

Smarte Sirenen im Rahmen kommunaler Klimaanpassungskonzepte im Spannungsfeld von Stadtklimatologie und Stadtplanung

Sascha Henninger, Martin Rumberg, Lena Albert, Anja Jung, Henrik Müller, Nino Pfundstein

(Prof. Dr. Sascha Henninger, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, sascha.henninger@ru.uni-kl.de)

(Dr. Martin Rumberg, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, martin.rumberg@ru.uni-kl.de)

(Lena Albert, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, albertl@rhrk.uni-kl.de)

(Anja Jung, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, npfundst@rhrk.uni-kl.de)

(Henrik Müller, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, hmueller@rhrk.uni-kl.de)

(Nino Pfundstein, TU Kaiserslautern, Fachbereich Raum- und Umweltplanung, jungan@rhrk.uni-kl.de)

1 ABSTRACT

Der urbane Raum wird voraussichtlich besonders stark von Klimaveränderungen betroffen sein. Dies gilt es gegenwärtig zu berücksichtigen, um auf zukünftige Herausforderungen entsprechend vorbereitet und angepasst zu sein. Dabei gilt es vielfältige, oftmals widersprüchliche Anforderungen zu bewältigen, die mit unterschiedlichen Aspekten der Planung einhergehen. Mittels einer soliden und vorausschauenden Planung gilt es darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Bevölkerung infolge von Stadtentwicklungs-, Stadterneuerungs- und Stadtumbaumaßnahmen in ihrer Wohn- und Lebensqualität nicht negativ beeinflusst wird (z. B. durch die Veränderungen des Lokalklimas, wenn Fußgänger im Sommer unnötigem Hitzestress ausgesetzt werden, da möglicherweise die vormals schattenspendende Vegetation einer Umstrukturierung zum Opfer gefallen ist).

Eine der großen Herausforderungen der kommenden Jahre auf der Ebene der örtlichen Planung wird es sein, sich auf wetterbedingte Extreme wie Starkregenereignisse oder Hitzewellen vorzubereiten. Im Rahmen solcher rezenter Extremereignisse zeigt sich, dass die Folgen für die gesellschaftlichen und räumlichen Strukturen mitunter deutlich ausfallen können. Städte sind aber vielfach noch nicht ausreichend auf solche Szenarien vorbereitet.

Auch wenn es gegenwärtig bereits eine große Anzahl an Klimaanpassungskonzepten gibt, ist die Klimaanpassung ein Arbeitsfeld, das weiterer Forschung bedarf, beispielweise hinsichtlich der Bewertung der Effektivität geplanter bzw. bereits umgesetzter Maßnahmen.

Am Beispiel der knapp 100.000 Einwohner zählenden Stadt Kaiserslautern wird im Rahmen eines Forschungsprojektes ein Klimaanpassungskonzept entwickelt, das aufzeigt, wie die Siedlungs- und Freiraumentwicklung der Stadt klimaoptimiert auf Hitze- und Starkregenereignisse reagieren kann. Ein erster, wichtiger Baustein eines solchen Konzeptes ist eine zielführende stadtklimatologische/siedlungsökologische Kartierung der Vor-Ort-Situation, um potentielle Risikogebiete für z. B. Starkregenereignisse im Bestand zu identifizieren. Darauf aufbauend sollen strategische Maßnahmenkonzepte für betroffene Quartiere erarbeitet werden.

Als neues Konzept der Klimaanpassung soll dabei der Aufbau eines akustischen Warnsystems für die Bevölkerung untersucht und technisch ausgelegt werden. Extremereignisse mit Gefahrenpotential für die Bevölkerung, insbesondere Starkniederschläge, Gewitter und Stürme, erreichen die Städte oft mit sehr kurzer Vorwarnzeit. Nach dem weitgehenden Abbau der Zivilschutzsirenen bieten „smarte“ Sirensysteme, die dezentral mit verhältnismäßig geringer Schalleistung installiert werden und situationsangepasste Sprachdurchsagen verteilen können, einen neuen Ansatz zur Schadenminimierung. Die Menschen sollen mithilfe eines optimierten Einsatzes von „Smarten Sirenen“ vor dem Eintreffen von Extremereignissen gewarnt werden, und dies unter Berücksichtigung der urbanen Gebäudestruktur, mit dem Ziel die betroffenen Standorte vorab zu informieren, um notwendige Maßnahmen, z. B. die Räumung von Tiefgaragen und Kellern, die Betätigung von Absperrventilen oder das Aufsuchen sicherer Orte, rechtzeitig treffen zu können.

Keywords: Katastrophenschutz, Starkregen, Frühwarnung, Bevölkerungsschutz, Sirenen

2 EINLEITUNG

Im Rahmen eines Klimaanpassungsprojektes in der Stadt Kaiserslautern wird derzeit der Frage nachgegangen, inwiefern der Einsatz akustischer Warnsysteme im öffentlichen Raum eine potentielle

Maßnahme gegen bzw. für das Auftreten von Extremereignissen (z. B. Starkregen) darstellen kann. Diese Anpassungsmaßnahme fällt in den Zuständigkeitsbereich der kommunalen Verwaltung. Zudem kann diese Maßnahme nicht als langfristig zu erreichendes Ziel angesehen werden, sondern sie dient vielmehr der Reaktion auf ein akut auftretendes Ereignis mit einem entsprechend schnellen Handlungsbedarf.

Somit sind Sirenen vergleichbar mit Warn-Apps, wie z. B. NINA® oder KATWARN® – einem kostenfreien, vom Fraunhofer-Institut entwickelten Warnservice – die unterstützend installiert werden können. Bisher ist die Verwendung von Sirenen für solche Ereignisse nicht gebräuchlich, wäre aber vor allem im Hinblick auf bevorstehende Starkregenereignisse denkbar. Im Folgenden soll ein kurzer Abriss der verschiedenen Arten von Sirenen und Warnsignalen gegeben und diskutiert werden. Zudem werden erste Überlegungen vorgestellt, welche Sirenentypen für ein beispielhaft betrachtetes Stadtquartier im Untersuchungsraum in Betracht gezogen werden sollten.

3 GEFAHREN- UND WARNSIGNALE DURCH SIRENEN

Die Verwendung von Sirenen zur Verbreitung von Gefahren- und Alarmierungssignalen ist seit Anfang des 19. Jahrhunderts gebräuchlich. Zusätzlich zur Alarmierung der Feuerwehr, die bis zur Einführung funkgestützter, „stiller“ Alarmierung regelmäßig durch Sirenen umgesetzt wurde, begann Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg ein flächendeckendes System von Zivilschutzsirenen aufzubauen, das über Warnämter gesteuert wurde und die Bevölkerung über wenige, standardisierte Signale vor Katastrophenereignissen warnen bzw. entwarnen konnte. Das Sirenensystem hatte damit im Wesentlichen eine „Weckfunktion“ für die Bevölkerung, die nach Hören des Signals regelmäßig das Radio einschalten und weitere Informationen empfangen sollte. Weitergehende Informationen konnten bzw. können mit diesem System nicht transportiert werden.

Nach Ende des Kalten Krieges wurden die Warnämter 1993 aufgelöst und das in Spitzenzeiten aus 80.000 Sirenen bestehende System ungefähr halbiert. Im Wesentlichen sind die Sirenen verblieben, die für die Feuerwehralarmierung weiterhin erforderlich sind. Die Zuständigkeit ist auf die Kommunen übergegangen – allerdings hat das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe inzwischen erkannt, dass durch den Wegfall des bundesweiten Systems mit flächendeckender Weckfunktion für die Bevölkerung eine Schutzlücke entstanden ist, die sich wegen der unvollständigen Versorgung mit Endgeräten, aber auch der lückenhaften Netzabdeckung, mit Warn-Apps nicht auffangen lässt.

Der Frage nach der Nutzung bzw. dem Einsatz von Sirenen liegen zwei internationale Normen zu Grunde:

- (1) DIN EN ISO 7731: Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2993); Deutsche Fassung EN ISO 7731: 2008
- (2) DIN EN ISO 9921: Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation (ISO 9921: 2003)

Die „DIN EN ISO 7731: Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale“ nennt die Kriterien für die Erkennbarkeit akustischer Warnsignale, insbesondere für Fälle mit starkem Störschall. Darüber hinaus werden die physikalischen Grundsätze der Gestaltung, ergonomische Anforderungen und die entsprechenden Prüfverfahren für Gefahrensignale geregelt. Der Fokus liegt hierbei auf akustischen Gefahrensignalen – Gefahrenhinweise im Rahmen sprachlicher Verständigung werden nicht von dieser Norm thematisiert (DIN EN ISO 7731, S. 5). Mit dieser Thematik befasst sich hingegen in der DIN EN ISO 9921:2003: „Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation“. Auf Grundlage dieser beiden internationalen Normen rückt die Warnung durch Sirenen mittels Signalton bzw. mittels Sprachkommunikation in den Mittelpunkt.

3.1 Gefahrensignale durch Hochleistungssirenen

Wäre das Ziel der Sirenenwarnung der Einsatz eines Gefahrensignals, so müssten zwei zentrale Aspekte Berücksichtigung finden:

- (1) Ein deutschlandweit einheitliches Sirenensignal, das die Bevölkerung warnt bzw. entwarnt – einminütiger Heulton zur Warnung vor einer unmittelbar bevorstehenden Gefahr; einminütiger Dauerton gibt Entwarnung.
- (2) Mit dem Signal müssen bundesweit einheitliche Handlungsempfehlungen verbunden sein.

In Deutschland bestehen diese in der Nutzung möglicher Informationsmedien, um weitere Hinweise zu erhalten (Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration, o.J.).

In Frage kommen hierfür sog. Hochleistungssirenen auf hohen, exponierten Standorten, die in Kriegszeiten z. B. dem Zivilschutz dienen oder auch neu installierte Sirensysteme, die u. a. zur Alarmierung der Feuerwehr zum Einsatz kommen. Neben einer sehr hohen Schallleistung, die von oben in die Bebauung eindringt, zeichnen sich diese Sirenen durch eine hohe Reichweite aus und decken somit ein großes Umfeld ab. Dabei erfüllen sie in erster Linie den Zweck der Abgabe eines akustischen Gefahrensignals, das die Menschen auf eine Gefahrenlage aufmerksam machen soll, ohne jedoch Schreckreaktionen hervorzurufen. Eine der letzten „historischen“ Sirene dieser Art befindet sich z. B. noch auch auf dem Dach der Kottengrundscheule in Kaiserslautern und könnte theoretisch zur Warnung vor Extremwetterereignisse eingesetzt werden.

Gemäß der DIN EN ISO 7731:2008 muss das eingesetzte Gefahrensignal eindeutig und „so beschaffen sein, dass jede Person im Empfangsbereich das Signal hören und auf dieses in der vorhergesehenen Weise reagieren kann“ (DIN EN ISO 7731, S. 7). Zudem darf es den A-bewerteten Schalldruckpegel von mindestens 65 dB an jedem Ort innerhalb des Signalempfangsbereichs nicht unterschreiten (DIN EN ISO 7731). Zusätzlich wird vorausgesetzt, dass mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt wird:

- die Differenz zwischen den beiden A-bewerteten Schalldruckpegeln des Signals und des Störschalls muss bei den Messungen des A-bewerteten Schalldruckpegels größer als 15 dB sein ($LS, A - LN, A > 15 \text{ dB}$) und/oder
- die effektive Mithörschwelle in dem betreffenden Oktavband muss im Rahmen der entsprechenden Oktavband-Schalldruckpegel-Messungen von dem Schalldruckpegel des Signals in einem oder mehreren Oktavbändern um mindestens zehn dB überschritten werden ($LSi, \text{Oct} - LTi, \text{Oct} > 10 \text{ dB}$) und/oder
- die effektive Mithörschwelle in dem betreffenden Terzband muss im Rahmen der entsprechenden Terzband-Schalldruckpegel-Messungen von dem Schalldruckpegel des Signals in einem oder mehreren Terzbändern um mindestens 13 dB überschritten werden ($LSi, 1/3 \text{ Oct} - LTi, 1/3 \text{ Oct} > 13 \text{ dB}$) (DIN EN ISO 7731).

Damit ein Signal deutlich zu verstehen ist, wird demnach ein Schalldruckpegel von mindestens 80 dB im Empfangsbereich benötigt. Als Höchstintensität des Signals wird im Rahmen der DIN ISO Norm auf 118 dB(A) im Signalempfangsbereich, also an der nächstgelegenen von Menschen betretenden Stelle, verwiesen, der in jedem Fall nicht überschritten werden sollte. Ein zu hoher Schalldruckpegel kann hingegen Schreckreaktionen oder sogar Gehörschäden zur Folge haben, die für Gefahrensituationen kontraproduktiv wären (DIN EN ISO 7731).

Darum wäre die Warnung der Bevölkerung vor bevorstehenden Starkregenereignissen mittels des Gefahrensignals einer Hochleistungssirene eine potentielle Maßnahme. Allerdings ist der potentielle Nutzen eher gering, da keine differenzierten Informationen verteilt werden können, sondern nur abstrakt auf Gefahren hingewiesen werden kann. Ein derartiger Einsatz der Sirene wäre keine „Entweder/ Oder-Entscheidung“, sondern kann vielmehr als eine „sowohl als auch“-Lösung/Maßnahme gesehen werden, die die Verfügbarkeit weiterer Informationsträgermedien voraussetzt. Vor allem wäre sicherzustellen, dass dem Signal eine entsprechende bundeseinheitliche Bedeutung zugrunde gelegt wird bzw. entsprechend adäquate Handlungsempfehlungen zugeordnet werden können. Somit wäre gewährleistet, dass auch nicht-ortsansässige Personen folgerichtig reagieren. Eine solche Realisierung wäre jedoch sehr aufwendig, wodurch von dieser Idee Abstand genommen wurde.

3.2 Warnsignale durch „Smarte Sirenen“

Eine weitere Möglichkeit wäre die Nutzung einer Sirene zum Durchgeben von gesprochenen Handlungsanweisungen. Hierzu könnten beispielsweise elektronische Lautsprecher installiert oder sog. „Smarte Sirenen“ angewendet werden. „Smarte Sirenen“ sind gegenüber den Hochleistungssirenen für die Anwendung in Bodennähe ausgelegt. Sie besitzen eine geringere Schallleistung, um u. a. Hörschäden zu vermeiden. Um eine ausreichende Abdeckung des betroffenen Bereichs zu gewährleisten, müssen sie in geringen Abständen montiert werden.

Insbesondere bei den Lautsprechern mit hohen Schallleistungen bis 160 dB(A) an Hochleistungssirenen spielen die Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung eine zentrale Rolle, um sicherzustellen, dass durchgegebene Warntexte auch tatsächlich überall im betroffenen Stadtquartier verständlich wahrgenommen werden können. Ein ausreichendes Niveau der Verständlichkeit im Empfangsbereich wird auch in der zugrunde gelegten DIN ISO 9921:2003 als wesentlicher Aspekt bei Sprachkommunikation angeführt. Gleichzeitig verweist sie auf eine gute Gestaltung, um negative Auswirkungen wie bspw. mögliche Hörschäden oder Umweltprobleme auf ein Mindestmaß herabzusetzen (DIN ISO 9921, S. 3f.). Es ist erforderlich, dass der Empfänger der Warntexte diese zu 100 % richtig erfassen kann – eine ausreichende Lautstärke sowie einfache Sätze sind eine Grundvoraussetzung. Eine zu geringe Lautstärke, schwierig zu erfassenden Sätze sowie aufgrund großer Distanzen zu den Ausgabegeräten nur bruchstückhafte Erfassung der Durchsagen und Mehrfachreflexionen an Gebäuden oder auch die Überlagerung des Schalls mehrerer Geräte, können in Gefahrensituationen kontraproduktiv sein.

Im Zuge solcher Überlegungen muss somit auch die vorhandene Bebauung berücksichtigt werden. Diese wirkt nicht nur als Hindernis, sondern kann vor allem bei sehr großen Sirenen, die weite Bereiche abdecken, zu Mehrfachreflexionen der Warntexte führen. Hier werden insbesondere das Gesetz der Schallausbreitung sowie die Schallgeschwindigkeit zu einer Art „KO-Kriterium“ des Einsatzes von Hochleistungssirenen zur Abgabe ebensolcher Warntexte. Um einen großen Bereich abzudecken, wären mehrere derartigen Sirenen erforderlich. Allerdings würden sich diese teilweise überlagern, unterschiedlich laute und aufgrund der Schallgeschwindigkeit zeitversetzte Durchsagen – einschließlich etwaiger Echos – produzieren und so zu einer Unverständlichkeit der Durchsage führen und demnach wenig Sinn ergeben bzw. sogar kontraproduktiv und gefährlich sein. Daher ist von einem Einsatz der Hochleistungssirenen auf Hochstandorten abzusehen. Sie kommen allein für die Abgabe von Gefahrensignalen in Betracht.



Abb. 1: Beispielhafte Anordnung „Smarter Sirenen“ in der Fußgängerzone von Kaiserslautern, um eine adäquate Abdeckung und Erreichbarkeit der Menschen zu gewährleisten.

Anders stellt sich diese Situation bei „Smarten Sirenen“ dar. Diese decken kleinere Bereiche ab, wodurch sich das Problem der Schallgeschwindigkeit hier nicht in einem gravierenden Maße niederschlägt und somit vernachlässigt werden kann. Die Anbringung erfolgt, wie bereits erwähnt, in Bodennähe an Außenfassaden von Gebäuden oder an Straßenlaternen. Bedingt durch die niedrige Befestigungshöhe und u. a. zur

Vermeidung von Hörschäden arbeiten „Smarte Sirenen“ im Gegensatz zu Hochleitungssirenen mit einem deutlich geringerem Schalldruck – statt 160 dB(A) ist für „Smarte Sirenen“ von einer Überschreitung der empfohlen Höchstintensität gemäß DIN ISO 7731:2008 von 118 dB(A) abzusehen. Allerdings existiert natürlich auch bei „Smarten Sirenen“ eine Hinderniswirkung durch die Bebauung, die im Zuge der Planung zu berücksichtigen ist und sich sowohl auf die benötigte Anzahl der Geräte, als auch auf die Anordnung ebendieser im Untersuchungsraum auswirkt.

Abbildung 1 legt beispielhaft dar, dass für einen Quartiersausschnitt innerhalb der Kaiserslauterner Innenstadt, auf einer vergleichsweise geringen Fläche (ca. 20 ha bzw. 800 Straßenmeter) mindestens 11 „Smarte Sirenen“ notwendig wären, um sicherzustellen, dass der gesamte Fußgängerbereich durch ein entsprechendes Warnsignal abgedeckt wird. Die dunkelblau dargestellten Bereiche weisen mit 85 dB hierbei in Abbildung 1 die potentiellen Standorte der „Smarten Sirenen“ aus.

Zusätzlich führen u. U. Fassadendämmung und Mehrfachverglasung dazu, dass die Warnungen nicht zuverlässig ins Gebäudeinnere oder in Innenhöfe dringen können, sodass sie lediglich der Warnung der Bevölkerung dienen, die sich im Freien bzw. in der Nähe der Sirenen befindet. Dennoch wäre der Einsatz von „Smarten Sirenen“ zur Warnung der Bevölkerung vor bevorstehenden Starkregenereignissen und für Durchsagen zu empfehlenden Verhaltensweisen denkbar.

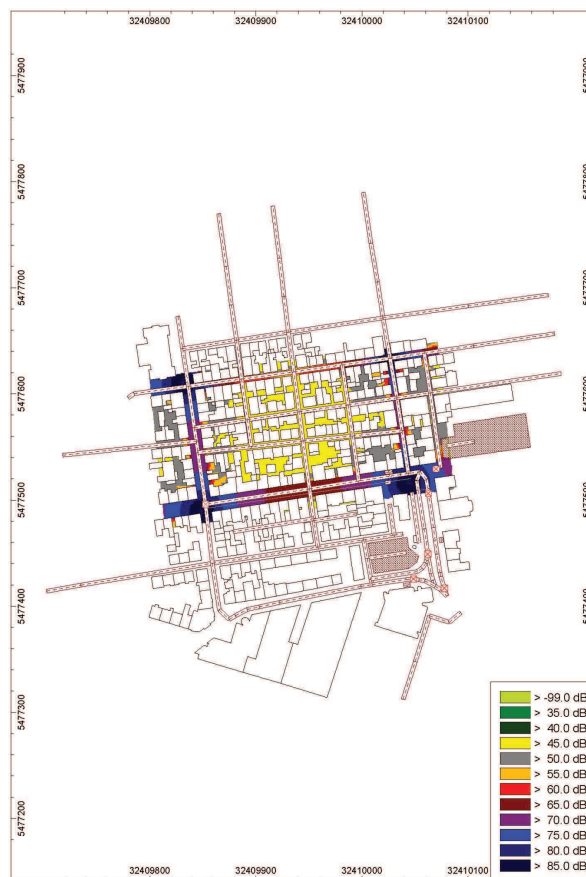


Abb. 2: Beispielhafte Anordnung „Smarter Sirenen“ im Stadtquartier „Kotten“ im Bereich der Innenstadt von Kaiserslautern, um eine adäquate Abdeckung und Erreichbarkeit der dort lebenden Bevölkerung zu gewährleisten.

Für das System der „Smarten Sirenen“ sollten insbesondere Gebiete bzw. Straßen mit hohem Publikumsverkehr in Betracht gezogen werden, um unmittelbar eine größere Menschenmenge auf nahende/drohende Extremereignisse aufmerksam machen zu können. Dafür bietet sich bspw. eine Fußgängerzone wie in der Innenstadt von Kaiserslautern an (s. Abb. 1). Oder auch ein dicht bewohntes bzw. dicht bebautes Stadtquartier, das potentiell stärker als andere Bereiche von z. B. den Auswirkungen eines Starkregenereignisses betroffen wäre (s. Abb. 2). Grenzen werden hier allerdings auch durch Störgeräusche gesetzt. Während in einer Fußgängerzone verhältnismäßig geringe Hintergrundgeräusche um 50 dB(A) zu erwarten sind und die Sprachdurchsagen daher auch bei 65-70 dB(A) noch gut verständlich sind, muss an stark befahrenen Straßen – vor allem in geschlossen bebauten Straßenschluchten – mit Störgeräuschen > 70

dB(A) gerechnet werden, so dass die Anforderungen an das Sprachsignal viel höher werden. Angesichts der aus Sicherheitsgründen notwendigen Beschränkung der Schalleistungen sind damit deutlich geringere Abstände zwischen den Sirenenstandorten, im folgenden Beispiel etwa 50 m, erforderlich. Dies erhöht Aufwand und Kosten beträchtlich – bei gleichzeitig meist deutlich geringerem Passantenaufkommen.

4 REFERENCES

DIN EN ISO 7731: Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2993); Deutsche Fassung EN ISO 7731, 2008.

DIN EN ISO 9921:2003: Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation, 2003.

MINISTERIUM FÜR INNERES, DIGITALISIERUNG UND MIGRATION BADEN-WÜRTTEMBERG (O. J.): Für den Fall der Fälle; Warnung der Bevölkerung, aufgerufen unter: <https://im.baden-wuerttemberg.de/de/sicherheit/krisenmanagement/warnung-der-bevoelkerung/>, Zugriff: 14.07.2020.