

# Multivariate Analyse von Feuerwehreinsatzdaten im Kontext lokaler Niederschlagsereignisse zur Erstellung von kleinräumlichen Resilienzkonzepten in der kommunalen Planung am Beispiel der Stadt Mülheim an der Ruhr

Ergebnisse der Master-Thesis zur Erlangung des akademischen Grades eines Master of Science im Studiengang Raumplanung  
 Bearbeitet von Bastian Powierski, M.Sc.

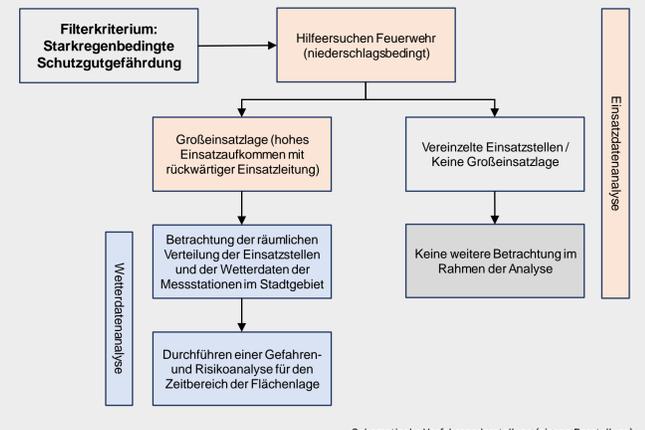
## Zielsetzung

Die zentrale Zielsetzung der Untersuchung war es, die Resilienz urbaner Räume gegenüber Starkregenereignissen nachhaltig zu erhöhen. Hierzu wurde ein integratives Verfahren entwickelt, das eine systematische Analyse kritischer Niederschlagsparameter sowie deren Auswirkungen auf die Handlungsfelder der Gefahrenabwehr ermöglicht.

Der Fokus lag auf der Erfassung und Auswertung von Einsatzdaten der Feuerwehr in Kombination mit meteorologischen Daten, um fundierte Handlungsempfehlungen für das kommunale Risikomanagement und die Stadtplanung abzuleiten. Durch diese Methodik soll eine verbesserte Vorplanung und Lagebewältigung hinsichtlich Starkregenfolgen gewährleistet werden.

## Entwickeltes Verfahren

Das Verfahren beruht auf einer multimethodischen Herangehensweise, die sowohl quantitative als auch qualitative Analysemethoden integriert. Es kombiniert Daten aus den Bereichen Wetteraufzeichnungen und dokumentierte Einsätze der Feuerwehr. Diese Verknüpfung ermöglicht die Identifikation spezifischer Muster und Zusammenhänge zwischen Niederschlagsereignissen und den daraus resultierenden, kleinräumlichen Einsatzlagen. Dieses Verfahren bietet somit eine solide Grundlage für die Erstellung kleinräumlicher Resilienzkonzepte, welche bedarfsgerecht die nachteiligen Auswirkungen von Starkregenereignissen auf kommunale Infrastrukturen minimieren sowie Kräfte und Mittel der Gefahrenabwehr möglichst ressourceneffizient vorplanen.



Schematische Verfahrensdarstellung (eigene Darstellung)

## Methodik und Grundlagen

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine detaillierte Datenanalyse basierend auf umfangreichen Rohdatensätzen aus den Jahren 2012 bis 2022 durchgeführt. Diese Datensätze beinhalten sowohl meteorologische Informationen (z.B. Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit) als auch dokumentierte Einsatzdaten der Feuerwehr (z.B. Art und Uhrzeit der Hilfsersuchen). Darauf erfolgte eine vergleichende Datenanalyse sowie eine Verräumlichung

der in der Untersuchung berücksichtigten Einsatzstellen via Geoinformationssysteme (GIS). Auf Grundlage der sehr guten Datenverfügbarkeit konnten räumlich und Ereignisparameter bezogene Muster identifiziert werden. Auf dieser Grundlage konnten anzunehmende Regelmäßigkeiten bezüglich des Auftretens und der Intensität von Betroffenheiten und resultierenden Hilfsersuchen zur weiteren Analyse herausgestellt werden.

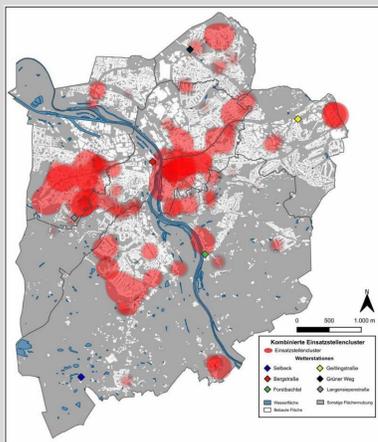
Beispielhafte Rohdatenreihe: Einsatzdaten Starkregen (eigene Darstellung)

Stichwort	Einsatzmittel	Straße	Hausnummer	Stadt	Datum	Uhrzeit des Alarms	Uhrzeit des Ausrückens	Uhrzeit des Eintreffens	Uhrzeit des Abrückens an der Einsatzstelle	Gesamteinsatzdauer
Umweltwettbewerb_Pumpen_1	01-KEF-01	Am Flöz	XX	Mülheim an der Ruhr	14.07.2021	21:21:30	21:23:05	21:32:03	22:26:42	01:05:12

## Einsatzstellen-Clusteranalyse

Die Einsatzstellen-Clusteranalyse ermöglicht es, räumliche Konzentrationen von Einsätzen zu identifizieren, die während vergangener Starkregenereignisse vermehrt Hilfsersuchen generierten. Hierbei wurden Hotspots ermittelt, also Gebiete mit einer signifikant höheren Anzahl an Einsätzen im Vergleich zu anderen Quartieren der Stadtteile innerhalb Mülheims. Durch diese überlagernde Betrachtung aller zu Großeinsatzlagen führenden Niederschlagsereignisse des Analysezeitraumes (2012-2022), können besonders vulnerable Bereiche sicher

eingegrenzt werden. Aufbauend ist es bei der kombinierten Niederschlagsdatenanalyse möglich, bei der Betrachtung des konkreten Niederschlagscharakters (bspw. kurz und intensiv oder mäßig aber langanhaltend) Schlüsse auf die kleinräumlich besonders risikoreichen Niederschlagsparameter zu ziehen, um resultierend sowohl planerisch-technische Maßnahmen umzusetzen als auch in der Lage abschätzen zu können, welche Einsatzschwerpunkte sich im Verlauf des konkreten Starkniederschlags ergeben werden.



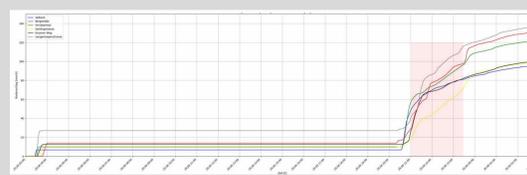
Visualisierte EST-Clusteranalyse, "Heatmap" (eigene Darstellung)

## Ergebnisse

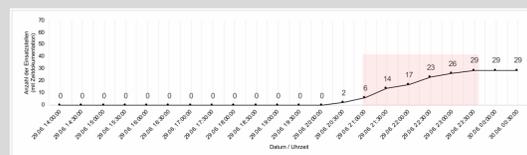
Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass es einen nachweisbaren Zusammenhang zwischen bestimmten räumlichen Niederschlagsparametern und einem signifikanten Anstieg von Hilfsersuchen gibt. Die Analyse der Einsatzdaten in Verbindung mit meteorologischen Informationen verdeutlicht, dass bereits moderate Niederschlagsmengen in stark versiegelten, urbanen Gebieten zu einer erhöhten Gefährdung von Schutzgütern führen können. Ein zentrales Ergebnis dieser Arbeit ist ferner die Identifikation kritischer Schwellenwerte für Niederschlagsintensitäten, ab denen ein maßgeblicher Anstieg an Einsätzen raumbezogen zu verzeichnen ist. Diese Schwellenwerte sind entscheidend für das Verständnis der Vulnerabilität individuell städtischer Infrastrukturen gegenüber Starkregenereignissen.

## Kombinierte Niederschlagsdatenanalyse

Durch den Vergleich detektierter Niederschlagsintensitäten mit den verorteten Einsätzen konnten kritische Schwellenwerte identifiziert werden – dies sind Werte ab denen Schutzgüter gefährdet oder bereits Schäden entstanden sind. Diese methodisch fundierte Analyse liefert Erkenntnisse über das anzunehmende Abflussverhalten von Regenwasser in städtischen Strukturen und trägt zur aufbauenden Entwicklung bedarfsgerechter Resilienzstrategien bei.



Niederschlagsparameter der Mülheimer Wettermessstationen, 29.06.2021 (eigene Darstellung)



Anzahl der fortlaufenden Hilfsersuchen im Zusammenhang mit den Starkregenfolgen, 29.06.2021 (eigene Darstellung)

Beispielhafte Schwellenwerttabelle für ein Einzugsgebiet (eigene Darstellung)

Ereignistag	Langensiepenstraße		EXPO
	Niederschlags-summe	Niederschlags-dauer	
23.07.2013	40 mm	30 min	Rot
09.06.2014	35 mm	15 min	Rot
07.06.2016	58 mm	60 min	Rot
29.05.2018	5 mm	20 min	Rot
03.06.2021	57 mm	25 min	Rot
29.06.2021	135 mm	300 min	Rot
13.07.2021	68 mm	1080 min	Rot

Das entwickelte Verfahren zur Einsatzstellen-Komplexitätsermittlung ermöglicht eine Szenarienbasierte Identifikation von besonders ressourcenintensiven Einsätzen. Diese gewonnenen Erkenntnisse können genutzt und durch neue Daten ergänzt werden, um zukünftige Planungsstrategien im Bereich des Starkregenmanagements bedarfsgerecht anzupassen und somit einen maßgeblichen Beitrag zur verbesserten Ressourcenallokation der Gefahrenabwehr bei Starkregen-Flächenlagen zu gewährleisten.

## Einsatzstellen-Komplexitätsermittlung

Die Komplexitätsermittlung bewertet jede Einsatzstelle hinsichtlich der Ressourcenbindung für die Gefahrenabwehr während der vergangenen Starkregenlagen durch eine ordinale Gewichtung basierend auf den Faktoren *Einsatzmittel* und *Einsatzdauer*. Diese differenzierte Bewertung ermöglicht ex-post eine Identifikation der Ressourcen-intensivsten Starkregen-Einsatzstellen. Somit kann eine fundierte Priorisierung hinsichtlich Handlungsbedarfe für die Planung aufgrund der festgestellten Dinglichkeit der Maßnahmen zur Verminderung nachteiliger Folgen abgeleitet werden.

Gesamteinsatzstellengewichtung nach Komplexitätsermittlung (eigene Darstellung)

Einsatzstichwort	Fahrzeug	Gewichtung Fahrzeug	Adresse	Stadt	Einsatzdauer in Stunden	Gewichtung Einsatzdauer	Gesamtwichtung
Pumpeneinsatz	LF-Kats / TLF	8 / 7	Mendener Straße x	MH	01:32:09	10	150
Pumpeneinsatz	KEF / RW	5 / 7	Eltener Straße x	MH	01:24:18	10	120
Pumpeneinsatz	HLF	10	Semmelweisstraße x	MH	01:22:08	10	100
Pumpeneinsatz	TLF / HLF	7 / 10	Jägerstraße x	MH	00:30:30	5	85
Pumpeneinsatz	LF-Kats	8	Kämpferhofweg x	MH	00:50:37	7,5	60
Pumpeneinsatz	TLF	7	Brocher Waldweg x	MH	00:57:23	7,5	52,5
Pumpeneinsatz	HLF	10	Vonscheidts Hof x	MH	00:35:45	5	50
Pumpeneinsatz	KEF	5	Kämpferhofweg x	MH	02:48:28	10	50
Pumpeneinsatz	KEF	5	Disselortler Straße x	MH	01:59:27	10	50
Pumpeneinsatz	HLF	10	Föhrenkamp x	MH	00:32:50	5	40
Pumpeneinsatz	HLF	10	Jägerstraße x	MH	00:18:13	2,5	25
Pumpeneinsatz	HLF	10	Domenkamp x	MH	00:25:51	2,5	25
Pumpeneinsatz	HLF	10	Heidestraße x	MH	00:23:48	2,5	25
Pumpeneinsatz	HLF	10	Schaapstraße x	MH	00:18:37	2,5	25
Pumpeneinsatz	HLF	10	Hälerstraße x	MH	00:20:14	2,5	25
Pumpeneinsatz	HLF	10	Sirapweg x	MH	00:25:32	2,5	25
Pumpeneinsatz	KEF	5	August-Schmidt-Straße x	MH	00:30:06	5	25
Pumpeneinsatz	LF-Kats	8	Menekestraße x	MH	00:22:18	2,5	20
Pumpeneinsatz	LF-Kats	8	Mendener Straße x	MH	00:27:17	2,5	20
Pumpeneinsatz	TLF	7	Hauskampstraße x	MH	00:16:39	2,5	17,5
Pumpeneinsatz	HLF	10	Chausseestraße x	MH	00:13:38	1,25	12,5
Pumpeneinsatz	HLF	10	Bergstraße x	MH	00:13:28	1,25	12,5
Pumpeneinsatz	TLF	7	Leibgasse x	MH	00:13:28	1,25	8,75

## Empfehlung und Ausblick

Besteht eine zur umfassenden Analyse ausreichende Datenlage in den Bereichen Einsatzdaten und Zusatzdaten (in diesem Fall meteorologische Daten), lassen sich aus den initialen Datensätzen in kombinierter Betrachtung neue Erkenntnisse gewinnen. So ist Fachbereich übergreifend zu prüfen, ob Bestandsdatensätze bei einer verschnittenen Analyse zu neuen Erkenntnissen und Ableitungen im Bereich der Einsatzvorbereitung und Lagebewältigung führen können. Zudem zeigt sich das Potenzial, das entwickelte Verfahren langfristig weiterzuentwickeln und auf andere Gefährdungsszenarien wie Flusshochwasser oder Hitzewellen auszuweiten.