



Warnung über Smarte Laternen

Erprobung eines akustischen Warnmittels mit Sprachausgabe in Kaiserslautern



Warnung über Smarte Laternen

Erprobung eines akustischen Warnmittels mit Sprachausgabe in Kaiserslautern

Pilotprojekt:

**Entwicklung und Erprobung eines Warnmittels
zur akustischen Ausgabe von Warnmeldungen über „Smarte Laternen“
in Kaiserslautern**



Autoren: Sylvia Franzen-Brauer
unter Mitarbeit von Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz, Bernd Piro
(Feuerwehr Kaiserslautern), Frank Huber (KL.digital GmbH) und Thomas Aicher (HELIN GmbH)

Bildquelle: BBK

Bericht 1 von 3
Stand: Dezember 2022

Vorwort BBK

Großbrände, Unglücke in der Industrie oder schwere Stürme – derartige Ereignisse können unmittelbar Gefahren für Menschen bedeuten. In einem von der EU zu 75 % kofinanzierten Projekt „Warnung der Bevölkerung“ werden gemeinsam mit Bund und Ländern Ideen und Vorhaben entwickelt und umgesetzt. Im Vordergrund stehen Überlegungen, wie Menschen in Deutschland über Gefahren noch besser informiert und effektiver vor ihnen gewarnt werden können. Um die rechtzeitige Warnung vor derartigen Ereignissen sicher zu stellen, erprobten das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), das Innenministerium des Landes Rheinland-Pfalz und die Stadt Kaiserslautern in einem Pilotprojekt sogenannte „Smarte Laternen“ als ein neues Warnmittel.

Das Pilotprojekt ist Teil dieses von der EU geförderten Bund-Länder-Projekts. Weitere Beteiligte sind die Integrierte Leitstelle Kaiserslautern als auslösende Stelle, das Referat Tiefbau der Stadt Kaiserslautern als Eigentümerin der Laternen, die städtische Digitalisierungsgesellschaft KL.digital GmbH als Verantwortliche für die technische Umsetzung sowie der Sirenenhersteller Helin. Die Evaluierungen wurden begleitet von der Hochschule Kaiserslautern und Team HF-Human Factors Forschung Beratung Training.

Smarte Laternen sind Straßenlaternen, die durch an die Laternen angebrachte Techniken weitere Funktionen aufweisen. Das können zum Beispiel Internethotspots sein, an die Laternen montierte Displays, die freie Parkplätze in der Umgebung anzeigen, oder Lautsprecher für die Bekanntmachung von Informationen. Im Stadtgebiet von Kaiserslautern wurden vier bestehende Straßenlaternen mit einem modifiziertem Warntechnikgerät – bestehend aus einer kleinen Sirene mit integriertem Lautsprecher – ausgestattet und getestet. Dadurch sind diese Laternen als Warnmittel in der Lage, bei einer Gefahr Sirenensignale auszugeben und darüber hinaus Handlungsempfehlungen in Form einer Lautsprecherdurchsage zu verbreiten. Hintergrund ist die Idee, die Bevölkerungswarnung in Gegenden verbessern zu können, in denen keine Sirenen vorhanden sind oder in denen, beispielsweise aufgrund innerstädtischer Lärmverordnungen, keine klassischen Sirenen aufgestellt werden können.

Um ein ganzheitliches Bild davon zu gewinnen, wie effektiv die Warnung der Bevölkerung mittels einer Smarten Laterne ist, wurde die Wirksamkeit des Warnmittels evaluiert. Hierfür wurde die Warneffektivität sowohl hinsichtlich ihrer technischen als auch ihrer sozialwissenschaftlichen Wirksamkeit bewertet. Die Erfahrungen mit den neuen Laternen wurden unter anderem mittels einer Befragung und einer Bevölkerungsbeobachtung ausgewertet.

Die umfangreichen Ergebnisse mit unterschiedlichen Aspekten sind in drei Publikationen veröffentlicht. Die vorliegende Publikation (Bericht 1 von 3) beinhaltet die Entwicklung und Erprobung eines Warnmittels zur akustischen Ausgabe von Warnungen über Smarte Laternen.

Weitere Berichte des Pilotprojekts Warnung über Smarte Laternen sind in den nachfolgenden Publikationen enthalten:

- Bericht 2 von 3: Sozialwissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen über Smarte Laternen
- Bericht 3 von 3: Technisch-wissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen über Smarte Laternen

Informationen zum Projekt „Smarte Laternen Rheinland-Pfalz/Kaiserslautern“ finden Sie unter:

www.kaiserslautern.de

Weitere Informationen zum Thema Warnung der Bevölkerung erhalten Sie auf der Webseite des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK):

<https://www.bbk.bund.de>

und auf der Projektwebsite des ISF Bund-Länder-Projekts „Warnung der Bevölkerung“:

<https://warnung-der-bevoelkerung.de>

Danksagung

Der ehemalige Leiter der Berufsfeuerwehr Kaiserslautern, Herr Konrad Schmitt, trat im Jahre 2018 an das Fachreferat bei der für Brand- und Katastrophenschutz zuständigen Abteilung 5 des Ministeriums des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz heran und trug seine Idee vor, Standorte und Elemente der Straßenbeleuchtung für Belange der öffentlichen Sicherheit – und hier insbesondere für die Warnung der Bevölkerung – einzusetzen.

Um der Projektidee von Herrn Schmitt bessere Chancen für eine Umsetzung einzuräumen, bat das Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz im August 2018 das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe um eine Bewertung im Rahmen des Bund-Länder-Projekts Warnung der Bevölkerung.

Das BBK sollte prüfen, ob Straßenlaternen als Warnmittel in Frage kommen. In seiner Bewertung formulierte das BBK als Ziel, ein Pilotvorhaben in Kaiserslautern unter Einsatz von mit Akkumulatoren ausgestatteten Straßenlaternen durchzuführen. Dies mit dem Ziel diese als neues innovative Warnmittel an das Modulare Warnsystem (MoWaS) anzubinden, in den Wirkbetrieb zu überführen und im Zivilschutzfall direkt über MoWaS auslösen zu können. Das Pilotprojekt wurde als Teil des von der EU zu 75 % kofinanzierten Bund-Länder-Projektes „Warnung der Bevölkerung“ angenommen.

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe sowie das Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz bedanken sich bei allen Beteiligten für die vertrauensvolle Zusammenarbeit im Projekt und für dessen hervorragende Umsetzung. Besonderer Dank gilt auch Herrn Konrad Schmitt, ohne dessen Projektidee dieses Vorhaben nicht zustande gekommen wäre.



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	i
Tabellenverzeichnis	ii
Abkürzungsverzeichnis	iii
1. Einleitung	1
2. Warnung der Bevölkerung.....	2
2.1. Modulares Warnsystem (MoWaS).....	2
2.2. ISF-Bund-Länder-Projekt „Warnung der Bevölkerung“	4
3. Pilotprojekt „Warnung über Smarte Laternen“ in Kaiserslautern	5
3.1. Ziele und Rahmenbedingungen.....	5
3.2. Warninfrastruktur in Kaiserslautern.....	7
3.3. Smarte Laternen als Warnmittel	8
3.3.1. Anforderungen an die Warntechnik.....	8
3.3.2. Auswahl der Warntechnik.....	10
3.4. Information und Kommunikation.....	11
4. Umsetzungsparameter.....	12
4.1. Ton	12
4.1.1. Signale	12
4.1.2. Signaldauer	13
4.2. Sprache.....	14
4.2.1. Sprachdurchsagen.....	14
4.2.2. Textbausteine	14
4.2.3. Mehrsprachigkeit	15
4.3. Meldungsabfolge.....	15
4.3.1. Ablauf der Reihenfolge.....	16
4.3.2. Meldungsraten.....	16
4.4. Standortanalyse.....	17
4.4.1. Lärmschutz	17
4.4.2. Standorttypen	18
4.4.3. Aufstellorte	19
5. Entwicklung und Modifizierung der Warntechnik.....	20
5.1. Anpassungsbedarf des Standardgerätes.....	20
5.2. Spezifikationsaustausch.....	21
5.3. Feldstärke GSM-Modem.....	21
5.4. Statusanzeige	22
5.5. Energiemanagement.....	23

6.	Funktionstechnischer Aufbau eines innovativen Warnmittels	23
6.1.	Zusammenfassung	23
6.2.	Anforderungen	24
6.2.1.	Allgemeine Anforderungen	24
6.2.2.	Technisch spezifische Anforderungen	25
6.3.	Signalfluss und Ansteuerung.....	25
6.3.1.	Steuerserver Infrastruktur	26
6.3.2.	Verarbeitung von Warnmeldungen	28
6.3.3.	Schnittstellenverarbeitung.....	28
6.4.	Prozessablauf	29
6.4.1.	Automatisierte Verarbeitung von CAP-Dateien	29
6.4.2.	Das Hauptprogramm.....	29
6.4.3.	Konfigurationsdateien.....	30
6.5.	Ergebnisse.....	31
6.5.1.	Erkenntnisse zum Systemaufbau.....	31
6.5.2.	Empfehlungen	32
7.	Evaluation.....	33
7.1.	Evaluationsinhalt.....	33
7.2.	Sozialwissenschaftlicher Aspekt.....	34
7.3.	Technisch-wissenschaftlicher Aspekt.....	35
7.4.	Evaluationsergebnisse.....	36
8.	Erkenntnisse und Empfehlungen.....	38
9.	Fazit.....	40
	Quellenverzeichnis.....	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: MoWaS Warnverbund.....	3
Abbildung 2: Verkürzte Sirensignale	13
Abbildung 3: LED-Statusanzeige	22
Abbildung 4: Signalfluss von der Leitstelle zum Warnmittel.....	26
Abbildung 5: Auslösungen der Probemeldungen.....	34
Abbildung 6: Warnkette einer Warnmeldung vom Ereignisfall hin zur Bevölkerung	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einfache Meldungsabfolge.....	16
Tabelle 2: Typisierte Standorte in Kaiserslautern, resultierend aus den verschiedenen Bebauungstypen	18
Tabelle 3: Vorauswahl Standorttypen	19
Tabelle 4: Ergebnisübersicht sozialwissenschaftliche Aspekte.....	36
Tabelle 5: Ergebnisübersicht technisch-wissenschaftliche Aspekte	37

Abkürzungsverzeichnis

5G	Fünfte Generation, Mobilfunkstandard
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CAP	Common Alerting Protocol
DMZ	Demilitarisierte Zone
DWD	Deutscher Wetterdienst
GSM	Global System for Mobile Communications, Mobilfunkstandard
ILS	Integrierte Leitstelle
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
ISF	Innerer Sicherheitsfonds
LBKG	Landesgesetz über den Brandschutz, die allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz
LImSchG	Landes-Immissionsschutzgesetz
LTE	Long Term Evolution, Mobilfunkstandard
MoWaS	Modulares Warnsystem
NINA	Notfall-Informations- und Nachrichten-App
PAG	Projektbegleitende Arbeitsgruppe
POG	Polizei- und Ordnungsbehördengesetz
RettdG	Rettungsdienstgesetz
RP	Rheinland-Pfalz
SC	Smart Cities
SFTP	Secure File Transfer Protocol
SHN	Strictly Hierarchical Number (Definition von BKG / EuroGeographics), europaweit eindeutige Identifikatoren für Verwaltungseinheiten
TA Lärm	Technische Anleitung Lärm
WKT	Well-known Text
XML	extensible Markup Language
ZSKG	Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz

1. Einleitung

Das Thema Warnung der Bevölkerung hat in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Das Bewusstsein bei staatlichen Einrichtungen sowie der Bevölkerung für die Wichtigkeit des Themas ist gewachsen. Als Teil eines effektiven Krisenmanagements ist die Information und die Warnung der Bevölkerung im Ereignisfall unverzichtbar. Ziel der Warnung ist es unter anderem, Betroffene dabei zu unterstützen, sich selbst vor Gefahren zu schützen und damit die Hilfe zur Selbsthilfe im Verteidigungs- als auch im Katastrophenfall zu stärken. Für die Hilfe zur Selbsthilfe ist es essenziell, dass betroffene Unternehmen und die Zivilbevölkerung spezifische Warnungen erhalten, die bei Selbstschutzmaßnahmen und der Umsetzung behördlicher Maßnahmen unterstützen können. Geografisch skalierbare Warnungen sind dabei ebenso wichtig wie angemessen situationsbezogene Informationen und Handlungsempfehlungen.

Den größtmöglichen Teil der Bevölkerung bei einer Schadenslage zu warnen und mit Informationen zu versorgen, ist ein Hauptziel im Bevölkerungsschutz. In Deutschland dominieren bisher klassische Endgeräte zur Nutzung für die Bevölkerungswarnung wie z. B. Sirenen, Mobilfunkgeräte (Warn-Apps), Radio- und Fernsehgeräte. Aktuell sind Warnsysteme in Deutschland wie bspw. Sirenen nicht flächendeckend vorhanden. Der Grund dafür ist, dass Einrichtungen und Instrumente der Zivilen Verteidigung einschließlich des Zivilschutzes unter dem Eindruck der „Friedensdividende“¹ in den frühen 90er Jahren zurückgebaut wurden. Auch aus diesem Grunde müssen heute neue Wege geschaffen werden, um den Informationsbedarf der Bevölkerung zu decken.

Die Hauptfunktion von Sirenen ist die Ausgabe von Signalen. Generell erfolgt die Ausgabe über einen im Sirenenhorn integrierten Lautsprecher. Grundsätzlich wäre dieser auch in der Lage, ergänzende Informationen wie z. B. Sprachdurchsagen auszugeben. Sirenenhersteller bewerben z. T. diese Funktion, und seitens der kommunalen Aufgabenträger steigt das Interesse an der Nutzung dieser kombinierten Ausgabefunktion. Neben dem Aspekt der technischen Machbarkeit spielt ebenso der nicht-technische Aspekt eine wichtige Rolle, um Menschen über die Art einer Gefahr akustisch zu informieren und Verhaltensempfehlungen zu geben. In Gebieten mit fragmentierter Abdeckung von Warnmöglichkeiten bietet die zunehmende Digitalisierung – und die damit einhergehenden neuen Möglichkeiten der Anbindung von Kommunen an Smart-City-Infrastrukturen – die Chance, die lokale Warninfrastruktur zu ergänzen. Damit können neue und innovative Möglichkeiten geschaffen werden, um den Bevölkerungsschutz lokal – auch kleinräumig – zu verbessern.

Bei akustischen Ausgaben von Warnungen in kleinräumigen Bereichen bestehen diesbezüglich noch offene Fragen: Wie hört sich die Sprachausgabe an? Welche Inhalte werden und/oder können ausgegeben werden? Wie viel Inhalt kann ein Mensch in kurzer Zeit akustisch wahrnehmen, verstehen und umsetzen? Ist eine Sprachausgabe genauso weit zu hören und zu verstehen wie das reine Sirenensignal? Kann eine derartige akustische Warnung auch innerstädtisch sinnvoll sein? Ergeben sich Erkenntnisse, welche auf die Wahrnehmung anderer Warnmittel übertragbar sind? Um Antworten auf solche Fragen zu erhalten, wurde die Ausgabe eines Sirenensignals in Kombination mit einer anschließenden Sprachdurchsage in diesem Pilotprojekt betrachtet und sowohl technisch- als auch sozialwissenschaftlich hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht. Die ersten Ergebnisse des Projekts zeigen die Grenzen, aber auch das Optimierungspotenzial einer solchen Kombination auf.

¹ Während der sogenannten Friedensdividende nach Ende des Kalten Krieges ging man davon aus, dass für den Zivilschutz vorgehaltene Warneinrichtungen wie Sirenen nicht länger gebraucht würden. Die vom Bund eingerichteten Warneinrichtungen wurden aufgegeben oder an die Länder und Kommunen übergeben.

2. Warnung der Bevölkerung

Während die Länder und u. a. auch die Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland für die Warnung bei Katastrophen und allgemeinen Gefahrenlagen zuständig sind, obliegt die Warnung vor den besonderen Gefahren eines Verteidigungsfalls dem Bund. Bund und Länder arbeiten in beiden Tätigkeitsfeldern eng zusammen und nutzen in vielen Fällen die gleiche Warninfrastruktur.

Die Aufgaben der Warnung der Bevölkerung vor den besonderen Gefahren eines Spannungs- und Verteidigungsfalls werden für den Bund durch das BBK wahrgenommen und bundesweit koordiniert. In eilbedürftigen Fällen löst der Bund die Warnungen unmittelbar aus. Im Übrigen führen die Länder Warnungen im Auftrag des Bundes aus. Die Zuständigkeiten der Warnung der Bevölkerung sind im § 6 Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz (ZSKG) festgehalten. Der Bund greift für die Warnung im Verteidigungsfall auf die vorhandenen Warnstrukturen in den Ländern zurück.

Die mit Warnungsaufgaben befassten Behörden in Deutschland arbeiten kooperativ und eng zusammen. Weitere Warnaufgaben vor spezifischen Gefahren obliegen anderen Behörden, wie etwa die Warnung vor Unwettern dem Deutschen Wetterdienst (DWD), der Gezeiten-, Wasserstands- und Sturmflutwarndienst dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und die Warnung in Fragen der Sicherheit in der Informationstechnik dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI).

2.1. Modulares Warnsystem (MoWaS)

Zur Ergänzung der Warninfrastruktur der Länder wurde ab 2001 das bundeseigene Warnsystem entwickelt. Warnmeldungen sollen auf möglichst vielen Wegen verbreitet werden, um einen möglichst großen Teil der Bevölkerung zu erreichen. Auch im Hinblick darauf wurden Technik und Verfahren stetig weiterentwickelt, um den strategischen Anforderungen an ein modernes Warnsystem gerecht zu werden. Heute verfügt der Bund mit dem Modularen Warnsystem (MoWaS) über ein leistungsfähiges und hochverfügbares Warn- und Kommunikationssystem.

Ziel des MoWaS ist es, den Verantwortlichen im Bevölkerungsschutz zu ermöglichen, alle für ihren Zuständigkeitsbereich verfügbaren Warnmittel im Ereignisfall mit einem Bedienerschritt medienbruchfrei auszulösen. Nutzungsberechtigt sind ausschließlich Behörden und Dienststellen z. B. des Zivil- und Katastrophenschutzes sowie Polizeibehörden. Bund und Länder nutzen MoWaS gleichermaßen, um ihren jeweiligen gesetzlichen Auftrag erfüllen zu können.

Die Übertragung der Warnmeldung an die Warnmultiplikatoren erfolgt via Satellit und redundant kabelgebunden. Die technische Basis macht das System unempfindlich gegen Stromausfälle und Ausfälle der terrestrischen Übertragungswege. Die beim Bund vorhandene MoWaS-Auslösestruktur und die in den Ländern vorhandenen Systeme zur Warnung der Bevölkerung werden hierfür zusammengeführt.

Das System ist GIS-(GeoInformationssystem)basiert aufgebaut. Hierbei werden über eine grafische Oberfläche der zu warnende Bereich ausgewählt, die Warnmeldung eingegeben, die anzusteuern den Empfänger ausgewählt und unmittelbar vorrangig über Satellit an den Warnserver übertragen. Unter Berücksichtigung dort abgelegter Daten und Informationen wird die Warnung dann vom Warnserver an die entsprechenden Empfänger weitergeleitet.

Über MoWaS können die verantwortlichen Behörden Bevölkerungsinformationen und Warnmeldungen absetzen. Diese können über Warnmultiplikatoren an die Warnmittel bis hin zur Bevölkerung übermittelt werden. Warnmultiplikatoren sind Behörden, Organisationen und Unternehmen (z. B. Fernseh- und Rundfunkanstalten, Internet- und Paging-Dienste) von denen die Warnmeldungen über Warnmittel (z. B. Fernseher, Radios) an die Bevölkerung als Adressatin weitergeleitet werden (vgl. Abbildung 1).

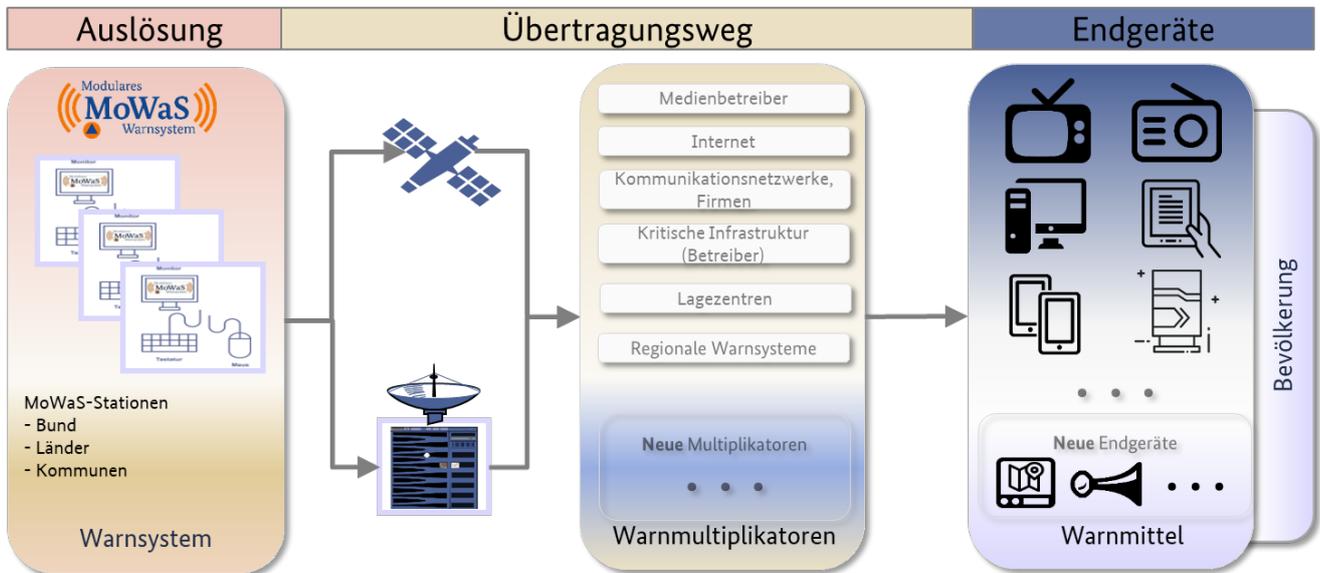


Abbildung 1: MoWaS Warnverbund
Quelle: BBK 2021.

Der Bereich **Auslösung** umfasst die MoWaS-Sende- und Empfangssysteme in den Lagezentren von Bund und Ländern sowie die der angeschlossenen Leitstellen der unteren Katastrophenschutzbehörden (in der Regel Landkreise und kreisfreie Städte). Neben Vollsystemen steht ein webbasiertes Eingabeportal zur Verfügung, über das Warnmeldungen als Vorlage elektronisch an die Vollsysteme übermittelt und von dort aus ausgelöst werden können. Darüber hinaus kann über diese Systeme z. B. auch die Warn-App Notfall-Informations- und Nachrichten (NINA) ausgelöst werden.

Danach beginnt der **Übertragungsweg**. Er umfasst alle Komponenten von der Auslösung bis zu den Warnmultiplikatoren bzw. den Steuersystemen der Endgeräte. Warnmultiplikatoren sind Behörden, Organisationen und Unternehmen (z. B. Rundfunk- und Telemedienanbieter), von denen die Warnmeldungen an ihre Kunden bzw. Nutzer, also letztendlich an die Bevölkerung als eigentlichem Adressaten, weitergeleitet werden.

Im Bereich **Endgeräte** (bzw. Endanwendungen) sind alle Warnmittel erfasst, die unmittelbar der Bevölkerung als Endnutzer zur Verfügung stehen. Dabei gibt es Warnmittel, die einen hohen Informationsgehalt übermitteln, also Warntexte, Handlungsempfehlungen und betroffene Region etc. (z. B. Radio, Fernsehen, Internet, Mobilfunk-App). Ein Weckeffekt kann enthalten sein, sofern das Gerät entsprechend vorbereitet oder eingestellt ist. Ausdrücklich als Warnmittel mit Weckeffekt werden Endgeräte bezeichnet, die ausschließlich ein Wecksignal aussenden (z. B. Sirenen).

2.2. ISF-Bund-Länder-Projekt „Warnung der Bevölkerung“

Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben werden häufig durch speziell eingerichtete Projektgruppen umgesetzt. Die Projekte sind zeitlich begrenzt und haben klar definierte Ziele. Im Oktober 2016 wurde im BBK das Bund-Länder-Projekt „Warnung der Bevölkerung“ mit einer über fünfjährigen Laufzeit bis Dezember 2022 aufgesetzt. Kofinanziert wird das Projekt zu 75 Prozent von dem Inneren Sicherheitsfonds (ISF) der Europäischen Union. Die restlichen 25 Prozent tragen anteilig die Bundesländer und der Bund. Es ist ein Projekt, in dem Bund und Länder gemeinsame Vorhaben entwickeln und umsetzen.

Das Projekt ist im Referat „Warnung der Bevölkerung“ in der Abteilung „Krisenmanagement“ des BBK angesiedelt und führt die Arbeiten unterstützt durch die projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG) durch. Das Projektteam setzt sich aus Mitarbeitenden des Referats I.2 „Warnung der Bevölkerung“ und Mitarbeitenden aus dem Referat I.3 „Psychosoziales Krisenmanagement“ zusammen. Die PAG setzt sich aus Mitarbeitenden der Senate und Innenministerien der Länder zusammen. So ist sichergestellt, dass die Ziele und die Ergebnisse des Projektes auf die Bedarfe der Bundesländer abgestimmt sind.

Die Projektgruppe des ISF-Bund-Länder-Projektes „Warnung der Bevölkerung“ hat zum Ziel, die Warnung in Deutschland zu optimieren und die Warneffektivität zu erhöhen. Ihr Auftrag ist es, Ideen zu entwickeln und umzusetzen, wie Menschen in Deutschland bei Gefahren und in Notfällen noch besser gewarnt und informiert werden können und so die sogenannte „letzte Meile“ überwinden.

Die Optimierung der Warnung als Auftrag für das Projekt bedeutet einerseits die Identifizierung und Unterstützung von technischen Lösungen, um in der Fläche noch mehr Menschen mit Warnungen erreichen zu können. Andererseits ist es ebenso wichtig, die Wahrnehmung und die Akzeptanz von Warnungen aller betroffenen Bevölkerungsgruppen zu erhöhen sowie z. B. Warnmeldungen kontinuierlich an die Bedürfnisse der Bevölkerung anzupassen. Für eine umfängliche Optimierung der Warnung in Deutschland ist folglich ein ganzheitlicher und interdisziplinärer Ansatz notwendig. Technische Anwendungen können nur im Zusammenspiel mit sozialwissenschaftlichen, psychologischen und kommunikationswissenschaftlichen Aspekten ihre bestmögliche Wirkung entfalten. Auch gilt es, rechtliche und organisationale Rahmenbedingungen der am Warnprozess beteiligten Akteure zu berücksichtigen. Eine große Stärke des Projektes ist in diesem Zusammenhang, dass Bund und Länder gemeinsam an einer Weiterentwicklung der Warnung in Deutschland arbeiten.

Entwicklungen rund um die technische Säule des deutschen Warnsystems, das vom Bund zur Verfügung gestellte satellitengestützte Modulare Warnsystem (MoWaS), spielen bei der Umsetzung der Projektvorhaben eine zentrale Rolle. Darüber hinaus sollen weitere technische Möglichkeiten für eine effektive Warnung identifiziert und zum Teil in Pilotanwendungen entwickelt bzw. erprobt werden.

Innovativen Warnmitteln kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. So sollen weitere Lösungen für eine schnelle und sichere Warnung der Bevölkerung adaptiert werden. Auch werden für die Warnung aktuelle relevante Entwicklungen wie der Ausbau der kommunalen Sirenennetze aufgegriffen. Bei der Beurteilung geeigneter Warnmittel ist es darüber hinaus wichtig, die unterschiedlichen Bedarfe der Bevölkerung zu berücksichtigen. Das Einbringen psychosozialer Aspekte in die Warnung ergänzt als Querschnittsaufgabe den gesamten Warnprozess. Wichtige Themen dabei sind, neben Warnmitteln, unter anderem adäquate Warntexte und Handlungsempfehlungen, Mehrsprachigkeit und Barrierearmut in Warnmeldungen und Gefahreninformationen.

3. Pilotprojekt „Warnung über Smarte Laternen“ in Kaiserslautern

3.1. Ziele und Rahmenbedingungen

Eines der Ziele im ISF-Bund-Länder-Projekt ist die Entwicklung neuer Warnmittel. Um den Mehrkanalansatz des Modulare Warnsystems zu stärken, sollen Warnmittel weiterentwickelt und angeschlossen werden, die mit zukunftsweisender Technologie arbeiten. Warnmultiplikatoren wie z. B. Rundfunkanstalten sind eine wichtige Säule bei der Verbreitung von Warnmeldungen, jedoch können sie, ebensowenig wie die NINA-App, die bereits mehr als 10 Millionen Nutzer² bundesweit hat, keine flächendeckende Warnung in Deutschland garantieren. Deshalb besteht bei der Entwicklung von Warnmitteln und Warnmultiplikatoren Verbesserungsbedarf, um über einen Mehrkanalansatz die Versorgung der Bevölkerung mit Warnungen sicherzustellen. Es besteht die Notwendigkeit, zukunftsweisende Warnmethoden für eine MoWaS-An- und Einbindung zu identifizieren. Dazu gehört auch, dass bei ihrer Entwicklung innovative Technologien eingesetzt werden, die mittel- und langfristig das Potenzial haben, sich als Standards zu etablieren. Die Herausforderung besteht darin, die umfangreichen Lösungsansätze aus den unterschiedlichen relevanten Bereichen miteinander abzustimmen, zu verknüpfen und letztlich in einen ganzheitlichen Lösungsansatz zu integrieren, der für eine hohe Warneffektivität sorgt.

Im Bereich der angeschlossenen Warnmittel arbeitet MoWaS bereits mit dem international verbreiteten Common Alerting Protocol (CAP), über das Warnmeldungen an Warnmultiplikatoren übergeben werden. CAP ist ein allgemeines, auf XML-basierendes Datenformat für den Austausch und die Verbreitung von einheitlichen Warnmeldungen über viele verschiedene Übertragungsnetze. Durch die Vereinheitlichung erhöht sich die Wirksamkeit der Warnung und gleichzeitig wird die Warnaufgabe vereinfacht.³ Dieses Datenformat verfügt aufgrund seines Verbreitungsgrades und seines Aufbaus über die notwendigen technologischen Voraussetzungen, ein wesentlicher Bestandteil von zukunftsweisenden und innovativen Warnmethoden zu sein.

Bei der Entwicklung von Lösungen wird darauf geachtet, dass aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Effektivität auf möglichst einheitliche Lösungen gesetzt wird, um kostenintensive und ineffektive Einzellösungen und Aufwände zu vermeiden.

Werden exemplarisch die Bereiche Energie und Verkehr betrachtet, finden diese Überlegungen bereits heute Berücksichtigung; hier ist durch die digitale Vernetzung von Straßenlaternen mit der städtischen Infrastruktur eine Transformation in eine Smart-City erkennbar. Neben dem Aspekt der Modernisierung durch Verwendung von energiesparenden LED-Technologien, werden Bestandsleuchten um weitere Techniken ergänzt. In Deutschland gibt es etwa 10 Mio. Straßenlaternen, die in der Lage sind, unterschiedliche Daten zu erfassen, wie Verkehrs- oder Umweltdaten, die über einen Internetzugang verfügen oder als Ladestation für E-Fahrzeuge fungieren. Sie können mehr als nur leuchten.⁴

Hieraus leitet sich die Frage ab, ob die Straßenlaternen durch Erweiterung von Funktionalitäten auch zum Zwecke der Warnung der Bevölkerung genutzt werden können.

Das übergeordnete **Ziel** in diesem Pilotprojekt war:

Ausstattung von Bestandlaternen mit Warntechniken und Bewertung der Wirksamkeit und der Warneffektivität mittels einer Evaluierung inwiefern sich dann solche mit Warntechnik ausgestatteten „Smarte Laternen“ als Warnmittel eignen.

² Vgl. BBK 2021.

³ Vgl. Oasis Org 2010.

⁴ Vgl. DIN e.V. 2022.

Der Schwerpunkt lag hierbei in der Betrachtung hinsichtlich einer akustischen Ausgabefunktion und deren Außenwirkung beim Empfänger – dem Menschen.

Ergänzend mussten auch spezielle **Rahmenbedingungen** berücksichtigt werden.

(a) Allgemeine Projektrahmenbedingungen

Das Pilotprojekt war als Teilvorhaben im Rahmen des gesamten ISF-Projektes eingegliedert. In Abhängigkeit des damit verbundenen Zeitrahmens, des für diesen Teil zur Verfügung stehenden Budgets und der Personalressourcen war es erforderlich, eine kompakte umsetzbare Möglichkeit für das Erreichen des Projektziels zu identifizieren. Die besondere Herausforderung lag in einer engen Kooperation und Abstimmung mit allen Projektpartnern.

(b) Nutzung auf dem Markt befindlicher Technologien

Im Kern war es wichtig, technische Elemente und/oder Geräte zu finden, die nicht speziell für die Umsetzung des Projektziels neu entwickelt werden müssen. Die benötigten Anforderungen sind in Kapitel 3.3.1 beschrieben.

(c) Standardinhalte und Anpassungen

Zwar war eine Modifizierung in Teilen unabdingbar, jedoch sollte ein diesbezüglicher Aufwand im möglichen Rahmen einer Umsetzung bleiben. Die zu modifizierenden Parameter werden in den Kapiteln 4 und 5 beschrieben.

(d) Funktionstechnischer Aspekt

Die Warnmultiplikatoren erhalten die Warnmeldungen als CAP-Datei, wobei CAP ein XML-basiertes Datenformat ist. In der Praxis stellte sich heraus, dass vor der Übermittlung an Warnmittel die Verarbeitung der Daten i. d. R. in ein anderes Format erfolgt. Die für dieses Projekt als Warnmultiplikator fungierende KL.digital⁵ sollte jedoch möglichst diese Verarbeitung in einem XML-Format durchführen. Der Aufbau einer für dieses Pilotprojekt einfach umzusetzenden Anbindung und die Verarbeitung von Warnmeldungen sind in Kapitel 6 dargelegt.

(e) Evaluationsvorhaben

Erfahrungen und wissenschaftliche Ergebnisse auf diesem Gebiet hinsichtlich der Effektivität einer Kombination aus Ton- und Sprachausgabe liegen bisher nicht vor. Hinsichtlich technischer und auch nicht-technischer Wirksamkeit wurden dahingehende Evaluierungen vorgenommen, siehe Kapitel 7. Jeder Evaluationspartner hatte einen eigenen Evaluationsgegenstand.

Von der Entwicklung und/oder Nutzung einer zusätzlichen optischen Warnfunktion (z. B. durch LED-Köpfe) ergänzend zu den beiden akustischen Funktionen wurde im ersten Schritt abgesehen. Grund hierfür war, dass zu viele neue Warnfunktionen die sozialwissenschaftliche Durchführung und Datenerhebung beeinträchtigt hätten. Aufgrund der Komplexität wurde dieser Aspekt in dem begrenzten Zeitrahmen nicht näher betrachtet. In dem in Kaiserslautern durchgeführten Pilotprojekt wurde daher die Signal- und Sprachausgabe von vier Sirenen (kleines Horn) mit einem integrierten Lautsprecher erprobt.

⁵ KL.digital ist die städtische Digitalisierungsgesellschaft Kaiserslautern und fungierte in dem Pilotprojekt als Warnmultiplikator

3.2. Warninfrastruktur in Kaiserslautern

In Deutschland ist die Zuständigkeit für die Auslösung amtlicher Warnmeldungen gesetzlich geregelt. Abhängig von der Art der Gefahr sind unterschiedliche Behörden zuständig, die warnen und informieren. Dazu zählen unter anderem:

- Das BBK warnt die betroffene Bevölkerung im Verteidigungsfall, zum Beispiel bei einem Raketenangriff.
- Die Länder warnen vor landesweiten Gefahren wie z. B. bei großflächigen langandauernden Stromausfällen und
- die Kommunen vor Alltagsgefahren wie z. B. bei Bränden oder Bombenfunden.

Bei einigen Ereignissen geben auch mehrere Behörden gleichzeitig Warnungen und Gefahreninformationen heraus, zum Beispiel bei Evakuierungen. Verlässliche Informationen über eine Gefahrenlage sind jeweils beim Herausgeber einer Warnmeldung verfügbar.

Hinsichtlich des **Nutzungsspektrums** von MoWaS erfolgt die Übermittlung und Verbreitung von Warnungen durch Warnstufen als amtlichen Gefahrendurchsagen (Hoch – Warnstufe 1), Gefahrenmitteilungen (Mittel – Warnstufe 2), Gefahreninformationen (niedrig – Warnstufe 3) und Entwarnungen.

Die Warnzuständigkeit der ILS Kaiserslautern besteht nicht nur für die Stadt Kaiserslautern selbst, sondern darüber hinaus auch für die Landkreise Kaiserslautern, Kusel und Donnersbergkreis. Die Warnungen können bezüglich der Stadt und des Kreises Kaiserslautern über MoWaS durch die Integrierte Leitstelle (ILS) Kaiserslautern, des Landkreises Kaiserslautern, das Innenministerium Rheinland-Pfalz, das für Brand- und Katastrophenschutz zuständige Referat 22 bei der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD) 9 in Trier oder das BBK ausgelöst werden. Die Kreisverwaltung Kaiserslautern hat zudem einen eigenen MoWaS vS/E-Zugang und kann somit selbstständig Warnmeldungen verfassen. In einem Realereignis erfolgt dies in Abhängigkeit des jeweils zu erfüllenden Warnauftrages. So würde eine Auslösung durch das BBK ausschließlich bei besonderen Gefahren im Spannungs- und Verteidigungsfall in der Warnstufe 1 erfolgen. Die Entscheidung, ob MoWaS für die Information und Warnung der Bevölkerung genutzt wird, obliegt den jeweils zuständigen Behörden und Stellen.

Kaiserslautern ist eine kreisfreie Stadt in Rheinland-Pfalz. Neben der Kernstadt, bestehend aus neun Stadtbezirken, zählen noch neun Ortsbezirke dazu.⁶ Kaiserslautern zählte in der Vergangenheit als eine Großstadt. Aufgrund von Veränderungen in der Bevölkerungsentwicklung lebten nunmehr – Stand Ende 2021 – erstmalig wieder unter 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner in Kaiserslautern.⁷

Eine Warnung erfolgt in der Regel auf mehreren unterschiedlichen Verbreitungswegen. Zu einer **Warninfrastruktur** gehört daher nicht nur ein einzelnes System. Ein Warnsystem umfasst die Gesamtheit aller Teile und Module und der Verbindungen zwischen diesen, die gewährleisten, dass Warnungen vor Gefahren und zur Vorsorge für die Bevölkerung bereitgestellt werden können. MoWaS ist ein solches Warnsystem mit daran angebotenen Warnmitteln. Als Warnmittel werden alle Endanwendungen oder Endgeräte bezeichnet, die der Bevölkerung unmittelbar zur Verfügung stehen. Die Warnmittel, die einen besonders hohen Informationsgehalt aufweisen, sind z. B. Fernseher, Radios oder die Warn-Apps. Einen hohen Weckeffekt haben nur das Warnmittel Sirene und, eingeschränkt, Warn-Apps.⁸

⁶ Vgl. Stadtverwaltung Kaiserslautern (Hrsg.) 2022.

⁷ Vgl. Wollny 2022.

⁸ Vgl. BBK (Hrsg.) 2019.

Um eine Warninfrastruktur auszubauen oder zu verbessern, werden weitere Systeme und Warnmittel genutzt, auch solche, die ein zentrales Warnsystem ergänzen. Kommen nun mehrere unterschiedliche Warnmittel zum Einsatz, so entsteht ein Warnmittel-Mix. Dadurch können Menschen informiert und gewarnt werden, auch wenn ein bestimmtes Warnmittel nicht zur Verfügung steht. So kann beispielsweise die Sirene in der Nacht die Bevölkerung wecken, während das Mobiltelefon ausgeschaltet ist.

In den umliegenden Ortsbezirken von Kaiserslautern sind klassische Motorsirenen des Typs E57 vorhanden und verfügen über die Funktion zur Ausgabe des Feueralarmtons. Diese dienen ausschließlich der Alarmierung der Einsatzkräfte der Feuerwehr bei einem Einsatz. Regulär erfolgt eine Alarmierung der Einsatzkräfte über Pager, so dass die Sirenen überwiegend als Redundanz im Falle eines Ausfalls des Pager-Systems zum Einsatz kommen. Innerstädtisch, im Stadtkern selbst, sind keine Sirenen vorhanden. Neben den insgesamt zehn Sirenen im gesamten Stadtgebiet von Kaiserslautern ist die Bevölkerungswarnung noch über die Nutzung der Warn-App NINA für die Stadt und den Landkreis Kaiserslautern gegeben. In drei weiteren Kreisen kommt zusätzlich auch die Warn-App von KATWARN, ebenfalls auslösbar über MoWaS, zum Einsatz. Ergänzend hierzu stehen noch kommerzielle Warnmittel wie z. B. Radio- und Lautsprecherdurchsagen zur Verfügung.⁹

Welche Warnmittel lokal zum Einsatz kommen, entscheiden die kommunalen Aufgabenträger im Rahmen ihrer Zuständigkeit für die allgemeine Gefahrenabwehr.

3.3. Smarte Laternen als Warnmittel

Im Zuge der Digitalisierung und Modernisierung in Kaiserslautern wurden bzw. werden Bestandsleuchten auf LED-Technik umgerüstet und sind in die Smart-City Infrastruktur integriert. Dies erfolgte zunächst vorrangig mit dem Ziel der Energieeinsparung. Für die Nutzung und Erweiterung von Funktionen, bspw. um die Entwicklung in Richtung einer Smart-City-Infrastruktur zu steuern, erfolgte sukzessive u. a. der Ausbau eines breitbandigen Datennetzes sowie die Möglichkeit zur Erfassung von Sensordaten z. B. der Umgebungstemperatur.¹⁰

Darauf aufbauend hatte der damalige Leiter der Feuerwehr Kaiserslautern 2018 die Idee, die Leuchtköpfe der Straßenlaternen unter anderem auch für ereignisbezogene Ausleuchtung öffentlicher Flächen zur Optimierung der Sicherheit für Einsatzkräfte und Einsatzleitstellen zu verwenden. Mit dieser Idee kam er dann auf das BBK zu und gemeinsam wurde in Erwägung gezogen, wie Straßenlaternen auch im Hinblick auf die Bevölkerungswarnung eingebunden werden könnten und ob diese Fragestellung im Rahmen eines Pilotprojektes zu beantworten wäre.¹¹

3.3.1. Anforderungen an die Warntechnik

In der Praxis haben Sirenen mit der Ausgabe von Sirenensignalen einen reinen Weckeffekt, und damit eine lediglich indirekte Informationsfunktion. Dies bedeutet, dass die Empfänger einer Warnung befähigt werden sollen, sich selbst über andere Kanäle weitere Informationen zu besorgen, z. B. das Radio oder den Fernseher einzuschalten oder ggf. bei anderen Menschen nachzufragen, ob diese bereits mehr Informationen haben. Zur Warnung der Bevölkerung ist daher die weitergehende Information zu einer Warnmeldung wichtig, wenn möglich ohne weiteres aktives Dazutun. Um eine Warntechnik mit Warntönen aus MoWaS zu befähigen, bedarf es der Berücksichtigung einiger Mindestanforderungen zur akustischen Ausgabe von Warnmeldungen, die speziell für dieses Pilotprojekt wichtig waren. Diese Anforderungen werden nachfolgend vorgestellt.

⁹ Vgl. Südwestrundfunk (Hrsg.) 2022.

¹⁰ Vgl. Huber et al. 2020.

¹¹ Vgl. Schmitt 2018.

Nicht-Funktionale Anforderungen

- **Kleinräumige Warnung**

Der Fokus liegt auf einer möglichen Ergänzung der lokalen Warninfrastruktur durch ein weiteres Warnmittel im kleinräumigen Bereich. Hierzu zählen sowohl Menschenansammlungen im Rahmen von Veranstaltungen als auch stark frequentierte Bereiche wie Einkaufspassagen oder Plätze. Eine kleinräumige akustische Warnung ist als Ergänzung zu den klassischen Warnmitteln zu verstehen.

- **Abdeckung von mehreren Effekten**

Aufgrund der Länge eines Signaltons weisen Sirensignale bisher einen hohen Weckeffekt auf. Über eine reine Signalwarnung hinaus soll hier durch zusätzliche Sprachdurchsagen ein direkter Informationseffekt erreicht werden, um die Aufmerksamkeit bei einer unmittelbaren Informationsvermittlung zu erhöhen. Durch den zuvor erfolgten Signalton soll die Effektivität der direkten Informationsaufnahme im Gegensatz zu einer unangekündigten Sprachdurchsage erhöht werden.

- **Mehrsprachigkeit/übertragbare Erkenntnisse**

Standardisierte, adäquate Warntexte und Handlungsempfehlungen haben den Vorteil, Warnmeldungen auch in anderen Sprachen ausgeben zu können. In der Warn-App NINA ist z. B. die visuelle Ausgabe von Standardelementen wie Gefahrenereignis oder Handlungsempfehlungen in der Sprachauswahl einstellbar. Eine akustische Sprachausgabe könnte auch kombiniert in Deutsch und einer weiteren Sprache erfolgen. Das Pilotprojekt sollte Ergebnisse liefern, die nachhaltig über das Projektende hinaus Verbesserungspotenziale aufweisen und ggf. auch zum Teil auf andere EU-Staaten übertragbar sind.

Funktionale Anforderungen

- **Warnfunktionalität allgemein**

Auf der Suche nach einer Warntechnik sollte diese entweder eine Art von Sirene sein, an der ggf. ein externer Lautsprecher zusätzlich angebracht werden kann oder, im besten Fall, eine Kombination aus einem Gerät, welches über beide Funktionalitäten verfügt.

- **Alarmsignale**

Es gibt unterschiedliche in der Praxis verwendete Signaltöne, wie z. B. ein einfacher Ton vor einer Durchsage im Verkehrsbereich an einer Bahnhaltestelle. Für eine Verwendung zur Warnung der Bevölkerung sollte die Warntechnik im Optimalfall bereits über die Funktion zur Ausgabe der vier Signale Feuersalarm, Warnung, Entwarnung und Sirenentest verfügen.

- **Befestigungsfunktion**

Das Gerät soll über Montagemöglichkeiten zur Befestigung an einem Laternenmast verfügen.

- **Einsatzbereich**

Das Gerät muss für einen Einsatz im Außenbereich geeignet und wetterresistent sein.

- **Stromversorgung und Funktion bei Stromausfall**

Wie jedes technische Gerät, benötigt auch diese Warntechnik Betriebsstrom; eine hierfür erforderliche Anschlussanbindung an einen Laternenmast muss gegeben sein. Darüber hinaus soll das Gerät ebenso eine Stromersatzversorgung aufweisen, entweder durch eine Akkupufferung (Batterie) oder über eine Batterie in Kombination mit einem Fotovoltaik-Modul.

- **Gewicht**
Die Eignung der städtischen Infrastruktur für die Positionierung der Warnmittel, z. B. die Traglast eines Laternenmastes, muss berücksichtigt werden.
- **Kommunikation**
Um eine Verbindung zum Gerät herzustellen, Daten zu übertragen und Ansteuerungen durchzuführen, bedarf es einer Netzwerkverbindung und einer Ansteuerung, z. B. über Funk. Für die Erprobung der Funktionalitäten des akustischen Warnmittels soll eine schnelle und einfach umsetzbare Verbindung aufgebaut werden, ohne hierfür einen hohen Mehraufwand zu generieren.
- **Sprachfähigkeit, -konserve**
Vorzugsweise soll die Warntechnik über einen integrierten Lautsprecher verfügen und darüber hinaus über einen Sprachspeicher. Die MoWaS-Warntexte und andere Inhalte sollen in Form einer Sprachkonserve als Audiodateien auf dem Gerät implementierbar sein.
- **Schallabstrahlung, Schalldruckpegel**
Offen in Bezug auf die Schallabstrahlung war die Anforderung, ob eine gerichtete oder omnidirektionale Schallausbreitung gewählt werden sollte, da noch nicht sicher war, wie viele Geräte für das Pilotprojekt zur Verfügung stehen würden. Hinsichtlich der wahrgenommenen Lautstärke sollte das Gerät nicht weniger als 90 dB (A) emittieren können.
- **Funktionstechnische Auslösung**
Eine weitere Anforderung, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Warntechnik selbst steht, ist die funktionstechnische Auslösung im Hinblick auf das im Warnsystem zu verwendenden Datenformats (XML). Dies betrifft auch eine mögliche automatisierte Auslösung mit flexibler Ansteuerung für diese Geräte, d. h. ohne eine weitere „Drehstuhlschnittstelle“¹² für die direkte Auslösung eines Warnmittels in der höchsten Warnstufe. Das Gerät muss befähigt werden, zu verstehen, was der Inhalt einer XML-Meldung ist und was es entsprechend tun soll.

3.3.2. Auswahl der Warntechnik

Die Kombination von Sirensignalen mit anschließender akustischer Ausgabe der MoWaS-Warntmeldungen bei einem Warnmittel wird in Deutschland bisher in der Praxis nicht angewendet. Die Ausgabe erfolgt visuell über Warn-Apps auf Mobilfunkgeräten, TV-Crawler, digitalen Stadtinformationstafeln oder anderen visuell ausgabefähigen Endgeräten. Eine akustische Ausgabe von Warnmeldungen erfolgt durch Radiosprecher; die einsatzfähigen Sirenen geben akustisch die bekannten Signaltöne aus.

Es wurde eine sechsmonatige (Oktober 2019 bis April 2020) umfangreiche Marktrecherche nach technischen Geräten – entweder nach Einzelgeräten oder nach Kombinationen von mehreren Geräten – durchgeführt, sowohl national als auch international. Eine marktfähige Warntechnik unter Berücksichtigung, dass diese aufgrund der Größe und des Gewichtes an einem Laternenmast anzubringen ist und über eine Ansteuerung und einfache Text-to-Speech Funktion zur automatischen Ausgabe der MoWaS-Meldungen verfügt, war nach einer umfangreichen Recherche nicht zu finden.

Im Ergebnis konnte über den Sirenenhersteller HELIN GmbH (Hagener Elektrizitäts-Industrie GmbH) – nachfolgend Helin genannt – mit dem Gerät Solitarius (kleines Horn) eine geeignete, auf dem Markt

¹² Nicht automatisches Verfahren zur Auslösung von z. B. Sirenen. Bei der indirekten und manuellen Auslösung wird die Warnmeldung mit dem Signal zur Sirenenauslösung zunächst von der MoWaS-Zentrale an jene Leitstelle übermittelt, an der auch die Sirenen angebunden wären. Nach dem Empfang der Warnmeldung erfolgt eine Bearbeitung durch Akteure in der Leitstelle.

bereits existierende Warntechnik gefunden werden. Aufgrund der kompakten Abmessung und einem geringen Gewicht ist dieses Modell zur Montage an einem Laternenmast geeignet. Durch die Funktion eines integrierten Sprachchips zur Implementierung von Sirensignalen und Texten ist eine Ausgabe von standardisierten Warnertexten möglich. Im Falle eines Stromausfalls ist eine Ausgabe von Warnmeldungen über eine Akkupufferung weiterhin möglich. Bisher wurde das Gerät überwiegend für industrielle Außenbereiche eingesetzt.¹³

In diesem Pilotprojekt sollte jedoch der Einsatz in einem öffentlichen Bereich erprobt werden. Daraus ergab sich das Erfordernis, Umsetzungsparameter zu berücksichtigen und einige Anpassungen (siehe Kapitel 4 und 5) vorzunehmen, damit die implementierten Elemente auch entsprechend der Ansteuerung und Auslösung ausgegeben werden können.

3.4. Information und Kommunikation

Um Bürgerinnen und Bürger sicher vor einer drohenden Gefahr zu warnen, nutzen Bund und Länder einen Warnmittel-Mix. Warnmittel-Mix bedeutet, dass die Bevölkerung mit verschiedenen Warnmitteln gleichzeitig gewarnt wird. Auf diese Weise erhalten die Bürgerinnen und Bürger auf unterschiedliche Weise die Warnung, wodurch sichergestellt werden kann, dass die größtmögliche Anzahl von Personen gewarnt wird. Die Besonderheit von MoWaS ist dabei, dass mit einer Meldung alle an MoWaS angebotenen Warnmittel angesprochen werden können, so dass dieselbe Warnmeldung über unterschiedliche Warnkanäle an die Bürger verteilt wird. Wird also eine Warnmeldung über einen bestimmten Kanal bzw. ein bestimmtes Warnmittel nicht wahrgenommen (z. B. weil das Radio oder das Mobilfunkgerät ausgeschaltet ist) oder fällt ein Warnmittel aus, wird alternativ über eine Vielzahl weiterer Kanäle bzw. Warnmittel (z. B. Sirenen, Lautsprecherwagen, Warnungen über Internetseiten) gewarnt. Je mehr Kanäle und Warnmittel in den Warnmittel-Mix einbezogen werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Warnmeldung die gewünschten Empfängerinnen und Empfänger erreicht.

Die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger wächst außerdem nachweislich, je besser diese mit dem Warnsystem sowie mit den warnenden Stellen vertraut sind und darüber hinaus wissen, wie sie sich zusätzlich eigeninitiativ vor einer drohenden Gefahr schützen können. Die Bevölkerung hat ein Interesse, und zunehmend auch die Erwartung, bezüglich Gefahrenlagen frühzeitig gewarnt zu werden. Das notwendige Wissen zu vermitteln, Strukturen bekannt zu machen und den Zugang zu öffentlichen, authentischen und geprüften Warnungen zu ermöglichen sowie Verhaltensregeln und Handlungsempfehlungen zu übermitteln, ist daher Aufgabe aller staatlichen Ebenen.

Für die Einführung und Nutzung eines neuen Warnmittels im Zivil- und Katastrophenschutz bedarf es einer adäquaten Information und Kommunikation an die Bevölkerung. Aber auch im Falle eines Tests oder wie hier in diesem Pilotprojekt muss – gerade bei der Ausgabe von akustischen Warnmeldungen – die Bevölkerung vorher informiert werden. Grund hierfür ist, dass eine akustische Ausgabe nicht einfach wie eine visuelle Meldung auf einem Handy ignoriert werden kann. Informationen darüber, was genau getestet wird, welche Funktionen ein Warnmittel hat und vor allem, warum eine Erprobung erfolgt sowie welche Reaktionen von der Bevölkerung erwartet werden, sind wichtige Kommunikationsaspekte. Im Rahmen dieses Pilotprojektes erfolgte daher für zwei Testphasen eine Vorabinformation an die Bevölkerung. Für einen Pre-Test auf dem städtischen Betriebshof der Stadt Kaiserslautern erfolgte kurz zuvor sowohl eine Vorabinformation als auch eine weitergehende detaillierte Information über Datum und Ablauf. Dasselbe Verfahren wurde auch im Hinblick auf die im Juni 2021 in Kaiserslautern durchgeführte öffentlichkeitswirksame Erprobung angewendet, jedoch in einem größeren Umfang. Begleitet wurde das Pilotprojekt daher von den zuständigen Stellen für Pressearbeit aller Projektpartner. Die Informationsvermittlung erfolgte sowohl digital in Social-Media-Kanälen oder Onlineprints als auch in physischen Ausgabemedien wie Lokalzeitungen.

¹³ Vgl. HELIN GmbH 2022.

4. Umsetzungsparameter

4.1. Ton

Zu Beginn des Pilotprojektes standen Überlegungen an, mit welchem Ton ein Weck- und ggf. Aufmerksamkeitseffekt erzeugt werden kann. Da eine Sirene bisher das Warnmittel ist, welches über den größten Weckeffekt verfügt, entschied man sich für die Nutzung von Sirenensignalen. Sirenen werden als Warnmittel für die Bevölkerung und zur Alarmierung für die Feuerwehren betrieben.

Während die Bedeutung von Sirenen für die Alarmierung in Zeiten der Nutzung von Funkalarmempfängern rückläufig ist, wächst die Zahl der zu Warnzwecken betriebenen Sirenen kontinuierlich. Öffentliche Sirenen werden durch die Kommunen als örtlicher Aufgabenträger beschafft, installiert, betrieben und gewartet. Überdies finden private Sirenen in Betrieben Verwendung, um die Belegschaft bei Störfällen zu warnen.

Nachfolgende Parameter sind in Bezug auf die akustische Ausgabe durch z. B. die Einstellung der Lautstärke oder die Anordnung der Textelemente in der Spezifikation mit einem hohen Grad an Flexibilität berücksichtigt.

4.1.1. Signale

In Deutschland wie auch in anderen Staaten werden für die Bevölkerungswarnung durch Sirenen entsprechende Sirenensignale verwendet. Gemäß des Beschlusses des Arbeitskreises Feuerwehrwesen, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) der Innenministerkonferenz vom Frühjahr 2019 werden in Deutschland einheitlich die in der Technischen Richtlinie der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), Geräte für die digitale Funkalarmierung (S. 50, Punkt D 2.4 Auswertung, Stand: April 2011), festgelegten Sirenensignale verwendet:

Warnung

Das allgemeine Signal für die Bevölkerungswarnung ist ein **einminütiger auf- und abschwellender Ton**. Mit diesem soll die Bevölkerung vor Gefahrenlagen wie z. B. Großbränden oder Chemieunfällen gewarnt werden. Die damit einhergehende Information ist als indirekte Information für weitere Handlungsanweisung zu verstehen. So empfiehlt es sich, die Rundfunkgeräte einzuschalten, Fenster und Türen zu verschließen, auf Durchsagen zu achten und sich über andere Warnkanäle über die aktuelle Gefahrenlage zu informieren.

Entwarnung

Dieser Ton ist ein **einminütiger, gleichbleibender Ton (Dauerton)**.

Eine Entwarnung wird dann versandt, wenn die Gefahr, vor der gewarnt wurde, vorüber ist oder sich die Auswirkungen im entsprechenden Maße verringert haben. Sie erfolgt in der Regel durch die Institution, die die Warnung herausgegeben hat, und zwar auf dem Kanal, auf dem gewarnt wurde. So senden oder verlesen Radiosender eine entsprechende Meldung zur Entwarnung und auch die Warn-App NINA veröffentlicht eine Entwarnung. Ändert sich die Gefahrenlage, so erfolgt eine Aktualisierung. Zu jeder Warnung sollte grundsätzlich auch eine Entwarnung erfolgen.

Feueralarm

Bundesweit einheitlich ist der **einminütige, zweimal unterbrochene Dauerton**.

Dieses Signal richtet sich ausschließlich an die Einsatzkräfte und nicht an die Bevölkerung. Da dieser Ton kein Warnsignal ist, bedarf es hier auch nicht einer Entwarnung.

Der Feueralarm ist nicht im MoWaS enthalten, da es sich bei diesem um die reine Alarmierung der Feuerwehr handelt. Dennoch wurde das Signal des Feueralarms mit einem entsprechenden Inhalt einer Sprachdurchsage in den Testgeräten implementiert.

Sirenentest

Das Signal für einen Sirenentest wird in Deutschland unterschiedlich gehandhabt. Meist ist es ein stiller, kurzer Alarm für die Funktionsüberprüfung einer Sirene. Die Signaldauer variiert zwischen zwei bis fünf Sekunden. In MoWaS ist bereits ein Platzhalter für die Meldeart Sirenentest enthalten. Der Sirenentest, welcher als Ereignis in MoWaS integriert ist, ist nicht zu verwechseln mit dem reinen Funktionstest einer Sirene. Vielmehr wird der Sirenentest von den zuständigen Stellen zur Information an die Bevölkerung verwendet, wenn z. B. Sirenen einmal im Monat getestet werden.

Die Kommunen verwenden als verantwortliche Betreiber der Sirenenetze ggf. eigene, zusätzliche Signale für andere Ereignisse. Der Bevölkerung wird deshalb empfohlen, sich über den jeweiligen Einsatz von Sirenen und die entsprechende Bedeutung der örtlichen Signale bei der Stadt- oder Gemeindeverwaltung zu informieren. In dem Pilotprojekt kommen erstmalig innerstädtisch nicht nur die modifizierten kleinen Sirenen zum Einsatz, sondern auch die damit verbundenen neuen Sirensignale in Kombination mit akustischen Warntexten. Daher war das vorherige Informieren der Bevölkerung wichtig.

4.1.2. Signaldauer

Die bundeseinheitliche Dauer der Signale für Alarmierung sowie Warnung und Entwarnung betragen, wie zuvor beschrieben, 60 Sekunden. Für die Erprobung mit Warntechnik ausgestatteter Smarter Laternen war eine Montagehöhe von etwa 4 bis 4,5 m vorgesehen. Dies bedeutet im Vergleich zu einer weitaus höheren Positionierung traditioneller Sirenen außerhalb des Stadtgebietes, dass die akustische Ausgabe in einer niedrigeren Höhe mit einer größeren Nähe zur Bevölkerung verbunden ist.

Nun stellt sich die Frage, ob bei dieser Kombination von Signal und Sprachdurchsage eine kürzere Signaldauer für die Erzeugung eines Aufmerksamkeitseffekts sinnvoller sein könnte, da die Lautstärke bei dieser Höhe sehr viel intensiver wahrgenommen wird. Da dahingehende Erkenntnisse weder national noch international vorlagen, wurden die gängigen Sirensignale auf 20 Sekunden komprimiert (siehe Abbildung 2). Eine weitere Verkürzung hätte zur Folge gehabt, dass sich der Feuersignal kaum vom Warnsignal unterscheiden hätte.

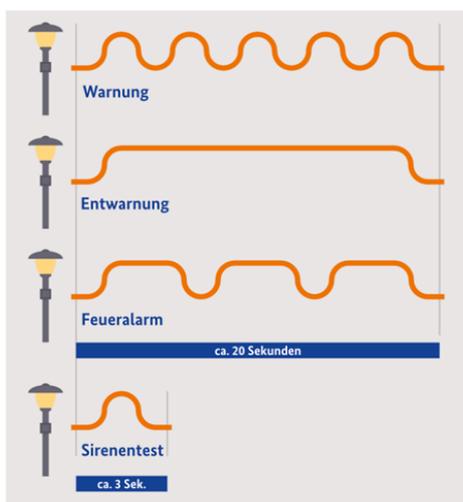


Abbildung 2: Verkürzte Sirensignale

Der Aspekt der akustisch wahrnehmbaren Reichweite mit abnehmender Entfernung, auch für die Sprache, wurde von der technisch-wissenschaftlichen Evaluation näher untersucht.

4.2. Sprache

Die Sprache ist eines unserer wichtigsten Kommunikationsmittel. Je verständlicher sie ist, desto mehr Informationen können durch den Empfänger verarbeitet und umgesetzt werden. Bezogen auf technische Mittel, die Sprache in Form von Tönen übertragen und ausgeben, gibt es verschiedene Methoden, um dies vollumfänglich zu erforschen. Über einen Sprachübertragungsindex (STI) kann z. B. die Messbarkeit von Sprachverständlichkeit erfolgen, um herauszufinden, wie nahe ein Ton am Original ist. Der STI ist ein Wert zwischen 0 und 1. Dieser sollte mindestens 0,6 betragen, damit die menschliche Sprache verständlich bleibt.¹⁴ Aufgrund der für das Pilotprojekt vorgegebenen Rahmenbedingungen wurde keine derartige Sprachmessung anhand eines Index vorgenommen. Solche Werte hängen von dem jeweiligen Ausgabemittel ab, das zum Einsatz kommt. Allerdings war bei der Modifizierung und Entwicklung zu beachten, dass alle akustischen Elemente als wav.-Dateien auf die Geräte implementiert wurden. Dies beinhaltete auch die zuvor genannten Sirensignale.

4.2.1. Sprachdurchsagen

Eine automatische akustische Ausgabe mit allen Inhalten aus MoWaS ist derzeit nicht möglich. Dies betrifft hauptsächlich Freitexte, also von einer Leitstelle selbst erstellte Warntexte, welche nicht durch beschränkt ausgabefähige Warnmittel ausgabefähig sind. Die sog. Freitexte können auch nicht in MoWaS in mehreren Sprachen abgebildet werden. Die Mehrsprachigkeit in MoWaS erfordert vordefinierte Einsatz- und Handlungs-codes.

Die in MoWaS enthaltenen Standardelemente wurden daher vorab von einem Sprecher aufgenommen und auf einem Chip in die Geräte eingespeist. So wurde sichergestellt, dass relevante Warninhalte als Sprachdurchsage ausgegeben werden konnten. Dies wäre nicht nur für akustische Warnmittel, sondern auch für visuelle Warnmittel möglich. Es wäre sogar möglich, eine visuell und akustisch kombinierte Warnmeldung auszugeben. Wie verständlich die Sprachelemente sind, wurde mit Hilfe der sozialwissenschaftlichen Evaluation (siehe Kapitel 7.2) untersucht.

Es lagen auch keine eindeutigen Empfehlungen zur Frage vor, ob eine männliche oder eine weibliche Stimme besser geeignet sei. Nach Vorlage einiger Sprecherinnen und Sprecher, die Probemeldungen gesprochen und eingereicht haben, fiel die Wahl auf eine männliche Stimme.

4.2.2. Textbausteine

Ein Warnempfänger soll, zusammen mit der Warnmeldung selbst, auch darüber informiert werden, wer der Herausgeber einer Warnmeldung ist. Da eine Umwandlung eines textuellen Inhalts in einen akustischen Inhalt nicht möglich war, wurden für die Warnmeldungen **Einleitungstexte** erstellt. Diese geben Auskunft darüber, um welche **Meldeart**, z. B. Warnung oder Aktualisierung, es sich handelt und von wem diese Meldung (Herausgeber) ausgegeben wird.

Wie bereits in Kapitel 3.1 ausgeführt, sollten Einzellösungen aus Effektivitäts- und Kostengründen möglichst vermieden werden. Zu beachten war, dass die in MoWaS hinterlegten Herausgeber einer Warnung oft sehr lange Bezeichnungen tragen. Auch die Vielzahl von mehr als 250 MoWaS-Stationen mit der jeweiligen Ausgabebezeichnung stellte eine Herausforderung dar. Um nicht ausschließlich eine Einzellösung nur für dieses Pilotprojekt mit den Herausgebern BBK, Innenministerium Rheinland-

¹⁴ Vgl. Manacor International GmbH & Co. KG (Hrsg.) 2022.

Pfalz und ILS Kaiserslautern als Sprachkonserve zu entwickeln und zu implementieren, wurde eine **vereinfachte Form der Bezeichnung von Herausgebern** gewählt.

Für das BBK selbst konnte keine andere Form erstellt werden, da es nur ein Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe als Herausgeber von besonderen Gefahren in Deutschland gibt. Nun gibt es 16 Bundesländer mit Ministerien und Lagezentren, die z.T. auch über mehr als nur eine MoWaS-Station verfügen. Eine Vereinheitlichung erfolgte dahingehend, dass der Herausgeber, z. B. der eines Bundeslandes, akustisch als „Land“ erfolgt.

Bezüglich unterschiedlicher Herausgeber wie integrierte Leitstellen, kreisfreie Leitstellen, oder Feuerwehren – ergänzt um eine jeweilige Stadt oder Kreis – verwendete man einfach die Sammelbezeichnung „Feuerwehr“. Selbiges gilt auch für unterschiedliche Lagezentren der Polizeien mit der Kurzform „Polizei“. Für den deutschen Wetterdienst bedurfte es keiner Kürzung, denn auch hier gibt es nur einen für Warnmeldungen autorisierten Deutschen Wetterdienst.

Inwiefern diese Kurzbezeichnungen der Herausgeber zur Verständlichkeit und verbesserter Wahrnehmung in der Bevölkerung beitragen, sollte mit Hilfe der sozialwissenschaftlichen Evaluation herausgefunden werden.

Die bereits in MoWaS integrierten und codierten **Ereignisse** und **Handlungsempfehlungen** werden entsprechend der Auswahl eines Disponenten unverändert mit ausgegeben. Da im Pilotprojekt eine Implementierung von Standardtexten erfolgte, ist die Möglichkeit einer inhaltlichen und redaktionellen Anpassung der Warntexte durch einen Warnmultiplikator ausgeschlossen. Dies betrifft auch die Anwendung im Falle eines Wirkbetriebs.

4.2.3. Mehrsprachigkeit

Die in MoWaS hinterlegten standardisierten Warntexte liegen mehrsprachig vor und können in Abhängigkeit von lokal eingesetzten Warnmitteln verwendet werden. Im Falle einer kleinräumigen und akustischen Warnmeldung ist es erforderlich, die Sprachdurchsage zeitlich zu begrenzen. Da in Kaiserslautern auch viele englischsprachige Bewohnerinnen und Bewohner leben, erfolgte die Sprachausgabe in Deutsch und Englisch. Zudem ist Englisch die am häufigsten in Deutschland verwendete Fremdsprache und eine der offiziellen Sprachen in der EU.¹⁵

Für die Verwendung weiterer Sprachen bedarf es einer Erstellung und Codierung der Einleitungstexte und die akustische Aufnahme durch einen Sprecher. Eine Überspielung auf die Geräte kann bei einer Anpassung entweder am Gerät manuell vor Ort oder über das hierfür existierende Übertragungsnetz erfolgen.

4.3. Meldungsabfolge

Derzeit liegen keine sozialwissenschaftlichen Erkenntnisse darüber vor, wie eine akustische Ausgabe von Warnmeldungen mit einem vorangestellten Sirensignal in der Praxis wirkt. Dies betrifft primär die Reihenfolge der Anordnung der Texte bei mehrsprachiger Ausgabe, aber auch die Anzahl an Wiederholungen bei einem Gefahrenereignis. Dies hängt auch von der jeweiligen Warnstufe ab, die für eine Warnmeldung gewählt wird.

¹⁵ Vgl. Deutsche Welle (Hrsg.) 2022.

4.3.1. Ablauf der Reihenfolge

Die Basisabfolge, bestehend aus einer einsprachigen vollständigen Warnmeldung, ist *Sirensignal – Einleitung – Ereignis – Handlungsempfehlung*.

Für das Pilotprojekt sollte im Anschluss an die deutsche Handlungsempfehlung auch die englische Ausgabe der Textelemente erfolgen. In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Elemente auf Basis der kürzesten und der längsten Handlungsempfehlung mit einer Zeitangabe dargestellt.

Sirensignal	Deutsch			Englisch			Gesamtdauer
	Einleitung	Ereignis	Handlungsempfehlung	Introduction	Event	Instruction	
20	10	3	3 - 17	10	3	3 - 17	52 - 63

Tabelle 1: Einfache Meldungsabfolge

Die Gesamtdauer einer einfachen zweisprachigen Meldungsabfolge beträgt etwa 52 - 63 Sek (ca. 1 min.). Die Zeiten ergeben sich aus eigener Zeitzählung der ausgewählten kürzesten und längsten Handlungsempfehlungen. Die Ausgabedauer ist abhängig von der Anzahl der in MoWaS ausgewählten Handlungsempfehlungen. Die gesamte Dauer der Meldung in einem realen Ereignisfall, inklusive des vorangegangenen Sirensignals, ist bei mehreren Handlungsempfehlungen daher auch länger.

Eine akustische einmalige Warnabfolge kann, aufgrund ihrer Eigenschaft einer Momentausgabe in einem realen Ereignis und in Abhängigkeit der Warnstufe, zu kurz sein, um von der Bevölkerung ausreichend wahrgenommen zu werden. Daher empfiehlt sich die Ausgabe von mehreren Abfolgen, was einer Wiederholung von Elementen entspricht. Durch die im Spezifikationsaustausch (siehe Kapitel 5.2) flexibel einstellbaren Parameter sind diese Wiederholungen – sog. Meldungsraten – einstellbar.

4.3.2. Meldungsraten

Warnmeldungen auf visuellen Warnmitteln, z. B. Warn-Apps oder digitalen Stadtinformationstafeln, sind keine Momentanzeigen von kurzer Dauer, sondern werden über einen längeren Zeitraum angezeigt. Die Empfänger haben daher ausreichend Zeit, sich anderweitig über die Warnmeldung direkt zu informieren oder sich mehr Informationen zu besorgen.

Die akustische Ausgabe einer Warnmeldung von nur einer Meldungsabfolge (Signal, Text Deutsch, Text Englisch) reicht jedoch ggf. nicht aus, damit der Inhalt ohne Verzögerung verstanden wird. Ein Mensch kann einen gelesenen Inhalt schneller verstehen und verarbeiten als einen akustischen Inhalt. Daher wurden für die Ausgabe von Warnmeldungen Wiederholungen – Meldungsraten – berücksichtigt.

Um die Wahrnehmung und die Aufmerksamkeit beim Empfänger aufrecht zu erhalten, sollte ein kurzer zeitlicher Abstand zwischen den Meldungsraten gewählt werden. Die Pausen zwischen den einzelnen Elementen können mit Hilfe der Spezifikation flexibel eingestellt werden. Um die Bevölkerung am Evaluationstag nicht zu verunsichern, wurden für die Evaluation keine realen Ereignisse gewählt, sondern allgemeine Probemeldungen mit entsprechenden Warninhalten. Die Probemeldungen wurden mit einer zweifachen Meldungsrate der Warntexte ausgegeben. Dies bedeutet, dass nach der Deutsch-Englischen Textausgabe abermals eine Deutsch-Englische Textausgabe erfolgte.

4.4. Standortanalyse

Neben der grundsätzlichen Beachtung von möglichen Lärmgrenzen bei akustischen Durchsageeinrichtung im innerstädtischen Bereich war ein weiterer Prüfauftrag des Pilotprojektes, welche geografischen Gebiete für dieses Pilotprojekt in Frage kommen könnten.

4.4.1. Lärmschutz

Mit Blick auf die Lautstärke bei der Ausgabe von akustischen Warnmeldungen stellt sich u. a. die Frage, welche Grenzwerte – bezogen auf den Faktor Lärm im innerstädtischen Bereich – bestehen könnten oder ggf. beachtet werden müssten. Im Vorfeld des Feldversuchs wurde beim zuständigen Referat Recht und Ordnung der Stadt Kaiserslautern diesbezüglich um Prüfung gebeten. Im Kontext der Lautstärke von Feualarmsirenen oder ähnlichen Alarm- und Durchsageeinrichtungen gibt es keine eindeutige Grenzwertregelung, jedoch sind im Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG) Rheinland-Pfalz und der technischen Anleitung (TA) Lärm gerade für Feualarmsirenen Ausnahmeregelungen enthalten.

Gem. § 4 Abs. 2 Nr. 1 LImSchG in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3 LImSchG gibt es für den Betrieb von akustischen Signal- und Alarmanlagen (Sirenen) Ausnahmeregelungen für Maßnahmen zur Gefahrenabwehr. So ist ein Ausnahmetatbestand geregelt, wenn Sirenen zur Alarmierung von Einsatzkräften der Feuerwehr und zur Bevölkerungswarnung eingesetzt werden.¹⁶

Obwohl dem folgend im Weiteren gem. §§ 22 – 25 BImSchG keine Lärmimmissionsgrenzen vorhanden sind, sollen derartige nichtgenehmigungspflichtige Anlagen so errichtet und betrieben werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert und auf ein Mindestmaß beschränkt werden.¹⁷ Es könnte daher grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass Feualarmsirenen aufgrund ihrer geringen Umweltgefährlichkeit (da selten genutzt) nicht zu den genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne des § 4 Abs. 1 BImSchG gehören, sondern unter § 3 Abs. 1 BImSchG fallen, auch wenn diese Schallquellen die ortsüblichen Spitzenwerte aus dem LImSchG deutlich überschreiten.

Ferner hatte das Bundesverwaltungsgericht hierzu im Jahr 1988 die Feststellung getroffen, dass die Zumutbarkeitsschwelle für den Lärm der selten betätigten Feualarmsirenen bei 95 dB(A) liegt. Der vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz genannte Wert bei der von der selten genutzten Feualarmsirene liegt im Rahmen der Zumutbarkeitsschwelle.¹⁸ Das Verwaltungsgericht Regensburg kam bei einem Urteil sogar zu dem Ergebnis, dass auch die Überschreitung eines Lärmwertes von 97 dB (A) gerechtfertigt sei.¹⁹

Ebenso enthält die technische Anleitung (TA) Lärm Nr. 7.1 eine besondere Ausnahmereglung, wodurch Lärmschutzgrenzen im Falle von Notsituationen und für die Gefahrenabwehr im Hinblick auf die öffentliche Sicherheit überschritten werden können.²⁰ Dementsprechend konnten die Smarten Laternen unter Beachtung obiger Vorschriften mit Warn- und Durchsagetechniken zum Bevölkerungsschutz ausgerüstet und in der Folge die für das Pilotprojekt vorgesehenen Sirenen in Kaiserslautern auch evaluiert werden.

¹⁶ Vgl. § 4 Abs. 2 Nr. 1, § 7 Abs. 2 Nr. 3 LImSchG 2000.

¹⁷ Vgl. BImSchG 2022.

¹⁸ Vgl. BVerwG 1988.

¹⁹ Vgl. VG Regensburg 2020.

²⁰ Vgl. Nr. 7.1 TA Lärm 1998.

4.4.2. Standorttypen

Hinsichtlich der geografischen Verteilung und Montage der Warntechniken an Bestandslaternen war eine Analyse der Standortfaktoren erforderlich. In Vorbereitung auf die Evaluation wurden unterschiedliche Gebiete der Stadt Kaiserslautern anhand verschiedener Standorttypen untersucht, wobei unterschiedliche Bebauungstypen betrachtet wurden. Insgesamt wurden zehn typische Standorttypen identifiziert, die auch überwiegend in anderen Städten zu finden sind. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Standorttypen.

Nr.	Standorttyp	Bebauungstypen
1	Bebauung geschlossen	- zwei-bis dreigeschossige Bebauung, dichte Bebauung, Caréeform - Beispiel in KL Kotten: Hasenstraße, Schützenstraße
2	Bebauung offen	- max. zweigeschossige Bebauung, breite Straßen, einzelnstehende Einfamilienhäuser - Beispiel in KL Beltzappel: Keltenweg
3	Blockbebauung	- max. dreigeschossig, aneinandergereihte Häuser - Beispiel in KL Bännjerrück: Leipziger Straße 37-63
4	Innenstadt	- Rathausvorplatz, Behörden, Theater, Veranstaltungshalle - Beispiel in KL Willy-Brandt-Platz, Messeplatz
5	Messegelände	- zusätzliche Vegetation durch doppelte Baumreihen am Rande des Geländes - Beispiel in KL Messeplatz
6	Blockbebauung innerstädtisch	- geschlossenen Bebauung - Beispiel KL Spittelstraße
7	Hochhäuser	- Beispiel in KL Mainzer Straße, Kreuzung Hilgardring (Max und Moritz Hochhäuser)
8	Talgebiete	- topografisch anspruchsvoll sowie durch zusätzliche Baumreihen bestückt - Beispiel in KL Haselstraße
9	Fußgängerzone	- breite Fußgängerstraßen wie sie auch oft in anderen Städten zu finden sind - Beispiel in KL Fackelstraße bis Mall
10	Gewerbegebiet	- Gewerbegebiet West: Denisstraße - kleinräumige Alarmierung und Warnung

Tabelle 2: Typisierte Standorte in Kaiserslautern, resultierend aus den verschiedenen Bebauungstypen

Für die benötigten Aufstellorte im Rahmen des Pilotprojektes wurde eine erste Eingrenzung der typisierten Standorte vorgenommen.

4.4.3. Aufstellorte

Ein weiterer Betrachtungsaspekt im Hinblick auf die Evaluation bestand in der Auswahl der genauen Aufstellorte und der zur Verfügung stehenden Anzahl an Warntechniken. Aus den zehn zu Beginn identifizierten Standorttypen erfolgte zunächst eine Vorauswahl von vier Standorttypen (siehe Tabelle 3). Zusätzliche Kriterien dienten der Entscheidungsfindung.

Standorttyp Nr.	1.	9.	4.	6. (Optional)
Bebauungstyp	Bebauung geschlossen	Fußgängerzone	Innenstadt	Blockbebauung innerstädtisch
Mögliche Aufstellorte	Kotten: Hasenstraße, Schützenstraße Straßenbreite bis 4,50 m enge Bebauung	Fackelstraße bis Mall Kreuzung Fackelstr. / Riesenstr. / Kerststr. (Vodafone)	Willy-Brandt-Platz höher gelegen Position, 10 m-Mast Ausrichtung in Richtung Innenstadt - Busbahnhof	typischer Innenstadtbereich, tief gelegene Bauweise mit Innenhöfen; Kanalstr. / Friedrichstr. / Erbsengasse / Klosterstr. / Salzstr. / Luisenstr.
Beschreibung	zwei-bis dreigeschossige Bebauung, dichte Bebauung, Caréeform, Wohnhäuser, -gebiet	breite Fußgängerstraße wie sie auch oft in anderen Städten zu finden sind	Rathausvorplatz, Behörden, Theater, Veranstaltungshalle	geschlossene Bebauung
Topografie	Flach, nördlich der Lauterstraße aufsteigend	Flach	Flach	Flach
POI	Kindergarten, Kirche, Hochschule KL	Einkaufszentrum	Pfalztheater, Rathaus, Gymnasium, div. Behörden	Volkshochschule
Infrastruktur	Stadtstraßen	Geschäfte, Gastronomie, Fußgängerzone	Hauptverkehrsadern: Lauterstr., Martin-Luther-Str., Burgstr., Maxstr.,	zwei Hauptverkehrsadern, Geschäfte, Gastronomie
Bevölkerung/Nutzergruppen	Wohnbevölkerung Mischgebiet (Wohnen, Gewerbe)	Touristen, Einkaufende	Berufstätige, Veranstaltungsbesuchende, Touristen	Wohnbevölkerung vorhanden, Passantinnen und Passanten
Betriebszeiten (im Hinblick auf die Evaluation)	Wochentags: morgens und abends zu den üblichen Berufszeiten (07.00 – 09.00 Uhr und 16.00 – 18.00 Uhr)	Werktags tagsüber	Hoher Betrieb tagsüber, zusätzlich abends am Wochenende bedingt durch die Veranstaltungshalle	Tagsüber und samstags
Geräuschkulisse	Wochentags: morgens und abends erhöht, tagsüber eher ruhig sonntags: Eher ruhig	Werktags erhöhter Geräuschpegel, sonntags eher ruhig, kein Verkehrslärm erwartbar, Straßenmusik	Verkehrslärm, hauptsächlich wochentags, tagsüber, Pendlerverkehr	Verkehrslärm durch die Hauptverkehrsadern
Erreichbarkeit von Menschen (im Hinblick auf die Evaluation / Zielgruppen)	Unentschieden, da Mischgebiet	Eher gut, aufgrund der Fußgängerzone, v.a. werktags tagsüber	Eher gut, v.a. tagsüber und am Wochenende abends	Eher gut, da Geschäfte/Gastronomie vorhanden, v.a. tagsüber und samstags
Bevölkerungsdichte	hoch	hoch	hoch	hoch

Tabelle 3: Vorauswahl Standorttypen

Bei den gewählten Standorttypen ist vordergründig die Erreichbarkeit der jeweiligen Zielgruppe, auch im Sinne einer späteren Befragung im Rahmen der Evaluation, zu prüfen. Auf Basis dieser Erhebung und unter Beachtung der Anforderung, für die Befragung möglichst viele Personen zu erreichen, kamen zwei unterschiedliche Standorttypen in die engere Wahl: Nr. 4.: Innerstädtisch sowie Nr. 9: Fußgängerzone.

Standort 1: mit einem Gerät am Aufstellort

- Willi-Brandt-Platz (Rathausvorplatz)

Standort 2: mit zwei Geräten an den beiden Aufstellorten

- Ecke Fackelrondell/Fackelstraße mit Blick in die Fackelstraße
- Ecke Fackel-/Kerststraße mit Blick zur Mall

Standort 3: mit einem Gerät am Aufstellort

- Steinstraße – St. Martins-Platz

Die vier für die Evaluation zur Verfügung stehenden Geräte wurden dementsprechend an diesen drei Aufstellstandorten platziert.

5. Entwicklung und Modifizierung der Warntechnik

5.1. Anpassungsbedarf des Standardgerätes

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, wurden einige Anpassungen und Vorarbeiten hinsichtlich einer akustischen Warnmeldung vorgenommen, die sich überwiegend auf den nicht-technischen Teil bezogen. Dies allein reichte jedoch nicht aus, denn die Warntechnik, die Solitarius Einhorn sirene (EHS), musste nunmehr technisch befähigt werden, eine Warnung zu empfangen, zu verstehen und entsprechend umzusetzen. Auch hierfür bedurfte es Änderungen. Ausgangsbasis war das Standardgerät, welches zu einem funktionstüchtigen und einsatzfähigen Prototyp weiterentwickelt wurde.

Die Modifizierungen und Entwicklungen wurden, teils separat und teils parallellaufend, in drei Phasen vorgenommen, um Smarte Laternen durch Ergänzung dieser Warntechnik als ein mögliches neues Warnmittel vorzubereiten.

Pre-Testphase

Diese Phase diente der Vorbereitung der anderen Phasen. Ziele waren die Feststellung der speziell benötigten Anpassungsbedarfe für die Umsetzungsparameter (Kapitel 4), die Modifizierung der Geräte selbst (Kapitel 5), die Verarbeitung und Auslösung der Warnmeldungen (Kapitel 6) und eine grundsätzliche allgemeine Datenerhebung für die beiden Evaluationen (Kapitel 7).

Zunächst wurden die standardisierten Inhalte von Probemeldungen der auslöseberechtigten Stellen BBK, Land RP und Feuerwehr als Sprachkonserve auf dem Standardgerät gespeichert. Die Länge der Sirensignale von 60 Sekunden wurde beibehalten. Um möglichst ein reales Bild von der kombinierten Ausgabe von Signal und Sprachdurchsage zu erhalten, erfolgte die Testung im Außenbereich auf dem Gelände des städtischen Betriebshofs der Stadt Kaiserslautern. Um einen permanenten Auf- und Abbau zu vermeiden, wurde das Standardgerät an einem Gabelstapler befestigt und an unterschiedlichen Stellen und Höhen erprobt. Für eine ergänzende Datenerhebung hinsichtlich der Signale Warnung und Entwarnung wurde ebenfalls das Martinshorn des Feuerwehrfahrzeugs herangezogen.

Interne Entwicklungs- und Testphase

In dieser Phase wurden die detaillierten, für die einzelnen Bereiche benötigten Planungen und Anpassungen durchgeführt. Die vier für das Pilotprojekt vorgesehenen Warntechnikgeräte wurden dahingehend ertüchtigt. Dies betraf die Festlegung der Signaldauer, die Sprachtextbausteine, die Meldungsabfolgen und -raten sowie die Kommunikation mit den Geräten. Funktionsprüfungen erfolgten über interne Testungen von Warnmeldungen. Parallel hierzu wurden die Evaluationskonzepte entwickelt und die Durchführung der Evaluationen geplant.

Evaluationsphase

Für die Erhebung und Überprüfung der technischen und sozialwissenschaftlichen Daten fand die Erprobung im öffentlichen innerstädtischen Raum in Kaiserslautern ganztägig statt. Die Ergebnisse der Erhebung sollten Ausschluss darüber geben, inwiefern und ob im Nachgang noch Anpassungen an den Geräten nötig und möglich sind. Im Nachgang der Evaluation im Juni 2021 wurden noch kleine Anpassungen bzw. Ergänzungen an den vier Geräten vorgenommen. Neben der Verlängerung des Warnsignals um 0,5 Sekunden am Ende der Tonsequenz, betraf dies auch noch die in den Unterkapiteln 5.3 bis 5.5 beschriebenen Änderungen bzw. Ergänzungen.

5.2. Spezifikationsaustausch

In der Praxis verwenden Warnmultiplikatoren die in ihren jeweils aufgebauten Infrastrukturen verwendeten Datenformate. Dies bedeutet, dass die CAP-Warnmeldungen, welche in einem XML-Format gesendet werden, beim Erhalt in ein anderes Format verarbeitet und an Warnmittel über einen technischen Übertragungsweg verteilt werden. Im Ergebnis „versteht“ ein Warnmittel kein XML, was eine Konvertierung in ein anderes Format notwendig macht. Wie aber in Kapitel 3.1 ausgeführt, ist es im Hinblick auf den funktionstechnischen Aspekt ein Ziel, die Warnmeldungen nicht in ein komplett anderes Format zu verarbeiten, sondern das Warnmittel zu befähigen, ein XML-Format zu verarbeiten.

Die entsprechende Spezifikation für diese Interaktion oder auch Kommunikation zwischen dem Warnmultiplikator und dem Warnmittel wurde speziell entwickelt. Sie bietet dadurch eine sehr hohe Flexibilität sowohl in der Verarbeitung als auch im Ablauf des Auslösebefehls. Mit der Verwendung von Attributen in einem XML-Standard, können die einzelnen Elemente einer Warnmeldung aus MoWaS heraus flexibel gestaltet werden. Das betrifft die Sirensignale, die Anordnung der Warntexte und sogar die Lautstärke in der Ausgabeleistung.

5.3. Feldstärke GSM-Modem

Zur Übermittlung von Signalen mittels elektromagnetischer Wellen sind neben den Sendeeinrichtungen der Netzbetreiber auch Empfangseinrichtungen an dem Warnmittel notwendig. In Gebieten mit einer guten Netzabdeckung ist erfahrungsgemäß eine entsprechend hohe Feldstärke vorhanden, welche einen konstant guten Empfang ermöglicht. Es kann trotzdem vorkommen, dass sich durch ungünstige bauliche Gegebenheiten elektromagnetische Interferenzen bilden und die Feldstärke stark vermindert ist. Eine günstige Konstruktion der Empfangsantenne entscheidet darüber, ob an einem Aufstellort mit geringer Feldstärke das Warnmittel sicher betrieben werden kann.

Um in der vorgesehenen Montagehöhe am Aufstellort eines Gerätes einen optimalen Funk-Empfang zu erzielen, ist daher der Einbau einer Antenne mit einem möglichst höheren Gewinn erforderlich. In diesem Pilotprojekt wurde eine Planar-Antenne mit kugelförmigen Empfangseigenschaften in die Warntechnikgeräte eingebaut. Das gewährleistet einen Antennengewinn von mehreren dB, und damit auch einen sicheren Empfang in Gebieten mit geringer Feldstärke.

Für die Messbarkeit der Empfangsqualität kann eine optische Signalisierung in Form einer Statusanzeige nützlich sein, welche im nachfolgenden Kapitel beschrieben ist.

5.4. Statusanzeige

Um die Funktionsfähigkeit und den aktuellen Status der verbauten Geräte von außen optisch erkennen und prüfen zu können, wurde eine Status-LED (Abbildung 3) eingebaut. An der Außenhülle der Geräte wurden Leuchtdioden angebracht, wodurch unter anderem auch eine Feldstärkenanzeige per Tastendruck möglich ist. Ein interner Funktionscheck ist über ein Anpinnen seitens des Warnmultiplikators möglich.



Abbildung 3: LED-Statusanzeige

Quelle: Ergatec GmbH, internes Dokument: EHS1 Beschreibung Betriebszustände, 2022.

Normalbetrieb

In der Schalterstellung „links/unten“ bzw. „Hebel zum Horn hin“ wird die EHS gestartet und die LED beginnt grün zu blinken. Bei erfolgreicher Einbuchung der EHS in das GSM-Netz leuchtet die LED dauerhaft grün und das Gerät ist betriebsbereit. Weitere Betriebszustände werden im Normalbetrieb nicht angezeigt.

Messmodus

In der Schalterstellung „rechts/oben“ bzw. „Hebel vom Horn weg“ startet der sogenannte Messmodus. Dieser wird in einem reinen Akkubetrieb, d. h. ohne Netzspannung, durchgeführt. Es erfolgt eine Anzeige von drei unterschiedlichen LED-Zuständen.

1. Grün: Die Feldstärke ist gut
2. Orange: Die Feldstärke ist schwach bis mittel
3. Rot: Das Gerät findet keine Verbindung zum GSM-Netz. In diesem Fall ist das GSM-Modul nicht eingeloggt, wodurch keine Kommunikation mit dem Gerät möglich ist

Kein Betrieb - Akkutrennung

Ist die Schalterstellung „mittig“, erfolgt eine Trennung der Akku-Plusleitung vom Rest der Schaltung. Die EHS befindet sich im Zustand „AUS“, solange keine Netzspannung anliegt. Dieser Betriebszustand wird benötigt, damit der im Gerät verbaute Akku während eines Transports oder einer Lagerung nicht entladen wird.

5.5. Energiemanagement

Die Funktionalität der Sirenen – gerade bei Stromausfällen – muss sichergestellt sein. Dies muss auch dann der Fall sein, wenn das Gerät nach einem Stromausfall wieder Strom erhält. Bei den Prototypen ist ein 12-Volt Blei-Vlies-Akku verbaut. Diese Akku-Art weist eine geringere Wartungsintensität bei längerer Lebensdauer auf als gewöhnliche Blei-Akkus. Ferner entladen sich Blei-Vlies-Akkus kaum selbst, sind robuster bei Kälte und haben eine höhere Startleistung.²¹ Durch Einbau eines Reinblei-Akkus wäre zwar eine noch längere Lebenszeit möglich, jedoch geht damit ein größeres Gewicht einher.

Um den Bereich „Energiemanagement“ zu optimieren, wurde eine Änderung an der Software vorgenommen. Eine Bestromung erfolgt schneller, wenn das Gerät eingeschaltet ist und der Akku wieder geladen wird. Ein Akku muss nicht zwangsläufig in dem Gerät verbaut sein. Für eine Verringerung des Gesamtgewichtes der Warntechnik könnte auch eine Installation des Akkus im Mast selbst erfolgen. Insbesondere im Bereich der Smart-City-Anwendungen und den an diesen Geräten zur Verfügung stehenden Ein- und Ausgangskanälen wäre eine Verbindung auch auf diese Weise gegeben.

6. Funktionstechnischer Aufbau eines innovativen Warnmittels

6.1. Zusammenfassung

Die KL.digital GmbH war im Rahmen des Pilotprojektes „Smarte Laternen“ in Kaiserslautern zuständig für die technische Umsetzung. Hierbei fungierte die KL.digital GmbH als sogenannter Warnmultiplikator. Ein Warnmultiplikator ist an das Modulare Warnsystem (MoWaS) angebunden und zur Weiterleitung und Ausgabe amtlicher Warnungen an seine Kunden bzw. Nutzer (z. B. Sendeanstalten oder Warnmittel) berechtigt.²²

Der Schwerpunkt lag in der Entwicklung und Implementierung erweiterter Kommunikationsprotokolle auf Basis des MoWaS Standards. Um Warnmeldungen an die Bevölkerung ausgeben zu können, müssen die von MoWaS empfangenen Meldungen entsprechend verarbeitet werden. MoWaS ist das in Deutschland von Bund und Ländern gemeinsam genutzte Warnsystem für die Warnung und Information der Bevölkerung bei Gefahren.²³

Als Warntechnik kommen in dem Projekt angepasste Sirenen für kleinräumige Warnungen (ca. 100 m Radius) zum Einsatz. Diese können an neuralgisch wichtigen Standorten, wie z. B. Kreuzungen, Wohngebiete oder Fußgängerzonen, an Straßenlaternen angebracht und leicht in die Smart-City-Infrastruktur integriert werden. Dieser Berichtsteil beschreibt den technischen Aufbau einer virtualisierten Steuerserverinfrastruktur zur Verarbeitung von Warnmeldungen aus MoWaS. Über ein optionales Web-Frontend können zusätzlich Smart-Cities-Anwendungen (SC) gesteuert werden. Hierzu sind potentialfreie Kontakte in den Warnmitteln vorgesehen, welche selektiv angesteuert werden können.

Die Warnmeldedateien aus MoWaS werden überprüft, aufbereitet und an die Warnmittel innerhalb der selektierten Zone gesendet. Zur Sicherstellung der Datenübertragung ist eine redundante Signal-führung konzipiert. Die Verarbeitung der auf XML-basierten CAP-Datei und die Generierung der Extensible Markup Language-Datei (XML) zur Ansteuerung der Warnmittel kann voll automatisiert oder manuell erfolgen. Die Applikation ist über Konfigurationsdateien voll parametrisierbar und multilingual. So kann die Abfolge der Warnmeldungen, Sirenensignale, Pausen und Wiederholungen frei konfiguriert und an die einzelnen Warnstufen angepasst werden.

²¹ Vgl. Giseke GmbH & Co. KG (Hrsg.) 2022.

²² Vgl. BBK 2019, S. 57.

²³ Vgl. BBK 2019, S. 38.

Alle Warnmeldungen (Sprachausgaben) und Sirenensignale werden in Form von Codes aus standardisierten Tabellen übermittelt. Die Übertragung von Texten zu den jeweiligen Codes ist möglich. Zusätzlich sind Funktionen zur Statusabfrage, stillem Testbetrieb und Initialisierung der Warnmittel implementiert. Zur Übermittlung der Warnmeldung an die Warnmittel wird auf Mobilfunkstandards zurückgegriffen. Alle Warnmittel sind hierzu in einer gesicherten Private Provider Cloud zusammengefasst und über das öffentliche Internet nicht zu adressieren. Die Private Provider Cloud ist ein Cloud Computing-Dienst, der nicht für die Allgemeinheit, sondern nur für ausgewählte Benutzer in einem privaten internen Netzwerk bereitgestellt wird. Neben den Kontroll- und Anpassungsmöglichkeiten wird ein hoher Sicherheits- und Datenschutzgrad sichergestellt.

6.2. Anforderungen

6.2.1. Allgemeine Anforderungen

Neben der allgemeinen Leistungserfüllung eines Warnmultiplikators war die Herausforderung in diesem Pilotprojekt, dass eine derartige akustische Ausgabe von Warnungen mit Ton und Sprache über MoWaS bisher nicht im Einsatz ist. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse hinsichtlich der Nutzung und Handhabung von und mit CAP auch mit einem Endgerät – hier das Warnmittel – zur Erreichung einer Flexibilität mit unterschiedlichen Elementen verdeutlicht werden. Besonderes Augenmerk lag daher unter anderem auf folgenden Punkten:

- Definition, Einrichtung und Testung im Hinblick auf Kommunikationswege zu den Warnmitteln, sowie deren selektive Ansteuerung.
- Einhaltung des Nutzungs- und Auslösespektrums. Dies bedeutet, dass die Ausgabe von Warnmeldungen nicht ausschließlich durch die Kommune erfolgen wird, sondern auch durch das jeweilige Land und den Bund im Rahmen ihrer Zuständigkeiten.
- Kommunikation und dem Spezifikationsaustausch hinsichtlich benötigter Protokolle für die standardisierten XML Schnittstellen zwischen der KL.digital GmbH als Warnmultiplikator und dem Sirenenhersteller.

Zur Überprüfung der warnrelevanten Funktionalitäten dienten mehrere Tests – sowohl mit dem anfänglichen Standardgerät als auch interne und externe Tests mit den modifizierten Warntechnikgeräten (Prototypen). Die Ergebnisse und Erfahrungen sollen Aufschluss über Empfehlungen und weitere Optimierungsmöglichkeiten geben. Unter den zur Verfügung stehenden und machbaren Lösungen für eine Umsetzung bedarf es der Berücksichtigung allgemeiner Parameter und Bedingungen:

- In Bezug zu der Anzahl von Warnmitteln bedarf es eines skalierbaren Designs dieser Warnmittel und deren Ansteuerung.
- Jeder Sirenen-Typ hat eigene physischen Parameter wie Gewicht, Reichweite, Frequenzspektrum etc. Die Sirenen sollen sich nahtlos in das Stadtbild integrieren und optisch keinen störenden Einfluss haben. Durch die sich daraus ergebende kleine und leichte Bauform wird eine auf einzelne Straßenzüge bezogene (kleinräumige) Warnung möglich. Daraus ergeben sich neue einsatztaktische Möglichkeiten für die BOS, welche gesondert betrachtet werden müssen.
- Die Lösung soll, bei Verwendung entsprechender leistungsfähiger Sirenen, auch für komplette Stadtgebiete (großräumig) einsetzbar sein.
- Die Realisierung soll möglichst kostengünstige Aspekte hinsichtlich Beschaffung, Entwicklung und Umsetzung für Warnmittel, die Ansteuerung und die Dienste berücksichtigen.
- Zur Förderung der Nachhaltigkeit und zur Unterstützung der technischen Entwicklungen in den innerstädtischen Quartieren ist die Einbindung von Smart-Cities-Lösungen zu gewährleisten.
- Unter Berücksichtigung der in Deutschland lebenden Bevölkerung mit Migrationshintergrund soll eine mehrsprachige Ausgabe von Warntexten möglich sein. Vor allem vor dem Hintergrund der in Kaiserslautern ansässigen englischsprachigen Bevölkerung.

6.2.2. Technisch spezifische Anforderungen

Für die technische Umsetzung sind stabile und dennoch zukunftsorientierte Aspekte zu betrachten und gezielt auszuwählen, dabei gelten folgende Parameter und Bedingungen:

- Die Ansteuerung der Geräte muss über leicht zu implementierende Protokolle gelöst werden. Dabei müssen alle modernen Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Stabilität und Diensttransport abgebildet werden können. Das IP basierende Protokoll bietet sich hier an, da es neben der kabelgebundenen auch den Einsatz in Mobilnetzen (GSM/LTE/5G) ermöglicht.
 - Schmalbandkommunikation über GSM-IoT Netzwerk.
 - Offen für zukünftige breitbandige Techniken.
- Zur Sicherstellung von kostengünstigen Gesamtlösungen sind proprietäre oder lizenzpflichtigen Softwareprodukte zu vermeiden. Bei den eingesetzten Betriebssystemen sind quelloffene Produkte zu bevorzugen.
- Die Warnmittel unterliegen, wie alle technischen Geräte, durch den Hersteller vorgeschriebenen Wartungszyklen. Diese müssen zentral durchgeführt werden können. Die Möglichkeit zur Fernwartung hinsichtlich der Verfügbarkeit der Warntexte und der Überprüfung der Betriebszustände muss gegeben sein.
- Die Übertragung von Warnmeldungen ist sehr sensibel und hat Datenschutzkonform zu erfolgen. Die Anbindung an MoWaS für eine verschlüsselte Übertragung der XML-Dateien ist herzustellen.
- Jede Warnmeldung durchläuft eine Kette von Instanzen bis zur Ausgabe am Warnmittel. Jede Instanz erfüllt dabei unterschiedliche Aufgaben und bereitet die Warnmeldung entsprechend der anzusteuernenden Warnmittel auf. Zur Sicherstellung einer 24/7 Betriebsbereitschaft muss die Möglichkeit zur Überprüfung der Verfügbarkeit der Warnmittel und des Signalflusses sichergestellt werden.
- Die Warnmeldungen sollen zum Zwecke späterer Analyse archiviert werden.
- Zur Integration von Smart-Cities-Lösungen, wie z. B. Beleuchtungssteuerung, müssen an den Warnmitteln potentialfreie Ausgänge vorhanden sein.
- An Sirenen werden standardmäßig nur Signale ausgegeben. In dem Pilotprojekt wird dies um eine Sprachausgabe ergänzt. Die Sprachausgabe hat gegenüber einem reinen Signalton ein erweitertes Frequenzspektrum und daher eine andere Ausbreitungs- und Wahrnehmungscharakteristik. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, müssen alle Ausgaben frei parametrisierbar sein. Dies umfasst die Lautstärke der Warntexte und Sirenentöne, die Pausenlängen zwischen den Ausgaben sowie die Reihenfolge und Wiederholungen der Ausgabe.
- Je nach Warnmittel und Standort kann die auslösende Stelle die Ausgaben variieren. In dem Pilotprojekt ist vorgesehen, dass die Ansteuerung der Warnmittel frei parametrisierbar ist. Dies gilt für die Authentifizierung des ansteuernden Servers sowie für die Autorisierung der auslösenden Leitstelle (Kreis, Land, Bund).
- Die missbräuchliche Nutzung der Warnmittel ist zwingend zu unterbinden, daher sind die aktuellen Anforderungen hinsichtlich Sicherheit und Datenschutz anzuwenden.
- Verwendung eines standardisierten und erweiterbaren Datenformats zur Ansteuerung der Warnmittel.

6.3. Signalfluss und Ansteuerung

Auslösende Stellen für Warnmeldungen in MoWaS sind im allgemeinen Leitstellen auf Bundes-, Landes-, oder Kreisebene. Die Ansteuerung erfolgt auf redundanten Wegen via Satellit-Link oder über das öffentliche Internet. Die Warnmeldungen werden über zentralisierte und redundante Server an die Warnmultiplikatoren ausgeliefert. Zur Sicherung der Integrität der Warnmeldungen sind alle Übertragungen verschlüsselt. Die KL.digital GmbH stellte die Serverinfrastruktur und Steuerserver zur Ansteuerung der Warnmittel für das Pilotprojekt bereit. Der Steuerserver kann zusätzlich über eine

optionale Web-Applikation gesteuert werden. Diese Funktion ist ausschließlich für die Leitstelle der Feuerwehr Kaiserslautern vorgesehen. Die Schnittstelle dient zum Absetzen von besonderen Signalen, wie dem Feueralarm, oder Smart-Cities-Anwendungen, z. B. Beleuchtungssteuerung an Straßenleuchten. Im Pilotprojekt wurde die Schnittstelle in den XML-Dateien final spezifiziert und die Warnmittel sind voll funktional ansteuerbar. Die Implementierung der Web-Applikation ist jedoch nicht Teil des Pilotprojektes und wird gegebenenfalls in einer weiteren Phase der Entwicklung umgesetzt.

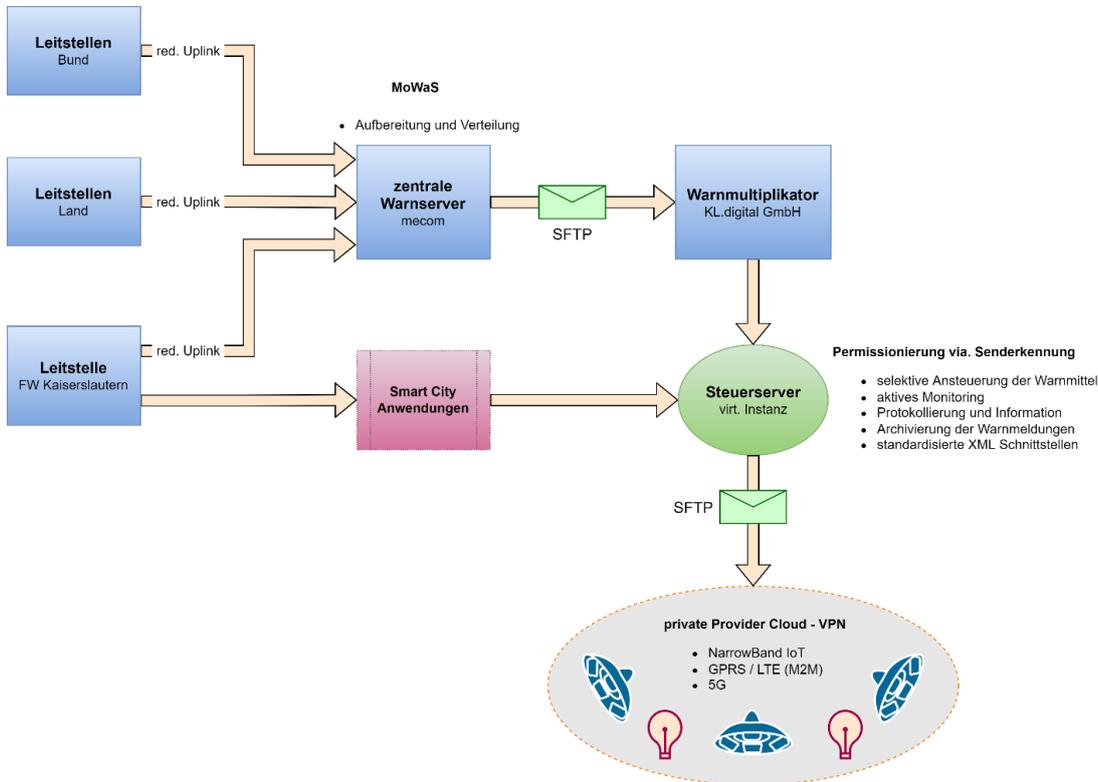


Abbildung 4: Signalfluss von der Leitstelle zum Warnmittel

Quelle: KL.digital GmbH 2022.

6.3.1. Steuerserver Infrastruktur

Die Infrastruktur zur Ansteuerung der Warnmittel ist redundant angelegt. Zum Einsatz kommt eine lizenzkostenfreie Virtualisierungslösung. Virtualisierung ist die Abbildung von Hardware oder Software auf einer definierten Abstraktionsschicht. Es lassen sich dadurch Ressourcen transparent zusammenführen und ausführen. Der Aufbau der virtuellen Systemlandschaft ist sehr ressourcenschonend konzipiert, was es ermöglicht, höchst flexibel zu agieren. Zu beachten ist, dass das Gesamtsystem dabei immer nur so hoch verfügbar ist wie die Verfügbarkeit des schwächsten Teilsystems. Im Einzelnen bedeutet dies:

- der Hypervisor wird im Clustermodus betrieben,
- die Gastsysteme können aktiv überwacht werden und bei Bedarf zwischen den Clusterknoten migriert werden,
- die Internetanbindung ist redundant, und
- die Ansteuerung der Warnmittel kann über mind. zwei unabhängige Pfade erfolgen.

Zur Verwendung im Wirkbetrieb ist, neben der reinen Funktion, die Verfügbarkeit des Gesamtsystems von zentraler Bedeutung. Alle Implementierungen im Pilotprojekt wurden darauf hin ausgerichtet, in einen Wirkbetrieb überführt werden zu können. Im Pilotprojekt ist der primäre Pfad zur Ansteuerung der Warnmittel voll funktional realisiert. Als Nachweis, dass eine redundante Ansteuerung der Warn-

mittel möglich ist, wurde der sekundäre Pfad technisch umgesetzt, hat jedoch innerhalb des Projektes lediglich konzeptionellen Charakter.

Die virtualisierte Produktionsumgebung beherbergt zwei Gastsysteme:

- eine Firewall, welche sicherstellt, dass nur vertrauenswürdige Verbindungen aufgebaut werden können,
- ein auf Linux basierender virtual Machine (VM) Steuerserver zur Verarbeitung der CAP Dateien und zur Ansteuerung der Warnmittel.

Von der ILS der Feuerwehr in Kaiserslautern ist tendenziell der Zugriff auf eine Web-Applikation möglich. Diese Funktion ist nicht Bestandteil des Pilotprojekts und derzeit noch nicht implementiert. Durch den modularen Aufbau der Umgebung ist dies aber mit minimalem Aufwand möglich. Ausschlaggebend für die Umsetzung ist hierbei, neben der Akzeptanz, auch die Integration in die Arbeitsabläufe der ILS der Feuerwehr Kaiserslautern. Da diese Abläufe äußerst sensibel und stringent sind, muss die Implementierung gut koordiniert und gesondert durchgeführt werden.

Alle Komponenten, welche unmittelbar via GSM/LTE/5G in die private Provider Cloud eingebunden sind, sind hinsichtlich Hardware und Software, identisch ausgestattet. Damit lassen sich sehr exakte Aussagen zu Stabilität und Verarbeitungsgeschwindigkeit treffen, auch unter veränderten Bedingungen. Veränderte Bedingungen können z. B. eine Erweiterung des Funktionsumfang oder der Einsatz von Sprachsynthesizern sein.

Als Betriebssystem kommt ein speziell für den Verwendungszweck kompiliertes Linux-System zum Einsatz. Die Hardware verfügt über eine Ethernet Schnittstelle zur kabelgebundenen IP-Kommunikation sowie einen SIM-Karten-Slot, um den Uplink in die Mobilfunknetze zu realisieren. Sollten die Warnmittel an Standorten installiert werden, an denen ein kabelgebundener Netzwerkanschluss besteht, kann dieser parallel zu dem Mobilfunknetz zur IP-Kommunikation benutzt werden. In dem Pilotprojekt liegt der Fokus auf der Implementierung und Nutzung der schmalbandigen IoT Schnittstelle über das GSM Mobilfunknetz.

Generell lassen sich zwei unterschiedliche Komponentenfunktionen innerhalb der Private Provider Cloud identifizieren. Komponenten mit primär

- sender Funktion werden als wahead Steuerserver bezeichnet,
- mit empfangender Funktion als wami Warnmittel bezeichnet.

Der wahead Steuerserver bildet den sekundären Backup Pfad zur Ansteuerung der Warnmittel. Über die Ethernet Schnittstelle ist der wahead Steuerserver direkt mit dem VM Steuerserver verbunden und damit ebenfalls in die gesicherte DMZ integriert.

Die Übertragungsgeschwindigkeit im IoT Netzwerk ist typischerweise sehr gering im Vergleich zu der Datenmenge, die zu jedem Warnmittel übertragen werden muss. Etwa 90 % der anfallenden Datenmenge werden dabei für den Aufbau und Abbau der verschlüsselten Verbindung benötigt. Wenn nun Warnmittel parallel angesteuert werden müssen, ist eine GSM-IoT SIM-Karte im wahead Steuerserver problematisch. Die Signallaufzeiten, vom Eingang einer Warnmeldung bis zur finalen Zustellung zum Warnmittel, verlängern sich proportional zur Anzahl der Warnmittel. Der Einsatz von reinen LTE / 5G Datenkarten ist aufgrund der höheren Bandbreite unbedingt zu bevorzugen. Das Mobilfunknetz ist nur die Transportschicht, der Wechsel zu einer breitbandigen Anbindung ist jederzeit möglich.

Alle relevanten Daten der angeschlossenen Warnmittel sind in einer zentralen Datei erfasst. Zur sicheren Identifikation erhält jedes Warnmittel einen standardisierten und fortlaufend inkrementellen Namen.

Zur exakten Ortsbestimmung sind alle Warnmittel mit den Geodaten im WKT Format des Installationssortes versehen. Somit ist es möglich jederzeit die Anzahl und die Position der Warnmittel sicher zu bestimmen.

Alle im System hinterlegten Warnmittel sowie der Steuerserver sind in einer Private Provider Cloud zusammengefasst. Jegliche IP-basierte Kommunikation ist auf Geräte innerhalb dieser Private Provider Cloud beschränkt. Ein auf IP basierender Verbindungsaufbau in das öffentliche Internet ist nicht möglich, ebenfalls ist der Zugriff aus dem öffentlichen Internet auf Geräte in der Private Provider Cloud unterbunden. Der Zugriff aus dem öffentlichen Internet auf die Geräte in der Private Provider Cloud ist nur über einen Virtual Private Network (VPN) Tunnel vorgesehen.

Die SIM-Karten-Verwaltung in dieser Cloud erfolgt über ein Web-Portal, welches kostenfrei von einem Provider zur Verfügung gestellt wird. Der Zugang zu diesem Web-Portal ist der KL.digital GmbH vorbehalten.

6.3.2. Verarbeitung von Warnmeldungen

Der VM Steuerserver ist von zentraler Bedeutung für die Verarbeitung der Warnmeldungen. Wie oben beschrieben, kommt ein virtuelles Gastsystem zum Einsatz. Dieser Ansatz bietet die beste Möglichkeit, hochverfügbare Lösungen im Wirkbetrieb umzusetzen und in verschiedenen Entwicklungsständen zu betreiben. Virtuelle Gastsysteme können zwischen aktiven Cluster-Knoten manuell oder automatisiert migriert oder zur weiteren Entwicklung dupliziert werden. Durch die Verwendung von automatisierten und zyklischen Snapshots ist es sehr einfach, auf frühere Versionsstände zurückzugreifen oder vollständige Backups zu erstellen.

Der Server ist in zwei getrennte Sicherheitszonen für den Datentransfer und die Warnmittelsteuerung unterteilt. Die Zonen dienen der Abgrenzung unterschiedlicher Aufgabenebenen. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, dass keine beabsichtigten oder unbeabsichtigten Sicherheitsverletzungen auftreten können. Das Zonenkonzept ist durchgängig auf allen Instanzen, die in der Verantwortung der KL.digital GmbH stehen, implementiert.

6.3.3. Schnittstellenverarbeitung

Die XML-Datei zur Ansteuerung der Warnmittel ist modular und frei erweiterbar aufgebaut. Einleitend ist eine Präambel mit Knoten für Datum, Sender-ID, etc. vorgesehen. Auf die Präambel folgen die Knoten mit typisierten Anweisungen. Alle Anweisungen, wie die Reihenfolge der Signale, Warntexte, Wiederholungen und Pausen, werden innerhalb der Knoten der XML-Datei kodiert. Das Warnmittel liest die XML-Datei ein und führt sequenziell alle kodierten Anweisungen aus. Es werden nur die Knoten ausgelesen, die für das jeweilige Warnmittel relevant sind und verarbeitet werden können. In den Warnmitteln ist keine Auswertelogik vorgesehen, sie sind rein interpretierend und ausführend konzipiert. Mit dieser Maßnahme ist sichergestellt, dass künftige Anforderungen integriert werden können, ohne bestehende Funktionalitäten zu tangieren. Sollte ein Warnmittel über einen Sprachsynthesizer verfügen, so können auch Frei- oder Standardtexte in den Knoten eingefügt und ausgegeben werden.

In der Pilotphase werden in dem Knoten neben dem Wert der ID nur die Attribute für die Lautstärke und Pause verarbeitet. Die Attribute für die Dauer eines Signals oder eine Zeitverzögerung sind für eine spätere Verwendung vorgesehen.

Die Ansteuerung der potenzialfreien Kontakte für Smart-Cities-Anwendungen ist möglich. Sie können entweder automatisch je Warnstufe oder manuell über das optionale Web-Frontend ausgelöst werden. Im Pilotprojekt ist kein konkreter Anwendungsfall definiert. Diese sind im Wirkbetrieb und bei Bedarf mit der Kommune und der BOS abzustimmen.

6.4. Prozessablauf

Die Verarbeitung der CAP-Dateien ist in Teilprozesse gegliedert. Dies eröffnet mehrere Möglichkeiten zur Prozesskontrolle und Prozesssteuerung. Im Einzelnen sind das:

- Umschaltung zwischen manueller und automatisierter Verarbeitung von CAP-Dateien
- Kontrolle essenzieller Schritte bei der Verarbeitung von CAP-Dateien
- Nutzung von betriebssystemspezifischen Routinen zur atomaren Erkennung von Dateiänderungen im upload Verzeichnis
- Selektive Ausführung von Teilprozessen

Zur Sicherstellung einer homogenen Arbeitsumgebung sind alle global benutzen Variablen und Funktionen in Konfigurationsdateien ausgelagert. Auf hartkodierte Pfade innerhalb der Programme wird gänzlich verzichtet. Die Arbeitsumgebung ist somit voll parametrisierbar und kann sehr leicht auf sich ändernde Bedürfnisse angepasst werden.

6.4.1. Automatisierte Verarbeitung von CAP-Dateien

Für den initialen Prozess zur automatisierten Verarbeitung von CAP-Dateien ist ein im Betriebssystem integrierter Dienst vorhanden. Dieser Prozess wird von dem Betriebssystem verwaltet und stellt sicher, dass auch nach unvorhergesehen Laufzeitfehlern, wie z. B. einem eventuellen Programmabsturz, der Dienst automatisiert neu gestartet wird. Somit ist sichergestellt, dass der Wirkbetrieb jederzeit garantiert werden kann. Der Dienst steht prinzipiell jedem Benutzer des Servers zur Verfügung. Für den Benutzer zur Prozesssteuerung ist ein Diensteintrag angelegt, welcher dazu führt, dass das Upload-Verzeichnis kontinuierlich (atomar) überwacht wird. Sollte eine Datei in dem Verzeichnis angelegt werden, in das Verzeichnis verschoben werden oder eine Änderung an einer Datei erfolgen, wird sofort ein Prozess ausgeführt, der die weitere Verarbeitung der detektierten Datei übernimmt.

6.4.2. Das Hauptprogramm

Das Hauptprogramm verfügt über mehrere Laufzeitmodi. Diese werden beim Aufruf des Programmes festgelegt. Wird das Programm ohne Parameter gestartet, erfolgt die Ausgabe eines Hilfetextes mit allen zur Verfügung stehenden Optionen. Das Hauptprogramm kann nun für die gewünschte Aufgabe mit den entsprechenden Parametern ausgeführt werden. So ist es möglich, eine reine Initialisierung durchzuführen, einen Funktionscheck der Warnmittel zu initiieren oder die Verarbeitung einer CAP Datei zu Analyse Zwecken zu speichern und die Auslieferung an die Warnmittel zu unterbinden. Das Skript wird im Regelfall automatisiert aus dem zuvor beschriebenen Dienst heraus gestartet, wobei die CAP Eingangsdatei dem MoWaS Standard entsprechen muss.

Während der Laufzeit des Programms werden eine Reihe von Überprüfungen durchgeführt, die sicherstellen, dass

- die CAP Datei vollständig und valide ist,
- die auslösende Leitstelle zum Absetzen der Warnung legitimiert ist,
- die Geodaten für das zu warnende Gebiet korrekt sind,
- sich Warnmittel in dem zu warnenden Gebiet befinden, und
- alle temporären und statischen Daten generiert werden können.

Das Hauptprogramm steuert nicht selbst die einzelnen Warnmittel an. Es generiert ein Set an individuellen Skripts, welche in einem Arbeitsverzeichnis abgelegt werden. Da jede Warnmeldung individuell ist, wird auch für jeden Prozessdurchlauf ein eigenes Arbeitsverzeichnis mit individuellen Skripts angelegt. In jedem Arbeitsverzeichnis befindet sich

- ein geteilter Schlüssel zum Aufbau der SFTP Verbindung zu den Warnmitteln,
- das Master-Skript zur parallelen Ausführung der Warnmittelansteuerungen,
- die Sub-Skripts zur Übertragung der XML-Datei an die einzelnen Warnmittel, und
- eine XML-Datei, um die standardisierte Schnittstelle auf den Warnmitteln anzusprechen.

Für die Steuerung der parallelen Übertragung der XML-Datei zu den Warnmitteln wird ein Master-Skript erstellt. Es wird direkt nach der automatisierten Generierung ausgeführt und ist somit von zentraler Bedeutung für die automatisierte oder manuelle Prozesssteuerung. In diesem Master-Skript wird der Aufbau des VPN Tunnel in die Private Provider Cloud initiiert und parallel, für jedes Warnmittel, das zugehörige Sub-Skript ausgeführt. Im Rahmen des Pilotprojekts wird nur der primäre Pfad zur Übermittlung der Warnmeldung angesprochen.

Die Auslieferung der XML-Datei über den sekundären Backup-Pfad erfolgt standardmäßig, wird auf dem wahead Steuerserver jedoch nicht weiter abgearbeitet.

Das Hauptprogramm sowie die individuellen Skripts beschreiben eine Log-Datei, in der alle wesentlichen Arbeitsschritte festgehalten werden. Diese Log-Datei wird nach Beendigung der Übertragung an einen administrativen Kontakt bei der KL.digital GmbH gesendet. Sollten bei der automatisierten Übertragung der Warnmeldung Fehler aufgetreten sein, kann direkt manuell eingegriffen werden.

Zur Analyse werden alle original CAP Dateien, die generierten XML-Dateien sowie alle Skripts und Arbeitsverzeichnisse zyklisch archiviert.

6.4.3. Konfigurationsdateien

Das Design der Systemlandschaft und der Software unterliegt der Prämisse möglichst variabel auf neue Anforderungen bei minimalem Aufwand reagieren zu können. Zu diesem Zweck sind verschiedene Konfigurationsdateien angelegt. Alle Konfigurationsdateien haben einen standardisierten Aufbau und befinden sich in einem speziellen Verzeichnis.

Alle Konfigurationsdateien haben .dat als Extension und sind wie folgt aufgebaut:

- Titel und aktuelle Version der Datei
- eine Zeile mit dem Autor der Datei
- eine Beschreibung der Listenelemente mit Abkürzungen und Wertebereiche
- ein Abschnitt mit weiterführenden Informationen und externen Quellen
- die Kopfzeile der Liste mit den definierten Abkürzungen
- die Tabelle mit den Listenelementen

Spezifische Konfigurationsdateien sind für funktionale Auswertung der MoWaS CAP-Datei sowie für die Generierung der standardisierten XML-Datei und Push-Skripte zwingend erforderlich.

Die Konfigurationsdateien haben unterschiedliche Funktionen. So gibt es neben Vorlagen zur Generierung von Skripts auch Dateien mit rein beschreibender Funktion und Dateien mit Logiktabellen. Folgenden Funktionen lassen sich identifizieren:

- Templates zur Generierung der Skripts zur parallelen Ansteuerung der Warnmittel
- sprachspezifische Code-Tabellen für die Ansteuer- und Laufzeitmodi der Ereignisse, Handlungsempfehlungen und Einleitungstexte
- Ländercodes der Sprachen, welche bei den Warnmitteln ausgegeben werden sollen. Für jeden Ländercode müssen die entsprechenden Dateien (eventcode, instructioncode, introductioncode) mit den sprachspezifischen Codetabellen existieren
- Konfigurationen zu der Warnstufe und den entsprechenden Wiederholungen der Ausgabe am Warnmittel

- eine Datei mit dem Code der Sirensignale. Diese Datei ist nicht für die Laufzeit relevant und hat nur beschreibenden Charakter
- die Konfigurationen für die potentialfreien Ausgänge an den Warnmitteln im Ruhezustand
- die Kennung der Leitstellen, welche für die Auslösung der Warnmittel zugelassen sind
- die Geodaten der aktiven Warnmittel und des wahead Steuerservers
- die Spezifikation für die Antwortdatei nach einer Statusanforderung an ein Warnmittel
- die Spezifikation der XML-Datei, welche an die Warnmittel ausgeliefert wird

6.5. Ergebnisse

Das Projekt lässt sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten und bewerten. An dieser Stelle fließen ausschließlich technische Erkenntnisse ein und werden völlig losgelöst von rechtlichen Sachzwängen und ideologischen Überzeugungen dargelegt. Sie sollen helfen, Raum für neue Ideen zu schaffen, um moderne Denkansätze in zukunftsweisende Lösungen umzusetzen.

In einer technischen Betrachtung sollten immer reproduzierbare Ergebnisse und effiziente Lösungen im Vordergrund stehen.

6.5.1. Erkenntnisse zum Systemaufbau

Wie bereits beschrieben, ist der Aufbau des Gesamtsystems skalierbar und nicht an proprietäre Soft- oder Hardware gebunden. Es ist zu betonen, dass das Gesamtsystem skalierbar und sich auf die Anzahl der Warnmittel sowie auf die Größe des Warnbereichs bezieht.

Durch die Auswahl lizenzkostenfreier Produkte kann sehr kostengünstig eine breite Infrastruktur mit vielen Warnmitteln sicher für zukünftige Anforderungen betrieben werden. Der Einsatz von IP als einziges Übertragungsprotokoll ermöglicht es multimediale Komponenten einzusetzen. Das Protokoll muss dafür nicht geändert, oder für eigene Zwecke erweitern werden. Dabei spielt es initial keine Rolle, ob ein kabelgebundenes oder mobiles Warnmittel adressiert wird.

Mit den innerhalb des IP-Protokolls leicht realisierbaren Sicherheitsmechanismen lassen sich sehr einfach beliebige Netzstrukturen abbilden. Innerhalb des Projektes kommt noch IPv4 zum Einsatz. Durch die Verwendung von IPv6 lassen sich darüber hinaus fast unbegrenzt viele Endgeräte sicher adressieren. IPv6 wird zukünftig das führende Protokoll in der Datenübertragung sein und ist auf allen kabelgebundenen und kabellosen Medien verfügbar. Zur Implementierung der Ansteuerung von Warnmitteln in 5G Netze ist die Verwendung von IPv6 zwingend erforderlich.

In dem Projekt wurde gezeigt, dass die Lokalisierung sowie die Überprüfung der Verfügbarkeit der Warnmittel sehr einfach umgesetzt werden kann. Im Gegensatz zu traditionellen Sirengeräten als Warnmittel, kann durch das aktive Monitoring jederzeit eine verlässliche Aussage getroffen werden, wie der Zustand der Warnmittel ist und ob diese aktiv eingesetzt werden können. Man unterscheidet dabei zwischen permanenter Überwachung, welche nur die Erreichbarkeit des Warnmittels anzeigt, und der zyklischen Überprüfung, welche den vollen Funktionsumfang des Warnmittels überprüft. Dazu muss kein akustischer Alarm ausgelöst werden; die Überprüfung erfolgt durch die Übermittlung einer XML-Datei mit einem Lautstärke-Pegel von 0 %. Im Anschluss wird der Status des Warnmittels erfasst und kann entsprechend ausgewertet werden. Die Auslösung sowie die Auswertung lassen sich leicht automatisieren.

Durch die Sicherung und Archivierung der Auslöseskripts, der CAP Dateien sowie der XML-Dateien zur Steuerung lassen sich im Nachgang zu jeder Warnmeldung, z. B. Warnung und Entwarnung, Analysen zu dem Verhalten der Warnmittel-Infrastruktur erstellen.

6.5.2. Empfehlungen

Die hier verwendeten Warnmittel wurden eigens für das Projekt entwickelt und sind als Vorseriengeräte zu bezeichnen. Besonders hervorzuheben ist, dass in dem Projekt modifizierte Standard-Sirenen zum Einsatz gebracht wurden. Diese sind üblicherweise zur Übertragung von geringen Frequenzspektren ausgelegt. Für den Einsatz in der Fläche und zur Ausgabe von Sprache könnten Druckkammersysteme mit einem breiten Frequenzspektrum und einer leichteren Bauweise besser geeignet sein. Dies sollte evaluiert werden.

Es hat sich gezeigt, dass der Mobilfunkempfang Schwankungen unterworfen sein kann. Dies liegt zum einen an der Auslastung der jeweiligen Zelle und zum anderen an den sich über den Tag hinweg ändernden atmosphärischen Bedingungen. Es ist daher zu empfehlen, vor der finalen Montage der Warnmittel an einem Aufstellort die Feldstärke zu messen und zu protokollieren. An den Warnmitteln sollte eine Signalisierung in Form von z. B. einer LED zu sehen sein, welche die Empfangsqualität anzeigt.

Sirenen im Allgemeinen sind als Warnmittel typischerweise sehr unzugänglich angebracht. Bei Groß-Sirenen oder großen Lautsprecherinstallationen ist die Anzahl der Geräte sehr gering. Dies macht es einfach, einen Wartungsplan umzusetzen und sich ein- bis zweimal pro Jahr Zugang zu den Geräten zu verschaffen. Bei dem stationären Einsatz einer größeren Anzahl an akustischen Warnmitteln ist ein Wartungsplan weitaus schwieriger umzusetzen. Jedes Gerät muss einzeln angefahren und evtl. demonstriert und wieder montiert werden. Die Grundfunktion muss daher über einen kodierten Schalter erfolgen. Dieser führt einen Neustart bei der Sirene durch. Bei einem Neustart werden alle Funktionen der Sirene überprüft und die Betriebsfähigkeit durch ein kurzes akustisches Signal sowie **durch** LEDs signalisiert.

Die sichere Übertragung in IoT-Netze mit GSM-IoT-Datenkarten ist aufgrund der geringen Bandbreite sehr zeitintensiv. Die Übertragung einer Warnmeldung vom Empfang bei einem Warnmultiplikator bis zur Auslösung auf der Sirene beträgt ca. 15 – 18 Sekunden. Empfehlenswert wäre sicherlich der Einsatz von LTE oder 5G SIM-Karten, da sich hier die Signallaufzeit deutlich reduziert (2 – 4 Sekunden). Hier sind jedoch die laufenden Kosten im Auge zu behalten.

Da die Kommune bzw. die Leitstelle der Feuerwehr aktiv Warnungen und Alarmierungen absetzt, wäre aus Sicht der KL.digital GmbH zu überprüfen, ob die Funktion des Warnmultiplikators nicht von der städtischen IT der Kommune übernommen werden könnte. Bei einer wie in Kaiserslautern etablierten und vernetzten Warnstruktur ist die zuständige Feuerwehr als eigenständiges Referat in die Stadt integriert und würde die Anzahl der Schnittstellen und die damit einhergehenden Fehlerquellen reduzieren.

Es könnten somit sehr einfach und effektiv die unterschiedlichen Referate, wie Tiefbau, Hochbau, Organisation etc. eingebunden werden. Darüber hinaus wäre ein klarer Meldeweg definiert und etwaige Störungen wären einfacher zu identifizieren.

7. Evaluation

7.1. Evaluationsinhalt

Warnmittel und Warnungen sind erfolgreich und effektiv, wenn diese durch die Bevölkerung empfangen und verstanden werden können, sie entsprechend interpretiert und auf sie reagiert werden kann. Die Evaluation des Pilotprojektes „Warnung über Smarte Laternen“ war essentiell für dieses Vorhaben und sollte wissenschaftlich fundiert durchgeführt werden. Die Einbindung modifizierter Sirenenhörer als Warnmittel kann durch die Bewertung der Warneffektivität und deren Wirksamkeit bestimmt werden. Dazu war eine wissenschaftliche Begleitung notwendig, die sowohl den sozialwissenschaftlichen als auch den technisch-wissenschaftlichen Aspekt betrachtet.

Beide Aspekte wurden von unterschiedlichen Expertinnen und Experten auf Ihrem jeweiligen Fachgebiet in drei Stufen eruiert.

Stufe I beinhaltete die Erstellung eines Designkonzeptes. In beiden Designkonzepten erfolgte eine Beschreibung, welche Anforderungen der jeweiligen Evaluation vorausgehen, welche Kriterien im Rahmen der Evaluation überprüft werden und wie die Durchführung der Evaluation erfolgt. Hierfür erfolgte die Festlegung der Untersuchungsschwerpunkte sowie die Erarbeitung von konkreten Teilfragestellungen, Messverfahren und möglichen Methoden.

Stufe II beinhaltete die Konkretisierung der Designkonzepte. Dabei flossen die Erkenntnisse aus dem Designkonzept in das jeweilige Evaluationskonzept mit ein, um sicher zu stellen, dass Herausforderungen sowie Vor- und Nachteile von Standorten und Untersuchungsmethoden adäquat adressiert werden. Ferner diente diese Stufe der Vorbereitung für die Umsetzung des Pilotprojektes und einer Schnittstellenabgrenzung zwischen den beiden Evaluationsarten.

Stufe III beinhaltete neben der Datenerhebung und der Auswertung das Erstellen der Evaluationsberichte. Für die Umsetzung dieser Stufe lag der Schwerpunkt des Evaluationsgegenstandes auf Warnmeldungen, die als „Probemeldungen“ evaluiert wurden. Die Probemeldungen setzten sich, wie in Kapitel 4 beschrieben, aus einem einleitenden Sirenensignal und einer darauffolgenden Durchsage mit einem standardisierten Inhalt zusammen.

Die sozialwissenschaftliche Evaluation soll vor allem die Bevölkerung als Adressatin der Warnung in den Mittelpunkt stellen. Um sozialwissenschaftliche Fragen zu beantworten, lag der Untersuchungsschwerpunkt auf der Wahrnehmung und dem Verstehen von Warnungen. Die Beantwortung der technisch-wissenschaftlichen Fragen hing von den technischen Fähigkeiten der Warntechnik ab, wie z. B. der Art des Sirenensignals, der Reichweite des Schalls sowie von weiteren Einflussfaktoren wie Dämpfungen durch Gebäude oder Bäume. Damit soll den unterschiedlichen, sich jedoch ergänzenden Ausprägungen der Warneffektivität bei akustischen Warnungen als solche Rechnung getragen werden.

Die für die Evaluation gewählten drei Standorte waren zwei Plätze (Rathausvorplatz und St. Martins-Platz) sowie eine Einkaufsstraße (Fackelstraße). Der Rathausvorplatz liegt auf einer Anhöhe oberhalb des darunterliegenden Busbahnhofs. Zwischen dem Platz und der Straße besteht eine Begrünung aus Bäumen und Sträuchern. Bei den ersten Probemeldungen wurde die Lautstärke nicht auf 100 % gesetzt, sondern zum Erproben auf 50 % bis 75 %.

An den einzelnen Standorten erfolgten jeweils vier Auslösungen. Die ersten drei Auslösungen waren Probemeldungen mit den auslösenden Stellen BBK, der Feuerwehr Kaiserslautern und dem Land Rheinland-Pfalz. Die vierte Auslösung war jeweils die Entwarnung in der Reihenfolge BBK für den

ersten Standort, die Feuerwehr Kaiserslautern für den zweiten Standort und dem Land Rheinland-Pfalz für den dritten Standort. Der Ablauf ist in Abbildung 5 dargestellt.

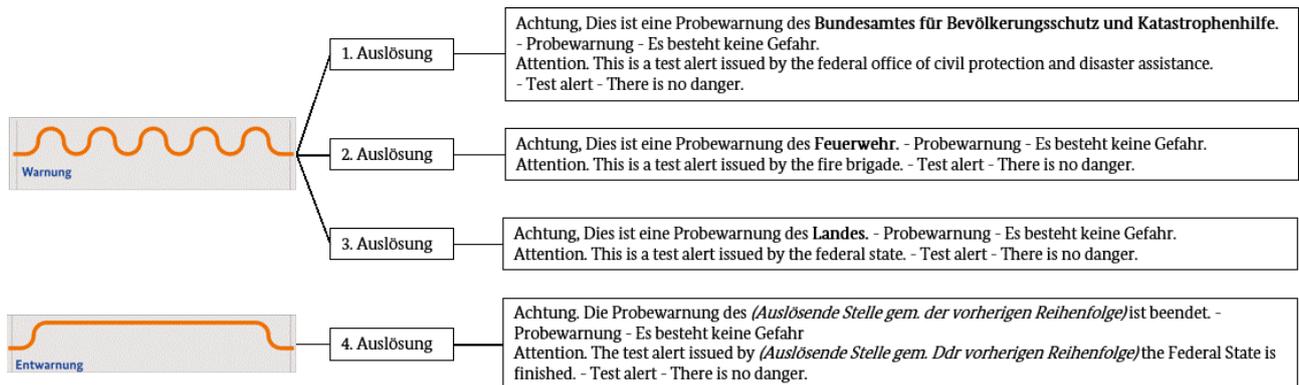


Abbildung 5: Auslösungen der Probemeldungen

Quelle: Eigene Darstellung.

7.2. Sozialwissenschaftlicher Aspekt

Mit der Durchführung der sozialwissenschaftlichen Evaluation war das Team HF-Human Factors Forschung Beratung Training in Ludwigsburg unter der Leitung von Dr. Gesine Hofinger beauftragt. Ein Arbeitsschwerpunkt ist u. a. die Konzeption und Evaluation von Übungen und Feldversuchen sowie qualitative Forschungsmethoden im Bevölkerungsschutz und Krisenmanagement. Die vollständige Erarbeitung der Evaluation ist in dem gesonderten Bericht 2 von 3 des Pilotprojektes zur Warnung über Smarte Laternen – Sozialwissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen enthalten.

Die Evaluation bezieht sich auf den Ablauf nach Verbreitung der Warnung. Der Ablauf besteht aus den Komponenten Verstehen, Bewerten, Abwägen, Entscheiden und Handeln. Dies geschieht dabei nicht linear, sondern iterativ und ist in den letzten Teil der Warnabfolge eingebettet (vgl. Abb. 6).²⁴ Aus den aufgezählten Komponenten folgt die Akzeptanz der Warnung und damit i. d. R. die Unterstützung zur adäquaten Handlung.

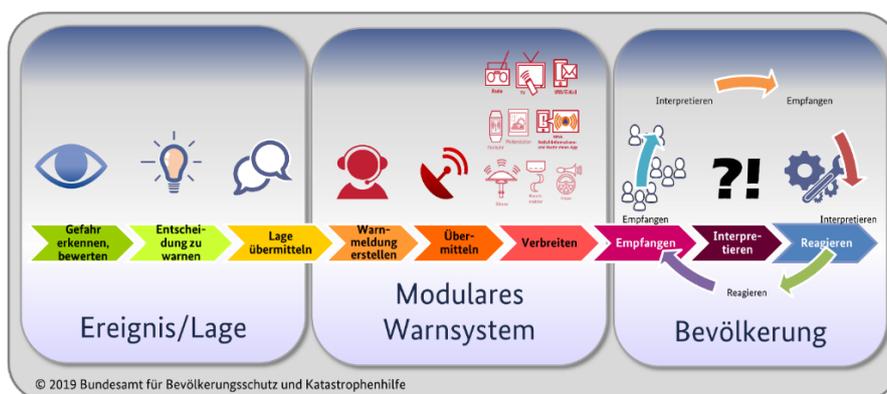


Abbildung 6: Warnkette einer Warnmeldung vom Ereignisfall hin zur Bevölkerung

Quelle: Schopp, Richwin 2019, S. 30.

Ziel der sozialwissenschaftlichen Evaluation war es, zu eruieren, wie sinnvoll akustische Warnmeldungen in Form von Sirensignalen und Sprachdurchsagen, ausgegeben durch an Straßenlaternen ausgestatteten Warntechniken, aus Sicht der Bevölkerung als Warnmittel sind.

²⁴ Vgl. Schopp, Richwin 2019, S. 30.

Wichtige Teilaspekte in der Wahrnehmung sind die Hörbarkeit und die Verständlichkeit. Neben dem Hören und Verstehen des Sirensignals ist die Verständlichkeit der Sprachdurchsage relevant. Damit jedoch eine Warnung wahrgenommen werden kann, muss zunächst Aufmerksamkeit geweckt werden. Diese wird wie hier in diesem Pilotprojekt durch den akustischen Effekt des Sirensignals erzeugt („Weckeffekt“). Der Evaluationsschwerpunkt lag daher auf der Wahrnehmung, dem Verstehen und der Akzeptanz von akustischen Warnungen, die inhaltlich als Sirensignal und Probewarnung gemeinsam ausgegeben wurden.²⁵

Für die Datenerhebung wurde ein speziell für das Pilotprojekt entwickelter Fragebogen eingesetzt. Der Erstellung des Fragebogens ging eine umfassende Analyse von Variablen und Einflussfaktoren voran, beginnend mit den aus der Pre-Testphase gewonnenen Erkenntnissen. Die Themenbereiche des Fragebogens beinhalteten sowohl allgemeine Fragen zur Meldeart (Warnung, Entwarnung) als auch spezifische Fragen zu Wahrnehmung und Verständnis. Hinzu kamen die Bewertung der Probemeldung hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit, die Bewertung der Wichtigkeit von Handlungsempfehlungen und Fragen zur Akzeptanz dieses Warnmittels.²⁶ Die Erhebungsdaten bestanden aus einer Kombination von Befragungen der Passantinnen und Passanten sowie aus Beobachtungsdaten der Interviewerinnen und Interviewer.

7.3. Technisch-wissenschaftlicher Aspekt

Mit der Durchführung der technisch-wissenschaftlichen Evaluation war die Hochschule Kaiserslautern in Kaiserslautern unter der Leitung von Prof. Dr. Ing. Wolfgang Render mit seinem Team beauftragt. Prof. Dr.-Ing. Render ist Dekan des Fachbereichs Bauen und Gestalten in den Lehrgebieten Baubetrieb und Management. Die vollständige Erarbeitung der Evaluation ist in dem gesonderten Bericht 3 von 3 des Pilotprojektes zur Warnung über Smarte Laternen – Technisch-wissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen enthalten.

Ziel der technisch-wissenschaftlichen Evaluation war es, zu eruieren, ob eine auf dem Markt verfügbare Warntechnik und deren Funktionalität durch Anbringung an Straßenlaternen technisch ausreichend für die Ausgabe von akustischen Warnmeldungen ist.

Für die technische Wirksamkeitsevaluierung der Smarten Laternen waren technische und organisatorische Rahmenbedingungen im Hinblick auf die Umsetzung zu berücksichtigen. Diese beinhalteten neben den akustischen Ausgabefunktionen selbst auch die Positionierung der Bestandlaternen. Dem voran ging eine Analyse der Bebauung von Kaiserslautern. Weitere Aspekte wie Beeinträchtigungen durch das Umfeld, verursacht z. B. durch Umgebungslärm und Gebäudedämpfung, können Einfluss auf die technische Wirksamkeit der Warntechniken und Funktionalitäten haben.

Zur Erhöhung der Aussagekraft der technisch-wissenschaftliche Evaluation wurde speziell die Pre-Testphase vorgeschaltet. Hierfür wurde eigens ein Messkonzept erstellt, um Bewertungs- und Messkriterien zur Beantwortung der Fragen des Evaluationsgegenstandes herauszuarbeiten sowie die Verfahrensstruktur und eine Beschreibung des Messverfahrens zu erstellen. Der Schwerpunkt lag dabei in der Datenerhebung von schalltechnischen Messungen für die Schallausbreitung, überwiegend bezogen auf das Signal „Entwarnung“ (Dauerton) und Sprachausgaben.

Unter Zuhilfenahme von bekannten Informationen und Werten hinsichtlich des Bereichs Schallausbreitung und unterschiedlicher Rechenmodelle, erfolgte ein Vergleich der schalltechnischen Messungen und Berechnungen mit den aus den Pre-Tests gewonnen Ergebnissen. Aus dem Vergleich ergaben

²⁵ Vgl. Hofinger 2022, S. 4.

²⁶ Vgl. Hofinger 2022, S. 22 f.

sich Abweichungen, da die standardisierte DIN-Norm für Abstände von mehr als 200 Metern konzipiert wurde. Die Betrachtung der Abstände im Pilotprojekt erfolgte jedoch bis unter 100 Meter, da die Reichweite der EHS auch bis 100 Meter angegeben wird. Die Ergebnisse des Pre-Tests auf dem städtischen Betriebshof lieferten bereits Anhaltspunkte, die bei der Vorauswahl der Standorte von Relevanz waren, z. B. begünstigende Umgebungsverhältnisse und Dämpfungsfaktoren.²⁷

Basierend auf den vorliegenden Messwerten und der Bebauungsanalyse wurden am Evaluationstag stichprobenartig Vergleichsmesswerte der Probemeldungen an den Standorten herangezogen und mit den bisherigen Ergebnissen verglichen.

7.4. Evaluationsergebnisse

Aufgrund der unterschiedlichen Lautstärken von zunächst 50 % und 75 % in der Ausgabe, die zu Beginn am ersten Standort (Rathausvorplatz) eingestellt wurden, verbunden mit den topografischen Umgebungsfaktoren (Anhöhe, Begrünung und Umgebungsgeräusche durch die Straße und den Busbahnhof), wies dieser Standort eine geringe Warneffektivität auf. Der zweite Standort (Fackelstr.) wurde mit einer Lautstärke von 100 % und der dritte Standort (St.-Martins-Platz) mit einer Lautstärkenintensität von 90 % erprobt. Standorte wie an der Fackelstraße und am St.-Martins-Platz waren eher geeignet und wiesen eine höhere Warneffektivität auf.

Nachfolgend sind die wichtigsten sozialwissenschaftlichen Aspekte zusammengefasst. Die detaillierten Einzel- und Gesamtergebnisse sind dem entsprechenden Bericht von Team HF zu entnehmen.

Wahrnehmung	- Über alle Standorte hinweg wurde das Sirensignal bzw. beides (Sirensignal und Durchsage) überwiegend wahrgenommen.
Hörbarkeit	- Die Hörbarkeit des Sirensignals wurde an allen drei Standorten überwiegend als gut bis sehr gut bewertet.
Verständlichkeit Durchsagen	- Die Verständlichkeit variiert in Abhängigkeit von dem jeweiligen Standort, der einzelnen Auslösung, den Personen sowie den Umgebungsvariablen und der Reichweite. - Die Standorte Fackelstraße und der St.-Martins-Platz weisen eine höhere Verständlichkeit der Sprachdurchsage auf als erhöht gelegene und mit vorgelagerter Begrünung versehene Standorte wie der Rathausvorplatz.
Bewertung der Verständlichkeit der Probemeldung	- Überwiegend gut bis sehr gut, wenn sie gehört wurde
Vertrauenswürdigkeit	- Überwiegend vertrauenswürdig bis sehr vertrauenswürdig.
Wichtigkeit von Handlungsempfehlungen	- Konkrete Handlungsempfehlungen sind überwiegend sehr wichtig
Wunschorte für Smarte Laternen	- Dort, wo viele Menschen sich aufhalten - Weniger in kleinen Ortschaften / Wohngebieten
Anmerkungen	- Mehr Aufklärung und Vorabinformation zu Warnungen - Warnung über Sirenen mit Sprachdurchsage gut und wichtig - Warnmeldungen über Sirenen (auch mit Sprachdurchsage) nur bei absoluten Notfällen und Katastrophen

Tabelle 4: Ergebnisübersicht sozialwissenschaftliche Aspekte

Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus Hofinger 2022, S. 31 – 54.

²⁷ Vgl. Render 2022, S. 36 – 85.

Als Gesamtergebnis im Hinblick auf die Akzeptanz dieses Warnmittels ergab die sozialwissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen über Smarte Laternen, dass es die Befragten überwiegend gut bis sehr gut finden würden:

- über Sirenen gewarnt zu werden,
- wenn die Sirenen an Laternen angebracht würden und
- wenn eine Sprachdurchsage zusätzlich zum Sirenensignal bei Warnmeldungen ausgegeben wird.²⁸

Die technischen Aspekte waren weitaus komplexer, zumal bisher keine praxisrelevanten Werte mit Sprachdurchsagen mittels Sirenenhörner vorliegen.

Nachfolgend sind die wichtigsten technisch-wissenschaftlichen Aspekte zusammengefasst. Die detaillierten Einzel- und Gesamtergebnisse sind dem entsprechenden Bericht der Hochschule Kaiserslautern zu entnehmen.

Reichweite	<ul style="list-style-type: none"> - Sirenensignal des Dauertons der EHS mehr als 90 Meter - Ohne vorgelagerte Begrünung, Erhöhung und hohen Grundgeräuschpegel für Sprachdurchsagen weniger als 90 Meter, teilweise auch in den Seitenstraßen noch gut hörbar und verständlich
Negative Anordnung eines Standortes	<ul style="list-style-type: none"> - Überhöhte Anordnung wie am Standort 1 - Vorgelagerte Begrünung wie am Standort 1 - Hohe Grundgeräuschpegel oder durch Umgebungslärm wie unterhalb des Standortes 1
Positive Anordnung von Bebauung	<ul style="list-style-type: none"> - Freie Plätze wie am Standort 1 nach hinten hinaus oder Standort 3 - Trichterform, Verengung oder Blockbebauung wie an den Standorten 2 und 3
Eignung und Einsatzzweck kleines Sirenenhorn	<ul style="list-style-type: none"> - Für Beschallungen kleinräumiger Bereich wie z. B. Straßenzüge oder Plätze - geeignet besonders in Stadtkernen - für standardisierte Warnmeldungen geeignet

Tabelle 5: Ergebnisübersicht technisch-wissenschaftliche Aspekte

Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus Render 2022, S. 89 – 97.

Die Reichweite einer Sprachausgabe liegt mit ca. 75 % unter der Reichweite eines Sirenensignals bei einem normalen Geräuschpegel. Weiterhin besteht eine Abhängigkeit von topografischen Umgebungs- und anderen Dämpfungsfaktoren.

Aus technisch-wissenschaftlicher Sicht weisen die Ergebnisse zwar eine grundsätzliche Eignung für die Nutzung eines solchen Warnmittels auf, jedoch sollten u. a. folgende Punkte beachtet werden:

- eine vorherige Analyse eines Standortes ist zu empfehlen
- eine Datenerhebung vor Ort mit simulierten Auslösungen wäre ebenfalls zu empfehlen
- Sprachdurchsagen – u. a. aufgrund der unterschiedlichen Frequenzschwankungen in der Sprache – haben eine geringere Reichweite als das Sirenensignal „Entwarnung (Dauerton).²⁹

²⁸ Vgl. Hofinger 2022, S. 55 – 60.

²⁹ Vgl. Render 2022, S. 100.

8. Erkenntnisse und Empfehlungen

Die für das Pilotprojekt aufgebaute Systemarchitektur mit den dazugehörigen Spezifikationen weist eine einfache Verarbeitung einer MoWaS-Warmmeldung und die schnelle Ansteuerung der Warngeräte mittels XML auf. Durch flexible Parametereinstellungen sind Ausgaben von einzelnen Elementen, entnommen aus der MoWaS-Meldung, möglich und auch in ihrer Reihenfolge frei kalibrierbar. Unabhängig von einem technischen Übertragungs- und Verarbeitungsweg konnten einige künftig in der Praxis anwendbare Ergebnisse für akustische Warmmeldungen generiert werden.

Die verwendeten Geräte wurden als Einzelgeräte erprobt und nicht in Form einer Reihenschaltung. Der Einsatz akustischer Warmmeldungen mit einem solchen Warnmittel und dem wie in diesem Pilotprojekt entwickelten Übertragungsweg sollte stets unter Abwägung der funktionalen, wirtschaftlichen und technischen Aspekte erfolgen. Der Grund dafür ist, dass eine Reihenschaltung besondere technische und komplexe Herausforderungen mit sich bringt.³⁰ Sowohl bei Signalen als auch bei einer Sprachdurchsage würde ein Zeitverzug von ein bis zwei Sekunden zwischen den Geräten auftreten. Sollte der Einsatz mehrerer in Reihe geschalteter Geräte gewünscht sein, bedarf es in Zukunft einer exakten Ermittlung des Zeitverzugs durch einen Zeitstempel, um eine nahezu lückenlose Synchronisierung zu erhalten. Hierbei müsste hinterfragt werden, ob ein entsprechender minimaler Zeitverzug bei einem größeren Realereignis für die Bevölkerungswarnung hinderlich wäre.

Die Ergebnisse liefern ferner Hinweise u. a. auch für nicht erprobte typisierte Standorttypen, welche weniger geeignet wären für einen Einsatz dieses Warnmittels. Als Beispiele lassen sich hier nennen: Standorttyp 3: Blockbebauung mit max. dreigeschossig, aneinandergereihten Häusern, Standorttyp 7: Hochhäuser oder der Standorttyp 8: Talgebiete mit Baumreihen oder allgemein mit Baumreihen. Hierdurch lassen sich die in Kaiserslautern zehn identifizierten und typisierten Standorte weiter eingrenzen.

Optimierungspotenzial besteht in der Verständlichkeit von Sprachausgaben, da diese stark abhängig von räumlichen Gegebenheiten sind. Die Nutzung von Sprachausgaben bei Sirenen sollten sich auf die wichtigsten Gefahren mit den dringendsten Handlungsempfehlungen beschränken, um eine Gewöhnung zu vermeiden. Um bei der Bevölkerung auch einen entsprechenden Handlungseffekt zu bewirken, bedarf es einer Wissensvermittlung über dieses Warnmittel, etwa durch Informationskampagnen und klare Empfehlungen.³¹

Was Inhalt und Umfang der Informationen in einer Meldung angeht, und somit das Verstehen so einer Meldung durch die Bevölkerung, könnten die Einleitungstexte ab einer bestimmten Menge von Handlungsempfehlungen bei einem Realereignis zu lang sein. Aktuell ist das Warnmittel technisch in der Lage, „zu viele“ Handlungsempfehlungen wiederzugeben. Die derzeitige Modifizierung dieses Warnmittels erlaubt eine Ausgabe aller vom Disponenten in MoWaS ausgewählten Handlungsempfehlungen. Inhaltlich umfängliche oder auch eine hohe Anzahl von Handlungsempfehlungen bewirken eine geringere Effektivität im inhaltlichen Verständnis bei akustischen Warnmitteln. Zu wenige Informationen können im Umkehrschluss aber auch zu Missverständnissen bei einem nicht ausreichend vorhandenem Wissen über ein Warnmittel führen. Bei einer zielgenauen Ansprache der Bevölkerung sollte auch die Formulierung von Warmmeldungen für die akustische Ausgabe bedacht werden.³² Hierbei sind kurze und prägnante Warninhalte ebenso wichtig wie die entsprechenden Bezeichnungen der auslösenden Stellen, dem Herausgeber einer Warmmeldung. Die Warninhalte sollten von der

³⁰ Vgl. Render 2022, S. 100.

³¹ Vgl. Hofinger 2022, S. 60 f.

³² Vgl. Geenen 2009, S. 79 - 90.

Bevölkerung schnell verstanden werden können. Komplexe, sehr lange oder unbekannte Bezeichnungen von Warnzuständigen sollten vermieden werden. Einfache und der Bevölkerung bekannte Herausgeberbezeichnungen fördern die Glaubwürdigkeit und das Vertrauen in eine Warnmeldung. Eine einfache und kurze Herausgeberbezeichnung in der Einleitung einer Sprachdurchsage mit Sirenen – hier z. B. Feuerwehr – wird von der Integrierten Regionalleitstelle Dresden verwendet anstatt der vollständigen Langbezeichnung der Organisationseinheit.³³

Um die Bevölkerung auch im Wirkbetrieb an die Signale, auch in Verbindung mit einer Sprachausgabe, zu gewöhnen, sollten regelmäßige Informationen und Sirenentests erfolgen. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass eine Ausgabe von Warnmeldungen in allen drei Warnstufen ab einem gewissen Punkt eine zu hohe Gewöhnung bewirken könnte. Im Wirkbetrieb sollte daher eine „Überwarnung“, gerade bei der Herausgabe von akustischen Warnmeldungen über ein derartiges Warnmittel, vermieden werden, damit der gewünschte Handlungseffekt beim Empfänger eintritt. Eine primäre Nutzung mit dem Schwerpunkt auf die wichtigsten Gefahrenereignisse ist zu empfehlen.

Der Dauerton – die „Entwarnung“ – der EHS, welcher eine stetige hohe Frequenzschwankung aufweist, ist gemäß Herstellerangaben bei einem normalen Geräuschpegel über 90 Meter gut zu hören. Im Hinblick auf die Reichweite von Sprachdurchsagen hängen diese u. a. auch von der Tonqualität ab. Bei den auf den Geräten implementierten Sprachdateien handelt es sich um ein wav.-Dateiformat, welches Audio-Rohdaten aufweist. Die Qualität der Originalaufnahmen wird hier beibehalten. Anders ist es bei einem komprimierten Audio-Dateityp, bei dem die Qualität, je nach Größe der Datei, beeinträchtigt ist.³⁴

Zum Teil lassen sich die Ergebnisse dieses Pilotprojektes auf andere Warntechniken und Warnmittel übertragen, für die eine Übermittlung von Informationen und deren Informationsgehalt von zentraler Bedeutung ist. Eine kurze und klare Herausgeberbezeichnung sowie eine begrenzte Anzahl an wichtigsten, standardisierten Handlungsempfehlungen für Realereignisse wären auch bei einer akustischen Ausgabe von anderen Warnmitteln zu empfehlen. Dies könnten im Außenbereich eingesetzte andere Warnmittel z. B. Lautsprecheranlagen auf Industriegeländen und an Haltestellen oder im Innenbereich befindliche Warnmittel mit begrenzten Ausgabefunktionen sein. Gleichmaßen könnten die Ergebnisse des Pilotprojektes auf visuell begrenzte Warnmittel, die keine Freitexte ausgeben können, angewendet werden.

Die Verwendung einheitlicher und standardisierter Inhalte, herausgegeben über MoWaS, kann dazu beitragen, Synergieeffekte bei Warnmitteln zu bewirken, die ähnliche Ausgabefunktionen aufweisen.

³³ Vgl. Reuther, R. 2009.

³⁴ Vgl. Schmidt, C. 2019.

9. Fazit

In diesem Pilotprojekt wurde erprobt, wie an Straßenlaternen angebrachte Warnmittel bei einer Gefahr Sirensignale und Durchsagen senden – und wie diese wahrgenommen werden. Unmittelbar nach dem Sirensignal wurde eine Handlungsempfehlung, jeweils in deutscher und in englischer Sprache, ausgegeben. Um im Falle einer Warnmeldung Informationen schneller mitteilen zu können, wurden die Signale zur Erzeugung akustischer Aufmerksamkeit verkürzt.

Ein Ziel im Bevölkerungsschutz ist es, einen Großteil der Bevölkerung bei Schadenslagen zu warnen und mit Informationen zu versorgen – und dies möglichst ohne eigenes Zutun der Bevölkerung. Trotz der fortgeschrittenen technischen Lösungsansätze lassen sich Warnlücken nicht vollständig schließen. Herausgeber von Warnungen haben kaum Erkenntnisse darüber, wie Inhalte von Warnmeldungen tatsächlich bei Bürgerinnen und Bürgern ankommen und ob diese Informationen in adäquate Handlungen umgesetzt werden. Umso wichtiger ist es in akuten Gefahrensituationen, dass Warninhalte – akustisch oder visuell – auf das Wesentliche reduziert sind und die Bevölkerung dennoch in die Lage versetzt wird, Meldungen schnell zuzuordnen, zu interpretieren und entsprechend zu handeln.³⁵ Neben dem schnellen Erzeugen von Aufmerksamkeit mittels eines akustischen Warntons bedarf es einer kurzen aber angemessenen Länge der Sprachausgabe, um in der kurzen Zeit der eigentlichen Ausgabe den Warninhalt zu verstehen. Dies gilt es auch bei der Verwendung von mehrsprachigen Durchsagen zu beachten.

Standardsprachkonserven in Anlehnung an die MoWaS Elemente könnten mit zielgerichteten und einheitlich genutzten Warnmeldungen Synergieeffekte bei Warnmitteln erzeugen, welche ähnliche Ausgabebeschränkungen aufweisen. Dies gilt gleichermaßen für Beschränkungen bei akustischen oder visuellen Ausgaben.

Dass die Smarten Laternen mit Sirensignalen und Sprachdurchsagen Töne mit hoher Lautstärke ausenden, liegt in der Natur ihrer Funktionen begründet. So soll ein Sirensignal grundsätzlich alarmieren und einen Weckeffekt ausüben, aber auch über eine Sprachdurchsage wichtige Informationen verbreiten. Dies, um Bürgerinnen und Bürger auf eine sich anbahnende oder bereits akute Gefahr aufmerksam zu machen und ihnen die Möglichkeit zu geben, sich davor zu schützen. Gleichermaßen ist es wichtig, dass die Bevölkerung als Empfängerin der Warnung über grundlegendes Wissen bezüglich der Warnung verfügt und auch die Bedeutung der Sirensignale kennt. Mit diesem Wissen können Bürgerinnen und Bürger besonnen auf eine Warnung reagieren und wissen sich im Ernstfall eigenständig zu schützen. Der Informationsbedarf in Bezug auf unterschiedliche Warnmittel und deren Ausgabefunktionen ist in der Bevölkerung noch nicht vollumfänglich gedeckt. Das betrifft auch neu einzuführende Warnmittel. Intensive Informationsmaßnahmen würden ein besseres Verständnis in der Bevölkerung unterstützen.

Die Ausstattung von Bestandlaternen mit akustischen Warnfunktionalitäten erlaubt es, die lokale Warninfrastruktur dezentral zu ergänzen und zu verbessern. In Gebieten mit fragmentierter Abdeckung von Warnmöglichkeiten bietet so eine Ausstattung auch durch Digitalisierung neue Möglichkeiten, kleinräumige Warnungen auszugeben. Straßenlaternen, ausgestattet mit Warnfunktionalitäten mit einer begrenzten Reichweite, könnten zukünftig als ein primäres Warnmittel im urbanen Raum eingesetzt werden. Sie würden nicht nur über einen Weckeffekt verfügen, sondern wären durch die Sprachausgabe auch ein informatives Warnmittel.

³⁵ Vgl. Geenen 2009, S. 97 – 99.

Quellenverzeichnis

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2019):

BBK-Glossar - Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes, Bd. 8, Bonn.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2019):

Glossar. In: Deutschsprachiges Glossar, https://www.bbk.bund.de/DE/Infothek/Glossar/_functions/glossar.html?nn=19742&cms_lv2=19852 [14.07.2022].

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2021):

Cell Broadcast kommt: Das BBK ist vorbereitet - Maßnahmen laufen seit November 2020, Pressemitteilung [07.09.2021] <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/09/pm-cellbroadcast-kommt-bbk-ist-vorbereitet.html> [12.09.2021].

Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) (2022):

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, idF. 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert 19.10.2022 (BGBl. I S. 1792) m.W.v. 26.10.2022, <http://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BJNR007210974.html> [08.11.2022].

Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) (1988):

Abwehranspruch gegen Lärm einer Feuerwehrsirene, Urteil vom 29.04.1988 - 7 C 33/87, München.

Deutsche Welle (Hrsg.) (2022):

Welche Sprachen spricht man in Deutschland? In: Deutsch Lernen – Andere Länder, Länderkunde, <https://learngerman.dw.com/de/welche-sprachen-spricht-man-in-deutschland/l-40392667/rs-39361625#> [24.02.2022].

Geenen, Elke M. (2009):

Warnung der Bevölkerung. In: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.): Gefahren und Warnung – Drei Beiträge, Bd. 1, Bonn, S. 59 – 99.

Giseke GmbH & Co. KG (Hrsg.) (2022):

Blei-Akkus richtig laden: darauf ist zu achten, In: akku.net [22.06.2022] <https://www.aku.net/magazin/blei-akkus-richtig-laden/> [10.08.2022].

HELIN (Hagener Elektrizitäts-Industrie) GmbH (Hrsg.) (2020):

Solitarius, <https://www.helin-sirenen.de/produkte/autarke-sirenen-systeme/solitarius/> [18.02.2020].

Hofinger, Gesine Dr. (2022):

Bericht zur sozialwissenschaftlichen Evaluation von Probemeldungen über „Smarte Laternen“ in Kaiserslautern. In: Warnung über Smarte Laternen – Sozialwissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.), Bonn.

Huber, Frank; Schönau, Arno; Staab, Sebastian; Verlage, Martin (2020):

Kaiserslautern: Im Licht von morgen. In: Treffpunkt Kommune [03.04.2020], <https://www.treffpunkt-kommune.de/kaiserslautern-im-licht-von-morgen/> [25.10.2020].

Landes-Immissionsschutzgesetz (LImSchG) (2018):

In Landesrecht Rheinland-Pfalz, vom 20. Dezember 2000, (GVBl. 2000, 578), idF. vom 03. September 2018 (GVBl. S. 272), <https://landesrecht.rlp.de/bsrp/document/jlr-ImSchGRPrahen> [07.03.2022].

Lonien, Joachim (2022):

Intelligente Straßenlaternen in der Smart City - DIN SPEC 91347 - Integrierter multifunktionaler Humble Lamppost (imHLA). In: DIN e.V. (Hrsg.), <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/din-spec/intelligente-strassenlaternen-in-der-smart-city-307920> [12.02.2022].

Manacor International GmbH & Co. KG (Hrsg.) (2022):

Sprachverständlichkeit bei Lautsprechern: messen und verbessern, <https://www.monacor.de/magazin/sprachverstaendlichkeit> [25.10.2022].

Oasis Open Org (Hrsg.) (2010):

Common Alerting Protocol v1.2 [01.07.2010], In: Standards, <https://www.oasis-open.org/standards/> [30.09.2022].

Reuther, Robert (2009):

So funktioniert Dresdens Sirenenystem [13.01.2009], In: Sächsische.de, <https://www.saechsische.de/so-funktioniert-dresdens-sirenensystem-2041655.html> [30.09.2022].

Render, Wolfgang Prof. Dr.-Ing. (2022):

Bericht zur technisch-wissenschaftlichen Evaluation eines auditiven Warnmittels über „Smarte Laternen“ in Kaiserslautern. In: Warnung über Smarte Laternen – Technisch-wissenschaftliche Evaluation von Probemeldungen, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.), Bonn.

Schmidt, Casey (2019):

Das WAV-Audioformat – So öffnen und konvertieren Sie den Rohdaten-Dateityp [27.12.2019], In: Marketingtechnologie, <https://www.canto.com/de/blog/wav-audioformat/> [30.11.2022].

Schmitt, Konrad (2018):

Pilotprojekt / Forschungsprojekt: Verwendung von Elementen der Straßenbeleuchtung zur Optimierung der Sicherheit (bei Lagen nach POG, LBKG und RettDG), Internes Dokument [25.08.2018].

Schopp, Nathalie; Richwin, Rike (2019):

Der blinde Fleck; Bevölkerungsverhalten in Krisen und Katastrophen. In: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) - Bevölkerungsschutz – Krisenmanagementübungen, Aufl. 3, S. 30.

Stadtverwaltung Kaiserslautern (Hrsg.) 2022:

Kernstadt und Ortsbezirke, https://www.kaiserslautern.de/arbeit_bildung_wissenschaft/standort/statistik/stadt/index.html.de [12.07.2022].

Südwestrundfunk (Hrsg.) (2022):

10 Sirenen können vor Gefahren warnen - Wie Kaiserslautern vor Katastrophenvorbereitet ist. In: SWR4 rheinland-Pfalz [28.06.2022], <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/kaiserslautern/kaiserslautern-so-ist-die-stadt-auf-katastrophen-vorbereitet-100.html> [28.07.2022].

Technische Anleitung (TA) Lärm (2017):

TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm). In: Verwaltungsvorschriften Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesministerium des Inneren (Hrsg.), (GMBI vom 25. August 1998 Nr. 26, S. 503), idF. vom 01. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5), https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm [07.03.2022].

Wollny, Benedikt (2022):

Entwicklung der Einwohnerzahl in Kaiserslautern bis 2021. In: statista (Hrsg.) - Entwicklung der Einwohnerzahl in Kaiserslautern (kreisfreie Stadt) von 1995 bis 2021, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/428413/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-in-kaiserslautern/> [19.10.2022].

Verwaltungsgericht (VG) Regensburg (2020):

Keine Beseitigung einer Feuerwehirsirene, VG Regensburg Urteil vom 22.6.2020 – 7 K 17.1487, BeckRS 2020, 57432, Regensburg.

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
Provinzialstraße 93
53127 Bonn

Telefon: +49 (0) 228 99 550-0
E-Mail: poststelle@bbk.bund.de
Internet: www.bbk.bund.de

Stand: Dezember 2022

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist in den Grenzen des geltenden Urheberrechtsgesetzes erlaubt. Zitate sind bei vollständigem Quellenverweis jedoch ausdrücklich erwünscht. Dieses Werk darf ausschließlich kostenlos abgegeben werden.



Dieses Projekt wird aus Mitteln
des Fonds für die Innere Sicherheit
der Europäischen Union kofinanziert.