab gezielt vorbereiten, um die Einsatzlage im Katastrophenfall möglichst effizient zu bewältigen.

Contra

Trotz der dargelegten Argumente wird die Feststellung einer Katastrophe im Zusammenhang mit Hitze auch kritisch hinterfragt. Obwohl es in der Vergangenheit bereits Hitzeereignisse gab, wurde bisher keine Katastrophe festgestellt, was die Frage der Notwendigkeit und Angemessenheit der Definition eines Hitzeereignisses als Katastrophe aufwirft. Aus finanzieller Sicht bedeutet die Feststellung einer Katastrophe für den entsprechenden Stadt- oder Landkreis in Baden-Württemberg die Übernahme aller Kosten im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Katastrophe (LKatSG 1999/2020: § 33), was ein Argument gegen die Feststellung sein kann. Demgegenüber hat das Bundesland Bayern unter anderem für die Stadt- und Landkreise eine finanzielle Unterstützung für die Katastrophenbekämpfung seitens des Landes gesetzlich geregelt (STMI 1997/2016), sodass dieser Aspekt dort höchstwahrscheinlich keine Rolle für eine Feststellung einer Katastrophe spielen wird. Zudem kann eingewendet werden, dass eine abstrakte Gefährdung für viele Personen vorliegt, das tatsächliche Ausmaß der Betroffenheit ist jedoch sehr individuell und von vielen Faktoren abhängig. Es wird dafür plädiert, den Fokus nicht auf die Bewältigung einer möglichen Katastrophe zu legen, sondern vorab durch ein System aus Vorbereitung und Prävention zu vermeiden, dass ein Hitzeereignis zu einer Katastrophe wird.

Hinsichtlich der Feststellung einer Katastrophe bei einem Hitzeereignis wurden weiterhin Bedenken zu der leitenden und koordinierenden Rolle der Behörden zur Bewältigung der Katastrophe geäußert. So wurde angemerkt, dass viele Maßnahmen

durch andere Behörden als die Katastrophenschutzbehörde und deren Stab getroffen werden. Es wird zum einen befürchtet, dass Regelstrukturen der Behörden und KRITIS durch behördliche Maßnahmen und Anordnungen in ihrer Aufgabenerfüllung eingeschränkt werden. Zum anderen könnten sich leitende Personen der Verantwortung entziehen und diese an die Stäbe abgeben. Die Notwendigkeit der behördlichen Leitung ist somit fragwürdig. So könnten gegebenenfalls Aufenthaltsbeschränkungen durch die Ortspolizeibehörden erteilt werden, Bewässerungen werden bereits schon jetzt durch die Feuerwehren durchgeführt und die Kommunen und Landkreise organisieren die Trinkwasserversorgung über die regionalen Wasserversorger. Damit bliebe die Frage, welche akuten Maßnahmen die Katastrophenschutzbehörde ergreifen könnte und welchen Nutzen dieser Schritt verfolgt. Was würde eine Behörde beispielsweise gegen die gesundheitliche Gefährdung der Bevölkerung ausrichten wollen? Für das direkte Hitzeereignis wären vermutlich kaum behördliche Maßnahmen denkbar, für Folgeereignisse, die sich aus der Hitze ergeben aber durchaus. Wobei dahinter die Fragen stehen sollten: Kann ich Menschen durch eine einheitliche Leitung retten? Welche Maßnahmen sind möglich und brauche ich für diese Maßnahmen das LKatSG? Oder werden diese Menschen sowieso gerettet? Theoretisch können Sekundärereignisse eine einheitliche Leitung notwendig machen.

Weiterhin wurde die Flächenlage kritisch bedacht: Wenn Hitze nicht nur in einem Landkreis oder einem Bezirk vorherrscht, sondern ein ganzes Bundesland betrifft, wird infrage gestellt, ob eine einheitliche Leitung durch ein Innenministerium sinnvoll erscheint.

Auch wenn eine Hitze-Katastrophe gemäß der Definition grundsätzlich als möglich empfunden wird, würden wohl eher krisenstabsähnliche Strukturen in den Behörden aufgefahren und in Baden-Württemberg eine **Außergewöhnliche Einsatzlage** gemäß § 35 LKatSG festgestellt werden. Eine „Außergewöhnliche Einsatzlage ist ein Geschehen, das Leben oder Gesundheit einer großen Anzahl von Menschen oder Tieren, in erheblichem Maße die Umwelt oder erhebliche Sachwerte gefährdet oder schädigt. Eine Außergewöhnliche Einsatzlage kann auch vorliegen, wenn Menschen nicht in großer Anzahl gefährdet oder geschädigt sind, aber die erforderlichen Maßnahmen einen erheblichen koordinierungsbedürftigen Aufwand verursachen.“ (LKatSG 1999/2020: § 35)

Voraussetzungen zur Feststellung einer Hitze-Katastrophe

Nicht jedes Ereignis führt automatisch zu einer Katastrophe gemäß der Definition. Deshalb wurden die Expert*innen gebeten, konkrete Voraussetzungen für das Vorliegen einer Hitze-Katastrophe zu definieren. Mögliche Ereignisse, die eine Hitze-Katastrophe auslösen könnten, wären eine sehr starke oder eine langanhaltende Hitze. Für die Gesundheit des Menschen ist sowohl die Dauer des Hitzeereignisses als auch die Temperatur relevant. Der Mensch hat eine bestimmte Betriebstemperatur, die bei einer Körperkerntemperatur von circa 37 Grad Celsius liegt. Steigt diese über 40,5 Grad Celsius, entstehen Leistungsprobleme für das Gehirn und ab 41 Grad Celsius entstehen Gewebeschäden (SPECHT 2018: 2). So wurde ausgeführt, dass eine Außentemperatur ab 42 Grad Celsius für den Menschen kritisch ist. Diese Temperatur

könnte als Schwellenwert dienen, bei der ein Hitzeereignis zu einer Katastrophe wird. Gleichzeitig wird auch die Meinung vertreten, dass eine langanhaltende, aber isoliert auftretende Hitzewelle wahrscheinlich keine Katastrophe darstellen würde, da die KRITIS bereits schon jetzt eine gewisse Resilienz aufweisen. Jedoch werden KRITIS nach einer langen Belastungsdauer auch tendenziell anfälliger für die Gefahren. Eine mehrere Wochen anhaltende Hitze in Kombination mit einer monatelangen Dürre, verbunden mit Temperaturen über 35 Grad Celsius und fehlender nächtlicher Abkühlung sowie einer weitergehenden massiven Austrocknung, Wald- und Vegetationsbränden, vielen Erkrankten und einer Überforderung des Gesundheitssystems würde womöglich die Voraussetzungen für eine Katastrophe erfüllen. Ein Hitzeereignis, das zu einer Hitze-Katastrophe wird, würde sich langsam aufbauen, je länger es dauert und je intensiver es wird, desto problematischer wird es.

13 Diskussion

Zunächst erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Literaturrecherche sowie den Expert*inneninterviews. Dabei wird über die reine Ergebnisdarstellung hinaus eine Interpretations- und Transferleistung erbracht, indem die erarbeiteten Maßnahmen den Folgen in einer bildlichen Darstellung zugeordnet werden. Anschließend werden die Ergebnisse im Zusammenhang mit den Hypothesen und Forschungsfragen betrachtet, bewertet und kritisch hinterfragt.

13.1 Zusammenfassung und Verknüpfung der zentralen Ergebnisse

Für die einzelnen Sektoren der KRITIS sowie die Bereiche Katastrophenschutzbehörden, Bau und Wald wurden Folgen und sowohl bestehende als auch mögliche zukünftige Maßnahmen erörtert. Dabei wurden nicht für alle Sektoren und Bereiche Folgen oder Maßnahmen identifiziert. Für jeden Sektor und Bereich wurde eine grafische Übersicht über den Zusammenhang zwischen Folgen und Maßnahmen erstellt. Stellenweise wurden auch Maßnahmen aus anderen Sektoren und Bereichen übernommen. Die Aufzählung und Zuordnung der Maßnahmen in dem jeweiligen Bereich oder Sektor ist jeweils nicht abschließend, weitere Kombinationen von Maßnahmen aus anderen Bereichen oder Sektoren, die für die jeweiligen Folgen sinnvoll oder durchführbar wären, sind möglich. Am Ende dieses Kapitels wird das Ergebnis hinsichtlich der Einordnung von Hitze als Katastrophe zusammengefasst.

13.1.1 Wahrnehmung von Hitze als Gefahr

Folgen

Die Angemessenheit der bisherigen Wahrnehmung von Hitze in der Allgemeinbevölkerung ist fragwürdig. Hierzu trägt insbesondere bei, dass vor der Gefahr von Hitze mit den falschen Bildern in den Medien gewarnt wird, welche die Gefahr nicht adäquat widerspiegeln.

Maßnahmen

Weder in der Literaturrecherche noch in den Expert*inneninterviews wurden konkrete Maßnahmen für den Bereich Wahrnehmung von Hitze genannt.

In Abbildung 7 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen in dem Bereich Wahrnehmung von Hitze. Es wurden Maßnahmen aus dem Bereich Allgemeine Maßnahmen aufgeführt.

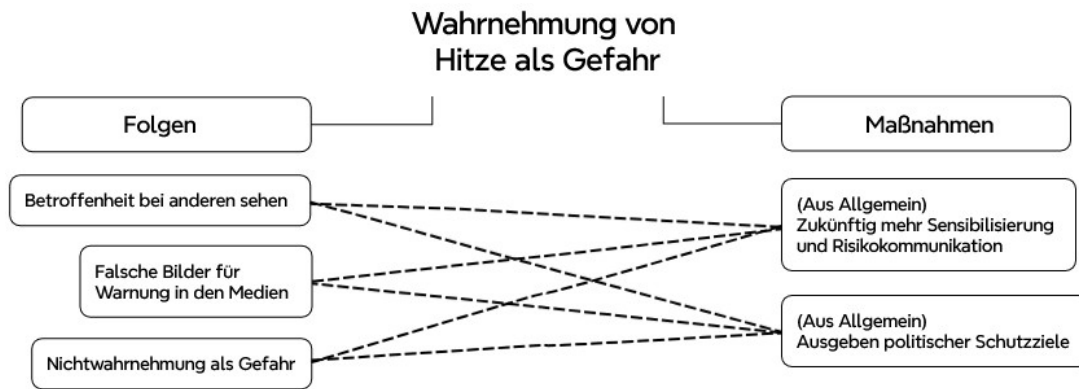


Abbildung 7: Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Bereich der Wahrnehmung von Hitze (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.2 Allgemeine Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze

Folgen

Grundsätzlich können alle KRITIS von Hitze betroffen sein, wenn die Arbeitskraft des Menschen durch starke Hitzebelastung geschwächt ist oder sogar ausfällt und die kritischen Dienstleistungen nicht mehr erfüllt werden können. Zudem haben auch technische und elektronische Bauteile einen Kühlbedarf, der erfüllt sein muss, um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten. Weiterhin ist auftretende Hitze eine Flächenlage und betrifft somit einen großen Bereich.

Maßnahmen

Zum Umgang mit den allgemeinen Folgen von Hitze ist persönliche Vorsorge ratsam. Weiterhin gibt es Tipps zum Lüften im Sommer und Hitzeaktionspläne.

Zukünftig steigt die Relevanz frühzeitiger Hitze-Prognosen sowie verstärkter Sensibilisierung und Risikokommunikation in der Bevölkerung, aber auch für und in KRITIS direkt. Politische Schutzziele können hierbei unterstützen.

Die KRITIS müssen ihre eigene Durchhaltefähigkeit durch den Schutz ihrer Systeme und insbesondere auch den Schutz ihrer Mitarbeitenden sicherstellen.

Über den Umgang mit den allgemeinen Folgen von Hitze hinaus ist die Ursachenreduzierung wesentlich. Die Sparsamkeit beim Verbrauch endlicher Ressourcen ist hier besonders wichtig und sollte mit positiven Anreizen gestärkt werden.

In Abbildung 8 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen in dem allgemeinen Bereich. Es wurden Maßnahmen aus dem Sektor IT und TK und den Bereichen Bau sowie Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

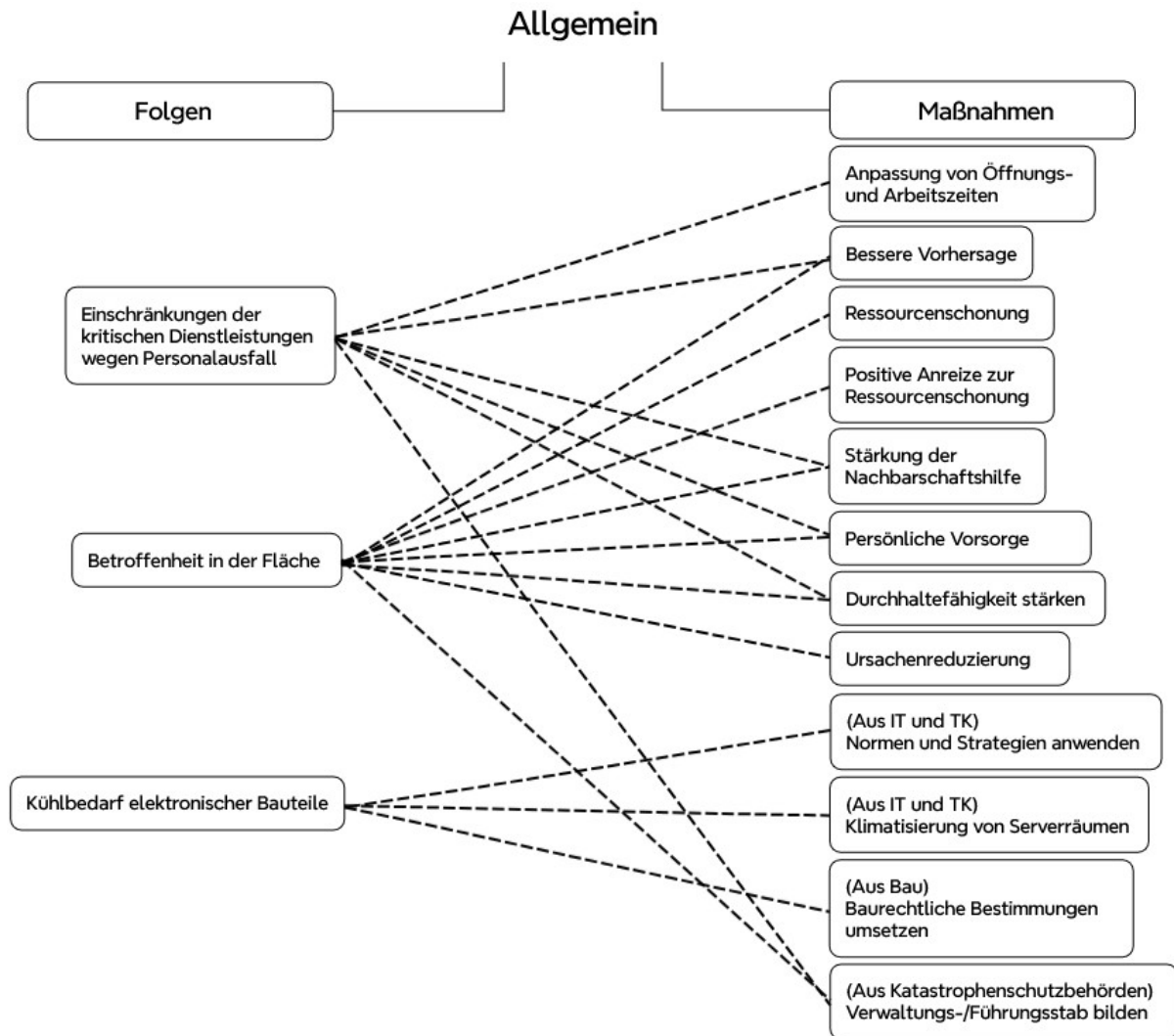


Abbildung 8: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im allgemeinen Bereich (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.3 Sektor Energie

Folgen

Für den Sektor Energie werden Niedrigwasser und Wassertemperatur im Zusammenhang mit der Problematik der Kühlwassernutzung von Kraftwerken und dem Transport von Kohle genannt. Dies betrifft daher sowohl Kohlekraftwerke als auch Kernkraftwerke. Bei einer hohen Umgebungstemperatur kann weniger Strom als gewöhnlich durch Freileitungen geleitet werden. Gleichzeitig steigt an heißen Tagen der Bedarf an Energie durch Kühlsysteme und Klimaanlage. Daher wurde die Energiesicherheit infrage gestellt. Der erhöhte Energieverbrauch durch Klimaanlage könne wohl durch eine erhöhte Einspeisung durch erneuerbare Energien ausgeglichen werden. Jedoch wird auch die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik- und Klimaanlage im Dauerbetrieb kritisch betrachtet. Biogasanlagen könnten bei hitzebedingten Ernteaussfällen nur noch eingeschränkt betrieben werden.

Maßnahmen

Um dem gesteigerten Energiebedarf bei Hitze entgegenzuwirken, wurden international bereits Arbeits- und Geschäftszeiten bei besonders hohen Temperaturen reduziert.

Zum Ausgleich der Transportausfälle durch Niedrigwasser konnte bereits auf alternative Transportwege per Schiene und Straße ausgewichen werden, wenngleich mit eingeschränkter Transportkapazität. Lieferschwierigkeiten können bislang ebenso mit Kohlelagern zeitweise abgefangen werden. Priorisierungsverordnungen sollen die Energieversorgung auch in Mangellagen sicherstellen. Weiterhin sind rollierende Abschaltungen von Verbrauchern denkbare Optionen zur Stabilisierung des Stromnetzes. Hierfür kann der Energieversorger auch durch die intelligente Netzsteuerung aktiv Energieeinspeiser abschalten. Zur Senkung der genutzten Kühlwassertemperatur können Kühltürme beitragen oder alternative Möglichkeiten wie Grubenwasser im Tagebau genutzt werden. Zur Sicherstellung der Energieversorgung ist es in Zusammenarbeit mit den Behörden auch möglich, wärmeres Kühlwasser in Flüsse einzuleiten. Freileitungen werden überwacht und durchflussregulierende Maßnahmen getroffen. Temperaturüberwachungen und Klimatisierung in Schalträumen sorgen für entsprechende Arbeitsfähigkeit der Komponenten.

Um die Energieversorgung auch in Zukunft sicherzustellen, könnten größere Kohlelager und alternative Energieerzeugungen genutzt werden. Zudem soll die intelligente Netzsteuerung ausgebaut werden, sodass nicht nur Energieeinspeiser, sondern auch Energieabnehmer abgeschaltet werden können, um das Stromnetz stabil zu halten.

In Abbildung 9 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Energie. Maßnahmen aus dem Bereich der Katastrophenschutzbehörden wurden ergänzend hinzugefügt. Der Folge des Dauerbetriebes von Photovoltaik- und Klimaanlagen, beziehungsweise den Bedenken, dass diese einem Dauerbetrieb nicht standhalten könnten, konnte keine Maßnahme aus der Literaturrecherche oder den Expert*inneninterviews zugeordnet werden.

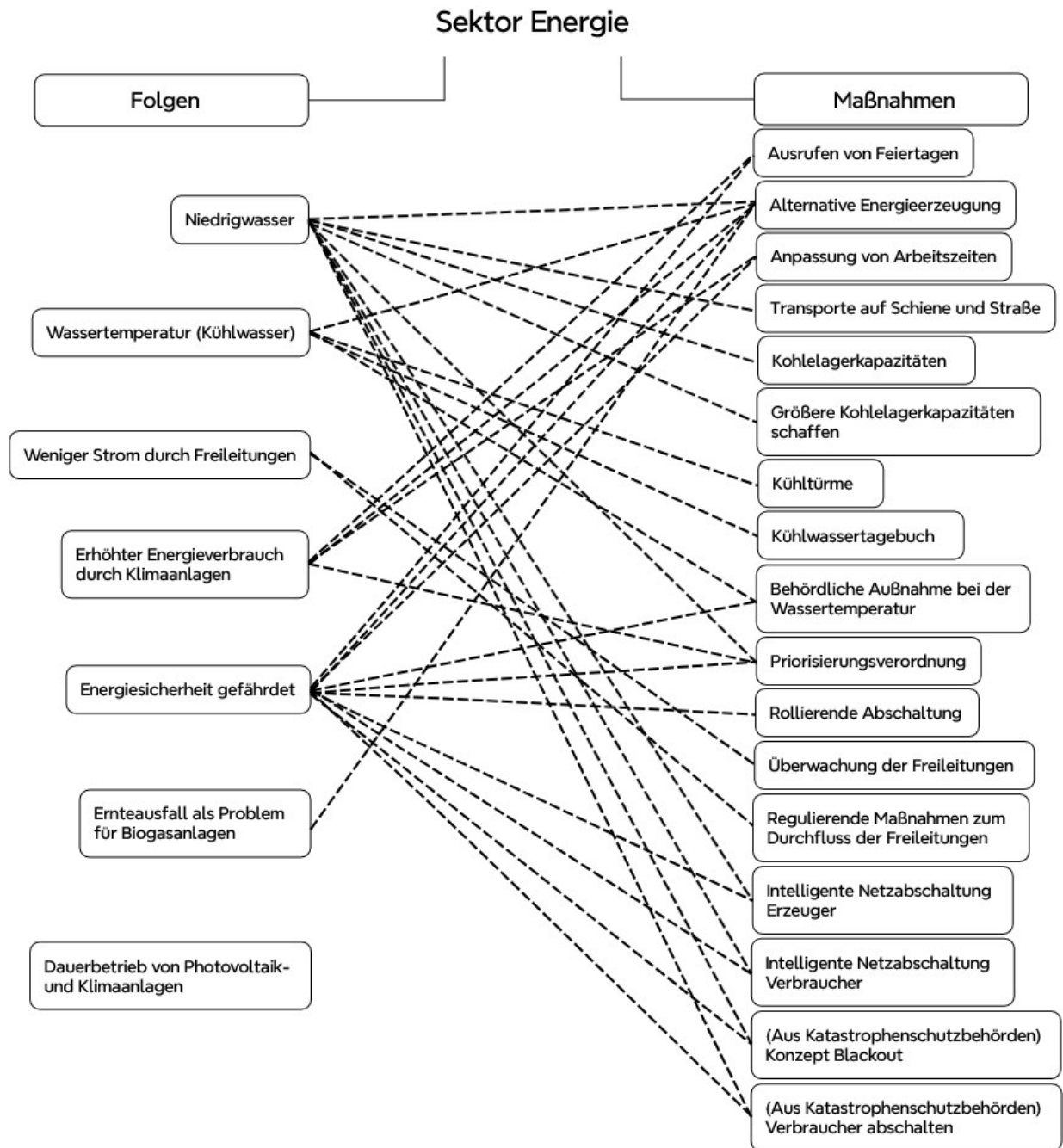


Abbildung 9: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Energie (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.4 Sektor Informationstechnik und Telekommunikation

Folgen

Die Folgen langanhaltender, starker Hitze für den Sektor IT und TK konzentrieren sich auf die Überhitzung von IT-Geräten und Rechenzentren sowie auf die Beschädigung von Kabeln durch Bodenzusammenziehungen bei gleichzeitiger Dürre.

Maßnahmen

Bisherige Maßnahmen zum Schutz vor den genannten Folgen betreffen den normgerechten Aufbau und die Klimatisierung von Rechenzentren zum Schutz vor Überhitzung.

In Abbildung 10 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor IT und TK. Zusätzlich wurde eine Maßnahme aus dem Bereich Bau ergänzt.

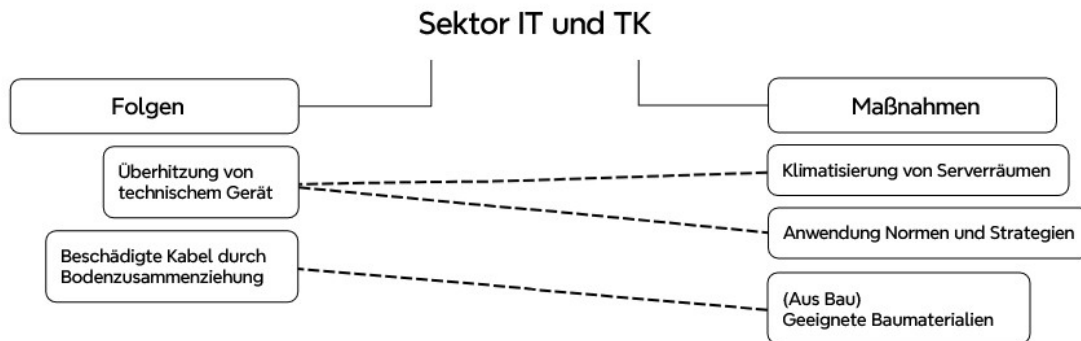


Abbildung 10: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor IT und TK (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.5 Sektor Transport und Verkehr

Folgen

Im Sektor Transport und Verkehr können Hitzeefolgen zwischen den verschiedenen Verkehrswegen unterschieden werden.

Im Straßenverkehr kann Hitze zu Blow-Ups von Betonstraßen, zu aufgeweichten Asphaltstraßen und zu Verformungen von Brücken führen. Allgemein erhöht Hitze das Risiko von Verkehrsunfällen.

Mit Blick auf den Schienenverkehr kann es bei Hitze zu Einschränkungen und Ausfällen durch Verformungen oder Verschiebungen der Gleise, Böschungsbränden oder Defekten an elektrischen Anlagen der Schieneninfrastruktur kommen. Ebenso sind Transportverbote im Personenverkehr bei Störungen der Klimaanlage in Zügen möglich.

Hinsichtlich der Wasserwege kann hitzebedingtes Niedrigwasser, wie bereits im Sektor Energie aufgeführt wurde, zu einer Reduktion oder zu einem Wegfallen des Schiffverkehrs führen. Hierdurch wird eine Verlagerung des Transportes auf die Schiene oder Straße notwendig, wodurch eine zusätzliche Belastung der beiden Verkehrswege entsteht, die zu einem Nutzungskonflikt führen kann.

Abschließend besteht im Luftverkehr die Problematik von Blow-Ups und weichem Asphalt auf Start- und Landebahnen.

Maßnahmen

Um den Hitzeefolgen im Sektor Transport und Verkehr allgemein zu begegnen, wird bei Wartungen und Bau der Infrastruktur zunehmend auf hitzebeständige Materialien

zurückgegriffen. Forschungsnetzwerke erhöhen dabei den Austausch und konzentrieren Bemühungen zur weiteren Anpassung und Optimierung des Umgangs mit Hitze.

Spezifische Maßnahmen im Straßenverkehr betreffen die Vermeidung von Überhitzung von Menschen im Personenverkehr durch Klimaanlage und speziell für Radfahrer durch Wasservernebler.

Für den Flugverkehr wurden wiederum an heißen Tagen bereits Start- und Landebahnen mit Wasser abgekühlt.

Im Bereich des Schienenverkehrs werden aktuell sowohl Züge als auch Zentralen mit Leit- und Sicherungstechnik mit neuen Klimaanlage ausgestattet und regelmäßig gewartet. Zudem werden neue Dämmstoffe und Schienenfarben zur zukünftigen Temperatursenkung getestet. Böschungsbrände werden bislang bestmöglich durch Pflege vermieden. In Zukunft sollen diese, ebenso wie trockenheitsbedingte Baumstürze auf Schienen, durch technische Mittel vorhergesagt werden.

Zum Umgang mit Niedrigwasser im Gütertransport auf Wasserwegen werden Pläne durch nationale Ministerien erarbeitet.

In Abbildung 11 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Transport und Verkehr.

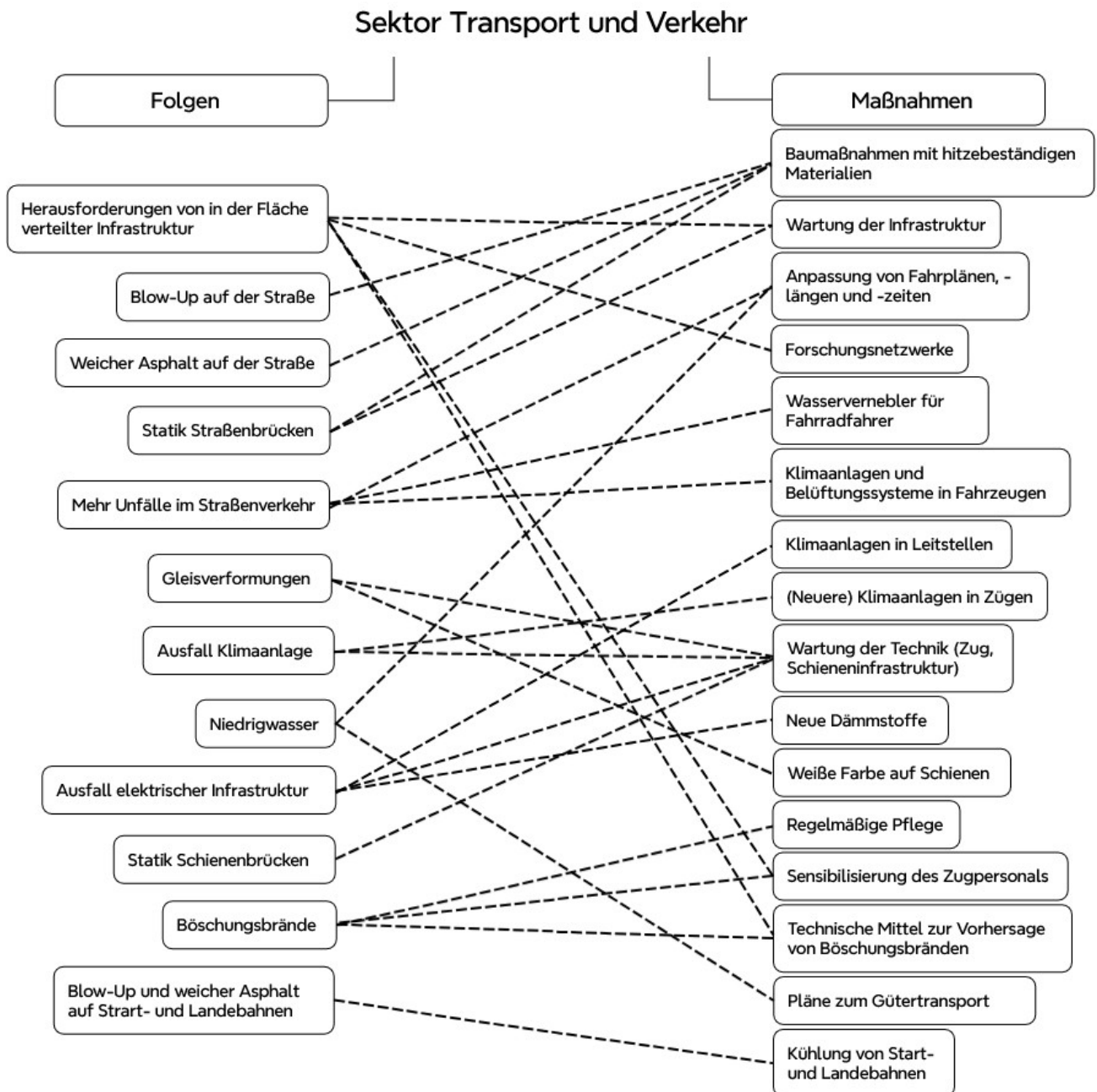


Abbildung 11: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Siedlungsabfallentsorgung Transport und Verkehr (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.6 Sektor Gesundheit

Folgen

Der Gesundheitssektor steht bereits ohne außergewöhnliche Belastung vor der Herausforderung mangelnder Personalressourcen zur Sicherstellung hochwertiger Versorgung. Bei Hitze steigt zunächst das Patientenaufkommen im ambulanten und stationären Bereich durch die gesundheitliche Belastung der Bevölkerung bei hohen Temperaturen, insbesondere in vulnerablen Gruppen. Gleichzeitig führt die Eigenbetroffenheit des ärztlichen und pflegerischen Personals sowie des Rettungsdienstes zu

einer Verstärkung personeller Engpässe mit der Folge von eingeschränkten Versorgungskapazitäten. Weiterhin muss der erhöhte Kühlbedarf sowohl von Medikamenten als auch in Gesundheitseinrichtungen sichergestellt werden.

Maßnahmen

Zum Umgang mit den aufgeführten Hitzefolgen wird grundsätzlich die Erstellung von Hitzeaktionsplänen in Gesundheitseinrichtungen empfohlen. Zudem können bestehende Notfallpläne in Krankenhäusern die Bewältigung erhöhter Patientenaufkommen unterstützen. Hierzu sollten auch die Ursachen von Hitzeerkrankungen durch Maßnahmen, wie öffentliche Kühlräume und Trinkbrunnen, die Einführung einer Siesta oder Wassernebel für Fußwege, bestmöglich vermieden werden. Bei einer umfassenden Identifizierung vulnerabler Gruppen kann hier gezielt präventiv gehandelt werden. Weiterhin sind langfristig bauliche Maßnahmen und stärkere Begrünung zur verbesserten Abkühlung geplant.

Zukünftig könnten redundante Kühlsysteme in Krankenhäusern für Schutz vor Hitze vor Ort sorgen. Denkbar wäre die Nutzung von Verdunstungskälte an Gebäuden.

In Abbildung 12 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Gesundheit. Zusätzlich wurden Maßnahmen aus dem Sektor Transport und Verkehr und dem Bereich Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

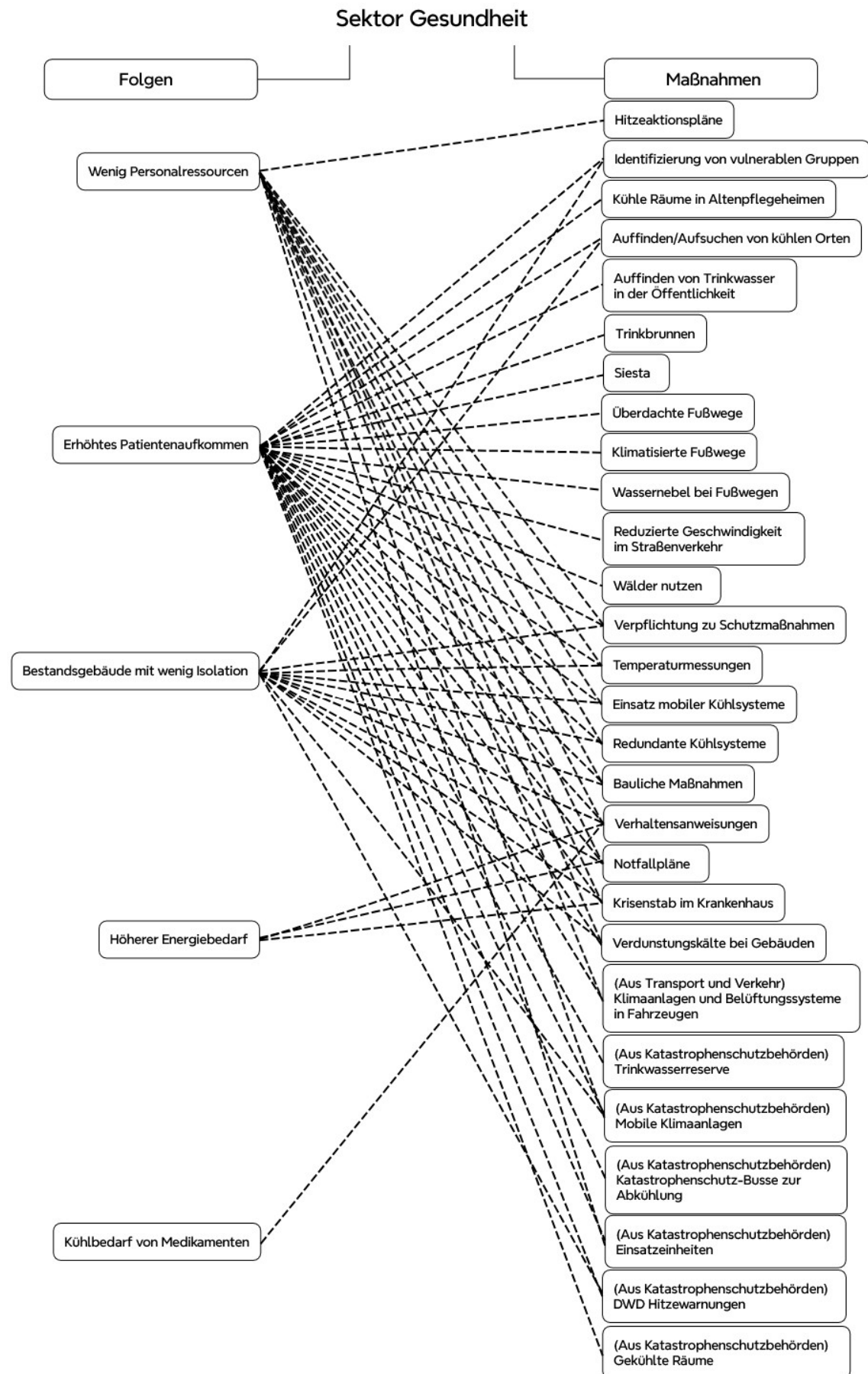


Abbildung 12: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Gesundheit (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.7 Sektor Medien und Kultur

Folgen

Der Sektor Medien und Kultur ist im Kontext von Hitze vor allem hinsichtlich (Groß-) Veranstaltungen im Außenbereich betroffen. Diese können aufgrund der Hitzebelastung der Besucher und des Personals der Sanitätsdienste, die bei hohem Patientenaufkommen zusätzlich überlastet wären, nicht oder nur eingeschränkt stattfinden.

Maßnahmen

In Zukunft wäre es eine Möglichkeit, Großveranstaltungen im Außenbereich bei Hitze abzusagen, beziehungsweise nicht auszurichten. Eine solche Maßnahme würde zwar die Gesundheit und die Gesundheitsversorgung schützen, nicht aber die kritische Dienstleistung selbst wiederherstellen.

In Abbildung 13 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Medien und Kultur.

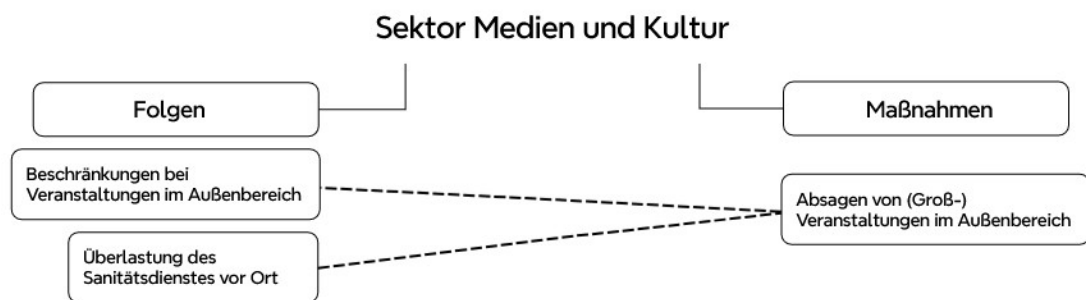


Abbildung 13: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Medien und Kultur (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.8 Sektor Wasser

Folgen

Im Hinblick auf die Wasserversorgung bei einem Hitzeereignis kann festgehalten werden, dass es gleichzeitig zu einer Abnahme des verfügbaren, sauberen Trinkwassers und zu einem Mehrbedarf an Trinkwasser kommen kann. Zu einer zusätzlichen Verschlechterung der Lage können außerdem Schäden und Leckagen an Wasserrohren durch Bodenzusammenziehung bei hitzebedingter Dürre führen.

Maßnahmen

Zur Sicherstellung der Wasserversorgung werden Maßnahmen sowohl auf quantitativer als auch auf qualitativer Ebene umgesetzt. Einer Trinkwasserunterversorgung sowie vollständigen Ausfällen kann mit Notbrunnen und der Verteilung von Trinkwasser durch die Feuerwehr, über Fernwasserversorger oder mit Tanklastern begegnet werden. Ebenso ist es möglich den Wasserverbrauch im Rahmen von Priorisierungsverordnungen und Nutzungsbeschränkungsverordnungen zur Wasserentnahme zu regeln bzw. zu reduzieren. Der vermeidbare Verlust von

Trinkwasser durch Leckagen kann durch die Überwachung der Wasserinfrastruktur schnellstmöglich behoben werden. In Zukunft muss sowohl der Wasserverbrauch stärker reduziert als auch die Verfügbarkeit von Grundwasser durch Entsiegelung, Umweltschutz sowie das Ausweisen von Wasserschutzgebieten gefördert werden.

Die Sicherung der Trinkwasserqualität kann in Deutschland auch bei Hitze durch technische Maßnahmen, Chlor, Rohrspülungen und Abkochgebote gewährleistet werden. Zukünftig wird jedoch vermutlich ein höherer technischer Aufwand zur Reinigung von Wasser benötigt.

Übergeordnet müssen in Zukunft Notfallpläne für Wassermangel erstellt werden. Ebenso ist die bisherige niedrige Bepreisung und hauptsächliche Nutzung von Trinkwasser, auch in Bereichen in denen auf Grauwasser zurückgegriffen werden könnte, in Deutschland kritisch zu hinterfragen.

In Abbildung 14 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Wasser. Zusätzlich wurden Maßnahmen aus dem Bereich Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

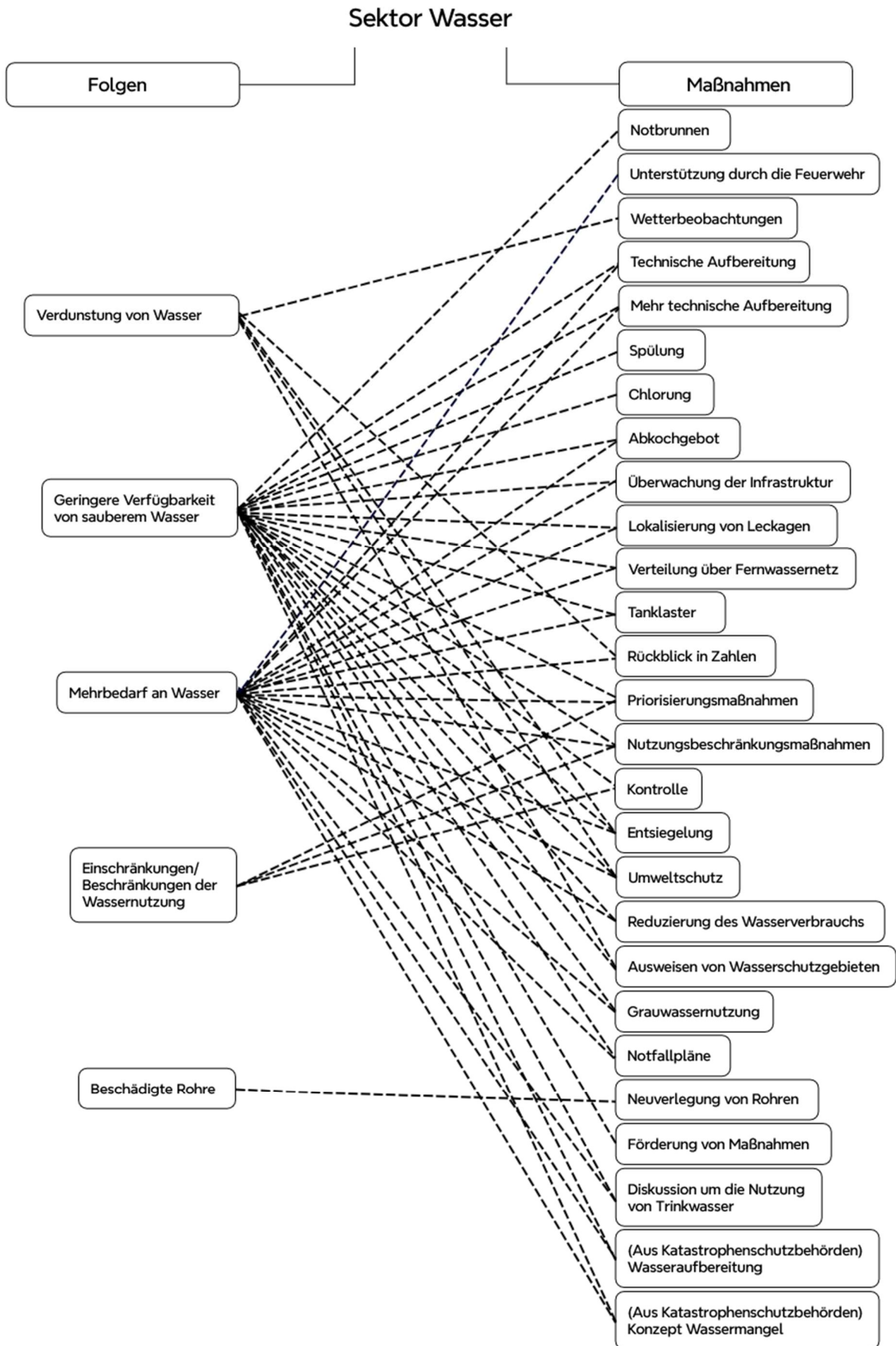


Abbildung 14: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Wasser (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.9 Sektor Ernährung

Folgen

Innerhalb des KRITIS-Sektors Ernährung kann sich Hitze sowohl auf pflanzliche als auch auf tierische Lebensmittel beziehungsweise auf das Nutztier auswirken. Allgemein besteht das Risiko verdorbener Lebensmittel bei zu hohen Temperaturen. Zur Einhaltung der Kühlkette wird bei Hitze mehr Energie benötigt. Die Ernten können insbesondere bei hitzebedingter Dürre ausfallen und es kann zu Versorgungsengpässen kommen. Hinsichtlich der Tierhaltung führen zu hohe Außentemperaturen zu Hitzestress bei Tieren, was sowohl das Tierwohl gefährdet als auch die wirtschaftliche Leistung als Nutztier beeinträchtigt.

Maßnahmen

Um die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln und das Tierwohl von Nutztieren sicherzustellen, müssen die Lagerung von Lebensmitteln und die Temperatur im Rahmen der Unterbringung von Nutztieren bei Hitze überwacht und reguliert werden.

Zukünftig sind Klimaanlage in Ställen und Versicherungen für Ernteaufschläge denkbar.

In Abbildung 15 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Ernährung. Zusätzlich wurden Maßnahmen aus dem Sektor Wasser und dem Bereich Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

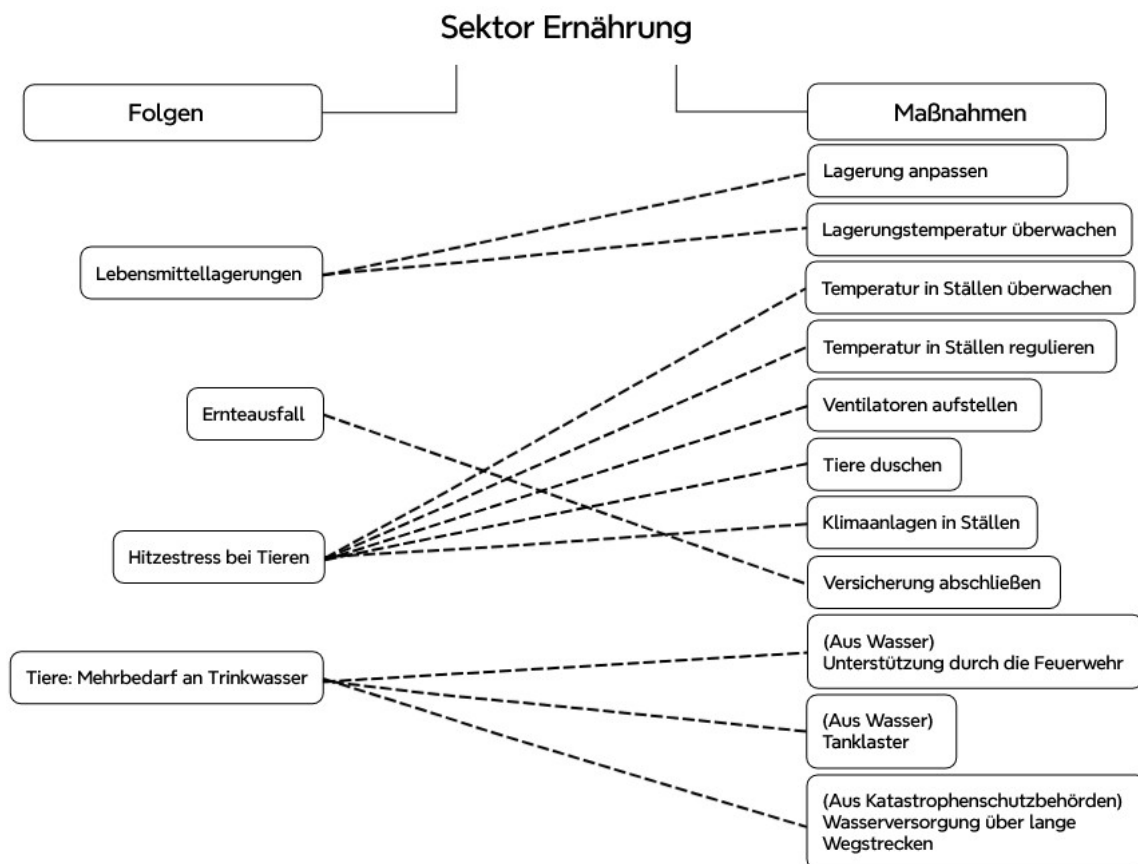


Abbildung 15: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Ernährung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.10 Sektor Finanz- und Versicherungswesen

Zu dem Sektor Finanz- und Versicherungswesen wurden weder in der Literaturrecherche noch in den Expert*inneninterviews direkte Folgen oder konkrete Maßnahmen genannt.

13.1.11 Sektor Siedlungsabfallentsorgung

Folgen

Im Sektor Siedlungsabfallentsorgung kann Hitze zur Verbreitung von Krankheiten durch Abfälle sorgen.

Maßnahmen

Eine regelmäßige Abholung von Abfällen kann insbesondere bei Hitzeereignissen gesundheitliche Gefahren vermeiden.

In Abbildung 16 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Sektor Siedlungsabfallentsorgung.

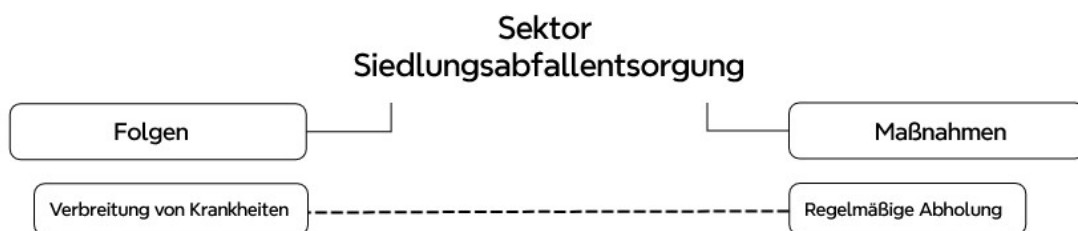


Abbildung 16: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Sektor Siedlungsabfallentsorgung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.12 Sektor Staat und Verwaltung

Folgen

Zu dem Sektor Staat und Verwaltung konnten weder im Rahmen der Literaturrecherche noch in den Expert*inneninterviews direkte Folgen von Hitze identifiziert werden.

Maßnahmen

Obwohl keine Hitzefolgen für den Sektor Staat und Verwaltung aufgezeigt werden konnten, bestehen Maßnahmen zum erfolgreichen Umgang mit Hitze auf Verwaltungsebene. Hierzu zählen der Wissensaustausch zu kommunalen Strategien zwischen Behörden, die Einrichtung lokaler Kontaktbüros zum Austausch vor Ort sowie die Förderung von Nachbarschaftshilfen durch Kommunen.

Abbildung 17 zeigt die Maßnahmen gegen Hitze im Sektor Staat und Verwaltung. Es konnten keine direkten Folgen für diesen Sektor erhoben werden. Die genannten Maßnahmen können dementsprechend keiner Folge direkt zugeordnet werden.

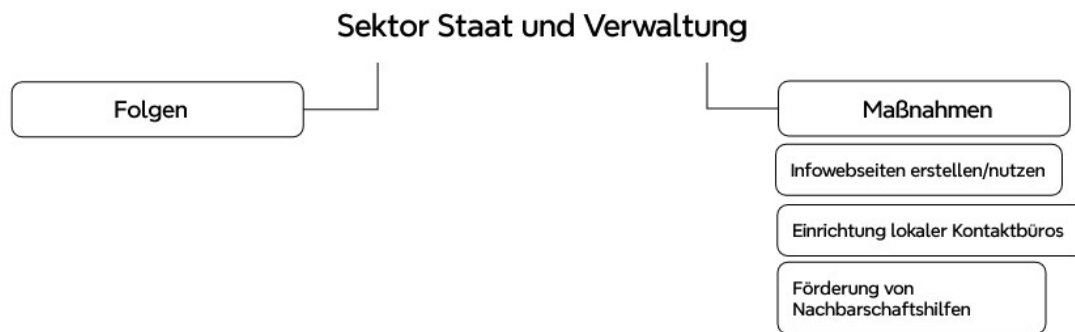


Abbildung 17: Darstellung der Maßnahmen gegen Hitze im Sektor Staat und Verwaltung (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.13 Katastrophenschutzbehörden

Folgen

Zu dem Bereich Katastrophenschutzbehörden konnten weder im Rahmen der Literaturrecherche noch in den Expert*inneninterviews direkte Folgen von Hitze identifiziert werden.

Maßnahmen

Maßnahmen zum Schutz vor Hitze und ihren Folgen, die die Katastrophenschutzbehörden betreffen, können sich auf alle KRITIS-Sektoren beziehen und fallen entsprechend vielfältig aus. Die in den einzelnen Sektoren vorangehend aufgezeigten Maßnahmen decken sich teilweise mit denen der Katastrophenschutzbehörden. Der Unterschied liegt an dieser Stelle in der Anordnung und Durchsetzung der Maßnahmen von höherer Ebene sowie der übergeordneten Koordination von Seiten der Katastrophenschutzbehörden. Zentral für den Beschluss und die Umsetzung von Maßnahmen sind dabei die Verwaltungsstäbe. Zusätzlich können Führungsstäbe die operativ-taktische Einsatzleitung unterstützen.

Abbildung 18 zeigt die Maßnahmen in dem Bereich Katastrophenschutzbehörden. Es konnten keine direkten Folgen für diesen Bereich erhoben werden. Diese genannten Maßnahmen können entsprechend keiner Folge direkt zugeordnet werden. Es sind lediglich Maßnahmen abgebildet, die keinen anderen Bereichen oder Sektoren zugeordnet werden konnten.

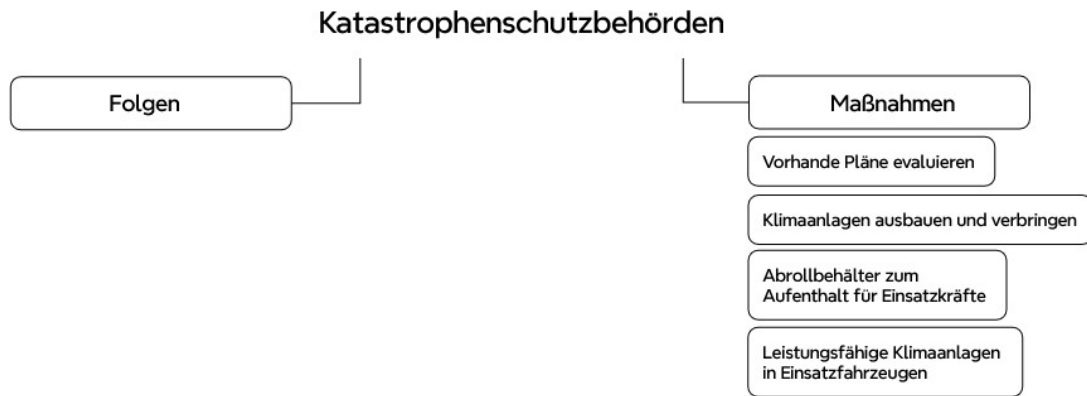


Abbildung 18: Darstellung der Maßnahmen gegen Hitze im Bereich Katastrophenschutzbehörden (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.14 Bereich Wald

Folgen

Innerhalb des Bereiches Wald betreffen die Folgen von Hitze die steigende Wahrscheinlichkeit von Waldbränden und der Schädlingsbefall von Bäumen. Geschädigte Bäume erhöhen zusätzlich die Gefahr von Erdrutschen und Steinschlägen.

Maßnahmen

Zur Prävention von Waldbränden sollen Waldbesitzer zu Gefahren und Maßnahmen fortgebildet werden. Kam es durch Hitze bereits zu einem Waldbrand, sind für die effektive Löschung die Brandfrüherkennung und die geeignete technische Ausstattung und die Ausbildung von Einsatzkräften essenziell. Zusätzlich können Evakuierungen zum Schutz der Bevölkerung durchgeführt werden.

In Abbildung 19 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Bereich Wald. Zusätzlich wurden Maßnahmen aus dem Bereich Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

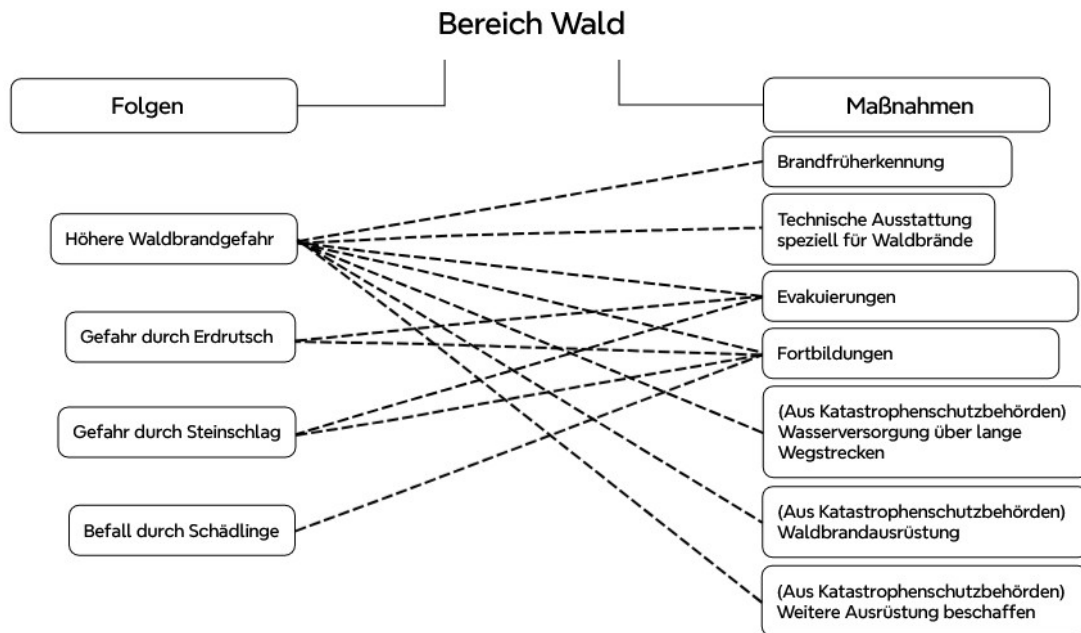


Abbildung 19: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Bereich Wald (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.15 Bereich Bau

Folgen

Hitze und Hitzeereignisse wirken sich im Kontext der Bebauung bereits jetzt und in Zukunft am stärksten auf städtische Gebiete aus. Dabei ist besonders problematisch, dass sich gerade Einrichtungen mit vulnerablen Gruppen in innerstädtischen, heißen Zonen befinden. Zusätzlich sorgen veraltete Bauweisen und bauliche Mängel für eine verstärkte Hitzebelastung. Neben dem gesundheitlichen Risiko stellen mögliche Bodenzusammenziehungen und Fundamentabsackungen durch Hitze und Dürre eine ernstzunehmende Gefahr dar.

Maßnahmen

Bauliche Maßnahmen zum Umgang mit Hitze und Hitzefolgen konzentrieren sich insbesondere auf die Reduktion der Erhitzung und die Verbesserung der Abkühlung in Städten. Hierzu können Wasserdurchflüsse und -vernebler, Schattenplätze sowie spezielle Gebäudeanstriche und Baumaterialien oder auch das Konzept der Schwammstadt beitragen. Zukünftig müssen diese Maßnahmen ebenso wie die Ausstattung mit Klimageräten verbreitet und stärker umgesetzt werden.

In Abbildung 20 erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu den Folgen im Bereich Bau. Zusätzlich wurden Maßnahmen aus dem Bereich Katastrophenschutzbehörden hinzugefügt.

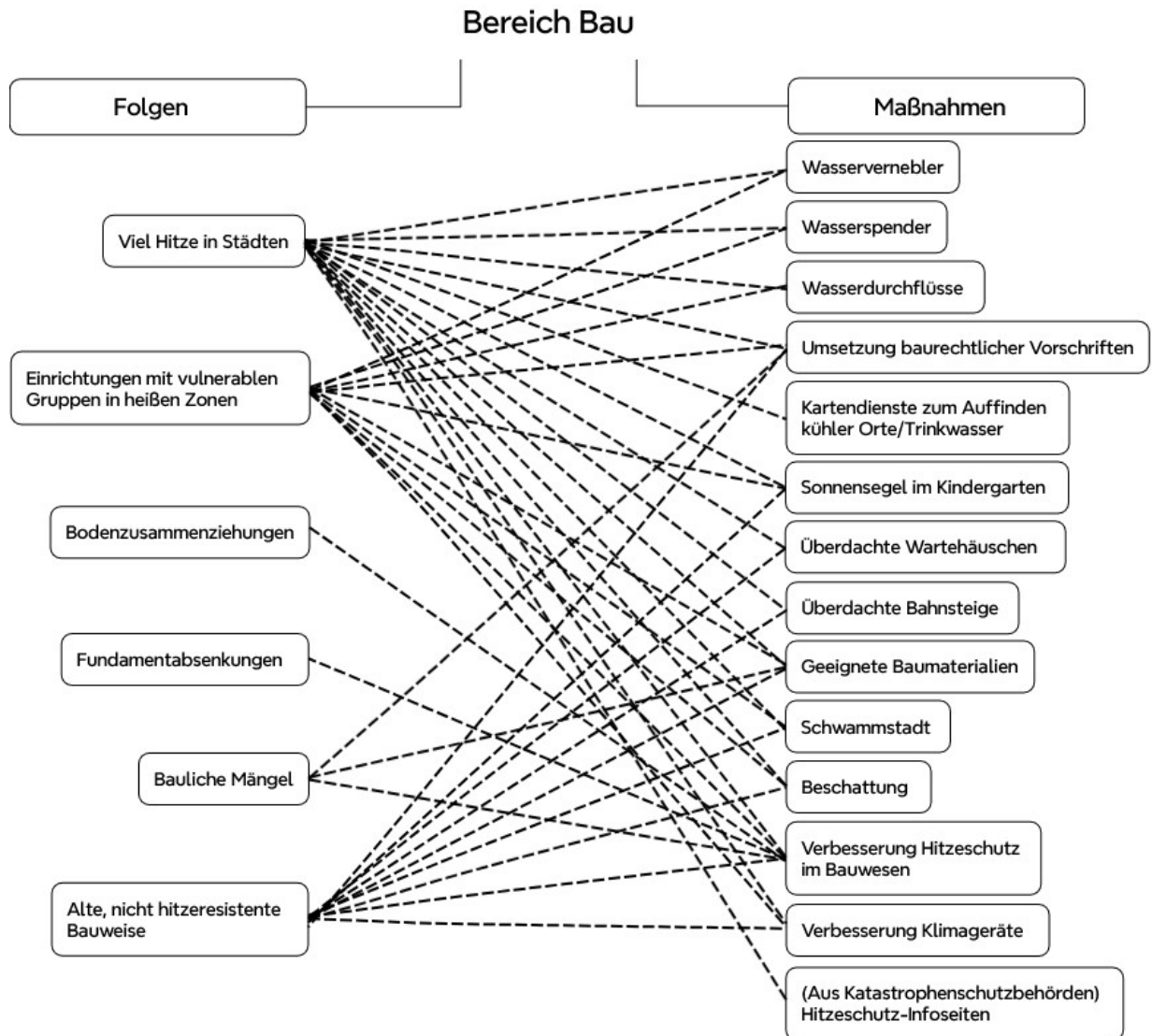


Abbildung 20: Zuordnung der Maßnahmen gegen Hitze zu den Folgen von Hitze im Bereich Bau (Eigene Darstellung erstellt mit xmind.ai).

13.1.16 Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen

Allgemein wird von Expert*innen die Ansicht vertreten, dass die vorhandenen Maßnahmen in den meisten Sektoren und Bereichen nicht ausreichen oder in Zukunft nicht ausreichen werden. Im Energiesektor und bei den Katastrophenschutzbehörden wird demgegenüber teilweise die Ansicht vertreten, dass die aktuellen Maßnahmen zum jetzigen Zeitpunkt ausreichend sind, in der Zukunft jedoch nicht ausreichen werden.

13.1.17 Hitze als Katastrophe

Hitzewellen, die mit größerer Häufigkeit, stärkerer Intensität und längerer Dauer auftreten, könnten in Zukunft zu einer Katastrophe im Sinne des LKatSG Baden-Württemberg führen.

Die Einordnung von Hitze als potenzielle Katastrophe würde die Krisenkommunikation zukünftig unterstützen und damit die Sensibilisierung der Öffentlichkeit sowie die

adäquate Wahrnehmung der Gefahren von Hitze fördern. Die einheitliche Führung zur Bekämpfung der Hitzefolgen als Katastrophe würde, basierend auf der Katastrophendefinition, auf eine Katastrophenschutzbehörde übergehen, was aufgrund der Flächenlage notwendig wäre, um über Grenzen hinweg Maßnahmen koordinieren zu können. Maßnahmen der Katastrophenschutzbehörden müssten jedoch auch einen bestimmten Zweck verfolgen und dürften nicht durch die Arbeit von anderen Behörden durchgeführt werden (können). Dies würde die Legitimation der einheitlichen Führung infrage stellen. Denkbar wäre in Baden-Württemberg auch die Feststellung einer Außergewöhnlichen Einsatzlage.

Mögliche Ereignisse, die eine Hitze-Katastrophe auslösen könnten, wären nach Einschätzung der befragten Expert*innen eine sehr starke oder eine langanhaltende Hitzewelle. Denkbar wären dabei eine Hitzekatastrophe bei Temperaturen ab 42 Grad Celsius oder Nachttemperaturen über 27 Grad Celsius. Die Temperaturangaben beziehen sich auf geschätzte Zeiträume von einer Woche bei der Nachttemperatur und mehrere Wochen bei der Tagestemperatur.

13.2 Beantwortung der Hypothesen und Forschungsfragen

In diesem Abschnitt erfolgt die Beantwortung der Forschungsfragen und Bestätigung oder Widerlegung der Hypothesen. Die entsprechenden Antworten sind direkt im Anschluss an die Forschungsfragen formuliert.

Hypothese 1

Die für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden im Bundesland Baden-Württemberg sind auf länger andauernde Hitzewellen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die kritischen Infrastrukturen nicht genügend vorbereitet.

Forschungsfrage 1. Welche Auswirkungen hat eine länger andauernde Hitzewelle auf kritische Infrastrukturen in Baden-Württemberg? Es wurden zahlreiche Auswirkungen auf KRITIS, aber auch die Bereiche Wald und Bau gefunden, wobei sich die Recherchen und Interviews nicht explizit auf das Bundesland Baden-Württemberg beschränkt haben. Gleichwohl lassen sich die identifizierten Folgen auf alle KRITIS in Baden-Württemberg übertragen. Die einzelnen Folgen werden an dieser Stelle nicht aufgezählt und finden sich in zusammengefasster Form in Kapitel 13.1 wieder.

Forschungsfrage 2. Welche Maßnahmen bestehen bei kritischen Infrastrukturen bereits, um Hitze zu bewältigen? Es wurden zahlreiche Maßnahmen für die KRITIS-Sektoren, aber auch für die Bereiche Wald, Bau und Katastrophenschutzbehörden identifiziert. Die einzelnen Maßnahmen werden an dieser Stelle nicht aufgezählt und finden sich in zusammengefasster Form in Kapitel 13.1 wieder.

Forschungsfrage 2.a Sind diese Maßnahmen ausreichend? Die identifizierten Maßnahmen sind größtenteils bereits schon jetzt nicht ausreichend und werden es bei einer Intensivierung der Hitzewellen in Form von längeren und/oder mit höheren Temperaturen bestehenden Hitzewellen, voraussichtlich nicht sein.

Forschungsfrage 2.b Welche Maßnahmen sind denkbar und/oder zukünftig notwendig? Es wurden diverse denkbare und zukünftige Maßnahmen identifiziert. Die einzelnen Maßnahmen werden an dieser Stelle nicht aufgezählt und finden sich in zusammengefasster Form in Kapitel 13.1 wieder.

Forschungsfrage 3. Welche Maßnahmen bestehen auf den Ebenen der Katastrophenschutzbehörden in Baden-Württemberg, um eine länger andauernde Hitzewelle zu bewältigen? Es wurden einige Maßnahmen gefunden, die seitens der Katastrophenschutzbehörden durchgeführt werden könnten, um eine länger andauernde Hitzewelle zu bewältigen. Die Maßnahmen bestehen nicht explizit für Hitzewellen und werden daher adaptiert. Die einzelnen Maßnahmen werden an dieser Stelle nicht aufgezählt und finden sich in zusammengefasster Form in Kapitel 13.1 wieder.

Forschungsfrage 3.a Sind diese Maßnahmen ausreichend? Von Seiten der Katastrophenschutzbehörden wird teilweise die Ansicht vertreten, dass die aktuellen Maßnahmen zum jetzigen Zeitpunkt ausreichend sind, in der Zukunft jedoch nicht mehr ausreichen werden.

Forschungsfrage 3.b Welche Maßnahmen sind denkbar und/oder zukünftig notwendig? Es wurden diverse denkbare und zukünftige Maßnahmen identifiziert. Die einzelnen Maßnahmen werden an dieser Stelle nicht aufgezählt und finden sich in zusammengefasster Form in Kapitel 13.1 wieder.

Auf Grundlage der dargestellten Ergebnisse lässt sich der Schluss ziehen, dass Hypothese 1 größtenteils angenommen werden kann. Zwar bestehen verschiedene Maßnahmen, die die Katastrophenschutzbehörden auch gegen Hitzewellen ergreifen können, jedoch entstammen diese Maßnahmen eher anderen Ereignissen. Daran wird deutlich, dass sich die Katastrophenschutzbehörden bislang nicht speziell auf Hitzewellen vorbereitet haben. Dementsprechend gibt es auch keine Katastrophen- und Einsatzpläne speziell für das Ereignis Hitze, obwohl die Entwicklung zu einer Katastrophe, wie in den Ergebnissen dargestellt, möglich wäre.

Hypothese 2

Eine Hitzewelle kann zur Feststellung einer Katastrophe im Sinne des Landeskatastrophenschutzgesetzes des Bundeslandes Baden-Württemberg führen, womit die Bewältigung der Folgen der Hitzewelle zur Aufgabe der Katastrophenschutzbehörden wird.

Forschungsfrage 1. Umfasst die Definition einer Katastrophe im Sinne von Paragraph 1 Absatz 2 Landeskatastrophenschutzgesetz des Bundeslandes Baden-Württemberg auch eine Hitzewelle? Alle Expert*innen, die die entsprechende Frage beantworteten, waren sich einig, dass Hitze zu einer Katastrophe im Sinne des LKatSG führen kann.

Forschungsfrage 2. Was sind denkbare Abläufe einer Hitzewelle, die die Voraussetzungen einer Katastrophe gemäß Landeskatastrophenschutzgesetz des Bundeslandes Baden-Württemberg erfüllen? Damit die Definition einer Katastrophe gemäß LKatSG durch ein Hitze-Ereignis erfüllt wird, wäre nach Einschätzung der

befragten Expert*innen zum einen eine sehr starke oder zum anderen eine langanhaltende Hitzewelle notwendig.

Aus den zusammengefassten Ergebnissen lässt sich der Schluss ziehen, dass auch Hypothese 2 angenommen werden kann. Somit ist die Aufgabe der Bewältigung einer Hitzewelle eine Aufgabe der Katastrophenschutzbehörden in Baden-Württemberg.

13.3 Beitrag zu der Forschung

Im folgenden Abschnitt wird der Beitrag zur Forschung mit der Beantwortung der Forschungsfragen überprüft. Dabei wird der Mehrwert der Ergebnisse aus den Expert*inneninterviews gegenüber der reinen Erhebung durch die Literaturrecherche betrachtet.

Folgen von Hitze

Die erste Forschungsfrage zur ersten Hypothese betrifft die Auswirkungen von Hitze auf KRITIS.

Im Rahmen der Literaturrecherche konnten keine Auswirkungen auf die KRITIS-Sektoren IT und TK, Finanz- und Versicherungswesen, Staat und Verwaltung sowie Medien und Kultur identifiziert werden. Anhand der Expert*inneninterviews war es möglich diese Lücke in den Sektoren IT und TK sowie Medien und Kultur zu schließen. Für die anderen beiden Sektoren wurden auch während der Interviews keine Folgen identifiziert. Die aufgrund der Literaturrecherche hinzugefügten Folgen für die Bereiche Wald und Bau wurden auch in den Expert*inneninterviews ausgeführt, was die Notwendigkeit der Einbeziehung der beiden Bereiche untermauert. Im Weiteren wird auf den Beitrag der durchgeführten Expert*inneninterviews zu der bisherigen Forschung in den einzelnen Sektoren eingegangen.

Die Folgen im KRITIS-Sektor Energie, die das Niedrigwasser und die Kühlwassertemperatur betreffen (REIMER und STAUD 2021: 263, 268; BISCH 2024), wurden in den Expert*inneninterviews bestätigt. Darüber hinaus ergaben die Interviews zusätzliche Folgen, die detaillierter auf technische Themen fokussiert waren und den Betrieb von Klimaanlage aber auch des Stromnetzes betrachteten.

Im KRITIS-Sektor Transport und Verkehr liegen bereits Erkenntnisse in der Literatur vor (REIMER und STAUD 2021: 184f, 187f, 193f, 201f; BMK 2024: 343). Explizit wurde dort die erhöhte Unfallgefahr im Straßenverkehr an Hitzetagen aufgeführt (Statistik Austria 2022; Statistik Austria 2024), welche in den Expert*inneninterviews so nicht genannt wurde. In den Interviews wurde wiederum die Leistungsreduktion durch Hitze als potenzielle Unfallursache identifiziert.

Der KRITIS-Sektor Gesundheit zeigte in beiden Erhebungen den gestiegenen Behandlungsbedarf bei Hitze auf (REIMER und STAUD 2021: 61f, 143). In den Interviews wurde deutlicher auf die Umstände der Behandlung, also das Personal und die Gebäude eingegangen und auch der Umgang mit Medikamenten thematisiert.

Im KRITIS-Sektor Wasser liegen bereits Erkenntnisse in der vorhandenen Literatur vor (REIMER und STAUD 2021: 39f, 103ff). In den Expert*inneninterviews ergab sich zusätzlich die Folge der Bodenzusammenziehung, die zu Leckagen an Rohren führen kann.

Während in der Literaturrecherche im KRITIS-Sektor Ernährung lediglich die Betroffenheit von Nutztieren in Bezug auf Hitzestress erörtert wurden (BMK 2024: 24; REIMER und STAUD 2021: 248, 250), wurden in den Interviews zusätzliche Auswirkungen von Hitze auf die Lagerung und den Transport von Lebensmitteln sowie Ernteauffälle betrachtet.

Im Bereich Wald wurden die Ergebnisse der Literaturrecherche (REIMER und STAUD 2021: 122f, 304f) in den Expert*inneninterviews bestätigt. Ein Widerspruch ergab sich zwischen Literatur und Expert*innenmeinung zu der Wahrscheinlichkeit von Waldbränden bei Hitze. Während die Literaturrecherche ergab, dass Menschen etwa für die Hälfte der Waldbrände verantwortlich sind und daher bei mehr Hitze nicht zwangsläufig mehr Waldbrände entstehen (UBA 2021: 59), verwiesen die befragten Expert*innen auf ein gesteigertes Waldbrandrisiko aufgrund der herabgesetzten Differenz zwischen der Umgebungs- und Entzündungstemperatur.

Im Bereich Bau liegen bereits Erkenntnisse zu den Folgen von Hitze in der Literatur vor (REIMER und STAUD 2021: 135f, 139ff). Zusätzliche Folgen, die in den Expert*inneninterviews genannt wurden, sind Bodenzusammenziehungen und Fundamentabsackungen.

Durch die Expert*inneninterviews wurde auf das spezielle Thema Wahrnehmung der Gefahr aufmerksam gemacht und zudem die Folgen hervorgehoben, die für alle KRITIS und Bereiche gelten.

Bestehende Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

Die zweite und dritte Forschungsfrage zur ersten Hypothese betreffen die bereits bestehenden Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze.

Während für die KRITIS-Sektoren IT und TK, Finanz- und Versicherungswesen sowie Medien und Kultur in der Literaturrecherche keine bestehenden Maßnahmen identifiziert werden konnten, wurden für den Sektor IT und TK bereits bestehende Maßnahmen im Rahmen der Expert*inneninterviews benannt.

Im KRITIS-Sektor Energie konnten die Maßnahmen zur Kompensation des Transportes und die Senkung der Kühlwassertemperatur mittels eines Kühlturms in den Expert*inneninterviews bestätigt werden (EnBW o.J.a; EnBW o.J.b). Hinzugefügt wurden die Priorisierungsverordnung für den Transport bei Energiemangel, die Überwachung von wichtigen Räumlichkeiten und Technik in der Energieversorgung und die technische Unterstützung der intelligenten Netzabschaltung, die Möglichkeit der rollierenden Abschaltung von Verbrauchern sowie ein mögliches Vorgehen, um zur Sicherstellung der Energieversorgung wärmeres Kühlwasser wiedereinzuleiten.

Im Sektor Transport und Verkehr konnten die Erkenntnisse zu den Maßnahmen aus der Literatur (DB 2020; REIMER und STAUD 2021: 206) ergänzt werden. In den Interviews wurden zusätzlich die Anpassung von Fahrplänen sowie Pläne der Verkehrsbehörden und der Zusammenschluss eines Forschungsnetzwerkes genannt.

Auch im Sektor Gesundheit liegen bereits Erkenntnisse im Rahmen der Literaturrecherche vor (REIMER und STAUD 2021: 50, 144ff). Durch die Expert*inneninterviews wurden Notfallpläne für die Behandlung einer Vielzahl an Verletzten sowie die Option des Krisenstabes im Krankenhaus hervorgehoben.

Im Sektor Wasser konnte durch die Interviews zusätzlich zu den Literaturergebnissen (BBK o.J.k; REIMER und STAUD 2021: 109f) die technische Reinigung des Trinkwassers und die Überwachung der Infrastruktur auf Leckagen beigetragen werden.

Im Sektor Ernährung wurde in den Expert*inneninterviews bestätigt, dass die Temperatur in den Ställen überwacht und reguliert werden muss (REIMER und STAUD 2021: 248). Zusätzlich wurde auf die Lagerung von Lebensmitteln bei Hitze eingegangen.

Die Literaturergebnisse im Bereich der Katastrophenschutzbehörden (Landratsamt Ludwigsburg 2024: 27, 32; HAHN et al. 2020: 19f; SCHMIDT et al 2018: 106) wurden in den Expert*inneninterviews untermauert, aber auch ergänzt. So wurden Einheiten für die Behandlung einer Vielzahl von Menschen sowie verschiedene Konzepte und Pläne für andere Ereignisse aufgezeigt, die anteilig auch für Hitzeereignisse hilfreich sein können.

Im Bereich Bau liegen in der Literatur bereits Erkenntnisse zu Maßnahmen bei Hitze vor (REIMER und STAUD 2021: 144f, 151f). Darüberhinausgehende Ergebnisse konnten nicht erhoben werden.

Zusätzlich wurden im Rahmen der Expert*inneninterviews auch allgemeine Maßnahmen, die für die ganze Bevölkerung und alle KRITIS gelten, aufgezeigt.

Allgemeine Bewertung der bestehenden Maßnahmen sowie zukünftige und denkbare Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

Die Forschungsfrage 2 a sowie 3 a zur ersten Hypothese betreffen die Bewertung der bereits bestehenden Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze. Die Forschungsfragen 2 b und 3 b zur ersten Hypothese betreffen zukünftige und denkbare Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen.

Aus den Ergebnissen der Literatur konnten keine Bewertungen hinsichtlich der Frage, ob die vorhandenen Maßnahmen ausreichend sind, abgeleitet werden. Auch wurden keine potenziell denkbaren, zukünftigen Maßnahmen in der Literaturrecherche identifiziert. Die Erkenntnisse zur Bewertung der vorhandenen Maßnahmen und die Ergebnisse zu den zukünftigen Maßnahmen wurden erst in den Expert*inneninterviews erhoben.

Bewertungsansätze von Hitze als Katastrophe

Die Forschungsfragen 1 und 2 zur zweiten Hypothese betreffen eine mögliche Hitze-Katastrophe und denkbare Abläufe einer Hitzewelle.

Aufgrund der Ergebnisse der Literaturrecherche zum Thema Hitze als Katastrophe, wäre eine Hitze-Katastrophe ein Ereignis, dass zu einer Feststellung einer Katastrophe führen könnte (LKatSG 1999/2020: § 1 (2); GUSY 2013: 208). Aus der Literatur geht jedoch auch hervor, dass die vor Ort vorhandenen Ressourcen bei der Frage nach der Notwendigkeit der Feststellung einer Katastrophe eine Rolle spielen (Gusy 2013: 210) und es unbestimmte Rechtsbegriffe in der Definition einer Katastrophe gibt (ZIMMERMANN und GACKENHOLZ 1980: 37). Daher konnten erst die Expert*inneninterviews den notwendigen Beitrag leisten, um die subjektive Bewertung einer Hitze-Katastrophe auf Plausibilität zu prüfen und mögliche Abläufe einer Hitze-Katastrophe zu skizzieren.

13.4 Kritische Reflexion der Ergebnisse

Grundlegend konnte im Rahmen der Expert*inneninterviews festgestellt werden, dass die Wahrnehmung der Gefahr von Hitze bei den verschiedenen Akteuren differiert. Diese Beobachtung könnte auf Unterschiede in den Wissens- und Informationsständen zu Hitzegefahren zurückgeführt werden. Der aktuelle Forschungsstand zeigt zwar, dass für viele Bereiche bereits Informationen zu Hitze und Hitzefolgen vorliegen, diese aber noch nicht vollständig und abschließend sind. Eine umfassende Informationsgrundlage ist jedoch fundamentale Voraussetzung für eine sinnvolle Vorbereitung und den effektiven Umgang mit Gefahren. Welche Ausmaße klimatische Veränderungen und Hitzeereignisse in Zukunft annehmen, kann heute nur vermutet werden. Damit bleibt das Forschungsfeld Hitze überaus dynamisch und es muss kontinuierlich geforscht werden, um die Risiken stetig besser zu verstehen. Hierbei können insbesondere die Erfahrungen aus internationalen Ereignissen und internationaler Forschung eine wertvolle Orientierung bieten.

Ebenso wichtig, wie das Verständnis des Risikos von Hitze ist das Wissen zu ihrer Entstehung, denn wie auch in den Expert*inneninterviews hervorgehoben wurde, ist die Vermeidung einer Gefahr bzw. die Bekämpfung ihrer Ursachen die beste Schutzmaßnahme. Maßnahmen zur Vermeidung von Hitzeextremen fallen in die Kategorie des Klima- und Umweltschutzes und besitzen somit zwar höchste Relevanz, wirken jedoch nur langfristig und helfen nicht bei dem kurzfristigen Umgang mit Hitzegefahren. Die Ursachen der einzelnen Hitzefolgen können wiederum überwiegend durch wenig komplexe Maßnahmen reduziert oder sogar behoben werden. Hierzu konnten im Rahmen der Erhebung und der Literaturrecherche vielfältige geeignete Ansätze identifiziert werden. Geeignete Beispiele hierfür sind die Einrichtung öffentlicher klimatisierter Räumlichkeiten, die Verbesserung des baulichen Hitzeschutzes in Gesundheitseinrichtungen und die Förderung von Abkühlung in städtischen Gebieten durch Begrünung oder Schwammstädte, um die Ursache Überhitzung für die gesundheitlichen Gefahren von Hitze mit der Folge der Überlastung des Gesundheitssektors zu bekämpfen.

Auf die gesundheitlichen Folgen von Hitze für Menschen und Tiere wurde in dieser Arbeit nicht explizit eingegangen. Gleichwohl kann die Betroffenheit des Menschen zu Leistungseinschränkungen oder Ausfällen in den kritischen Dienstleistungen führen. Auf die potenzielle Gefährdung der personellen Ressourcen müssen sich Betreiber aller KRITIS vorbereiten und entsprechende Maßnahmen ergreifen. Hinzu kommt die Möglichkeit der besagten Überlastung der Gesundheitsversorgung durch einen plötzlichen oder langanhaltenden Anstieg der Behandlungsfälle. Hierbei spielen insbesondere die vulnerablen Personengruppen eine wichtige Rolle. Die Benennung der vulnerablen Gruppen in den Expert*inneninterviews und in der Literatur ist zwar nicht widersprüchlich, jedoch auch nicht deckungsgleich. Dies zeigt die Notwendigkeit einer gezielten Identifikation von und Priorisierung der vulnerablen Gruppen im Kontext von Hitze auf, insbesondere vor dem Hintergrund begrenzter Rettungs- und Unterstützungsressourcen. Der Ansatz von RAPELI und MUSSALO-RAUHAMAA (2022: 426), ein mögliches Umdenken bei Dienstleistungen für vulnerable Gruppen in Finnland anzuregen, ist diskussionswürdig. Bei einer zukünftigen Einstufung dieser Dienstleistungen als kritische Dienstleistungen, könnten vulnerable Gruppen möglicherweise besser geschützt werden. Nachteilig wäre dabei wiederum, dass die betroffenen Dienstleistungen dann aufgrund der erhöhten Sicherheits- und Qualitätsanforderungen sowohl teurer werden, als auch eine personelle und materielle Aufstockung in den entsprechenden Bereichen notwendig wird.

Im Kontext des Schutzes vulnerabler Gruppen und des Umgangs mit Gesundheitsrisiken von Hitze allgemein sowie auch bei einer Vielzahl von Maßnahmen in anderen KRITIS-Bereichen kommt der technischen Ausstattung zur Kühlung eine wichtige Rolle zu. In allen Bereichen wird damit der Energiebedarf deutlich zunehmen und muss durch die Energieversorger entsprechend bereitgestellt werden. Hierzu wurden in den Expert*inneninterviews Bedenken bezüglich der Überlastung von Photovoltaikanlagen durch starke Sonneneinstrahlung sowie von Klimaanlage durch einen Dauerbetrieb geäußert, die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht belegt werden konnten. Ebenso waren keine Maßnahmen zum Schutz vor oder zum Umgang mit einem Ausfall von Photovoltaik- und Klimaanlage identifizierbar. Fraglich bleibt somit, ob Hitze überhaupt zu einem Ausfall führen kann, beziehungsweise ob eventuell Ruhepausen für die Geräte für eine ausreichende Erholung und Funktionalität sorgen. Fundierte Kenntnisse zu geeigneten Maßnahmen wären zentral, da sich einige Maßnahmen aus verschiedenen Sektoren und Bereichen auf die Funktionalität von Klimaanlage und die grundsätzliche Verfügbarkeit von Strom stützen. Hierbei fällt die gegenseitige negative Verstärkung von erhöhtem Energiebedarf und gefährdeter Energieversorgung auf. Ein Ausfall von großen Photovoltaikanlagen könnte zu starken Schwankungen im Stromnetz führen. Als mögliche Maßnahme zur Stabilisierung des Stromnetzes wird die kontrollierte, rollierende Abschaltung von Verbrauchern in einem bestimmten Bereich genannt. Diese führt jedoch zu den gleichen Problemen wie bei einem Stromausfall und muss dementsprechend wohl überlegt sein.

In engem Zusammenhang mit dem Sektor Energie steht auch das Thema Wasser. Einerseits bedingt der Wasserstand in Flüssen den Schiffstransport von Kohle, andererseits dient es als Kühlwasser in der Energieproduktion. Im Rahmen der

Expert*inneninterviews und der Literaturrecherche konnte der Sektor beziehungsweise die Ressource Wasser als ein Schwerpunktthema in der Diskussion um Hitze identifiziert werden. Durchweg zog sich in diesem Zusammenhang auch das Thema Dürre. Es ist teilweise schwierig zwischen den Begriffen *Hitze* und *Dürre* zu trennen. Manchmal wird Wassermangel oder Niedrigwasser im Zusammenhang mit der Nutzung als Kühlwasser eher Hitze (REIMER und STAUD 2021: 201f) und manchmal eher einer Dürre zugeordnet (Metis Institut für Strategie und Vorausschau 2025: 20). Es scheint, als komme es auf den Standpunkt der Betrachtung an: wird ein längerer Zeitraum betrachtet, entsteht durch fehlenden Niederschlag, in den Sommermonaten kombiniert und verstärkt durch Hitze, Niedrigwasser bei Flüssen, was eher einer Dürre zugeordnet werden kann. Wird das Niedrigwasser als bereits gegeben hingenommen und der Blick auf die Temperatur des noch vorhandenen Wassers geworfen, wird eher Hitze als Ursache benannt.

Im Weiteren liegt bei der Betrachtung von Hitze und Dürre auch die Folge von steigenden Waldbrandgefahren nahe. Hierzu zeigt sich ein Widerspruch zwischen Aussagen in den Expert*inneninterviews und Darstellungen in der Literatur. Die unterschiedlichen Aussagen lassen sich jedoch womöglich kombinieren und der Widerspruch damit auflösen. Zwar ist der Mensch für einen gewissen Teil der Waldbrände verantwortlich, was erst einmal unabhängig von Hitze geschieht. Aufgrund der geringeren Differenz zwischen Umgebungs- und Entzündungstemperatur könnten jedoch unvorsichtige Personen leichter einen Waldbrand auslösen.

Im Vergleich weniger bedrohlich erscheinen die Folgen von Hitze für den Sektor Medien und Kultur. Die hierzu genannten Einschränkungen bei Großveranstaltungen im Außenbereich sind zwar zunächst „nur“ Einschränkungen im öffentlichen und sozialen Leben und die Nichterbringung der Vermittlung von kultureller Identität allein würde wahrscheinlich keine Katastrophe im Sinne des LKatSG auslösen. Gleichwohl haben vergangene Ereignisse gezeigt, welchen Stellenwert das Sozialleben und auch kulturelle Ereignisse haben und wie wichtig diese sind. Ein anderer Aspekt des Sektors Medien und Kultur, der weder im Rahmen der Interviews noch in der Literaturrecherche auftauchte, betrifft die Veröffentlichung von Warnungen für die Bevölkerung. Ein Ausfall dieser kritischen Dienstleistung wäre überaus problematisch. Allerdings würde Hitze allein vermutlich nicht ausreichen, um einen solchen Ausfall auszulösen. Denkbar wäre jedoch eine Verkettung von Ereignissen, beispielsweise einer Hitzewelle, die zu einem Blackout oder einem Ausfall der IT- und TK-Infrastruktur führt, in deren Folge die Ausgabe von Warnmeldungen nicht oder nur noch eingeschränkt möglich ist. Eine solche Ereignisverkettung wird auch als Kaskadeneffekt bezeichnet. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit geht bereits hervor, dass sowohl von Hitze selbst als auch von Hitze in Kombination mit weiteren Ereignissen, zum Beispiel Dürre, als Kaskade verschiedene Gefahren ausgehen. So wurde die Folge für den Sektor IT und TK von hitzebedingter Dürre in Form von Bodenzusammenziehung erwähnt. Dadurch, dass alle Sektoren der KRITIS einer unterschiedlich ausgeprägten gegenseitigen Abhängigkeit unterliegen, können auch andere Sektoren bei einem Ausfall der Sektoren infolge von Hitze und Hitzewellen betroffen sein.

Abschließend wurde im Rahmen der Erhebung ausgesagt, dass eine Hitze-Katastrophe gemäß der Definition einer Katastrophe im LKatSG möglich wäre. Diese Einschätzung seitens der Expert*innen ist jedoch in der Praxis unabhängig von einer zukünftigen Feststellung einer Katastrophe bei einem Hitzeereignis. Diese erfolgt ausschließlich durch einen politischen Entscheidungsträger in den Katastrophenschutzbehörden. Wird Hitze zukünftig als potenzielle Katastrophe eingestuft, bedarf es einer Risikoanalyse als Grundlage für politische Entscheidungen und gesetzliche Vorgaben. Hierfür werden umfängliche Daten benötigt, die unter anderem im Kontext politischer Schutzziele bewertet werden müssen. Ein Problem stellt in diesem Zusammenhang das Fehlen von konkreten politischen Schutzzielen hinsichtlich Hitze dar. Zusätzlich werden Maßnahmen im Bevölkerungsschutz, wie die Durchführung einer Risikoanalyse, durch Finanzierungsfragen und Ressourcenmanagement im Allgemeinen limitiert. Obgleich der Bevölkerungsschutz keine wirtschaftlichen Erträge einbringt, darf bei finanziellen Entscheidungen nicht außer Acht gelassen werden, dass durch effektive Vorbereitung und Vorsorge das (wirtschaftliche) Schadensausmaß bei Eintritt einer Katastrophe erheblich gemindert werden kann. Durch Risikoanalysen können allerdings nur mögliche Ereignisse abgedeckt werden. Ob Maßnahmen jedoch notwendig und angemessen waren, stellt sich, wenn überhaupt, erst nach einem Ereignis heraus.

Stärken und Limitation

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Ergebnisse erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Nicht zu jedem KRITIS-Sektor konnten in der Forschung, durch die Literaturrecherche oder durch die Expert*inneninterviews Folgen, aktuelle Maßnahmen oder zukünftige Maßnahmen erhoben werden. Für die KRITIS-Sektoren, Finanz- und Versicherungswesen sowie Staat und Verwaltung wurden keine unmittelbaren, direkten Folgen von Hitze erkannt. Gleichwohl ist die Aufzählung der Folgen von Hitze nicht allumfassend. Auch der Zusammenhang zwischen Folgen und Maßnahmen wurde im Schwerpunkt nur innerhalb des jeweiligen Sektors betrachtet, wenngleich die Folgen und Maßnahmen zwischen den Sektoren in engem Zusammenhang stehen und ebenso Überschneidungen aufweisen. Grundsätzlich war es dennoch möglich die Forschungsfragen mit den angewendeten Methoden der Literaturrecherche und Expert*inneninterviews ausführlich zu beantworten. Die Literaturrecherche bildete einen soliden Überblick über Folgen von und Maßnahmen gegen Hitze. Die Expert*inneninterviews unterstrichen viele Ergebnisse aus der Literatur und ermöglichten, wie bereits dargestellt, vertiefte Erkenntnisse zu der Thematik. So stellt die Durchführung der Erhebung einen klaren Mehrwert und Beitrag zu dem bisherigen Forschungsstand dar.

In der Planung der qualitativen Datenerhebung wurde die Erstellung eines Grundszenarios erwogen, um den interviewten Personen eine Hilfestellung zur Benennung von Folgen und Maßnahmen sowie der Einschätzung von Hitze als potenzielle Katastrophe zu bieten. Dieses Vorgehen wurde nicht umgesetzt, um die Teilnehmenden in ihren Antworten nicht zu beeinflussen. Zudem wurden Hitze und Hitzewellen nicht als abstrakte Gefahr eingeschätzt, sodass angenommen werden konnte, dass die

Teilnehmenden in der Lage sind, die Interviewfragen ohne Grundszenario zu beantworten. Die Ergebnisse zeigen, dass dies eine zielführende Herangehensweise war, wenngleich auch bei den Teilnehmenden jeweils eigene Bilder und Szenarien entstanden sind, die in Beantwortung der Interviewfragen einfließen.

Weiterhin stellt die Arbeit keine vollständige Risikoanalyse zum Thema Hitze dar. Grundannahme für die Durchführung einer Risikoanalyse ist unter anderem die zukünftige Entwicklung von Hitze, die in Klimamodellen prognostiziert wird. Die Aussagen von Klimamodellen wurden an dieser Stelle nicht kritisch hinterfragt. Darüber hinaus sind für eine vollumfängliche Risikoanalyse deutlich mehr Daten nötig. Mit der erreichten Datengrundlage war es nicht möglich die identifizierten Folgen in Bezug auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensschwere, beziehungsweise die dargestellten Maßnahmen hinsichtlich einer Priorisierung zu bemessen. Ebenso konnte keine Bewertung der Erfolgsaussichten von Maßnahmen durchgeführt werden.

Inhaltlich war die Auseinandersetzung mit den Gesundheitsrisiken von Hitze aus medizinischer Sicht sowie mit der potenziellen Schädigung der Natur aus Umweltschutzperspektive explizit nicht vorgesehen. Bereits während der Bearbeitung des Themas und auch in den Ergebnissen der Literaturrecherche und Expert*inneninterviews wurde jedoch deutlich, dass ein stringenter Ausschluss aufgrund der komplexen Zusammenhänge der KRITIS-Sektoren und kritischen Dienstleistungen nicht möglich ist. Dennoch konnte die Fokussierung der Erhebung auf Hitze außerhalb von Gesundheits- und Umweltfolgen gelingen. Die differenzierte Betrachtung von Hitze in den einzelnen KRITIS-Sektoren sowie in den eigens entwickelten Bereichen *Wald*, *Bau* und *Katastrophenschutzbehörden* ermöglichte ein vertieftes und strukturiertes Verständnis von Hitze im Kontext des Bevölkerungsschutzes. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch noch weitere Bereiche relevant sein können, die nicht erfasst wurden.

Dass eine Hitze-Katastrophe theoretisch möglich und denkbar ist, konnte in den Expert*inneninterviews bestätigt werden. Damit einhergehend ist jedoch nicht die Wahrscheinlichkeit einer tatsächlichen Feststellung einer Katastrophe geklärt.

14 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass aus Sicht der befragten Expert*innen aus verschiedenen KRITIS-Sektoren, Katastrophenschutzbehörden und der Forschung von einer möglichen Entwicklung eines Hitze-Ereignisses zu einer Katastrophe ausgegangen wird. Die identifizierten vielfältigen und komplex verwobenen Folgen zeigen, dass die Reduktion von Hitze auf eine rein gesundheitliche Gefahr dem tatsächlichen Risiko nicht gerecht wird. Sowohl die mögliche gemeinsame Betroffenheit mehrerer KRITIS-Sektoren und kritischer Dienstleistungen als auch die Darstellung von Hitze als Flächenlage deuten auf einen hohen Koordinationsbedarf von Seiten der Behörden zur Bewältigung des Ereignisses hin. Gleichzeitig wird aufgezeigt, dass nach Ansicht der Expert*innen, die bisherigen Maßnahmen der Katastrophenschutzbehörden zur Vorsorge und zum Umgang mit einem Hitze-Ereignis oder einer Hitze-Katastrophe teilweise ausreichend seien. Die Maßnahmen bei zunehmenden Hitzeereignissen in Zukunft werden jedoch einstimmig als nicht ausreichend bewertet. So konnten durch die Interviews geplante und mögliche zukünftige Maßnahmen zum Schutz vor Hitzefolgen erhoben werden. Trotz der benannten Limitationen konnte das Thema Hitze im Kontext des Bevölkerungsschutzes umfangreich erfasst werden. Die Durchführung der Expert*inneninterviews ermöglichte ein vertieftes Verständnis der Folgen von Hitze für die KRITIS-Sektoren, die Katastrophenschutzbehörden und die Bevölkerung. Zudem konnten Fachwissen und Erfahrungen der Expert*innen über die reine Aggregation von Informationen hinaus in die Arbeit einfließen.

Die identifizierte Möglichkeit der Entstehung einer Hitze-Katastrophe zeigt die Notwendigkeit einer intensiven Auseinandersetzung mit der Gefahr, die von Hitze ausgeht. Es ist unerlässlich, dass sich sowohl die Akteure der einzelnen KRITIS-Sektoren auf Hitzeereignisse als auch die Katastrophenschutzbehörden entsprechend ihres gesetzlichen Auftrages auf Hitzeereignisse und den damit womöglich einhergehenden Katastrophenfall vorbereiten. Hierzu ist die Erstellung eines hitzespezifischen Katastropheneinsatzplanes essenziell. Auf Ebene der Bundesministerien werden derzeit bereits verschiedene Maßnahmen der Umsetzungsstrategie zur Resilienzstrategie des Bundes erarbeitet. Diese Maßnahmen beziehen sich unter anderem auch auf den zukünftigen Umgang mit Hitze in Deutschland. Die Ergebnisse hierzu sind in den nächsten Jahren zu erwarten und auf den Erkenntnissen sollte in Zukunft weiter aufgebaut werden. Für die Relevanz von Maßnahmen auf allen Ebenen, gerade auch außerhalb der Ministerien, bieten die erarbeiteten Ergebnisse die theoretische Grundlage.

Während dem Ende der Erstellung der vorliegenden Arbeit in den Sommermonaten, wurden zunehmend Medienberichte zu Hitze-Ereignissen in südeuropäischen Ländern, inklusive Folgen und Maßnahmen, veröffentlicht. Diese Berichte unterstreichen die Aktualität des Themas.

Abschließend soll ein Aspekt im Kontext Hitze besonders hervorgehoben werden: Nicht die Bewältigung von Folgen, sondern die Vermeidung von Hitze durch die Behebung der Ursachen ist zentral. Es müssen weitere Maßnahmen zum Klima- und Naturschutz beschlossen und bestehende Vorgaben konsequent umgesetzt werden, damit die Bevölkerung in Zukunft noch einen lebenswerten Raum besitzt.

Literatur

- a tip: tap e.V. (o.J.): Refill Deutschland; <https://refill-deutschland.de/> (15.03.2025).
- ADEN H., BLUM S., HEGEMANN H., SCHNEIKER A. und SIEFKEN S. T. (Hrsg.) (2021): Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung – Wiesbaden. (= Elemente der Politik).
- ALTNAU S. (2023): Hitze hält mehrere Regionen weltweit im Griff; online 16.07.2023, https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/7/16.html (26.07.2025).
- ARD-aktuell (2022): Niedrigwasser belastet deutsche Wirtschaft; online 05.08.2022, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/niedrigwasser-rhein-wirtschaftliche-auswirkungen-101.html> (31.10.2024).
- ARD-aktuell (2024a): Juli stellt knapp keinen Temperaturrekord auf; online 08.08.2024, <https://www.tagesschau.de/wissen/klima/klima-temperatur-juli-100.html> (04.11.2024).
- ARD-aktuell (2024b): Wetterdienst warnt vor extremer Hitze in BW - Dienstag bis zu 37 Grad möglich; online 14.08.2024, <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/hitze-rekord-in-bw-gewitter-und-unwetter-moeglich-100.html> (04.11.2024).
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) (2016): ASHRAE TC9.9. Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices; <https://tpc.ashrae.org/FileDownload?idx=c81e88e4-998d-426d-ad24-bdedfb746178>.
- BABS (Bundesamt für Bevölkerungsschutz) (2020): Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 / Gefährdungsdossier. Hitzewelle; <https://backend.babs.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-babsch-files/files/2023/12/12/26171430-37b2-4cdc-a43a-28ab5f775418.pdf>.
- BABS (Bundesamt für Bevölkerungsschutz) (2023): Katastrophen und Notlagen Schweiz 2025. Katalog der Gefährdungen; <https://backend.babs.admin.ch/fileservice/sdweb-docs-prod-babsch-files/files/2024/03/01/688360c7-2703-4ace-88b4-4182446a4a15.pdf> (04.11.2024).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.a): Sektoren und Branchen KRITIS; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-Branchen/sectoren-branchen_node.html (31.10.2024).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.b): Katastrophenschutz; <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/K/katastrophenschutz.html> (17.02.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.c): Zivilschutz; <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/Z/zivilschutz.html> (24.03.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.d): Bevölkerungsschutz; <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/B/bevoelkerungsschutz.html> (04.11.2024).

- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.e): KRITIS-Sektor: Staat und Verwaltung; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Staat-Verwaltung/staat-verwaltung_node.html (01.02.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.f): KRITIS-Sektor: Medien und Kultur; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Medien-Kultur/medien-kultur_node.html (01.02.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.g): Sektor Medien und Kultur: Branchen und kritische Dienstleistungen; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Medien-Kultur/Medien-Kultur-B Branchen/medien-kultur-branchen_node.html (29.06.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.h): KRITIS-Gefahren; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/KRITIS-Gefahrenlagen/kritis-gefahrenlagen_node.html (01.02.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.i) KRITIS-Sektor: Gesundheit; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Gesundheit/gesundheit_node.html (04.05.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.j) KRITIS-Sektor: Ernährung; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Ernaehrung/ernaehrung_node.html (04.05.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.k): Wassersicherstellung; https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-B Branchen/Wasser/Wassersicherstellung/wassersicherstellung_node.html (15.03.2025).
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.l): Für den Notfall vorsorgen; https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Vorsorge/vorsorge_node.html (15.06.2025).
- BISKUP-KLAWON B. (2025): Früher extrem, heute normal; online 19.05.2025, <https://www.behoerden-spiegel.de/2025/05/19/frueher-extrem-heute-normal/> (25.05.2025).
- BISCH L. (2024): Wo Deutschland nach einem Jahr ohne Atomkraft steht; online 30.07.2024, <https://www.tagesschau.de/faktenfinder/ein-jahr-atomausstieg-deutschland-100.html> (01.02.2025).
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2024): Ergebnisse der Fördermaßnahme "Stadtklima im Wandel"; online 06.06.2024, <https://www.fona.de/de/massnahmen/archiv/stadtklima-im-wandel.php> (24.03.2025).

- BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2024a): Fragen und Antworten zu Hitzewellen;
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/hitze/faq-hitze> (04.11.2024).
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2024b): HitzeService statt Hitzestress – was brauchen Kommunen? (www.hitzeservice.de);
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/ressortforschung/handlungsfelder/forschungsschwerpunkte/umgang-mit-hitze/hitzeservice.html> (17.01.2025).
- BMI (Bundesministerium des Innern und für Heimat) (o.J.): Gemeinsam üben für die Krise;
<https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/krisenmanagement/luekex/luekex-node.html> (24.06.2025).
- BMI (Bundesministerium des Innern und für Heimat) (2022): Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen. Umsetzung des Sendai Rahmenwerks für Katastrophenvorsorge (2015–2030) – Der Beitrag Deutschlands 2022–2030;
https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/BMI22017-resilienz-katastrophen.pdf;jsessionid=D9176AB00FA44AD4A5DFB0DDE30FCDDA.live862?__blob=publicationFile&v=3 (04.11.2024).
- BMI (Bundesministerium des Innern und für Heimat) (2024): Umsetzungsplan der Deutschen Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen;
https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/BMI24017-umsetzungsplan-resilienz.pdf;jsessionid=468CD6197E503457BCB949CD0B6BC22B.live862?__blob=publicationFile&v=3 (04.11.2024).
- BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie) (2024): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 2 – Aktionsplan. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung;
https://www.bmluk.gv.at/dam/jcr:95ed9e2a-ae68-486a-ba54-4b57d8778e8e/BMK_NAS_Teil-2_Aktionsplan_UA.pdf (28.06.2025)
- BMLUK (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft) (o.J.): Aktionsprogramm Schutzwald: Wald schützt uns!;
<https://www.naturgefahren.at/naturgefahrenmanagement/aktionsprogramme/aktionsprogrammsschutzwald.html> (04.05.2025).
- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (2019): Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ für zuverlässigen Transport; online 04.07.2019,
<https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/WS/gemeinsame-erklaerung-acht-punkte-plan-niedrigwasser-rhein.html> (15.06.2025).
- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (2022): Vorhersage von Böschungsbrandgefahren an Bahngleisen mittels maschinellen Lernens – BurnML; online 15.12.2022,
<https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/BurnML.html> (19.06.2025).

- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (2023): Baumvitalitätsmonitoring und Modellierung trockenheitsbedingter Risiken entlang von Schienenwegen mit Fernerkundung und Dendroökologie – RailVitaliTree; online 31.10.2023, <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/BurnML.html> (19.06.2025).
- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (2024a): Bundesverkehrswegeplan 2030; online 15.01.2024, <https://www.bmv.de/DE/Themen/Mobilitaet/Infrastrukturplanung-Investitionen/Bundesverkehrswegeplan-2030/bundesverkehrswegeplan-2030.html> (15.06.2025).
- BMV (Bundesministerium für Verkehr) (2024b): Masterplan Binnenschifffahrt; online 09.09.2024, <https://www.bmv.de/masterplan-binnenschifffahrt-faq> (15.06.2025).
- BMWK (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) (2023): Notfallplan Erdgas für die Bundesrepublik Deutschland; <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/energiesicherungsstra-nsportverordnung.html> (15.06.2025).
- BOHNSACK R., FLICK U., LÜDERS C. und REICHERTZ J. (Hrsg.) (2014): Interviews mit Experten – Wiesbaden. (= Qualitative Sozialforschung).
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) (o.J.): Was sind Kritische Infrastrukturen; <https://www.bsi.bund.de/dok/kritis-allgemein> (17.01.2025).
- BSIG (Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) (2009/2021): BSI-Gesetz vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2821), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1982) geändert worden ist.
- BSI-KritisV (Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz) (2016/2023): BSI-Kritisverordnung vom 22. April 2016 (BGBl. I S. 958), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. November 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 339) geändert worden ist.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (o.J.): Themenfeld 1: Klimawandelfolgen und Anpassung; https://www.bmv-forschungsnetzwerk.bund.de/DE/Themen/Themenfeld1/themenfeld1_node.html (19.06.2025).
- Bundesärztekammer und Kassenärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.) (2017): Griechisches Gesundheitsministerium warnt vor Folgen des Müllarbeiterstreiks; online 26.06.2017, <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/76580/Griechisches-Gesundheitsministerium-warnt-vor-Folgen-des-Muellarbeiterstreiks> (01.02.2025).
- Bundesärztekammer und Kassenärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.) (2019): Zahlreiche Tote durch Hitzewelle in Indien; online 17.06.2019, <https://www.aerzteblatt.de/news/zahlreiche-tote-durch-hitzewelle-in-indien-46a556fc-1556-4d12-b64e-8ff2d0ea08c2> (15.03.2025).
- CHARDON M. (o.J.): Daseinsvorsorge; <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/das-europalexikon/176770/daseinsvorsorge/> (18.04.2025).

- CHEN Y., LIAO Z., SHI Y., TIAN Y. und ZHAI P. (2021): Detectable Increases in Sequential Flood-Heatwave Events Across China During 1961–2018; <https://doi-org.uaccess.univie.ac.at/10.1029/2021GL092549> (09.11.2024).
- DB (Deutsche Bahn) (2020): Deutsche Bahn wappnet sich gegen Hitze; https://www.deutschebahn.com/resource/blob/4362004/3661ed7acdf7a0b0cc18675ae0621063/themendienst_hitze-data.pdf (02.02.2025).
- DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) (o.J.): DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE. DIN EN 50600-1; VDE 0801-600-1:2019-08. Informationstechnik - Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren - Teil 1: Allgemeine Konzepte; Deutsche Fassung EN 50600-1:2019; <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/dke/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:306267564> (19.06.2025).
- DKKV (Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V.) (2023): Naturgefahren in Deutschland; online 02.2023, <https://dkkv.org/themenseiten/naturgefahren-in-deutschland/> (04.11.2024).
- Deutscher Bundestag (2019): Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018; <https://dserver.bundestag.de/btd/19/095/1909521.pdf> (04.11.2024).
- DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) (2018): Wasser-Information Nr. 96 2018-08. Betriebliche Aspekte im Zusammenhang mit Extremwetterereignissen bei Wassergewinnungsanlagen. <https://www.dvgw-regelwerk.de/plus/#technische-regel/dvgw-wasser-information-nr.-96/f4a8a0> (18.04.2025).
- DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) (2020): Merkblatt W 1001 2020-11. Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risiko- und Krisenmanagement; <https://www.dvgw-regelwerk.de/plus/#technische-regel/dvgw-merkblatt-w-1001/69b31b> (18.04.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.a): Wetter- und Klimalexikon. Hitzewelle; <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=624852&lv2=101094> (17.02.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.b): Hitzewarnung; <https://www.dwd.de/DE/leistungen/hitzewarnung/hitzewarnung.html> (25.05.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.c): Wetter- und Klimalexikon. Wetter; <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102936&lv3=103164> (17.02.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.d): Wetter- und Klimalexikon. Wetterlage; <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102936&lv3=103128> (17.02.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.e): Wetter- und Klimalexikon. Großwetterlage; <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100932&lv3=101084> (17.02.2025).
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (o.J.f): Wetter- und Klimalexikon. Witterung; <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102936&lv3=103212> (17.02.2025).

- EnBW (Energie Baden-Württemberg AG) (o.J.a): Das Rheinhafen-Dampfkraftwerk Karlsruhe;
<https://www.enbw.com/media/konzern/docs/energieerzeugung/broschuere-rheinhafen-dampfkraftwerk-karlsruhe.pdf> (02.02.2025).
- EnBW (Energie Baden-Württemberg AG) (o.J.b): Rheinhafen-Dampfkraftwerk Block 8 – Projektverlauf;
https://www.enbw.com/media/konzern/docs/energieerzeugung/rdk8_archiv_ba utagebuch_2005-bis-2013.pdf (02.02.2025).
- ENSI (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat) (2018): Hohe Wassertemperaturen beeinflussen KKW-Betrieb;
<https://www.ensi.ch/de/2018/08/08/hohe-wassertemperaturen-beeinflussen-kkw-betrieb/> (09.11.2024).
- EnSiTrV (Energiesicherungstransportverordnung) (2022): Verordnung zur priorisierten Abwicklung von schienengebundenen Energieträgertransporten zur Sicherung der Energieversorgung vom 26.08.2022.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2022): Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe; online 03.02.2022/07.02.2023,
<https://www.eea.europa.eu/publications/economic-losses-and-fatalities-from> (21.02.2025).
- FISCHER E. M., BEYERLE U., BLOIN-WIBE L., GESSNER C., HUMPHREY V., LEHNER F., PENDERGRASS A. G., SIPPEL S., ZEDER J. und KNUDDI R. (2023): Storylines for unprecedented heatwaves based on ensemble boosting. *Nature Communications*, 14, 4643; <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40112-4>.
- FORZIERI G, BIANCHI A, E SILVA F. B., HERRERA M. A. M., LEBLOIS A., LAVALLE C., AERTS J. C. J. H. und FEYEN L. (2018): Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe; *Global Environmental Change* 48 (2018) 97-107; <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.007>.
- FR (Frankfurter Rundschau GmbH) (2024): Blow-ups zerstören Betonfahrbahnen: Hitzige Gefahr auf der Autobahn durch Klimawandel; online 11.07.2024,
<https://www.fr.de/wirtschaft/hitzige-gefahr-auf-der-autobahn-blow-up-fahrbahn-verformung-93181998.html> (31.10.2024).
- FwDV 100 (Feuerwehr-Dienstvorschrift 100) (1999): Führung und Leitung im Einsatz. Führungssystem; Ausgegeben im März 1999, beschlossene Fassung des AFKzV (Ausschuss für Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung der Innenministerkonferenz) am 10. März 1999.
- GABRIEL K. M. A. und ENDLICHER W. R. (2011): Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany; *Environmental Pollution* 159 2044-2050; doi:10.1016/j.envpol.2011.01.016.
- GREINER C. A. (2025): Hitzewarnung in Hannover: Samstag klettert das Thermometer über 30 Grad; online 13.06.2025,
<https://www.haz.de/lokales/hannover/hitzewarnung-in-hannover-samstag-klettert-das-thermometer-ueber-30-grad-GLF5WHSTNFAAVK6JE22OUUCFQM.html> (13.06.2025).
- GUILBAULT S., KOVACS P., BERRY P. und RICHARDSON G. R. A. (Hrsg.) (2016): CITIES ADAPT TO EXTREME HEAT. CELEBRATING LOCAL LEADERSHIP. – Toronto, ON, CA.

- GUNKEL C. (2013): Die vergessene Jahrhundertkatastrophe; online 31.07.2013, <https://www.spiegel.de/geschichte/jahrhundertsommer-2003-eine-der-groessten-naturkatastrophen-europas-a-951214.html> (21.04.2025).
- GUSY C (2013): Katastrophenschutzrecht – Zur Situation eines Rechtsgebietes im Wandel. – In: LANGE H.-J., ENDREß C. und WENDEKAMM M. (Hrsg.): Versicherheitlichung des Bevölkerungsschutzes. – Wiesbaden, 206-220.
- HAHN, A., KUFFER M., MIHALIC I., MITTAG S. und STRASSER B. (Hrsg.) (2020): GRÜNBUCH 2020. zur Öffentlichen Sicherheit; https://zoes-ev.de/wp-content/uploads/2024/12/201130_Gruenbuch_2020_digital-BF.pdf.
- HAUG C. (2018): Eine der schlimmsten Naturkatastrophen des modernen Europas; online 01.08.2018, <https://www.mdr.de/wissen/umwelt-klima/hitzewelle-naturkatastrophe-100.html> (21.04.2025).
- HINRICHER N. und MÜLLER L. (2025): Kühlversprechen gehalten?. – In: BGWmagazin 25 (2), 13.
- IM BW (Innenministerium Baden-Württemberg) (1977): Entwurf eines Landesgesetzes über den Katastrophenschutz mit Bezug zu Randerlass vom 30. Dezember 1976 Nr. VI 4060/60; Brief vom Innenministerium Baden-Württemberg an die Regierungspräsidien vom 30. November 1977. [Nicht öffentliches Dokument].
- International Labour Organization (2019): Working on a WARMER planet. The impact of heat stress on labour productivity and decent work; https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_711919.pdf (21.02.2025).
- IPASUM (Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin) (o.J.): Maßnahmen; https://hitzeservice.de/massnahmen/?sps=2769&slf=category&tx_category=4 (25.03.2025).
- Iran International (2024): Iran's energy crisis worsens amid scorching heat and mismanagement; online 27.07.2024, <https://www.iranintl.com/en/202407278711> (09.11.2024).
- Iranpress (2023): Extreme heat shuts down Iran for two days; online 02.08.2023, <https://iranpress.com/extreme-heat-shuts-down-iran-for-two-days> (09.11.2024).
- KORN M., LEUPOLD A., MAYER S., KREIENKAMP F. und SPEKAT A. (2017): RIVA. Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels. – In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2017 (S 109).
- Landratsamt Kitzingen (o.J.): Die Biotonne im Sommer; <https://www.abfallwelt.de/muelltonnen/muellabfuhr/biotonne-im-sommer/> (02.02.2025).
- Landratsamt Ludwigsburg (Hrsg.) (2024): Hitzeaktionsplan für den Landkreis Ludwigsburg; https://www.landkreis-ludwigsburg.de/fileadmin/user_upload/seiteninhalte/gesundheit-veterinaerwesen/gesundheit/Hitzeschutz/RZ_Landkreis_LB_Hitzeaktionsplan_bf.pdf (24.03.2025).

- Landtag von Baden-Württemberg (1986): 9. Wahlperiode. Gesetzentwurf der Landesregierung vom 24.09.1986. Gesetz zur Änderung des Landeskatastrophenschutzgesetzes. Drucksache 9/3592.
- Landtag von Baden-Württemberg (1999): 12. Wahlperiode. Gesetzentwurf der Landesregierung vom 14.05.1999. Gesetz zur Änderung des Landeskatastrophenschutzgesetzes. Drucksache 12/4056.
- LIAN X., HUANG J., LI H., HE Y., OUYANG Z., FU S., ZHAO Y., WANG D., WANG R. und GUAN X. (2023): Heat waves accelerate the spread of infectious diseases; *Environmental Research* 231 (2023) 116090; <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116090>.
- LKatSG (Gesetz über den Katastrophenschutz. Landeskatastrophenschutzgesetz) (1999/2020): Gesetz über den Katastrophenschutz im Bundesland Baden-Württemberg in Deutschland vom 28.07.1999 (GBl. S. 625), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Dezember 2020 (GBl. S. 1268) geändert worden ist.
- LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) (2025): Der Klimaatlas Baden-Württemberg; <https://www.klimaatlas-bw.de/klimaatlasbw> (31.01.2025).
- LW (Zweckverband Landeswasserversorgung) (o.J.): Wasser und Wetter; <https://www.lw-online.de/trinkwasser/herkunft/grundwasser/wasser-und-wetter> (06.04.2025).
- MAYRING P. (2022): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. – Weinheim. ISBN 978-3-407-25899-1.
- MeteoSchweiz (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) (2024): Bei Hitze ist Schatten nicht gleich Schatten; online 07. August 2024, <https://www.meteoschweiz.admin.ch/ueber-uns/meteoschweiz-blog/de/2024/08/bei-hitze-ist-schatten-nicht-gleich-schatten.html> (28.04.2025).
- Metis Institut für Strategie und Vorausschau, adelphi research gGmbH, Bundesnachrichtendienst und Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (Hrsg.) (2025): Nationale Interdisziplinäre Klimarisiko-Einschätzung; https://metis.unibw.de/de/nike/Nationale_Interdisziplinare_Klimarisiko-Einschaetzung.pdf (21.02.2025).
- Nature Geoscience (2023): Heatwave Resilience; 16, 9, 755-755 <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01277-1>.
- RAPELI M. und MUSSALO-RAUHAMAA H. (2022): Intensive and residential elderly care services responding to heat wave – case Finland, *Nordic Social Work Research*, 14:4, 417-428, DOI: 10.1080/2156857X.2022.2047767.
- REIMER N. und STAUD T. (2021): Deutschland 2050. – Köln.
- RENN O. (Hrsg.) (2017): Das Energiesystem resilient gestalten. Szenarien – Handlungsspielräume – Zielkonflikte. – München. (= Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft); https://doi.org/10.26164/leopoldina_03_00527.
- RND (RedaktionsNetzwerk Deutschland) (2022): Extreme Hitze mit bis zu 40 Grad: Einschränkungen im Autoverkehr in Ostfrankreich; online 18.07.2022, <https://www.rnd.de/panorama/ostfrankreich-einschraenkungen-im-autoverkehr-wegen-extremer-hitze-2RSFP6DHH7ZSVLGNNBZB2OFMRE.html> (09.01.2025).

- ROBINE J.-M., CHEUNG S. L., LE ROY S., VAN OYEN H. und HERRMANN F. R. (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. (EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005114); http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf.
- RVR Ruhr (Regionalverband Ruhr) (o.J.): Grün4KRITIS; <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/gruene-infrastruktur/gruen4kritis/> (27.06.2025)
- RVR Ruhr (Regionalverband Ruhr) (2024): Strategie Grüne Infrastruktur. Metropole Ruhr; https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Offensive_GI/GI_Strategie/SGI_2024.pdf (27.06.2025)
- SCHAUSER I, SOBISCH M., EINIG K. und RENNER K. (2022) 2050: Deutschland im Klimawandel. – In: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Deutschland 2050. Regionale Perspektiven. – In IzR Informationen zur Raumentwicklung 2022 (3), 80-95.
- SCHMIDT H., BEISSEL F. und LENSING S. (2018): Rahmenkonzept Medizinische Task Force (MTF) für die Aufstellung und den Einsatz der Medizinischen Task Force; https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/MTF/Rahmenkonzept/rahmenkonzept-mtf-download.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (25.03.2025).
- SCHWANKE K., PODBREGAR N., LOHMANN D. und FRATER H. (2009): Naturkatastrophen. Wirbelstürme, Beben, Vulkanausbrüche. Entfesselte Gewalten und ihre Folgen. – Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-540-88686-0.
- SPECHT E. (2018): Der Mensch als wärmetechnisches System. (Mess- und Regelungsmechanismus der Betriebstemperatur, Wärmeabgabe, Energieerhaltung, Gewichtsänderung, Behaglichkeit); https://www.ltv.ovgu.de/ltv_media/Downloads/PDF/Der+Mensch+als+W%C3%A4rmetechnisches+System/Der+Mensch+als+w%C3%A4rmetechnisches+System.pdf (24.06.2025).
- Staatsministerium Baden-Württemberg (2018): Auswirkungen der Hitze auf die Stromversorgung; online 27.07.2018, <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/auswirkungen-der-hitze-auf-die-stromversorgung-1/> (02.02.2025).
- Stadt Heidelberg (o.J.): Starkregenrisikomanagement. Starkregen: Hilfe zur Selbsthilfe; <https://www.heidelberg.de/HD/Leben/starkregenrisikomanagement.html> (04.11.2024).
- Stadt Ludwigsburg (o.J.): Notfallplan Stromausfall. Notfallplan der Stadt Ludwigsburg - wer hilft, wenn plötzlich nichts mehr geht?; <https://www.ludwigsburg.de/start/rathaus+und+service/notfallplan.html> (04.11.2024).
- Stadt Speyer (o.J.): Stadtplan für heiße Tage; <https://www.speyer.de/de/umwelt/klimawandelfolgen/klimawandelspeyerfolgen/stadtplan-fuer-heisse-tage/> (15.06.2025).

- Stadt Wien (o.J.): Sommerspritzer, Coole Stelen und Coole Schiffe sorgen für Abkühlung; <https://www.wien.gv.at/umwelt/cooleswien/coole-plaetze.html> (15.06.2025).
- Stadtfirewehrverband Freiburg e.V. (o.J.): Häufig gestellte Fragen. Katastrophenschutz; <https://feuerwehr-freiburg.de/notfall-beratung/faq/fragen-kats/> (02.02.2025).
- Stadtverwaltung Trier (o.J.): Kühle Orte im Geoportal; <https://www.trier.de/umwelt-verkehr/hitzeschutz/kuehle-orte/> (15.06.2025).
- Statistik Austria (Bundesanstalt Statistik Österreich) (2022): Deutlich mehr Verkehrsunfälle an Hitzetagen. Bei Temperaturen ab 30 Grad erhöht sich die Unachtsamkeit; <https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2022/06/20220627UnfaelleHitzetage.pdf> (23.11.2024).
- Statistik Austria (Bundesanstalt Statistik Österreich) (2024): 15 % mehr Verkehrsunfälle an Hitzetagen. Meiste Verkehrstote in den Monaten Juni und August 2023; <https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2024/07/20240710UnfaelleHitze.pdf> (23.11.2024).
- STMI (Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration) (1997/2016): Vollzug des Bayerischen Katastrophenschutzgesetzes (BayKSG). Richtlinien für Zuwendungen des Freistaates Bayern zum Ausgleich von Einsatzkosten aus dem Katastrophenschutzfonds vom 30. Juni 1997 (AllMBL. S. 463), die zuletzt durch Bekanntmachung vom 10. März 2016 (AllMBL. S. 1510) geändert worden ist.
- SWR (Südwestrundfunk) (2025): Sonne, Hitze, Tropennächte: Der Sommer hält Einzug in BW; online 09.06.2025, <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/sommer-kommt-endlich-hitze-und-sonne-100.html> (13.06.2025).
- THUMSHIRN C. (2024): Brücke verformt sich und lässt sich nicht mehr schliessen; online 11.07.2024, <https://www.bluewin.ch/de/news/international/bruecke-verformt-sich-und-laesst-sich-nicht-mehr-schliessen-2279686.html> (31.10.2024).
- TransnetBW GmbH (o.J.): Der Auftrag: Das Stromnetz für die Erneuerbaren machen; <https://www.transnetbw.de/kraft/klimaschutz/> (09.03.2025).
- TRÖLTZSCH J., GÖRLACHA B., LÜCKGE H., PETER M. und SARTORIUS C. (2012): Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. FKZ 3709 41 121; https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3709_41_121_kosten_nutzen_anpassung_klimawandel_bf.pdf (23.11.2024).
- UBA (Umweltbundesamt) (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 (Kurzfassung); https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_zusammenfassung_bf_211027_0.pdf (02.12.2024).
- UBA (Umweltbundesamt) (2024a): Indikator: Heiße Tage; online 21.11.2024, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-heisse-tage#die-wichtigsten-fakten> (24.06.2025).

- UBA (Umweltbundesamt) (2024b): Schwammstadt – Zukunftskonzept für klimaresiliente und lebenswerte Städte; online 03.07.2024, <https://www.umweltbundesamt.de/schwammstadt> (26.07.2025).
- UBA (Umweltbundesamt) (2025): Gesundheitsrisiken durch Hitze; online 05.06.2025, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#indikatoren-der-lufttemperatur-heisse-tage-und-tropennachte> (24.06.2025).
- UM BWL (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Wasserhaushalt - Teil A: Langfassung -; https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/98771-Anpassungsstrategie_an_den_Klimawandel_-_Fachgutachten_f%C3%BCr_das_Handlungsfeld_Wasserhaushalt.pdf (31.01.2025).
- UM BWL (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (2023): Alarm- und Einsatzplanung: Wie Gemeinden bei Hochwasser vorgehen; <https://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/alarm-und-einsatzplanung> (04.11.2024).
- UNDRR (United Nations Office für Disaster Risk Reduction) (o.J.): Disaster; <https://www.undrr.org/terminology/disaster> (09.11.2024).
- VAN HAMEL A. und BRUNNER M. I. (2024): Trends and Drivers of Water Temperature Extremes in Mountain Rivers; <https://doi.org/10.1029/2024WR037518>.
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V.) (o.J.): VDI 2054. Raumluftechnik - Datenverarbeitung (VDI-Lüftungsregeln); <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2054-raumluftechnik-datenverarbeitung-vdi-lueftungsregeln> (19.06.2025).
- VKU und BDEW (Verband kommunaler Unternehmen e.V. und Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.) (2012): „Leitfaden zur Wasserpreiskalkulation“. Gutachten „Kalkulation von Trinkwasserpreisen“; https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20120324_Leitfaden-Wasserpreiskalkulation.pdf (18.04.2025).
- VwV Stabsarbeit (Verwaltungsvorschrift Stabsarbeit) (2024): Verwaltungsvorschrift der Landesregierung und der Ministerien zur Bildung von Stäben bei außergewöhnlichen Einsatzlagen und Katastrophen (VwV Stabsarbeit) vom 07. Mai 2024 (GABl, 2024, S. 234); <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/VVBW-VVBW000041245> (11.01.2025).
- WEF (World Economic Forum) (2024): The Global Risks Report 2024. 19th Edition; ISBN: 978-2-940631-64-3.
- WHG (Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts. Wasserhaushaltsgesetz) (2009/2023): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist.
- wvgw (Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH) (o.J.): Du hast Durst? Dann haben wir Trinkwasser für dich!; <https://www.trinkwasser-unterwegs.de/> (15.03.2025).

- xmind.ai (SUPERMIND PTE. LIMITED) (o.J.): with Xmind. An all-in-one thinking tool featuring mind mapping, AI generation, and real-time collaboration; <https://xmind.ai/> (29.06.2025)
- ZEIT ONLINE GmbH (2024): Griechenland schließt archäologische Stätten wegen extremer Hitze; online 18.07.2024, <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2024-07/griechenland-extremwetter-hitze-archaeologischen-staetten> (13.06.2025).
- ZIEGLER R., BLANCKENHORN W. U., MATHIS A. und VERHULST N. O. (2023): Temperature preference of sugar- or blood-fed *Aedes japonicus* mosquitoes under semi-natural conditions; *Journal of Thermal Biology* 114 (2023) 103592; <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103592>.
- ZIMMERMANN P. und GACKENHOLZ F. (1980): Kurzkomentierung. Katastrophenschutzgesetz für Baden-Württemberg. – Stuttgart.

Kurzfassung

Ziel: Hitzeereignisse in der Vergangenheit haben sowohl Menschenleben gekostet als auch Infrastrukturen beschädigt. In den Medien tauchte in diesem Zusammenhang der Begriff einer Katastrophe auf. In Deutschland wurde bislang jedoch keine Hitze-Katastrophe gemäß der jeweiligen Katastrophen-Definition der Bundesländer festgestellt. Häufig wird im Zusammenhang mit der Warnung vor Hitze lediglich der Schutz der Gesundheit verbunden. Hitzeauswirkungen auf den menschlichen Körper sind bereits gut erforscht. Da jedoch auch Meldungen über Schäden an Infrastrukturen bekannt sind, wird die Frage aufgeworfen, ob auch kritische Infrastrukturen von Hitze betroffen sein können. Kritische Infrastrukturen erbringen kritische Dienstleistungen, die notwendig für die Versorgung der Bevölkerung sind. Ziel der vorliegenden Arbeit ist zum einen die Erhebung möglicher Folgen von Hitze für kritische Infrastrukturen. Zum anderen sollen bestehende und zukünftig mögliche Maßnahmen von Seiten der kritischen Infrastrukturen und Katastrophenschutzbehörden erfasst werden. Darauf aufbauend ist vorgesehen, die Möglichkeit einer Hitze-Katastrophe aus Sicht von Expert*innen zu erörtern.

Methoden: Zur Zielerreichung wurden eine Literaturrecherche sowie Expert*inneninterviews in den Sektoren der kritischen Infrastruktur, in den Katastrophenschutzbehörden und der Forschung durchgeführt. Die Interviews wurden teiltranskribiert und die Auswertung erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring. Dabei wurden sowohl die Verfahren der zusammenfassenden als auch der strukturierten Inhaltsanalyse verwendet.

Ergebnisse: Die Ergebnisse zeigten, dass aus Sicht der befragten Expert*innen von einer möglichen Entwicklung eines Hitze-Ereignisses zu einer Katastrophe gemäß Definition ausgegangen werden kann. Diverse Folgen für und Maßnahmen von kritischen Infrastrukturen sowie weiterer, im Rahmen der Inhaltsanalyse gebildeter, Bereiche wurden identifiziert. Es konnten jedoch nicht für alle Sektoren direkte Folgen und Maßnahmen gefunden werden. Gleichzeitig konnte herausgearbeitet werden, dass teilweise die Ansicht vertreten wird, die bisherigen Maßnahmen der Katastrophenschutzbehörden zur Vorsorge und zum Umgang mit einem Hitze-Ereignis beziehungsweise einer Hitze-Katastrophe seien ausreichend. Den zunehmenden Hitzeereignissen können die bisherigen Maßnahmen in Zukunft nicht mehr gerecht werden. Die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze stellten sich als grundsätzliche Herausforderung für alle Sektoren dar.

Diskussion: Die vielfältigen und komplex verwobenen Folgen, die identifiziert wurden, verdeutlichen, dass die Reduktion von Hitze auf eine rein gesundheitliche Gefahr dem tatsächlichen Risiko nicht gerecht wird. Mit der Möglichkeit einer Hitze-Katastrophe ergibt sich für Katastrophenschutzbehörden der gesetzliche Auftrag, sich auf Hitzewellen vorzubereiten. Neben Maßnahmen zum Schutz gegen die Folgen von Hitze, ist der Schutz der vorhandenen Ressourcen zentral. Klima- und Naturschutz müssen vorangetrieben werden, um zukünftige Auswirkungen von Hitze zu reduzieren.

Abstract

Objective: Heat events in the past both cost lives and damaged infrastructure. In this context the term ‘disaster’ has appeared in the media. In Germany, however, no heat-related disaster has yet been identified in accordance with the respective disaster definitions of the federal states. Heat warnings are often solely associated with health. The effects of heat on the human body have already been well researched. However, as reports of damage to infrastructure are also known, the question is raised as to whether critical infrastructure can also be affected by heat. Critical infrastructures provide critical services that are fundamental for society. The aim of this study is to analyse the possible consequences of heat for critical infrastructures. Moreover, existing and possible future measures by critical infrastructures and civil protection authorities are to be obtained. Based on this, it is planned to discuss the possibility of a heat disaster from the perspective of experts.

Methods: To achieve said objective, a literature review and expert interviews were conducted in the sectors of critical infrastructure, in disaster control authorities and in research organizations. The interviews were partially transcribed and analysed using qualitative content analysis according to Mayring. Both the summarising and structured content analysis methods were used.

Results: The results showed that, from the perspective of the experts, it can be assumed that a heat event could develop into a disaster according to the definition. Various consequences and measures were identified for critical infrastructures and other sectors identified as part of the content analysis. However, direct consequences and measures could not be found for all sectors. Furthermore, it was found that some experts believe that the measures taken to date by the civil protection authorities to prevent and deal with a heat event or heat disaster are sufficient. In the future, however, these will no longer be sufficient in case of increasing heat events. The health effects of heat are a fundamental challenge for all sectors.

Discussion: The diverse and complex consequences of heat that have been identified make it clear that reducing heat to a purely health hazard does not do justice to the actual risk. The possibility of a heat disaster means that civil protection authorities have a legal obligation to prepare for heatwaves. In addition to measures to protect against the consequences of heat, the protection of existing resources is of central importance. The protection of climate and nature must be promoted in order to reduce the future effects of heat.

Anhänge

Anhang 1 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews kritische Infrastrukturen	III
Anhang 2 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Katastrophenschutzbehörde	V
Anhang 3 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Forschungsstellen	VII
Anhang 4 – Teiltranskription der Expert*inneninterviews	IX

Anhang 1 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews kritische Infrastrukturen

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Einstieg	Hintergrundinformationen und Vorstellung der Interviewpartner*in	Beruflicher Werdegang, Position, Verantwortungsbereich	1. Organisatorisches zum Interview 2. Vorstellung Interviewer 3. Vorstellung Masterthesis 4. Vorstellung interviewte Person 5. Möchten Sie zu Beginn knapp Ihren beruflichen Werdegang, Ihre aktuelle Position und Ihren Verantwortungsbereich zusammenfassen?
Auswirkungen	Welche Auswirkung hat Hitze auf Ihre KRITIS?	Folgen für KRITIS	1. Wenn es zu einer länger andauernden Hitzewelle kommen würde, würde das Ihr Unternehmen in seiner Dienstleistung in irgendeiner Art und Weise beeinflussen? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum nicht? 2. Was ist mit dieser Folge von Hitze (*aus dem Theorieteil erworbenes Wissen, spezifisch für diese KRITIS*)? Würde das Ihr Unternehmen in seiner Dienstleistung beeinflussen? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum nicht?

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Maßnahmen	Welche Maßnahmen gegen Hitze gibt es in Ihrer KRITIS?	Bestehende und zukünftige Maßnahmen der KRITIS	1. Bestehen in Ihrer KRITIS bereits Maßnahmen, um gegen die Folgen von länger andauernden Hitzewellen zu bestehen oder diese abzumildern? Welche Maßnahmen sind das? 2. Auf welcher Grundlage wurden diese Maßnahmen beschlossen? Gab es eine Risikoanalyse oder ähnliche Überlegungen? 3. Wie sind die einzelnen Maßnahmen im Hinblick auf Vor- und Nachteile zu bewerten? 4. Sind diese Maßnahmen bisher ausreichend? Planen Sie weitere Maßnahmen? 5. Sind diese Maßnahmen mit Blick auf den prognostizierten Anstieg an Hitzetagen und Hitzewellen ausreichend? 6. Welche Maßnahmen können Sie sich in Zukunft noch vorstellen, um Hitzewellen zu begegnen?

Anhang 2 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Katastrophenschutzbehörde

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Einstieg	Hintergrundinformationen und Vorstellung der Interviewpartner*in	Beruflicher Werdegang, Position, Verantwortungsbereich	1. Organisatorisches zum Interview 2. Vorstellung Interviewer 3. Vorstellung Masterthesis 4. Vorstellung interviewte Person 5. Möchten Sie zu Beginn knapp Ihren beruflichen Werdegang, Ihre aktuelle Position und Ihren Verantwortungsbereich zusammenfassen?
Auswirkungen	Welche Auswirkung hat Hitze auf KRITIS?	Folgen für KRITIS	1. Wenn es zu einer länger andauernden Hitzewelle kommen würde, welche KRITIS glauben Sie, wären davon betroffen? 2. Wie wären diese konkret betroffen? 3. Haben diese Folgen Einfluss auf Ihre Tätigkeiten als Katastrophenschutzbehörde?

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Maßnahmen	Welche Maßnahmen gegen Hitze gibt es auf Ebene Ihrer Katastrophenschutzbehörde?	Bestehende und zukünftige Maßnahmen der Katastrophenschutzbehörde	- Bestehen auf Ebene Ihrer Katastrophenschutzbehörde bereits Maßnahmen, um gegen die Folgen von länger andauernden Hitzewellen zu bestehen oder diese abzumildern? Welche Maßnahmen sind das? - Auf welcher Grundlage wurden diese Maßnahmen beschlossen? Gab es eine Risikoanalyse oder ähnliche Überlegungen? - Wie sind die einzelnen Maßnahmen im Hinblick auf Vor- und Nachteile zu bewerten? - Sind diese Maßnahmen bisher ausreichend? Planen Sie weitere Maßnahmen? - Sind diese Maßnahmen mit Blick auf den prognostizierten Anstieg an Hitzetagen und Hitzewellen ausreichend? - Welche Maßnahmen können Sie sich in Zukunft noch vorstellen, um Hitzewellen zu begegnen?
Katastrophe	Erfüllt Hitze die Merkmale einer Katastrophe?	Persönlicher Einschätzung der Expertin/des Experten	- Eine Katastrophe ist wie folgt definiert: (*Definition Katastrophe gemäß LKatSG*). Daraus ergeben sich mehrere Merkmale einer Katastrophe. Wenn Sie an eine länger andauernde Hitzewelle denken, glauben Sie, dass eine Katastrophe gemäß der Definition grundsätzlich festgestellt werden könnte? - Wie müsste eine Hitzewelle ablaufen (Szenario), damit eine Hitze-Katastrophe festgestellt werden könnte? (Gegebenenfalls bezogen auf den eigenen Verantwortungsbereich.)

Anhang 3 – Interviewleitfaden Expert*inneninterviews Forschungsstellen

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Einstieg	Hintergrundinformationen und Vorstellung der Interviewpartner*in	Beruflicher Werdegang, Position, Verantwortungsbereich	1. Organisatorisches zum Interview 2. Vorstellung Interviewer 3. Vorstellung Masterthesis 4. Vorstellung interviewte Person 5. Möchten Sie zu Beginn knapp Ihren beruflichen Werdegang, Ihre aktuelle Position und Ihren Verantwortungsbereich zusammenfassen?
Auswirkungen	Welche Auswirkung hat Hitze auf KRITIS?	Folgen für KRITIS	1. Wenn es zu einer länger andauernden Hitzewelle kommen würde, welche KRITIS glauben Sie, wären davon betroffen? 2. Wie wären diese konkret betroffen?

Kategorie	Leitfrage	Abfrage von	Konkrete Nachfrage
Maßnahmen	Welche Maßnahmen gegen Hitze gibt es Ihrer Kenntnis nach bereits bei KRITIS und auf der Ebene der Katastrophenschutzbehörden und welche können Sie sich vorstellen?	Bestehende und zukünftige Maßnahmen bei KRITIS und Katastrophenschutzbehörden	1. Welche Maßnahmen kennen Sie bei KRITIS und Katastrophenschutzbehörden, um gegen die Folgen von länger andauernden Hitzewellen zu bestehen oder diese abzumildern? 2. Wie würden Sie die einzelnen Maßnahmen im Hinblick auf Vor- und Nachteile bewerten? 3. Sind diese Maßnahmen mit Blick auf den prognostizierten Anstieg an Hitzetagen und Hitzewellen ausreichend? 4. Welche Maßnahmen können Sie sich in Zukunft noch vorstellen, um Hitzewellen zu begegnen und was ist der aktuelle Forschungsstand hierzu?
Katastrophe	Erfüllt Hitze die Merkmale einer Katastrophe?	Persönlicher Einschätzung der Expertin/des Experten	3. Eine Katastrophe ist wie folgt definiert: (*Definition Katastrophe gemäß LKatSG*). Daraus ergeben sich mehrere Merkmale einer Katastrophe. Wenn Sie an eine länger andauernde Hitzewelle denken, glauben Sie, dass eine Katastrophe gemäß der Definition grundsätzlich festgestellt werden könnte? 4. Wie müsste eine Hitzewelle ablaufen (Szenario), damit eine Hitze-Katastrophe festgestellt werden könnte?

Anhang 4 – Teiltranskription der Expert*inneninterviews

Folgen von Hitze für die Kritische Infrastruktur

Wahrnehmung	• Im Vergleich zu anderen Ereignissen ist Hitze eher ein kleineres Thema in der Vorsorge. • Im Jahr 2003 hatten wir mit großem Abstand die tödlichste Katastrophe erlebt. Allerdings ist es wie bei COVID-19: es sind nur alte Menschen, die sterben. So wird zu wenig, mit den falschen Bildern, durch Medien gewarnt: die Warnungen sind mit Kindern im Schwimmbad und Eis das schmilzt, es gibt keine Toten zu sehen. • Vulnerable Gruppen sind nicht nur alte Menschen und kleine Kinder: Studenten wohnen in kleinen, engen Wohnungen unter dem Dach, wurde in einer Umfrage erhoben; weitere vulnerable Gruppe: Schwangere. • Bewusstseinsproblem: Wenig Regen ist toll, 35 Grad Celsius ist super um ins Schwimmbad zu gehen. Da es keine Auswirkungen auf viele Menschen hat, gibt es kein Empfinden für eine mögliche Katastrophe: Niedrigwasser hat Auswirkung auf Natur, aber nicht auf den Einzelnen; Entkoppelung des Menschen von der Natur, Landwirte oder Fahrbetreiber haben offensichtlich damit zu tun, aber der Zugang zu vielen Artikeln des täglichen Lebens ist weiterhin gewährleistet, dank der Globalisierung. So ist kein Bewusstsein für Hitze da, auch bei Baumaßnahmen im Privatbereich. • Große KRITIS haben besser vorgesorgt als kleinere KRITIS, wegen Erfahrungen und anderen finanziellen Ressourcen.
Allgemein	• Ressource Mensch betrifft jede KRITIS, überall wo Menschen arbeiten; Menschen sind bei Hitze weniger leistungsfähig. • Fraglich, ob Materialien der KRITIS hitzeresistent sind? Teilweise sind diese vor langer Zeit gebaut wurden, wie Gleise, Brücken oder Funkmasten. • Direkte und indirekte Folgen, für alles wo Hitze ein Problem machen kann: Elektronik, Kabel oder indirekt bei Kühlung; alle technischen Komponenten sind betroffen, jede Technik braucht eine bestimmte Kühlung, wie ein normaler Computer mit seinem Lüfter. • Flächenlage, Hitze ist da oder nicht und nicht auf einem Punkt, sondern in einer Fläche.

Energie	• Keine direkten Folgen von Hitze auf Unternehmen im Energiesektor, Funktionalität ist auch bei Hitze gut. • Niedrigwasser jedes Jahr ein Thema, gerade im Frühjahr, wenn wenig Niederschlag und Schneeschmelze sind, Hitzephase führt aber auch zu Niedrigwasser; Problem bei Kohlelieferung über den Rhein. • Wassertemperatur spielt eine Rolle bei Kühlwasser, wegen Abwärme im Kraftwerk, die reguliert werden muss, ggf. sind Abschaltungen notwendig. Wasser darf insgesamt maximal um 10 Kelvin erhöht werden und auch beim Einleiten nur eine bestimmte Temperatur haben; Wassertemperatur ist nicht nur im Sommer reguliert, sondern auch im Winter: von Dezember bis Ende März darf der Fluss auch nur eine bestimmte Wassertemperatur, wegen den Lebewesen darin, haben. • Kernkraftwerk benötigt Kühlwasser, bei Rheintiefstand daher Leistungsreduktion bei Kernkraftwerk in der Schweiz und in Frankreich. • Erhöhter Verbrauch durch Klimaanlage, aber auch erhöhte Einspeisung durch erneuerbare Energien. Zwar funktionieren diese bei kühleren Temperaturen besser, aber so gleichen sich Bedarf und Angebot gut aus. • Hitze geht oft mit sonnigem Wetter einher: Stromnetz kann Problem mit der Einspeisung haben, durch zu viel Photovoltaik. • Solaranlagen und Klimaanlage im Dauerbetrieb immer noch leistungsfähig oder droht Ausfall? • Hitze/Dürre kann möglicherweise zu Blackout führen, möglicherweise rollierende Abschaltung (erst ein Stadtteil, dann der nächste) notwendig, was zu Problemen bei Feuerwehr (Aufzugsrettung) führt. • Waldbrandgefahr durch zu warme Stromleitungen wie in Kalifornien, je heißer Umgebungstemperatur und somit des Materials, desto schneller die Reaktion, also die Brandentstehung, da weniger Energieübertragung bis zur Entzündungstemperatur notwendig ist, mit relevant sind Lufttemperatur und Feuchtigkeit in der Luft; Bäume sind Hitzestress angreifbar. • Möglicherweise Einschränkung von regionalen Produkten, Mais (für Biogasanlage -> Energieproduktion).
IT und TK	• Hitze kann Dürre unterstützen: Boden durch Dürre ausgetrocknet, zieht sich zusammen, kann Kabel und Rohre beschädigen (Bodenzusammenziehung). • Strom- und Wasserbedarf für Datacenter bei heißem Wetter höher. • Hitze kann womöglich Leitungen zerstören. • Bei Hitzewellen arbeiten IT-Geräte am Rande ihrer Spezifikation. Es könnte zu Ausfällen in der Informationstechnik kommen. • Extreme Hitze kann Rechenzentren und ähnliche Infrastruktur durch Überhitzung der Systeme beeinträchtigen. Komponenten können durch die Anstauung von Hitze beschädigt werden.

Transport und Verkehr	• Gleise können sich verschieben oder verformen, das kann zu Ausfall oder Geschwindigkeitsreduktion führen. • Auf Autobahnen und allgemein Straßen drohen Blow-Ups, Asphalt wird weich. • Transport auf Binnengewässern eingeschränkt. • Brücken (viele aus Stahl), dehnen sich bei Hitze aus, ggf. Statik verändert. • Problem bei Verkehrsinfrastruktur: ist in der Fläche verteilt. • Wasserstraßen: Niedrigwasser, wie im Jahr 2018 führt zu weniger Transport auf dem Rhein und damit einhergehend zu einer Verlagerung von Gütern von Schifffahrtsstraßen auf die Schiene und Straßen. Das kann zu Nutzungskonflikten führen und die Versorgung der Bevölkerung einschränken. • Schienenverkehr: Wahrscheinlichkeit für Böschungsbrände steigt. • Beeinträchtigung von Oberleitungen (zu starkes Durchhängen von Oberleitungen). • Bei Bahn und ÖPNV: Einschränkungen im Fahrgastkomfort bis hin zu gesundheitlichen Einschränkungen durch nicht ausreichende oder ausfallende Klimaanlage in Fahrgastwaggons.
Gesundheit	• Eigenpersonal: Eigenbetroffenheit der Personen im Rettungsdienst kritisch, da wenig Personalressourcen vorhanden sind; nach längerer Dauer Personalprobleme in Kliniken: Leistungsfähigkeit von Personen ist bei Hitze herabgesetzt, somit muss Personal früher ausgetauscht werden. • Alte Bausubstanz bei Bestandsgebäuden bietet nur wenig Isolation gegen Hitze. • Belastet Alten-/Pflegeheime wegen Überlastung aber auch Krankenhaus und Arztpraxen. • Gesundheitsversorgung wird angespannt wegen Auslastung (viele Betroffene) und Zunahme der Sterblichkeit. • Großveranstaltungen wie Festivals möglicherweise eingeschränkt wegen Überlastung des Sanitätsdienstes vor Ort. • Ungeziefer wie Ratten aber auch Wildtiere können auf der Suche nach Wasser näher an Siedlungen und in bebautes Gebiet vordringen: Gefahr von Seuchen und Krankheitsübertragung auf den Menschen. • Kühlung in Krankenhäusern eingeschränkt und höherer Energiebedarf bei Klimageräten. • Problembereich kühlpflichtige Medikamente, auch Transport von denen. Unwirksamkeit bei Erwärmung, über normaler Raumtemperatur Kühlpflicht bekannt?
Medien und Kultur	• Großveranstaltungen wie Festivals möglicherweise eingeschränkt wegen Überlastung des Sanitätsdienstes vor Ort. • Veranstaltungen im Außenbereich möglicherweise gar nicht möglich; Änderung ihres Auftrages.

Wasser	• Wasserversorgung ist noch sicher, aber Hitzeperioden können den Sektor beeinflussen, denn die Grundwasserspiegel sinken bei gleichzeitigem Anstieg des Wasserbedarfes. • Menge und Temperatur sind problematisch, also ist Wasserversorgung quantitativ und qualitativ zu betrachten: ○ Quantitativ: Zwar mehr Niederschläge im Sommer, aber auch durch Hitze noch mehr Verdunstung als Niederschlag. ○ Qualitativ: Steigerung der Oberflächentemperatur auf ca. 25°C führt zu Bildung von Mikroorganismen, somit weniger sauberes Trinkwasser. • Trinkwasser: Angebot wird von Dürre beeinflusst, durch Hitze wird Qualität schlechter. • Durch wenig Niederschlag weniger Grundwasserneubildung. Es darf nur weniger Grundwasser entnommen werden als sich neu bilden kann, in etwa 20-40%, maximal 50% in besonderen Situationen, da es noch weitere Abnehmer des Grundwassers gibt außer der Wasserversorgung selbst: Bäche, Flüsse, Landwirtschaft, die Natur im Allgemeinen, alle müssen aus dem Grundwasser gespeist werden. Abnahmekontingente sind wasserrechtlich festgelegt. • Wiederholt Probleme im Sommer mit Niedrigwasser und Temperatur. • Regelmäßig Einschränkungen in Landwirtschaft und Privathaushalten mit Garten bewässern schon heute. • Trinkwasserversorgung ist möglicherweise eingeschränkt. • Hitze kann Dürre unterstützen: Boden durch Dürre ausgetrocknet, zieht sich zusammen, kann Kabel und Rohre beschädigen (Bodenzusammenziehung). • Trinkwasserversorgung, nicht alle sind gleich gut aufgestellt und könnten große Hitze abfedern.
Ernährung	• Bei trockener Hitze Folgen für Lagerung (Kühlhäuser, hoher Strombedarf). • Bei feuchter Hitze Folgen für Getreideprodukte und Hülsenfrüchte bei mangelnder Verpackung Schimmelgefahr, möglicherweise Einschränkung von regionalen Produkten, Getreide, Obstbäume, je nachdem in welcher Phase des Wachstums Hitze auftritt; Lebensmittelmangel und Lieferengpässe durch Ernteausfall. • Temperatur in Ställen muss beachtet werden, Landwirtschaft wird nicht darauf vorbereitet, ab wann ist es Tierquälerei? • Tiere haben einen Mehrbedarf an Wasser und Kühlung. • Transport von gekühlten Lebensmitteln ggf. mit höherem Aufwand durch gesteigerten Kühlbedarf.
Wald	• Waldbrandgefahr durch zu warme Stromleitungen wie in Kalifornien, je heißer Umgebungstemperatur und somit des Materials, desto schneller die Reaktion, also die Brandentstehung, da weniger Energieübertragung bis zur Entzündungstemperatur notwendig ist, mit relevant sind Lufttemperatur und Feuchtigkeit in der Luft; Bäume sind Hitzestress angreifbar
Bau	• Hitze kann Dürre unterstützen: Boden durch Dürre ausgetrocknet, zieht sich zusammen, kann Kabel und Rohre beschädigen, (Bodenzusammenziehung) aber auch Gebäude beschädigen (Fundamentabsackung). • Fraglich, ob Materialien der KRITIS hitzeresistent sind? Teilweise sind diese vor langer Zeit gebaut wurden, wie Gleise, Brücken oder Funkmasten. • Es gibt Hitzebelastung in Bestandsgebäuden aufgrund baulicher Mängel, daher kann nicht lange dort gearbeitet werden.

Maßnahmen gegen die Gefährdung durch Hitze und Hitzewellen

(BT = Baulich-technische Maßnahmen; O = Organisatorische Maßnahmen; P = Personelle Maßnahme)

Allgemein	O	• Tipps für Lüften an Hitzetagen. • BBK-Hinweise zur persönlichen Vorsorge. • Hitzeschutzplan für Gesundheit.
	BT	• Klimatisierte Messkomponenten und Schalträume mit Temperaturüberwachung; sinnvolle Maßnahme, um die Arbeitsfähigkeit an zentralen Stellen im Stromnetz auch bei Hitze zu erhalten. • Kohlelager für Kohlekraftwerke. • Kühlturm zum Kühlen des genutzten Kühlwassers (Nachteil Energiebedarf bei Ventilatoren im Kühlturm). • Intelligente Netzsteuerung: damit kann simuliert werden, was passiert, wenn bestimmte Komponenten abgeschaltet werden. Maßnahme für Abschaltung der Einspeisung gibt es bereits.
Energie	O	• Alternativen mit wenig Beladungskapazität: Bahn und Lkw. • Versorgungssicherheit steht manchmal über dem Gewässerschutz (Wassertemperatur zweitrangig), der Übertragungsnetzbetreiber ist als Vertreter der Bundesnetzagentur für die Versorgungssicherheit zuständig und verantwortlich; durch Ausnahmegenehmigungen der Behörden wird Kühlwasser auch mit einer höheren Temperatur in Flüsse geleitet. • Wenn beispielsweise der Rhein >25°C hat, müssen täglich direkt an die Aufsichtsbehörden Werte wie die erzeugte Energie und Kühlwassertemperatur gemeldet werden; grundsätzlich wird dazu Kühlwassertagebuch geführt. • Notfallmechanismus für umlaufende Abschaltung, allerdings hier Probleme beispielsweise für die Feuerwehr: Erhalten Notrufe aus Aufzügen, Garagen... diese wünschen sich eher für einen Tag einen Bereich abschalten und nicht umlaufend die Bereiche. Denn wenn sie in einem Bereich fertig sind, kommt der nächste Bereich. • Priorisierungsverordnung (Energiesicherungstransportverordnung – EnSiTrV).
	BT	• Klimatisierung von Serverräumen. Die Klimatisierung von Serverräumen ist nicht nur sinnvoll, sondern absolut notwendig. Nachteil davon ist, dass mit Klimatisierung ein hoher Stromverbrauch einher geht.
IT und TK	O	• Eine Strategie weist zur möglichst energieeffizienten Kühlung vom Serverräumen und eine intelligente Raumplanung Berührungspunkte auf. Beim Bau einer neuen Anlage muss die Chance genutzt werden, Kühlung durch bauliche Maßnahmen zu ermöglichen/effizient zu gestalten.

Transport und Verkehr	BT	• Forschung mit weißen Gleisen. • Wasservernebler für Radfahrer. • Transportmittel: Einsatz von Klimaanlage und Belüftungssystemen, vermehrte Wartungsarbeiten. • Verkehrsinfrastruktur: Vermehrte Wartungsarbeiten, Verwendung hitzebeständiger Materialien.
	O	• Anpassung von Fahrplänen/Fahrzeiten/Fahrtlängen. • Etablierung des BMDV Forschungsnetzwerkes – Themenfeld 1: Klimawandelfolgen und Anpassung. • Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ für zuverlässigen Transport (8-Punkte-Plan Rhein). • Masterplan Binnenschifffahrt. • Bundesverkehrswegeplan. • Allgemein für Transport und Verkehr: Maßnahmen sind notwendig, um die Sicherheit des Verkehrs zu gewährleisten und die Beeinträchtigungen durch Hitzeperioden zukünftig zu minimieren.
Gesundheit	BT	• Kurzfristig werden Klimageräte in heißen Räumen eingesetzt. • Langfristige Maßnahmen betreffen die Bausubstanz, die angepasst wird. Aktuell werden bei Neubauten oft Klimaanlage verbaut. • Temperaturmessungen in Räumen in Krankenhäusern.
	O	• Hitzeaktionspläne werden erarbeitet. • Notfallplan, um bei vielen Verletzten oder einem großen Andrang in der Notaufnahme oder auf den Stationen eines Krankenhauses ein Notlazarett einzurichten. • Verhaltensanweisungen werden sowohl an Mitarbeitende als auch Patienten ausgegeben. • In Krankenhäusern: Ein Krisenstab ist etabliert und kann eingerichtet werden, um weitere Maßnahmen zu treffen.
Wasser	BT	• Technische Mittel zur Reinigung von Wasser. • Infrastrukturüberwachung wegen Leckagen.
	O	• Viele Akteure sind verantwortlich: unter anderem Gemeinde, kommunale Wasserversorger. • Fernwasserversorgung über Fernleitungsnetze, hierbei gibt es jedoch begrenzte Kapazitäten bedingt durch den Leitungsquerschnitt. • Rückblick: Absatz- und Gewinnungszahlen in den letzten Jahren anschauen, um gerade mit den starken Trockenjahren Simulationen für die Zukunft zu erstellen. • Im Sommer in der Vergangenheit Dörfer mit Tanklastern voller Trinkwasser beliefert, da regionale Quellen nicht mehr ausreichen. • Mehr Spülen bei wenig Durchsatz, um Entstehen von schädlichen Mikroorganismen zu vermeiden; Gegenmaßnahmen mit Gesundheitsamt abstimmen (Chlorung, Abkochgebot). • Trinkwasservorhaltung. • Trinkwassernotbrunnen im Zivilschutz, Chlortabletten werden in den Gemeinden mit Notbrunnen vorgehalten. • Priorisierungsverordnungen, Nutzungsbeschränkungsverordnungen zur Wasserentnahme (Private Poolbefüllung und Garten bewässern verbieten).
	P	• Kommunalen Ordnungsdienst zur Kontrolle von behördlichen Beschränkungen.

Ernährung	BT	• Lagerungen an trockene und feuchte Hitze anpassen und überwachen.
Katastrophenschutzbehörden	BT	• Wasseraufbereitungsanlagen im Zivil- und Katastrophenschutz. • Wasserversorgung über lange Wegstrecken. • Ggf. Einsatzmittel zur Waldbrandbekämpfung. • Einsatzeinheiten: Verpflegung und Betreuung, Behandlungsplatz für Sichtung als Entlastung für ein Krankenhaus.
	O	• Reinigungstabletten für Trinkwasser vorhanden. • Schwerpunkt auf stabsähnliche oder Stabsstrukturen zur Bewältigung der Ereignisse (Problem Klimatisierung der Gebäude, Durchhaltefähigkeit eigenes Personal, Verpflegung und Wasser). • Konzepte für Massenansturm von Verletzten oder Erkrankten sind vorhanden. • Mit Themen beschäftigt wie Wassermangel, Notbrunnen in Gemeinden, Krankenhausalarm- und Einsatzpläne (auch für Blackout - Satellitentelefone vorhanden, Digitalfunk vorhanden). • Als Vermittler Fachberater nutzen, wie Arzt, Veterinär, (Kühe als Tiere aber auch im Lebensmittelbereich, dafür Expert*innenwissen notwendig). • Kältestuben wie in anderen Ländern einrichten (Problem bei Klimaanlage: Technik erzeugt wieder Hitze), Kühle Räume zur Verfügung stellen. • Wasser ausgeben, Nahrung organisieren. • Trinkwassernotbrunnenkonzepte. • Angeleitete Spontanhelfer für Unterstützung nutzen, örtliche Feuerwehr wird das alleine nicht bewältigen können. • Leuchttürme/Notfalltreffpunkte, Hallen/Infrastruktur nutzen als Anlaufstelle, bestenfalls ist es dort kühler.
Bau	BT	• Bauvorgaben sind vorhanden, werden jedoch nicht konsequent umgesetzt, für Neubauten gilt Wärmenachweis nach DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden wird nicht ausreichend umgesetzt. • In Freiburg gibt es „Bächle“ zur Erzeugung von Verdunstungskälte wie in arabischen Ländern mit Teichen mit Windfang. • Wasserspender auch als Vernebler in Städten wie Wien und Beschattung. • Kühle Bereiche in Städten schaffen, wie in Trier oder Speyer.
Überblick: Maßnahmen		• Maßnahmen nicht ausreichend. • Die allgemeinen Maßnahmen sind so wahrscheinlich für die Zukunft nicht ausreichend, es muss mehr gemacht werden. • Maßnahmen im Energiesektor und bei Katastrophenschutzbehörden aktuell ausreichend, für die Zukunft jedoch nicht.

Zukünftige und denkbare Maßnahmen

(BT = Baulich-technische Maßnahmen; O = Organisatorische Maßnahmen)

Allgemeine Maßnahmen	BT	• Wünschenswert für die Zukunft wäre früher auf Hitzewellen reagieren zu können, zum Beispiel durch bessere Wetterprognosen auch die Dauer einer Hitzewelle betreffend. • Energieverbrauch reduzieren wäre wünschenswert. • Durchhaltefähigkeit/Autarkie (beispielsweise bei Energie) stärken. • Aktive und passive Kühlsysteme (wie Kühlwesten) für Menschen. • Wassersparmaßnahmen, Regenwasser wieder nutzen, auch für Löschwasser für die Feuerwehr.
	O	• Ursachenreduzierung für Klimawandel, um Hitzewellen zu reduzieren. • Notwendig ist eine Sensibilisierung der Menschen (Risikokommunikation), besonders für vulnerable Gruppen. Problem bei Risikowahrnehmung: Tödlichkeit nicht erkannt. • Handlungsempfehlungen für Bevölkerung. • Identifizieren von vulnerablen Gruppen, Ausbildung von Personal. • Positive Anreize schaffen für mehr Klimaschutz, um Ressourcen zu sparen. • Menschen in Deutschland müssen mit Einschränkungen in Zukunft lernen umzugehen. • Arbeitszeitanpassung, flexible Arbeitszeiten. • Homeoffice. • Siesta. • Empfehlung an Schulen auch für Sportveranstaltungen und auch für Geschäfte. • Etablieren von Hinweisschwellen zur Vermeidung von Katastrophen. • Politik muss Ressourcen bereitstellen. • Muss politisch definiertes Schutzziel geben, auch für zukünftige Stadtplanung. • Schauen, was gibt es schon in anderen Ländern. • Resilienz. • Kommunikationspläne entwickeln für den Ausfall der klassischen Kommunikationswege. • Durchhaltefähigkeit/Autarkie, Unabhängigkeit fördern. • Wasser daheim haben (Vorbereiten), jeder muss seinen Beitrag leisten, damit das Gesamtsystem nicht überlastet wird. • KRITIS-Betreiber: Trinkwasservorhaltung für eigene Mitarbeitende. • Vorsorge: Ernährung und Wasser im Fokus behalten, für Bevölkerung. • Buddhistisches Land: Wasserbehälter vor Geschäften und Wohnungen, daneben ein Becher: Trinkwasserbehälter für Menschen die Durst haben; wegen Karma: was Gutes in die Welt bringen, um Karma zu verbessern. • Wünschenswert: mehr Nachbarschaftshilfe in Deutschland.

Energie	BT	• Neue Kohlelagerzwischenstätten. • Alternative Energieerzeugung in Kraftwerken nach Kohleausstieg, beispielsweise mittels Großwärmepumpe, Abwasserwärme nutzen, PV-Anlagen. • Intelligente Netzsteuerung: Geplant ist Abschaltung für Abnehmer, das ist gerade im Aufbau. • Intelligente Simulation bei Energie: E-Autos, Wärmepumpen und Batteriespeicher-Steuerung durch den Versorger zulassen, dafür günstigere Entgelte bezahlen. Durch Simulation können gezielt Ab- oder Zuschaltung erfolgen, im normalen Betrieb, wie früher bei Nachtspeicheröfen, die nur nachts geladen wurden. Ziel ist: Netzüberlastung soll vermieden werden, daher zu viele Einspeiser abschalten oder zu viele Verbraucher abschalten.
Transport und Verkehr	BT	• Schienenverkehr: Vorhersage von Böschungsbrandgefahren an Bahngleisen mittels maschinellen Lernens. • Schienenverkehr: Baumvitalitätsmonitoring und Modellierung trockenheitsbedingter Risiken entlang von Schienenwegen mit Fernerkundung und Dendroökologie.
Gesundheit	BT	• Hitze schlägt auf die Gesundheit, im Krankenhaus muss Hitzestress reduziert werden können, sichere Orte müssen vorhanden sein, wenn bei medizinischer Versorgung kein sicherer Ort vorhanden ist, ist das Problem nicht gelöst. Hitze muss vom Patienten genommen werden. Krankenhäuser entsprechend ausrüsten mit redundanten Kühlsysteme und Stromeinspeisung. • Besprühen von Gebäuden wie Altenheimen für Verdunstungskälte.
	O	• Hitzeschutzpläne in Krankenhäusern.
Medien und Kultur	O	• Großveranstaltungen im Außenbereich absagen ist denkbar, aber kritisch, kein Festival bekannt, das wegen Hitze abgesagt wurde.

Wasser	BT	• Mehr technischer Aufwand zur Reinigung von Wasser (und in Zukunft noch mehr Aufwand). • Infrastrukturüberwachung wegen Leckagen, in Zukunft noch mehr benötigt, da noch immer zu viel Wasser durch Leckagen verloren geht. • Niederschlag muss mehr in Grundwasser gelangen können -> Entsiegelung. • Reduzierung des Wasserbedarfs. • Umweltschutz muss vorangetrieben werden, um Schadstoffe im Wasser zu reduzieren, mehr Grundwasser- und Gewässerschutz. • bauliche/technische Maßnahmen zur Grauwassernutzung (Regenwasser und einfach aufbereitetes Brauchwasser (wieder)verwenden, beispielsweise für Toilettenspülung. Problem hierbei Wasserdurchsatz, daher bauliche Maßnahmen durch kluges Bauen: Wasserrohre tiefer bauen, um Temperaturanstieg zu vermeiden und kleinere Durchmesser, um Spülen zu vermeiden.
	O	• Verantwortung der Gemeinden: Ausweisung von Wasserschutzgebieten. • Notfallpläne durch Kommunen sind zu entwickeln um Wasserverteilung und dessen Nutzung im kritischen Fall von Wassermangel vorzuplanen, aber auch einen Überblick über den Bedarf zu haben. • Wasserpreis ist momentan der Verbraucherpreis, kaum bis keinen Gewinn in Kommunen durch Wasserversorgung; Verbrauch pro Person etwa 120l am Tag, das entspricht Kosten von ca. 0,30€. Im Vergleich dazu kostet ein Latte Macchiato 4,30€. Das ist nicht verhältnismäßig, die Kosten sollten alle Gesamtkosten abdecken. Ja, Wasser ist Grundversorgung, wird in Zukunft jedoch weniger. Bei Gasmangel war steuernde Maßnahme über Gaspreis, um zu sparen. • Diskussion in Fachkreisen: Für was darf alles Trinkwasser verwendet werden: Private Poolfüllung? Steuerung über Preis von Wasser? Vorgaben machen für Bepreisung? Bepreisung erfolgt über Kalkulationsvorschrift, wird kartellrechtlich überwacht, es findet keine politisch motivierte Bepreisung statt. Problem: Wasserkosten, wenn es teuer wird, wird es zum Luxusgut. • 120l/Tag pro Person, größter Abnehmer ist die Toilettenspülung. • Förderung für Wassersparmaßnahmen und bauliche/technische Maßnahmen und Grauwassernutzung (Regenwasser und einfach aufbereitetes Brauchwasser (wieder)verwenden.
Ernährung	BT	• Klimaanlage in Ställen.
	O	• Versicherungslösung Ernteausschlag denkbar.

Katastrophenschutzbehörden	BT	• Waldbrandbekämpfung soll ausgebaut werden. • Bauliche Unterbringung von Menschen. • Notversorgung mit Trinkwasser in Planung und im Ausbau. • Für Gemeindefeuerwehr: Hitzeangepasste Bekleidung anschaffen, damit Einsatzkräfte nicht zu sehr belastet werden und ausfallen, Kühlwesten oder vergleichbare Methoden, um Schutz der Einsatzkräfte vor Feuer zu gewährleisten und gleichzeitig Schutz vor Hitze. • Abrollbehälter Aufenthalt für Einsatzkräfte. • Einsatzfahrzeuge mit leistungsfähigen Klimaanlage ausstatten. • Räume zur Abkühlung in den Gemeinden schaffen. • Mobile Klimaanlage vorhalten und bei Bedarf aufstellen.
	O	• (Kühle) Unterbringung von Menschen planen. • Resilienzanalyse durchführen. • Zusammenarbeit mit dem Forst wichtig wegen Waldbrandgefahr, aber auch wegen Wasserversorgung im unwegsamen Gelände. • Bessere Vernetzung zwischen Behörden. • Wasser verteilen in den Städten und im Verkehr. • Hydranten öffnen zur Abkühlung. • Infrastruktur schützen wird schwierig, Brücke bewässern? • Landwirtschaft: Tiere kühlen mit Feuerwehr. • Mobile Klimaanlage aufstellen. • Risikoanalyse durchführen. • Planungen evaluieren und fortschreiben (bspw. Stabsstrukturen, Warnkonzepte, Gefahrenabwehr, ...). • Maßnahmenkatalog „Werkzeugkasten“ überlegen, um für die Zukunft gerüstet zu sein. • Vorsorge: Ernährung und Wasser im Fokus behalten, für Bevölkerung aber auch Vorhaltung für Behörde. • Vorhandene Ressourcen prüfen und sinnvoll nutzen. • Ressortübergreifend arbeiten, Kühlgeräte wo anders ausbauen und hinbringen, wo es notwendig ist, ggf. Stromverbraucher abschalten. • Fachberater nutzen, um Fragen zu klären, Kommunikation wichtig, richtige Menschen zusammenführen.
Bau	BT	• Konzept Schwammstadt auch in Bezug auf Verdunstungskälte. • Klimageräte für Altenheime. • Wärmepumpen als Kältepumpen nutzen, Bestehendes nutzen. • In Städten: Beschattung und Trinkbrunnen installieren.
	O	• Verbesserungsbedarf im Bauwesen, mehr auf Hitze ausrichten.

Einschätzung in Bezug auf eine Hitze-Katastrophe

Möglichkeit	• Ja, eine Katastrophe gemäß der Definition wäre denkbar. • Ja, für juristische, also rechtliche Grundlage, wäre es sinnvoll eine Katastrophe festzustellen. • Ja, es kann eine Hitzewelle zur Katastrophe werden. • Ja, nach Definition möglich. • Ja, eine Katastrophe ist möglich. • Ja, eine Katastrophe ist bei einer Hitzewelle durchaus denkbar.
Gründe	• Für Krisenkommunikation sinnvoll, aber Schwelle sollte gut überlegt werden, damit Regelstrukturen in Behörden und KRITIS ihre Aufgaben weiter erfüllen können, da Lage sich wahrscheinlich langsam entwickeln wird, Befürchtung, dass leitende Personen mehr Verantwortung an die Stäbe abgeben, als selbst zu führen. Maßnahmen in anderen Behörden sind (weiterhin) notwendig. ○ Welche akuten Maßnahmen sollen Katastrophenschutzbehörden ergreifen? ▪ Aufenthaltsbeschränkung kann Ortspolizeibehörde. ▪ Sprinkler durch Feuerwehr gibt es schon jetzt. ▪ Trinkwasser wird von Kommunen oder Landkreise organisiert über regionale Wasserversorger. • Wäre es sinnvoll? Feststellen einer Katastrophe beinhaltet verschiedene Aspekte: Aufmerksamkeit der Bevölkerung für Krisenkommunikation, das wäre gut zur Sensibilisierung, auch für Arbeitgeber, aber ist behördliche Leitung notwendig? Beratung vielleicht sinnvoll. • Gesamte Infrastruktur wäre betroffen, wie bei COVID-19: Erfahrung, Maßnahmen können lange vorher in den jeweiligen Behörden geplant werden. Vielleicht wie bei COVID-19 „Krisenstäbe“ unterhalb der Katastrophenschwelle, vielleicht auch eher Außergewöhnliche Einsatzlage gemäß LKatSG als als Katastrophe? Möglicherweise auch keine Katastrophe nur im Landkreis oder Regierungsbezirk, sondern im Land. Ist dann eine einheitliche Leitung vom Innenministerium sinnvoll? • Bevölkerung ist im großen Maße betroffen, wenn es lang genug ist, gibt es wahrscheinlich viele Tote, aber kann eine einheitliche Leitung etwas ausrichten? Für das reine Hitze-Ereignis wahrscheinlich nicht. Aber für Folgeereignisse, die sich daraus ergeben können, wahrscheinlich möglich. COVID-19-Pandemie hatte auch keine Katastrophe ausgelöst, daher die Frage: Kann ich Menschen retten, durch eine einheitliche Leitung? Welche Maßnahmen sind möglich und brauche ich für diese Maßnahmen das LKatSG? Oder werden die sowieso gerettet? Sekundärereignisse können eine einheitliche Leitung notwendig machen. Das Ausrufen der Katastrophe gibt der Behörde Rechte, diese Rechte zu nutzen und ggf. Rechte der Menschen einzuschränken. Diese müssen das Ziel verfolgen Menschen zu retten und es ist fraglich, ob das möglich ist. • Vorteil beim Feststellen einer Katastrophe: Nicht nur Behörde führt, sondern auch Ernst der Lage wird in Gesellschaft wahrgenommen, auch als Anerkennung: Es ist eine Hitze-Katastrophe, dann darfst du kein Schwimmbad mehr in der Risikokommunikation zeigen, dann muss anerkannt werden: Menschen sterben gerade.

Gründe	• Feststellung ist Notwendigkeit wegen hoher Betroffenheit: Flächenlage, Koordination muss es über Grenzen hinaus geben, ein politisch Gesamtverantwortlicher ist notwendig. • Hitze ist bereits ein Problem, aber bisher keine Katastrophe festgestellt, warum sollte es die 8. Hitzewelle jetzt werden? Daher das System der Vorbereitung und Prävention nutzen. Der Bund wird mehr koordinieren müssen, wenn es eine Hitzewelle über Landesgrenze hinaus gibt, da Hitze eine Flächenlage ist und mehr als ein Bundesland betroffen sein wird. Eine Katastrophe endet allerdings juristisch an der Landesgrenze. • Ist ja Ermessenssache der Entscheidungsträger, bei COVID-19 hat sich gezeigt, nur ein Bundesland hat die Katastrophe erklärt, daher wird wahrscheinlich nicht durchgeführt. • Früh Prognose notwendig durch Fachleute. • KKW: Wenn Sicherheit wegen Kühlwassermangel nicht mehr gewährleistet sein könnte, dann Aufgabe aus LKatSG für Katastrophenschutzbehörden. • Sektor Gesundheit: Wenn ein Krankenhaus überfordert ist, ist ein Krankenhausalarmplan vorhanden, aber es ist möglich, dass es so überfordert ist, dass eine Großschadenslage denkbar ist. • Altenpflegeheime, Betreiber ist in der Pflicht, aber wenn mehr betroffen sind, wenn medizinische Versorgung nicht mehr gewährleistet ist. • Sektor Wasser: Trinkwasserversorgung nicht mehr sichergestellt, dann müssen Maßnahmen ergriffen werden. • Sektor Ernährung: Wenn Bevölkerung Lebensmittel nicht mehr einkaufen können (kommt nicht sofort) aber Ernährungssicherstellung im Blick behalten. • Abstrakte Gefährdung für viele Personen liegt vor, es liegt am Einzelnen, wie betroffen man wirklich ist, vulnerable Gruppen. Feststellung vom Gesetz her möglich, wird wahrscheinlich aber nicht stattfinden, weil Betroffenheit ist auch schwierig zu sehen. Eine Krankenhausevakuierung, wenn sie jetzt überfordert wären ist händelbar. Aber eine Flächenlage kann auch gegen die Feststellung sprechen: In Bayern gibt es einen Katastrophenhilfefond aus öffentlichen Geldern, Maßnahmen werden daraus bezahlt. In Baden-Württemberg zahlt der, der betroffen ist, dort wo die Betroffenheit liegt. • Bei einer Hitzewelle kommt es zu einer hohen Übersterblichkeit, insbesondere bei älteren und kranken Menschen. Es gibt aber viele weitere vulnerable Gruppen (Schwangere, Kleinkinder und Babys, Obdachlose, etc.). Die sich zahlreich einstellenden gesundheitlichen Folgen von Hitze können zu einer Überlastung des Gesundheitssystems führen. Auch wenn sich eine Hitzewelle dynamisch aufbaut, kommt es zu einer Gleichzeitigkeit des Auftretens von hitzebedingten Erkrankungen und Todesfällen. Nicht bei jeder Hitzewelle wäre also der Katastrophenfall auszurufen, aber es könnte nach Ermessen entschieden werden. • Zudem kann es durch Hitze zum Ausfall oder zur Beeinträchtigung von KRITIS kommen (Wasser, Energie, Gesundheit und weitere). Die lebensnotwendige Versorgung kann hier noch über das Maß der körperlichen Auswirkungen durch Hitze bedroht werden. Beeinträchtigungen von KRITIS könnten in die Bewertung, ob eine Katastrophe vorliegt, einbezogen werden. • In einem Katastrophenfall würde ein Krisenstab die Aufgaben der zentralen Koordination und Lagebilderstellung, Koordination und Ressourcensteuerung übernehmen, sowie weitere Akteure wie Einrichtungen des Gesundheitswesens einbinden und steuern (Arztpraxen, Krankenhäuser, etc.).
--------	--

Voraussetzungen	• Überlegung ob kurzfristig große Hitze oder eher langfristig aufbauende Hitze. • Keine Hitze-Katastrophe in anderen Ländern bekannt. • Dauer relevant für den Menschen, so ab 42 Grad Celsius, weil es ab da schlecht für den Menschen ist, also medizinisch notwendig als absolute Temperatur. • Es müsste sich abzeichnen, Hitze über drei Wochen würde Katastrophe wahrscheinlich nicht erfüllen. In Kombination mit Dürre, eine über Monate abzeichnende Dürre, nach mehreren Wochen Hitze, mit Temperaturen über 35 Grad und nachts keine Abkühlung, massive Austrocknung weiterhin. • Eine isoliert auftretende Hitzewelle wäre keine Katastrophe, wenn vorangehende Strukturen ihre Aufgaben erfüllen. KRITIS weist gewisse Resilienz bereits schon auf, aber über sehr lange Zeit dann anfälliger. • 1 Woche mit Temperatur nachts nicht unter 30 Grad Celsius. • Lange Trockenphase, heiße, trockene Phase weiterhin, auch heiß in der Nacht, über 2-3 Wochen, viele Erkrankte, Wald- und Vegetationsbrände, Betroffenheit von KRITIS, Überforderung des Gesundheitssystems. • Von tollem Sonnenwetter, konstant hohe Temperatur, tagsüber 30 Grad Celsius, nicht unter 27 Grad Celsius in der Nacht, im Radio heißt es tolles Wetter, ab ins Schwimmbad. Aber dann bleibt die Temperatur auf einem hohen Niveau, das wird zu Überforderung führen; erst Betroffenheit von vulnerablen Gruppen, dann betrifft es alle. • Länger andauernde Lage, die sich aufbaut. Nicht wie bei Hochwasser ad hoc, sondern aufbauend. Je länger es dauert und wie intensiv, desto problematischer wird es. Eine Nacht tropische Verhältnisse führt nicht zu Problem im System, über 35 Grad Celsius über 3-4 Wochen aber schon.
-----------------	--