

Leitfaden zum Umgang mit Störfällen und außerordentlichen Ereignissen in der städtischen Niederschlagswasser- bewirtschaftung

BEJOND – Niederschlagswasserbehandlung jenseits originärer
Bemessungsereignisse und planmäßiger Betriebszustände



Impressum

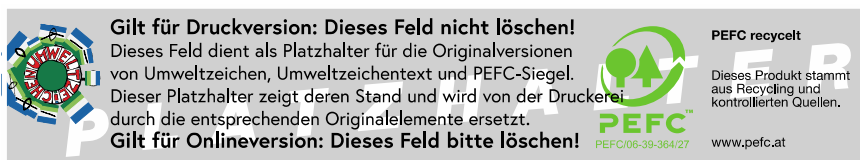
Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft,
Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Thomas Ertl (BOKU), Katharina Kearney (BOKU), Fabian Funke (UIBK), Stefan Reinstaller (TUG), Manfred Kleidorfer (UIBK), Dirk Muschalla (TUG)

Gesamtumsetzung: Thomas Ertl (BOKU)

Fotonachweis: Cover: Fabian Funke, im Text: die Autor*innen, wenn nicht anders angegeben



Wien, 2024. Stand: 10. Mai 2024

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft und der Autorin / des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin / des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
1 Einleitung.....	5
2 Begriffe und Definitionen	7
3 Rechtliche Rahmenbedingungen und Verantwortlichkeiten	11
3.1 Rechtsgrundlagen: EU, Bund, Länder und Gemeinden	11
3.2 Niederschlagswasserbewirtschaftung und Überflutungsrisikomanagement als Gemeinschaftsaufgabe.....	13
4 Außergewöhnliche Ereignisse in der Niederschlagswasserbewirtschaftung: Von Starkregen bis Stromausfall.....	17
5 Risiko- und Gefahrenanalyse	23
5.1 Fehler Möglichkeiten und Einfluss Analyse (FMEA)	23
5.2 Modellbasierte Gefahrenanalyse	33
5.2.1 Modellansätze.....	33
5.2.2 Gefahren- und Risikoanalyse	36
5.3 Integrierte System- und Risikoanalyse	38
6 Strategien und Maßnahmen	44
6.1 Maßnahmen in der Planung und Konstruktion	44
6.1.1 Maßnahmen der Planung	44
6.1.2 Bewertung von Maßnahmen in der Planung.....	50
6.1.3 Maßnahmen der Konstruktion	53
6.2 Maßnahmen auf Gemeindeebene	55
6.2.1 Beispiele für Maßnahmen auf Gemeindeebene	56
6.2.2 Gefahrenabwehr: Alarm- und Einsatzplanung auf Gemeindeebene	63
6.3 Maßnahmen auf Betreiberebene	68
6.4 Maßnahmen für die Einbindung und Kommunikation mit der Bevölkerung.....	77
6.4.1 Formulierung der Kommunikationsziele	78
6.4.2 Analyse der Kommunikations-Themen.....	79
6.4.3 Definition von Ziel- und Anspruchsgruppen.....	80
6.4.4 Formulierung von Botschaften zu den Themen und Zielgruppen.....	81
6.4.5 Entwicklung der Strategie.....	83
6.5 Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten.....	86
6.6 Maßnahmenkatalog BEJOND.....	88

7 Zusammenfassung.....	97
8 Weiterführende Literatur	99
Tabellenverzeichnis.....	103
Abbildungsverzeichnis.....	106
Literaturverzeichnis	107
Abkürzungen.....	114
9 Anhang.....	116
9.1 Außergewöhnliche Ereignisse mit externer Ursache	116
9.2 Außergewöhnliche Ereignisse mit interner Ursache	125
9.3 Zusatztabelle FMEA Analyse	131
9.4 Checklisten zum Thema Starkregen, Rückstau und Sickerwasser.....	134

1 Einleitung

Im Zuge des vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) geförderten Forschungsprojektes BEJOND werden Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung auf ihr Verhalten bei außergewöhnlichen Ereignissen und jenseits originärer Bemessungszustände untersucht. Dabei werden die derzeit in der Praxis angewendeten Bemessungskonzepte hinsichtlich zukünftiger Veränderungen im Niederschlagsregime (Klimawandel), der Siedlungsstruktur (Urbanisierung), sowie nicht geplante Betriebszustände kritisch betrachtet. Die Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen in der Bemessung wird auch seitens der ÖNORM EN 752 (2017) gefordert. Der vorliegende Leitfaden stellt daher ein wichtiges Werkzeug hinsichtlich der Anpassung in der Bemessung von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung dar und richtet sich vorwiegend an kleine bis mittlere Gemeinden (1000 – 20 000 EW), Betreiber von städtischen Entwässerungssystemen sowie Planungsbüros.

Ein weiterer Fokus in diesem Leitfaden ist die Betrachtung der Niederschlagswasserbewirtschaftung als komplexes, adaptives und integriertes System, welches von einer Vielzahl an unterschiedlichen Gruppen (Betreiber, Planer, Bevölkerung, Gemeinden) beeinflusst wird. Dies wird insbesondere bei den immer häufiger auftretenden Überflutungsereignissen relevant, bei denen Betreiber, Gemeindebedienstete, Blaulichtorganisationen und die Bevölkerung zügig und koordiniert zusammenarbeiten müssen. Dadurch wird eine gut organisierte Stör- und Notfallplanung, die alle relevanten Akteure mit einbezieht, immer wichtiger, um mit zukünftigen außergewöhnlichen Ereignissen bestmöglich umgehen zu können.

Dabei treten externe Belastungen wie Starkregen häufig in Kombination mit nicht geplanten Betriebszuständen und Störfällen auf. Diese können in weiterer Folge zu teils folgeschweren Sach- als auch Personenschäden führen (z. B. Überschwemmungen in Kufstein (Tirol) und Hallein (Salzburg) im Juli 2021). Daraus folgend verlangt eine zukünftige Niederschlagswasserbewirtschaftung flexible Lösungsansätze sowie alternative Konzepte wie beispielsweise das „Safe-to-fail“ Konzept, welches das System im Falle einer Störung oder Fehlers automatisch in einen sicheren Zustand überführt.

Ein solches Prinzip ist vor allem hinsichtlich des Umgangs mit außergewöhnlichen Ereignissen in der Niederschlagswasserbewirtschaftung notwendig. Dabei werden Maßnahmen wie

Notwasserwege eingesetzt, die auch bei einem Versagen des Entwässerungssystems, einen Schutz von Gebäuden und Menschen gewährleisten.

Darauf aufbauend werden in Kapitel 4 eine Vielzahl an möglichen Störungen aufgezählt sowie auf deren Auswirkung auf das Entwässerungssystem eingegangen. Kapitel 5 zeigt Möglichkeiten für eine Analyse des Entwässerungssystems im Hinblick auf außergewöhnliche Ereignisse auf. Abschließend werden in Kapitel 6 mögliche Strategien und Maßnahmen, gerichtet an unterschiedliche Gruppen und Ebenen (Gemeinde, Betreiber, Planungsbüro, privater Bereich), diskutiert sowie eine Bewertung der Maßnahmen angeführt. Als zusammenfassendes Ergebnis findet sich in diesem Leitfaden ein umfassender Maßnahmenkatalog als Hilfestellung für Gemeinden in der Vorbereitung auf und Bewältigung von zukünftigen Veränderungen und Herausforderungen in der urbanen Niederschlagswasserbewirtschaftung.

2 Begriffe und Definitionen

Tabelle 1: Relevante Begriffsdefinitionen zum Thema Stör- und Notfälle in der Niederschlagswasserbewirtschaftung

Begriffe	Definition	Quelle
Gefahr	Potenzielle Quelle eines Risikos, die zu einem plötzlich eintretenden Schadenereignis führen kann.	ÖNORM D 4900:2021
Normalbetrieb / Regelbetrieb	Sammelbegriff zur Beschreibung sämtlicher Betriebsbedingungen und -prozesse in der Niederschlagswasserbewirtschaftung bzw. im Kanalbetrieb, einschließlich Störungen, die durch die vom Kanalbetreiber gewählten betriebsgewöhnlichen Mittel und/oder Organisationsstrukturen beherrschbar sind.	Vgl. Nicolics et al. 2018
Störfall / Betriebsstörung	Eine Störung ist eine Abweichung von den normalen Betriebsbedingungen innerhalb des Kanalbetriebs und der Siedlungsentwässerung. In der Regel kann eine solche Störung mit vorhandenen betrieblichen Ressourcen – einschließlich bestehender Service- und Rahmenverträge mit externen Unternehmen – und Organisationsstrukturen bewältigt werden. Meistens erfordert eine solche Störung keine Alarmierung von Einsatzkräften oder Behörden.	Vgl. Nicolics et al. 2018
Notfall	Eine plötzliche und unerwartete Störung, die zu erheblichen Personenschäden, Vermögensschäden oder schweren Beeinträchtigungen der Abwasserentsorgung führen kann. Dies erfordert unmittelbares Handeln, oft unter Beteiligung von relevanten Behörden. Notfälle können üblicherweise mit vorhandenen innerbetrieblichen Mitteln und Strukturen bewältigt werden, benötigen jedoch meist die Alarmierung von Einsatzkräften und teilweise Behörden.	Vgl. Nicolics et al. 2018
Krise	Eine Krise ist ein Ereignis oder eine Situation, deren Auswirkungen dazu führen, dass ein Betreiber im Bereich der Kanal- und Siedlungsentwässerung andere Organisationsstrukturen und möglicherweise mehr als die üblichen Betriebsmittel benötigt, um einen Notfall zu bewältigen. Eine Krise ist ein instabiler Zustand eines Systems, der mit erhöhter Unsicherheit verbunden ist und zu beschleunigten bis hin zu umbruchartigen Veränderungen führen kann. Es handelt sich um eine Situation, die organisationsweit außerordentliche Maßnahmen erfordert, da bestehende Organisationsstrukturen und Prozesse zur Bewältigung nicht ausreichen.	Vgl. Nicolics et al. 2018; ÖNORM D 4900:2021; ÖNORM S 2304:2018

Begriffe	Definition	Quelle
Katastrophe	Ereignis, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die Umwelt oder bedeutende Sachwerte in außergewöhnlichem Ausmaß unmittelbar gefährdet oder geschädigt werden und die Abwehr oder Bekämpfung der Gefahr oder des Schadens einen durch eine Behörde koordinierten Einsatz der dafür notwendigen Kräfte und Mittel erfordert. Eine Katastrophe im Bereich Kanalbetrieb und Siedlungsentwässerung bezeichnet eine Situation, bei der erhebliche Schäden entstehen, die die Bewältigungskapazitäten der betroffenen Organisationen übersteigen. Sie erfordert einen von einer Behörde koordinierten Einsatz und kann rechtliche Konsequenzen wie behördliche Einsatzleitung und Kostentragung nach sich ziehen.	Vgl. Nicolics et al. 2018; ÖNORM S 2304:2018
Resilienz (technisch und System)	Resilienz ist die Fähigkeit eines Systems oder einer Organisation, auf schädigende Ereignisse zu reagieren, sich anzupassen und danach wieder in einen stabilen Zustand zurückzukehren, trotz entsprechender Herausforderungen oder Veränderungen.	Vgl. ÖNORM S 2304:2018; ÖNORM D 4900:2021

Der Begriff „Urbane Überflutungen“

Eine allgemein gültige Definition zu dem Begriff urbane Überflutungen ist derzeit im deutschsprachigen Raum nicht vorhanden. Oftmals werden in den einzelnen Regionen unterschiedliche Begriffe synonym verwendet. Als wohl bekanntestes Beispiel seien an dieser Stelle die Begriffe Hangwasser (z. B. Leitfaden Hangwasser (2021) – Land Steiermark), Hochwasser (z. B. Leitfaden zur Erfassung und Dokumentation von Hochwasserereignissen (2013) – BML) sowie Oberflächenabfluss (z. B. Leitfaden zur Eigenvorsorge bei Oberflächenabfluss (2019) – BML) zu erwähnen. Obwohl all diese Begriffe große Ähnlichkeiten aufweisen, unterscheiden sie sich doch bei detaillierter Betrachtung voneinander. Dieser Umstand hat sowohl rechtliche als auch methodische Konsequenzen, da bei korrekter Verwendung der Begriffe nicht immer dieselbe rechtliche Grundlage als auch Methoden zur Analyse gelten. Aus diesem Grund werden in einem ersten Schritt die Definitionen sowie die Quellen der einzelnen Begriffe eingeführt (Tabelle 2) und darauf aufbauend wird der in diesem Leitfaden verwendete Begriff der "urbanen Überflutung" definiert. Diese Diskussion basiert auf den Erkenntnissen der vergangenen Arbeiten von Maier et al. (2021), ÖWAV (2020), Simperler et al. (2019) und Zahnt et al. (2018) und ist im BEJOND Endbericht (Ertl et al. 2023) detailliert ausgearbeitet.

Tabelle 2: Relevante Begriffsdefinitionen hinsichtlich urbaner Überflutungen

Begriff	Beschreibung	Quelle
Hochwasser (allg.)	Hochwasser ist eine zeitliche beschränkte Überflutung von Flächen, welche ursprünglich NICHT von Wasser bedeckt waren, dies umfasst vor allem fließende (Ströme, Flüsse, Bäche) und stehende (in Österreich Seen) Oberflächengewässer. Als Ausnahme sind Überflutungen in Folge von Überstau aus Abwassersystemen zu nennen!	Wasserrechtgesetz (1959) -Fassung von 2016
Hangwasser	Oberirdisches Hangwasser kann als Hochwasser bezeichnet werden, das nicht durch Bäche oder Flüsse, sondern in sonst trockenen Einzugsgebieten durch flächenhaften Abfluss von Oberflächenwasser infolge von Niederschlag und Schmelzwasser entsteht. Der Begriff Hangwasser wird mit dem Begriff Oberflächenabfluss sowie pluviales Hochwasser gleichgesetzt.	Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2021)
Oberflächenabfluss	Oberflächenabfluss entsteht häufig infolge von starken sowie langanhaltenden Niederschlägen, wenn das anfallende Wasser nicht schnell genug in den Untergrund versickern oder über Entwässerung abgeleitet werden kann. Dabei entstehen oberirdische Fließpfade, welche sich in Senken flächenmäßig ausbreiten können. Dabei wird zwischen dem Oberflächenabfluss am Grundstück und von außenliegenden Flächen unterschieden.	BML (2019)
Überflutung – Kanalsystem	Schmutzwasser und/oder Niederschlagswasser staut aus dem Kanalsystem über oder kann in dieses nicht mehr eintreten und fließt in der Folge auf der Oberfläche ab. Dabei kommt es zu Schäden an Gebäuden.	ÖWAV 2009, EN 752 (2017)
Überstau Kanalsystem	Zustand der Kanalisation hervorgerufen aus einer Belastung bei dem der Wasserstand ein definiertes Bezugsniveau überschreitet (größer Geländeoberkante)	ÖWAV 2009
Fluviale Überflutungen	Überflutungen, welche auf den Abflussvorgängen eines fließenden oder stehenden Oberflächengewässers basieren.	BML (2019); Weller et al. (2016)
Pluviale Überflutungen	Überflutungen, die in direkter Folge von Niederschlagswasser entstehen, welches oberflächlich abfließt. (inkl. Starkregen, Oberflächenwasser, Hangwasser, direkter Abfluss aus der Schneeschmelze)	Zahnt et al. (2018); European Commission (2013)

In diesem Leitfaden werden urbane Überflutungen folgendermaßen definiert:

Eine urbane Überflutung ist eine Kombination aus pluvial bedingten Abflussprozessen (oberirdisches Hangwasser an städtischen Randbereichen, Oberflächenabfluss

am Grundstück und von außen zuströmenden Flächen), Abflussprozessen im Entwässerungssystem sowie fluvialen Abflussprozessen vorwiegend an Fließgewässern, welche durch konvektiven Niederschlagsereignisse mit hohen maximalen Jährlichkeiten hervorgerufen werden, und vor allem kurzzeitig (teilweise unter einer Stunde) und intensiv auftreten. Im Vergleich dazu werden Flusshochwässer durch langanhaltende (über mehrere Tage) intensive Niederschläge verursacht.

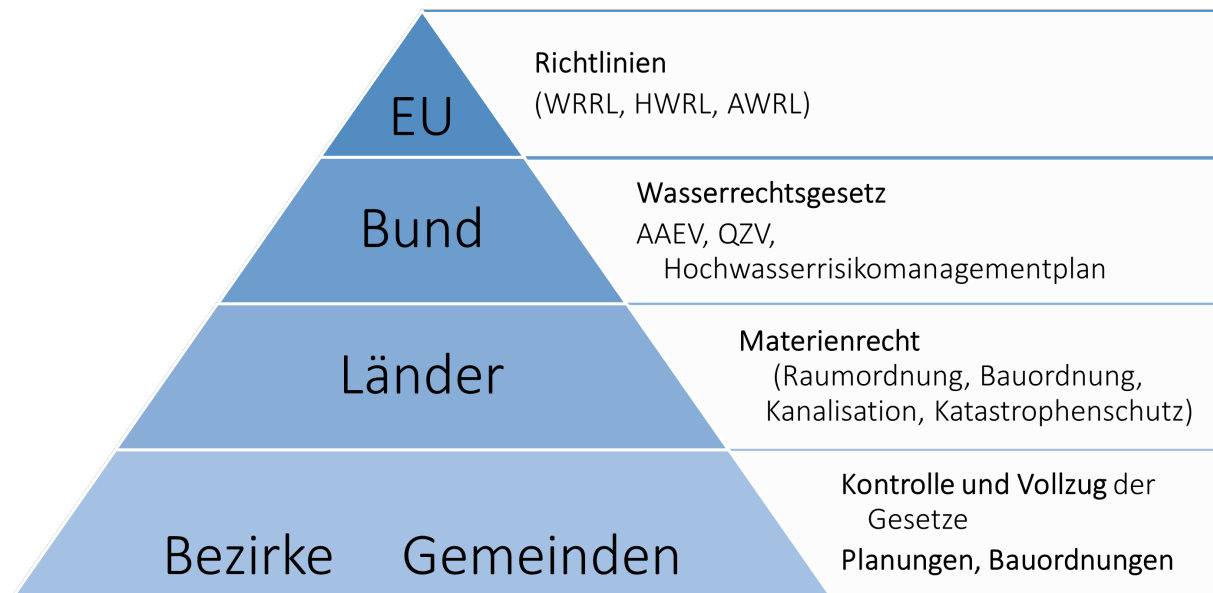
3 Rechtliche Rahmenbedingungen und Verantwortlichkeiten

Die Bewältigung von Störfällen und außerordentlichen Ereignissen in der urbanen Niederschlagswasserbewirtschaftung ist eine komplexe Aufgabe, die sowohl rechtliche als auch organisatorische Herausforderungen birgt. In diesem Kapitel liegt der Fokus auf der Darstellung der rechtlichen Rahmenbedingungen, die den Umgang mit Situationen wie Starkregen, urbanen Überflutungen und anderen kritischen Betriebszuständen in Österreich regulieren. Die darin vorgesehenen Anforderungen haben direkten Einfluss auf die Planung und Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft und des Regenwassermanagements. Darüber hinaus wird auf die Rolle und Verantwortlichkeiten der unterschiedlichen Akteure eingegangen, die gemeinsam zur erfolgreichen Bewältigung außerordentlicher Ereignisse beitragen.

3.1 Rechtsgrundlagen: EU, Bund, Länder und Gemeinden

Die in Abbildung 1 dargestellten Rechtsgrundlagen reichen von EU-Richtlinien wie der Wasserrahmenrichtlinie, über nationales Recht wie dem Wasserrechtsgesetz, bis hin zu länderspezifischem Recht wie der Raum- und Bauordnung. Auch die Rechtsmittel der Bezirke und Gemeinden spielen hier eine wesentliche Rolle.

Abbildung 1: Rechtlicher Rahmen für die Niederschlagswasserbewirtschaftung in Österreich



Angelehnt an eine Darstellung aus dem Bericht „Hochwasserrisikomanagement in Österreich: Ziele – Maßnahmen – Beispiele“ vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2018 (BMLRT, 2018)

Das europäische Recht beeinflusst die Niederschlagswasserbewirtschaftung und das Überflutungsrisikomanagement auf vielfältige Weise. Hierbei nehmen die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) und die Richtlinie zur Behandlung von kommunalem Abwasser (EU-AWRL, 91/271/EEC) eine tragende Rolle ein. Die WRRL beschäftigt sich zwar nicht explizit mit Niederschlag, aber Mitgliedstaaten sind dennoch verpflichtet, Maßnahmen zur Förderung des nachhaltigen Umgangs mit Wasser zu ergreifen. Dementsprechend trägt die Niederschlagswasserbewirtschaftung zu den allgemeinen Zielen der WRRL bei. Die EU-AWRL verpflichtet die Mitgliedstaaten, Maßnahmen zur Begrenzung der Verschmutzung durch Mischwasserüberläufe zu ergreifen, insbesondere in Extremsituationen wie starkem Niederschlag, in denen nicht das gesamte Abwasser behandelt werden kann.

Auf nationaler Ebene bietet das österreichische Wasserrechtsgesetz (WRG, 1959) den Hauptrahmen für den Umgang mit Wasserressourcen. Das WRG enthält jedoch keine spezifischen Bestimmungen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung. Es beschränkt sich lediglich auf die Regelung in § 3 Absatz 3 letzter Satz der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV).

Gemäß dieser Regelung soll nicht oder nur geringfügig verschmutztes Niederschlagswasser aus einem Siedlungsgebiet mit Mischkanalisation, soweit örtlich möglich, vor dem Eintritt in die Kanalisation dem natürlichen ober- und unterirdischen Abflussgeschehen überlassen werden.

Darüber hinaus beinhaltet das WRG Bestimmungen zur Prävention von Hochwasserschäden und zur Bewältigung von Hochwassersituationen. Die explizite Berücksichtigung pluvialer Überflutungen fehlt jedoch. Die spezifischen Auswirkungen und Herausforderungen, die durch diese Art von Überflutungen entstehen sind in der derzeitigen Fassung des WRG nicht klar definiert oder geregelt (Kroiss und Waitz, 2011). Ein weiterer wichtiger Baustein des nationalen Rechts ist die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV), die als Verbindungsglied zur EU-Wasserrahmenrichtlinie dient und den Zustand der Gewässer überwacht.

Auch die Bundesländer tragen wesentlich zum Überflutungsrisikomanagement bei, was sich in ihren jeweiligen Raumordnungsgesetzen und Bauordnungen widerspiegelt. Die Kanalisationsgesetze der Bundesländer enthalten Bestimmungen zur Einleitung in den Kanal und zur Gestaltung von Abwassergebühren. Obwohl die Gesetze je nach Bundesland variieren, legen sie in der Regel den Rahmen für den Umgang mit Niederschlagswasser und den Schutz vor Überflutungen fest.

Für die praktische Umsetzung des Regenwassermanagements spielen verschiedene rechtliche Instrumente eine wichtige Rolle. Dazu gehören zum einen Einleitungsverbote, zum anderen finanzielle Anreize und Gebührenmodelle. Um dem Problem der Überflutungen besser zu begegnen, wird empfohlen, bauliche Vorgaben zur Anpassung an Überflutungen in der Bebauungsplanung festzulegen. Schließlich fallen auch Aspekte des Katastrophenschutzes in die Zuständigkeit der Bundesländer, wie es das Bundesverfassungsgesetz vorsieht (Art. 9, Art. 15 und Art. 79). Die jeweiligen Katastrophenschutzgesetze enthalten Bestimmungen zur Prävention, Warnung und Bewältigung von Hochwasserereignissen, wobei die Selbsthilfe und Selbstvorsorge der Bevölkerung gestärkt werden sollen. Ausnahmen bestehen nur für überregionale Bedrohungen wie Blackouts und Pandemien.

3.2 Niederschlagswasserbewirtschaftung und Überflutungsrisikomanagement als Gemeinschaftsaufgabe

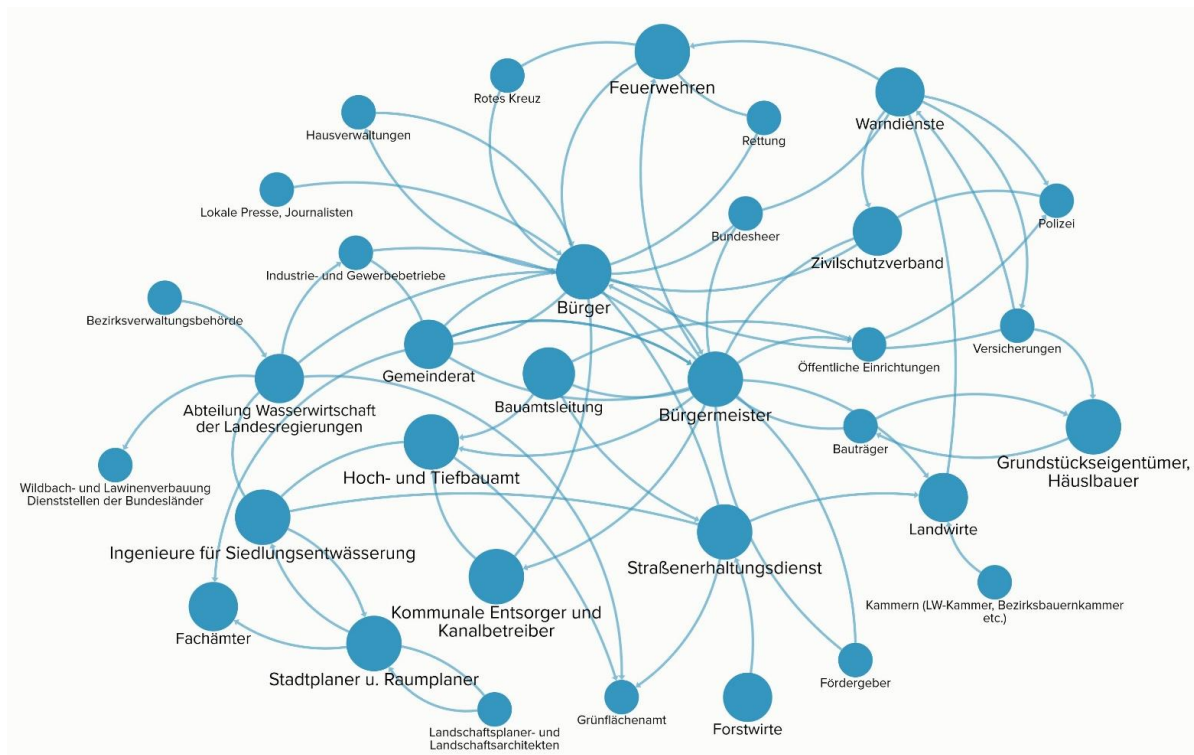
Die Niederschlagswasserbewirtschaftung und das damit verbundene Risikomanagement ist eine Gemeinschaftsaufgabe, bei der verschiedene Organisationen und Personen eng zusammenarbeiten müssen. Diverse Bereiche – von der Entwässerungsplanung über die Kanalstandhaltung bis hin zur Stadtplanung und -entwicklung – sind eng miteinander verknüpft und erfordern eine gut koordinierte Kommunikation und Aufgabenverteilung. In Tabelle 3 sind einige dieser Bereiche und ihre Schnittstellen zum Thema Niederschlagswasserbewirtschaftung dargestellt.

Tabelle 3: Bereiche der städtischen Verwaltung und ihre Schnittstellen zum Thema Niederschlagswasserbewirtschaftung

Bereich	Schnittstellen
Entwässerungsplanung	Hangwasserkarten, Oberflächenabflusskarten
Liegenschafts- und Gebäudeverwaltung	Bürgerberatung und Objektschutz
Kanalinstandhaltung	Hydraulische Sanierungen
Straßenplanung und -verwaltung	Straßenentwässerung, Notwasserwege
Strom-, Gas- und Trinkwasser-versorgung	Störfall- und Notfallpläne z. B. für Blackout
Bauaufsicht	Fließwege entsprechend der Bauordnungen der Länder
Polizei und Gemeindewache	Krisenbewältigung, Lagebewertung
Amt für Grünraum und Umwelt	Flutbare Grün- und Freiflächen
Feuerwehr und Bundesheer	Meldeketten, Einsatzleitstellen, Hilfeinsätze
Raumplanung/Stadtplanung	Prognosen und Betriebserfahrungen Fließwege

Schlüsselakteure und Akteursgruppen, die im Umgang mit außerordentlichen Ereignissen wie urbanen Überflutungen durch Starkregen eine entscheidende Rolle spielen, können in verschiedenen städtischen Verwaltungen gefunden werden. Diese Akteure interagieren im Kontext der städtischen Niederschlagswasserbewirtschaftung in vielfältiger Weise, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Vernetzung unterschiedlicher Akteure in Bezug auf Niederschlagswasserbewirtschaftung im Kontext von österreichischen Gemeinden.



Die Größe der Kreise entspricht der subjektiven Einschätzung bezüglich ihrer Rolle, ihrem Einfluss und ihrer Vernetztheit, basierend auf Diskussionen aus zwei Stakeholder Workshops. Aufgrund der Komplexität des Netzwerks können nicht alle Verbindungen und Akteure aufgezeigt werden, daher wird kein Anspruch auf Vollständigkeit gestellt.

Im Zentrum des Netzwerks stehen der/die Bürgermeister:in und der Gemeinderat als politische Entscheidungstragende, die für die Zusammenarbeit und Kommunikation mit den verschiedenen Akteuren zuständig sind. Auch Ingenieurbüros, die sich mit der Planung von Entwässerung und Überflutungsschutz befassen, spielen eine zentrale Rolle, ebenso wie andere Fachämter und Abteilungen.

Ebenso wichtig ist die Rolle von Einzelpersonen, insbesondere von Land- und Forstwirten sowie Privatpersonen wie Grundbesitzern und „Häuslbauern“. Ihre Mitwirkung ist besonders relevant, wenn es um den Umgang mit Oberflächenabfluss und Hangwasser geht.

In Krisensituationen spielt auch das Staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement (SKKM) in Österreich eine bedeutende Rolle. Es basiert auf dem Prinzip der primären Selbsthilfe durch lokale Strukturen, wobei höhere Verwaltungsebenen bei Bedarf subsidiär eingreifen können.

Die Vernetzung der verschiedenen Akteure und die klare Definition von Verantwortlichkeiten und Kommunikationswegen sind entscheidend für die erfolgreiche Bewältigung außerordentlicher Ereignisse im Zusammenhang mit der Niederschlagswasserbewirtschaftung.

4 Außergewöhnliche Ereignisse in der Niederschlagswasserbewirtschaftung: Von Starkregen bis Stromausfall

Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung können von einer Vielzahl von außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen betroffen sein, die sich negativ auf die Funktion des Entwässerungssystems auswirken. Im Folgenden werden basierend auf Literaturstudien und Betreiberbefragungen außergewöhnliche Ereignisse in der Niederschlagswasserbewirtschaftung genauer definiert und dargestellt. Dabei erfolgt eine Klassifizierung hinsichtlich:

- Ursache
- Eintrittsgeschwindigkeit
- Vorhersagbarkeit
- Wirkung auf Anlagen
- Dauer der Störung
- Behebungsaufwand
- Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten

Außergewöhnliche Ereignisse können beispielsweise Starkregenereignisse sein, die ein Versagen von Anlagen oder Anlageteilen hervorrufen, genauso aber längere Trockenwetterperioden, die verstärkt zu Sedimentationen führen. Eine geordnete Übersicht über alle untersuchten außergewöhnlichen Ereignisse und Störfälle finden sich in Tabelle 4 & 5.

Ereignisse können dabei extern indiziert sein (z. B. Starkregen, Flusshochwasser oder Naturkatastrophen) oder interne Ursachen haben (z. B. Verstopfungen in Haltungen oder Planungsfehler). Zudem kann die Wirkung kurz in Form eines Schocks sein oder länger auf das System einwirken. Diese Unterscheidungen sind wichtig, um die Auswirkungen und die Dauer der Beeinträchtigung weiterführend zu analysieren.

Außergewöhnliche Ereignisse mit externer Ursache

Extern induzierte außergewöhnliche Ereignisse und Betriebsstörungen werden von Vorgängen und Ereignissen ausgelöst, die außerhalb der Siedlungswasserwirtschaft liegen und von außen das System beeinflussen. Auf die Ursache, sowie die Stärke des Außergewöhnlichen Ereignisses haben Gemeinden und Betreiber der Siedlungswasserwirtschaft keinen oder einen nur eingeschränkten Einfluss. Dazu gehören außergewöhnliche Ereignisse und Betriebsstörungen aufgrund von Extremwetter und Klimaanomalien, aufgrund von natürlichen Vorgängen im Einzugsgebiet, aufgrund von externen technischen Problemen (z. B. Ausfall der Kommunikationsnetze) und aufgrund von sonstigen externen Störungen (z. B. Kolmation von Versickerungsanlagen). Maßnahmen, um die Schwere des Ereignisses abzumildern konzentrieren sich diesbezüglich hauptsächlich auf die Verringerung der Auswirkungen und weniger auf die Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit.

Tabelle 4: Überblick über externe (von außerhalb des Systems Siedlungswasserwirtschaft kommende) außergewöhnliche Ereignisse und Betriebsstörungen, die einen Einfluss auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung haben. Die Wirkung auf zentrale oder dezentrale Anlagen wird nach einem vierstufigen System bewertet: leerer Kreis = keine Wirkung, ein Kreis = geringe Wirkung, zwei Kreise = mittlere Wirkung, drei Kreise = starke Wirkung.

Störfall	Ursache(n)	Eintritts-geschwindigkeit	Dauer der Störung	Vorhersagbarkeit	Wirkung auf zentrale Anlagen	Wirkung auf dezentrale Anlagen	Behebungs-aufwand
Starkregen	Wetter, Klimawandel	plötzlich	Minuten bis Stunden	teilweise	●●●	●●●	gering bis groß
Dauerregen	Wetter, Klimawandel	plötzlich bis schleichend	Stunden bis Tage	ja	●	●●	gering bis mittel
Trockenheit/Dürre	Wetter, Klimawandel	schleichend	Tage bis Wochen	ja	●	●●	gering bis mittel
Unwetter/Sturm	Wetter, Klimawandel	plötzlich	Stunden	teilweise	●	●	gering bis mittel
Schnee/Eis/Tauwetter	Wetter, Klimawandel	plötzlich	Stunden bis Monate	ja	●	●●	gering
Flusshochwasser	Wetter, Schneeschmelze, Wasserbau	plötzlich bis schleichend	Stunden bis Tage	ja	●●	○	gering
Grundwasser	Wetter, Flusshochwasser, Schichtenwasser, Kanalabdichtung	schleichend	Tage bis Wochen	teilweise	●●	●●	gering bis groß
Naturkatastrophen	Platten-tektonik, Wetter, Klimawandel, Abholzung	plötzlich	Minuten bis Stunden ggfs. Tage	nein	●●●	●●●	groß
Stromausfall	Unwetter, Beschädigung der Stromleitung, Defekt im Stromnetz oder Umspannwerk	plötzlich	Minuten bis Stunden ggfs. Tage	nein	●	●	gering

Störfall	Ursache(n)	Eintritts-geschwindigkeit	Dauer der Störung	Vorhersagbarkeit	Wirkung auf zentrale Anlagen	Wirkung auf dezentrale Anlagen	Behebungs-aufwand
Ausfall Kommunikations-netze	Unwetter, Beschädigung von Antennen, (Wartungsarbeiten)	plötzlich	Minuten bis Stunden ggfs. Tage	nein	●	●	gering
Sabotage (Cyberangriff und Terrorismus)	fehlende IT-Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen	plötzlich	Minuten bis Stunden ggfs. Tage	nein	●	○	gering bis mittel
Kontamination mit Gefahren-stoffen	Verkehrsunfälle, Brände, Betriebsunfälle	plötzlich	Minuten bis Stunden	nein	●	●●●	gering bis mittel
Unsachgemäßer Betrieb (privat)	fehlendes Verständnis und Sensibilisierung, Mutwilligkeit	plötzlich bis schleichend	Stunden bis Jahre	nein	●	●●●	gering
Kolmation von Versickerungs-anlagen	Starkniederschlag, Trockenheit, Schnee und Eis, Vegetations-schäden, fehlende Wartung und Pflege, falsche Dimensionierung, falsche Bewirtschaftung angrenzender Flächen	schleichend	Wochen bis Monate	teilweise	○	●●	gering bis mittel
Verstopfung/Verklauung von Einläufen	Starkniederschlag, Unwetter und Sturm, Schnee und Eis, Fehlende Pflege und Wartung, unregelmäßige Straßenreinigung	plötzlich	Stunden bis Tage	nein	●●	●●	gering

Außergewöhnliche Ereignisse mit interner Ursache

Als zweite Überkategorie in der Einteilung außergewöhnlicher Ereignisse sind Ereignisse mit internen Ursachen definiert. Intern induzierte außergewöhnliche Ereignisse und Betriebsstörungen werden von Vorgängen und Ereignissen ausgelöst, die innerhalb der Niederschlagswasserbewirtschaftung liegen und von äußeren Einflüssen im Wesentlichen unabhängig sind. Auf das Eintreten, sowie auf die Stärke der Auswirkungen haben Gemeinden und Betreiber der Siedlungswasserwirtschaft einen direkten Einfluss. Somit ist ein Handlungsbedarf gegeben, um die Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Ereignisse und den damit assoziierten Betriebsstörungen auf ein Minimum zu reduzieren.

Tabelle 5: Überblick über interne (von innerhalb des Systems Siedlungswasserwirtschaft kommende) außergewöhnliche Ereignisse und Störfälle, die einen Einfluss auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung haben. Die Wirkung auf zentrale oder dezentrale Anlagen wird nach einem vierstufigen System bewertet: leerer Kreis = keine Wirkung, ein Kreis = geringe Wirkung, zwei Kreise = mittlere Wirkung, drei Kreise = starke Wirkung.

Störfall	Ursache(n)	Eintritts- ge- schwin- digkeit	Dauer der Stö- rung	Vor- hersag- barkeit	Wirkung auf zent- rale An- lagen	Wirkung auf de- zentrale Anlagen	Behe- bungs- aufwand
Pumpwerks- ausfall	Defekt, Überflu- tung, Verstop- fung, Stromaus- fall, menschliches Versagen	plötzlich	Stunden bis Tage	teil- weise	●●	○	gering
Ausfall Sensoren/ Kontroll-sys- teme	Stromausfall, Aus- fall Kommunikati- onsnetze, Sabo- tage, fehlende Inspektion und Wartung, unsach- gemäßer Betrieb,	plötzlich	Stunden bis Wo- chen	nein	●	●	gering
Verstopfun- gen	falsche Dimensio- nierung, fehlende Reinigung und Wartung, Tro- ckenheit, Alter, nicht sachgemäße Entsorgung von Abfallprodukten	plötzlich bis schlei- chend	Stunden bis Wo- chen	teil- weise	●●	○	gering bis mittel

Störfall	Ursache(n)	Eintritts- ge- schwin- digkeit	Dauer der Stö- rung	Vor- hersag- barkeit	Wirkung auf zent- rale An- lagen	Wirkung auf de- zentrale Anlagen	Behe- bungs- aufwand
Verzopfungen	fehlende Reini- gung und War- tung, nicht sach- gemäße Entsorgung von Abfallprodukten	plötzlich bis schlei- chend	Stunden bis Tage	nein	●	○	gering
Haltungs- schäden und Haltungs-ein- stürze	Alterung, Last- überschreitung, bereits vorhan- dene Risse, Korro- sion	schlei- chend	Tage bis Wochen	teil- weise	●●●	○	gering bis groß
Ausführungs- fehler	mögliche vielfäl- tige Fehler bei Bauausführung und -leitung	schlei- chend	Monate bis Jahre	nein	●●●	●●●	gering bis groß
Planungsfeh- ler	mögliche vielfäl- tige Fehler bei der Planung, sich än- dernde Randbe- dingungen (Klima- wandel, Urbanisierung)	schlei- chend	Monate bis Jahre	nein	●●●	●●●	gering bis groß
Ausfall Be- triebs-perso- nal (kurzfris- tig)	Krankheit, Unfall, Pandemie, Um- weltkatastrophen und Unwetter	plötzlich	Tage bis Wochen	teil- weise	●	○	gering
Unsachgemä- ßer Betrieb (technisch)	menschliches Ver- sagen, Ausfall Be- triebspersonal, mangelnde Aus- und Fortbildun- gen	plötzlich bis schlei- chend	Minuten bis Tage	nein	●●	●	gering bis mittel
Fehlende Wartung/ Pflege (struk- turell)	Nachwuchsprob- leme, Finanzprob- leme, Kranken- stand	schlei- chend	Monate bis Jahre	teil- weise	●●	●●	gering bis mittel

5 Risiko- und Gefahrenanalyse

Um die Auswirkungen von den in Kapitel 4 vorgestellten außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (NWB) zu untersuchen werden im Folgenden 3 Methoden vorgestellt:

- **Fehler Möglichkeiten und Einfluss Analyse (FMEA)** bei der mit Hilfe von Experteneinschätzungen Fehler für einzelne Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung übersichtlich dargestellt und hinsichtlich ihres Schweregrads, der Eintrittswahrscheinlichkeit und Erkennbarkeit qualitativ bewertet werden.
- **Modellbasierte Gefahrenanalyse**, bei der mit Hilfe von hydrologischen und hydrodynamischen Modellen die Auswirkungen von außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen quantitativ untersucht werden können und darauf aufbauend Gefahrenkarten erstellt werden können.
- **Integrierte Systemanalyse** bei der durch eine gesamtheitliche, fachübergreifende Betrachtung aller relevanten Teilsysteme und deren wechselseitigen Abhängigkeiten, eine verbesserte Resilienz gegenüber Störungen und außergewöhnlichen Ereignissen erzielt wird. Dieser Ansatz ermöglicht die Identifizierung von möglichen Ausfallkaskaden und die Vorbereitung präventiver Maßnahmen, indem unter Einbezug aller relevanten Akteure eine kollaborative Untersuchung und Diskussion von Niederschlagswasserbewirtschaftungsanlagen und weiteren kritischen Infrastrukturen ermöglicht werden.

5.1 Fehler Möglichkeiten und Einfluss Analyse (FMEA)

Um die Auswirkungen von Extremereignissen und Betriebsstörungen auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (NWB) genauer zu untersuchen und übersichtlich darzustellen, eignet sich die Fehler Möglichkeiten und Einfluss Analyse (FMEA). Dabei werden für jede Anlage relevante Versagensmechanismen (Fehler) definiert und nach deren Wichtigkeit klassifiziert. Daraus ergibt sich für jede Anlage eine geordnete Übersicht relevanter Fehler und Störungen, auf deren Grundlage Gemeinden und Betreiber den Betrieb, Wartung und Sanierung von NWB-Anlagen planen und koordinieren können. Das Hauptziel der Methodik ist das Erkennen, Kategorisieren und Beheben von Fehlerrisiken und wurde ursprünglich im Jahr 1949 vom US-Militär entwickelt. Durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Methode ist sie heute in vielen Bereichen einsetz- und interdisziplinär anwendbar (Jakoby 2019; Werdich

2012). Die jeweilige Anlage wird dabei nach 12 Kategorien untersucht und klassifiziert, die in Tabelle 6 genauer erläutert werden.

Tabelle 6: Erklärung der FMEA-Methodik

FMEA-Kategorie	Erklärung
Fehler	Welche Fehler können auftreten?
Auswirkungen	Welche Auswirkungen entstehen daraus?
Betroffene Funktionen	Welche Hauptfunktionen der Anlage sind durch den Fehler betroffen?
SEV-Anlage	Wie schwerwiegend ist der Fehler auf die Anlage? (Severity-A)
SEV-Kanalnetz	Wie schwerwiegend ist der Fehler für andere Teile des Entwässerungsnetzes? (Severity-K)
SEV-Umgebung	Wie schwerwiegend ist der Fehler für die Umwelt und nähere Umgebung? (Severity-U)
Fehlerursache	Was führt zum Auftreten des Fehlers?
OCC	Wie häufig tritt der Fehler auf? (Occurrence)
Fehlerbehebung	Durch welche Prozesse kann der Fehler erkannt oder behoben werden?
DET	Wie wahrscheinlich ist ein Erkennen des Fehlers? (Detectability)
Konstruktive Anpassung	Durch welche konstruktiven Anpassungen lassen sich Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen des Fehlers verringern?
RPN	$SEV * OCC * DET$ (Risk Priority Number)

Die Untersuchung und Beschreibung des Zusammenhangs geschieht nach den Kategorien: Funktion der Anlage, Fehler, Auswirkungen, Fehlerursache und Fehlerbehebung. Daran anschließend wird eine Klassifizierung anhand von den Indikatoren Schweregrad (Severity) (vgl. Tabelle 30 (Anhang), Tabelle 31 (Anhang), Tabelle 32 (Anhang), Häufigkeit (Occurrence) (vgl. Tabelle 33 (Anhang)) und Fehlererkennung (Detectability) (vgl. Tabelle 34 (Anhang)) vorgenommen. Der Schweregrad ist dabei unterteilt in Schweregrad für die Anlage selbst (SEV-Anlage) (vgl. Tabelle 30 (Anhang)), Schweregrad für Nachbaranlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (SEV-Kanalnetz) (vgl. Tabelle 31 (Anhang)) und Schweregrad für die Umgebung (SEV-Umgebung) (vgl. Tabelle 32 (Anhang)) wie Gebäude, Straßen oder die Natur. Die Klassifizierung wird für alle Indikatoren (Schweregrad, Häufigkeit und Fehlererkennung)

nach einer fünfstufigen Skala mit Werten zwischen 1 und 5 durchgeführt. 1 hat dabei die geringsten Auswirkungen auf die Anlage und 5 die höchsten.

Für den Schweregrad sind die fünf Unterteilungen wie folgt definiert: I) Keine Auswirkung; II) Reduktion der Wirksamkeit; III) Ausfall; IV) Beschädigung; V) Zerstörung. Die Bewertung des Schweregrads kann mit einem Starkregenereignis bestimmter Jährlichkeit in Relation gesetzt werden, wobei dafür der Starkregenindex nach Schmitt et al., 2018 verwendet wird. Der Starkregenindex beinhaltet die Kategorie Bemessung (0-5a) für die Wertung 1-2, die Kategorie selten (10-30a) für die Wertung 3 und die Kategorie außergewöhnlich (>30a) für die Wertung 4-5. Für den Indikator Häufigkeit ist die Skala folgendermaßen definiert: fast nie Skala 1, außergewöhnlich Skala 2, selten Skala 3, Bemessung Skala 4 und häufig Skala 5. Für die Fehlererkennung reicht die Skala von 1 für sehr wahrscheinlich bis 5 für sehr unwahrscheinlich. Ausgehend von der Klassifizierung der drei Indikatoren errechnet sich die Risk Priority Number RPN (Wichtigkeit des Fehlers) wie folgt:

$$RPN = \frac{(SEV_A + SEV_K + SEV_U)}{3} * OCC * DET$$

Dabei sind alle drei Indikatoren gleich gewichtet und die RPN kann einen Maximalwert von 125 (5*5*5) und einen Minimalwert von 1 (1*1*1) erreichen.

Die Risk Priority Number kennzeichnet die Wichtigkeit des Fehlers und kann dazu verwendet werden um die Fehler, von denen das größte Risiko ausgeht und die den höchsten Handlungsbedarf besitzen zu identifizieren. Die erstellte und bewertete Tabelle sollte nach der Risk Priority Number absteigend sortiert werden. So finden sich Fehler und Störungen mit dem höchsten Handlungsbedarf ganz oben und können prioritär von Betreibern und Gemeinden bearbeitet werden.

Im Folgenden werden beispielhaft 2 Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung hinsichtlich relevanter Betriebsstörungen und außergewöhnlicher Ereignisse mit der FMEA-Methodik untersucht. Dies beinhaltet die Klassifizierung jeder Anlagen/Ereigniskombination anhand der drei eingangs beschriebenen FMEA Indikatoren Severity (Schweregrad), Occurrence (Häufigkeit) und Detectability (Fehlererkennung), welche miteinander multipliziert die Risk Priority Number (Wichtigkeit des Fehlers) ergeben. Für jede Anlage wurden die Fehler nach der Risk Priority Number absteigend geordnet, sodass die relevantesten Betriebsstörungen und außergewöhnlichen Ereignisse oben zu finden sind. Zusätzlich lassen sich einzelne Anlagen/Ereigniskombination zwischen den Tabellen vergleichen. Von den 2 hier vorgestellten Anlagen weist der Fehler „Versickerung wegen max. Sättigung des Bodens nicht mehr möglich“

in der Versickerungsmulde mit 27 die höchste Risk Priority Number auf (vgl. Tabelle 8). Daraus lassen sich für Gemeinden und Betreiber von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung Handlungsempfehlungen für den Betrieb, Wartung und Sanierung ableiten.

Tabelle 7: FMEA-Analyse der Anlage Pumpwerk hinsichtlich möglicher außergewöhnlicher Ereignisse und Betriebsstörungen. Die Bewertung der Fehler basiert auf dem Fachwissen von Experten.

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV -A	SEV -K	SEV -U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
Explosionsfähige Stoffe im PW	Gefahr für Arbeiten im PW, Geruchsbelästigung	Betriebssicherheit	1	1	2	Faulung im Zulaufbehälter, MW-Pumpwerk: Unfall mit Eintrag explosiver Stoffe über Regeneinläufe in den Kanal und weiter ins PW	4	kürzere Verweilzeiten im Zulaufbehälter, auf natürliche Durchlüftung des Kanals achten, in der Nähe von Deponien besonders auf Dichtheit des Kanals achten	3	16
max. Niveau erreicht	Rückstau des Abwassers, Überlastung der Pumpe, Pumpenausfall	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	3	3	3	große Menge Fremdwasser, Pumpenausfall, Stromausfall	4	wenn Pumpenausfall als Ursache – Pumpe reparieren	1	12
Schutzschalter	Überlast der Pumpe, Pumpenausfall	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	3	2	2	Fremdkörper in der Anlage	4	Pumpe reinigen	1	9
Stromausfall	Pumpenausfall, Rückstau des Abwassers	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	3	2	2	keinen Strom	4	Fehler in der Stromversorgung beheben	1	9
Verstopfung, Verzopfung	Störung der Förderung, Blockieren der Pumpe, Pumpenausfall	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	3	2	2	Abfälle (Hygieneartikel) im Kanal	4	regelmäßige Wartung, Sensoren der Pumpen	1	9

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV -A	SEV -K	SEV -U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
Entstehung geruchsverursachender Stoffe (H2S; Ammoniak etc.)	Geruchsbelästigung und ev. Korrosion von Beton und metallischen Bauteilen	Betriebssicherheit	2	2	3	zu lange Aufenthaltszeiten des Abwassers, zu geringe Fließgeschwindigkeit, hohe AW-Temperatur	4	erst wenn Pumpe nicht mehr funktioniert – reparieren	1	9
bei MW-Pumpwerk: Kontamination mit großen Mengen Mineralöl oder anderen chemischen Substanzen	Schäden am PW; Gefahr für Arbeiten im PW; Probleme für ARA	Betriebssicherheit, Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	4	3	3	Unfall mit Eintrag über Regeneinläufe; Probleme bei Betrieben (z. B. Unfall Neutralisation)	1	bei Unfall Zusammenarbeit mit Feuerwehr danach Kanalreinigung; betriebliche Indirekteinleiter: Kontrolle/Reparatur/Erneuerung der Vorreinigungsanlagen ARA: eventuell Klärschlamm gesondert entsorgen etc.	2	7
Ausfall Niveaumessung (gleichzeitig Höhenstandsmessung und Schwimmer)	Pumpenausfall, Rückstau des Abwassers	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	3	3	3	Defekter Höhenstandssensor und gleichzeitig defekter Schwimmer	2	redundante Messung, Reparatur, Reinigung, Austausch	1	6
zu lange Laufzeiten	Überhitzen der Pumpe, Pumpenausfall	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	2	1	1	Fremdkörper in der Anlage, Fremdwasser, falsch dimensionierte Pumpe bzw. Druckleitungen	4	Reinigung der Pumpen Reduktion von Fremdwasser	1	5
Ausfall Kommunikation zum Leitsystem	Pumpe kann nicht von der Ferne gesteuert werden,	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	2	1	1	Ausfall Datenübertragung	4	Neustart, Telekommunikationsunternehmen, Austausch Modem etc.	1	5

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV -A	SEV -K	SEV -U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
	keine Statusinformationen der Pumpe									
Explosion im PW	Beschädigung/Zerstörung des PW	Förderung von Schmutz- bzw. Mischwasser	4	3	3	Zündquelle und gleichzeitig explosionsfähige Atmosphäre im PW	1	wie oben; zusätzlich Ex-Schutz beachten	1	3

Tabelle 8: FMEA Analyse der Anlage Versickerungsmulde hinsichtlich möglicher außergewöhnlicher Ereignisse und Betriebsstörungen. Die Bewertung der Fehler basiert auf dem Fachwissen von Experten.

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV-A	SEV-K	SEV-U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
Versickerung wegen max. Sättigung des Bodens nicht mehr möglich	Wasser in Mulde läuft in Notüberlauf oder tritt sogar über	Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, dezentrale Versickerung von Regenwasser	3	2	3	übermäßig großes Niederschlagsereignis, maximale Wassersättigung des Bodens erreicht	5	Fehler kann augenscheinlich erkannt werden, größer dimensionierte Mulde und Filterkörper, Bodenaustausch	2	27
defekter Zulauf, Verstopfung	in die Versickerungsmulde gelangt weniger Niederschlagswasser als eigentlich geplant, Rückstau	dezentrale Versickerung von Regenwasser, Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Speicherung von Regenwasser, Grundwasserneubildung, Reinigung von Regenwasser, Verbesserung des Stadtklimas	4	2	2	Straßeneinlaufschächte/Sammelschächte oder Rohrleitungen verunreinigt; Planungs- und Ausführungsfehler, fehlende Wartung und Pflege, zu hoher Bewuchs, Schnee und Eis, fehlender Vorfilter, Straßenabfälle, Baustellen, Laub und Vegetationsreste	3	regelmäßige Kontrolle und Inspektion der Schächte und Haltungen	3	24,0
Notüberlauf verstopft	Überlaufen, Wasser tritt in Umgebung	Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal	4	2	3	keine regelmäßige Wartung und Säuberung	4	regelmäßige Wartung, Rasenschnitt entfernen, Laub entfernen	2	24

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV-A	SEV-K	SEV-U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
Öleintritt	Verunreinigung des Bodens, des Filters und des Grundwassers, Schaden für Pflanzen und Tiere	Grundwasserschutz	5	2	4	Verkehrsunfall	3	Feuerwehr, Einsatz von Ölbindemittel; Austausch des Muldensubstrats	2	22
zu viele Fein- und Fremtteile in Mulde	verringertes Einstauvolumen, Vegetationsschäden, verringerte Sickerleistung, Blockade von Ein-, Zu- und Durchläufen	dezentrale Versickerung von Regenwasser, Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Speicherung von Regenwasser, Grundwasserneubildung, Reinigung von Regenwasser, Verbesserung des Stadtklimas	2	2	2	Straßenabfälle, Baustellen, Laub und Vegetationsreste, angeschlossene Flächen, Starkregen	5	regelmäßige Wartung, Mulde ausräumen, bei Gräben V-Profil neu nachziehen	2	20
zu hoher und falscher Bewuchs	verringertes Durchfluss und Einstauvolumen, verringerte Reinigungsleistung	Reinigung von Regenwasser, Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Speicherung von Regenwasser	2	2	2	fehlende Wartung und Pflege	4	regelmäßige Vegetationspflege (Mahd), Entfernung von Fremdvegetation	2	16
Erosion der Muldenböschung	strukturelle Schäden, verringertes Einstauvolumen, verringerte Reinigungsleistung	Speicherung von Regenwasser	4	2	2	Planungs- und Ausführungsfehler, Trockenheit und Dürre, hohe Fließgeschwindigkeiten	3	Neupflanzung von abgestorbener Vegetation, Identifizierung und Behebung der Einflussfaktoren, die zu einem Absterben geführt haben	2	16

Fehler	Auswirkungen	Betroffene Funktionen	SEV-A	SEV-K	SEV-U	Fehlerursache	OCC	Fehlerbehebung	DET	RPN
Graben verlegt mit größeren Fremdkörpern wie z. B. Baumstämmen	Normalbetrieb wird gestört	dezentrale Versickerung von Regenwasser, Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Speicherung von Regenwasser, Grundwasserneubildung, Reinigung von Regenwasser, Verbesserung des Stadtklimas	4	2	3	Starkregenereignis führt zu Geschiebetransport	4	Graben ausräumen	1	12
Wasser läuft direkt in den Notüberlauf	zu viel Wasser wird in Kanalnetz eingeleitet und zu wenig Wasser wird direkt dem Grundwasser zurückgeführt	dezentrale Versickerung von Regenwasser, Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Speicherung von Regenwasser, Grundwasserneubildung, Reinigung von Regenwasser, Verbesserung des Stadtklimas	4	2	2	Notüberlauf zu niedrig eingebaut, Mulde zu klein dimensioniert (zu kleines Retentionsvolumen)	2	Erhöhung des Notüberlaufs durch Verlängerung des Rohres, Umgestaltung der Mulde	2	11
Hydraulische Überlastung	Erosion, verringerte Reinigungsleistung, Beschädigung der Anlage, Überflutung angrenzender Flächen	Reduzierung der Abflussspitzen im Kanal, Reinigung von Regenwasser	4	2	2	Starkregen, Altschnee und Tauwetter, Planungs- und Ausführungsfehler, vorangegangenes Ereignis (nicht vollständige Entleerung)	4	Einbau eines Bypasses oder Überlaufs, der die Anlage im Extremfall vor einer Beschädigung/Überlastung schützt	1	11
lange Trockenperiode	Vegetationsschäden, Risse im Untergrund	Verbesserung des Stadtklimas, Grundwasserneubildung, Speicherung von Regenwasser	3	1	1	kein Niederschlag über längere Zeit	5	Fehler kann augenscheinlich erkannt werden	1	8

5.2 Modellbasierte Gefahrenanalyse

5.2.1 Modellansätze

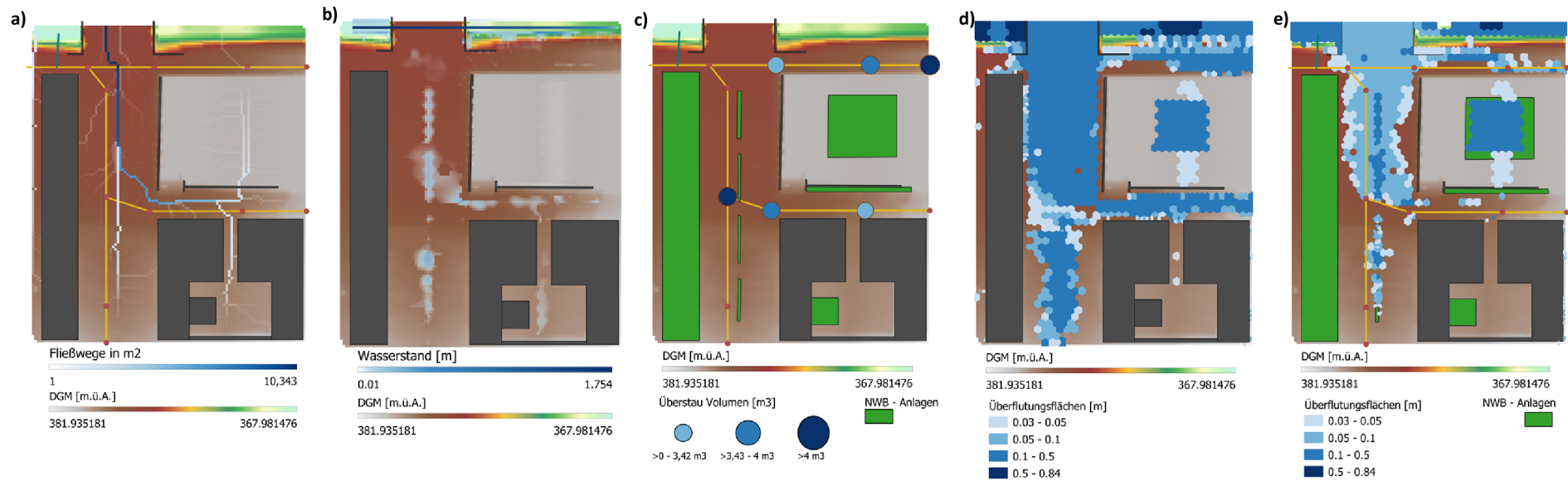
Um das Anlageverhalten bei außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen quantitativ bewerten zu können, existieren eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellierungsansätzen, welche in einer Vielzahl an offenen sowie kommerziellen Softwareprodukten implementiert sind. Tabelle 9 stellt dabei eine übersichtliche Zusammenfassung der gängigen Ansätze dar. Dabei stehen vorwiegend die notwendige Datengrundlage sowie die resultierenden Modellvariablen im Fokus. Zusätzlich werden beispielhaft offen verfügbare Softwareprodukte beige-fügt, welche den jeweiligen Ansatz unterstützen. An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass es sich dabei nur um Beispiele handelt, welche die jeweiligen Ansätze implementiert haben und offen verfügbar sind und **keine generellen Empfehlungen**. Bei der Wahl eines geeigneten Modellansatzes spielen folgende Kriterien eine Rolle: I) die gegebene Aufgabenstellung (z. B. Darstellung der urbanen Überflutungsgefährdung, Identifizierung von Überflutungs-Hot-Spots); II) Modellgenauigkeit (z. B. topografische Fließweganalyse vs. hydrodynamische Modellierung); III) Kosten (Investitionskosten, laufende Kosten (indirekt über die Simulationszeiten)). In Hinblick auf die praktische Umsetzung muss daher eine Kosten-Nutzen Betrachtung in den Entscheidungsprozess mit einfließen.

Für die Untersuchung von außergewöhnlichen Ereignissen werden folgende Modellansätze zur Bewertung empfohlen (eine umfassende Diskussion findet sich in Ertl et al. (2024)): Da sich der vorliegende Leitfaden auf außergewöhnliche Ereignisse fokussiert, ist die Berücksichtigung aller physikalisch relevanten Prozesse der urbanen Überflutung (hydrologische Abflussbildung, Abflussprozesse auf der Oberfläche, Abflussprozesse der städtischen Entwässerungssystem) sowie möglicher Betriebszustände und Störfälle entscheidend für die Wahl eines geeigneten Ansatzes. Dabei unterstützt nur der gekoppelte 1D/2D Ansatz alle für diesen Leitfaden relevanten Prozesse (vergl. Tabelle 9). Insbesondere die Möglichkeit der Modellierung von dezentralen NWB-Anlagen muss erfüllt sein. Da nur wenige Softwareprodukte verfügbar sind die all diese Prozesse implementiert haben, muss an dieser Stelle auch die Möglichkeit der integrierten (Sañudo et al. (2020)) und sequenziellen Modellkopplung (Monschein und Gamerith (2021)) berücksichtigt werden.

Tabelle 9: Überblick unterschiedlicher Modellansätze zur Bewertung eines Einzugsgebiets hinsichtlich außergewöhnlicher Ereignisse

Ansätze	Topographische Fließweg-analyse	2D Zelluläre Automaten	1D hydrodynamische Kanalnetzmodell	2D hydrodynamische Modell	Gekoppeltes hydrodynamisches 1D/2D Modell
benötigte Eingangsdaten	Digitales Geländemodell (DGM) Digitales Oberflächenmodell (DOM) Hochaufgelöstes Orthophoto Informationen zu Lage von Brücken, Durchlässe, Hindernisse und Unterführungen	Digitales Geländemodell (DGM) Digitales Oberflächenmodell Hochaufgelöstes Orthophoto Informationen zu Lage von Brücken, Durchlässe, Hindernisse und Unterführungen	Digitales Leitungsinformationssystem Informationen zu den abflusswirksamen Flächen (Landbedeckung, DGM, DOM, usw.) Informationen zu abgekoppelten und dezentral bewirtschafteten Flächen (Wasserbuch)	Digitales Geländemodell Digitales Oberflächenmodell Hochaufgelöstes Orthophoto Informationen zu Lage von Brücken, Durchlässe, Hindernisse und Unterführungen	Digitales Geländemodell Digitales Oberflächenmodell Hochaufgelöstes Orthophoto Digitales Leitungsinformationssystem Informationen zu Lage von Brücken, Durchlässe, Hindernisse und Unterführungen Informationen zu abgekoppelten und dezentral bewirtschafteten Flächen (Wasserbuch)
Beschreibung	Ereignisunabhängige Methode zur Bestimmung der Fließwege	Räumlich hohe Auflösung durch rasterbasierten Ansatz Häufig stark vereinfachter Ansatz des Abflussverhaltens	Bewertung des Abflussverhaltens im Entwässerungssystem mit Entlastungs- und Überstaumengen	Realistische Berechnung des Abflussverhaltens (Wasserstand und Fließgeschwindigkeit) an der Oberfläche	Integrierte Berechnung von Wasserstand, Fließgeschwindigkeit an der Oberfläche sowie des Abflussverhaltens im Entwässerungssystem
Zielgrößen	Fließwegakkumulation Topografic Wetness Index	Wasserstand an der Oberfläche	Überstauvolumen, Kanalabfluss	Wasserstand [m] und Fließgeschwindigkeit	Wasserstand, Fließgeschwindigkeit, Überstauvolumen, Kanalabfluss
	Topographische Fließweg-analyse	2D Zelluläre Automaten	1D hydrodynamische Kanalnetzmodell	2D hydrodynamische Modell	Gekoppeltes hydrodynamisches 1D/2D Modell
Beispiele	WhiteBox Tools (QGIS)	WCA2D	SWMM 5.2	Basement 2D	Sobek
Links	https://www.whitebox-geo.com/manual/wbt_book/qgis_plugin.html	https://engineering.oxeter.ac.uk/research/cws/resources/caddies/	https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm	https://basement.ethz.ch/about.html	https://download.delta-res.nl/en/download/sobek/

Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung der vorgestellten Modellansätze: a) Topografische Fließweganalyse; b) zellulärer Automat; c) 1D Kanalmodell; d) 2D Oberflächenabflussmodell; e) gekoppeltes 1D-2D Modell



5.2.2 Gefahren- und Risikoanalyse

Basierend auf simulierten Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten können Überflutungsflächen für eine Gefahren-, Gefährdungs- und nachfolgende Risikoanalyse erstellt werden. Abbildung 4 zeigt dabei exemplarische Kartenausschnitte bezüglich urbaner Überflutungen basierend auf einem gekoppelten 1D-2D Modell. Neben dem Abflussverhalten an der Oberfläche muss besonders in städtischen Einzugsgebieten der mögliche Überstau aus dem Entwässerungssystem mitberücksichtigt werden (Reinstaller et al. 2022). Diese Anforderung wird nur von gekoppelten 1D-2D Überflutungsmodellen erfüllt. Ein weiterer Vorteil dieses Ansatzes ist die mögliche Simulation des Anlageverhaltens bei außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen. Wobei eine Plausibilisierung der Simulationsergebnissen durch quantitative (z. B. Abflussmessung, Wasserstandsmessung) oder qualitative Modellvalidierung (z. B. Schadensdaten) immer durchgeführt werden muss.

Abbildung 4: Exemplarische Darstellung einer Gefahrenkarte (a); Gefährdungskarte (b) und durch Verschneidung mit der Vulnerabilität folgende Risikokarte (c) infolge eines realen Überflutungsereignisses in Graz (mod. Reinstaller et.al. 2020)



Die Ergebnisse einer solchen Analyse sind im Wesentlichen sehr ähnlich zu den Gefahrenkarten bzw. Gefährdungskarten, die für fluviales Hochwasser bekannt sind und über die online GIS-Plattformen der einzelnen Bundesländer sowie bundesweit über das Wasser Informationssystem Austria (WISA) oder der eHORA Plattform des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft verfügbar sind. Allerdings enthalten diese nur die fluvialen Überflutungsflächen mittelgroße r bis große Fließgewässer. Besonders in urbanen Einzugsgebieten beeinflusst der Oberflächenabfluss oder das Hangwasser den Überflutungsprozess maßgeblich. Über die Plattformen werden jedoch nur fluviale Überflutungsflächen dargestellt

(Abbildung 5). Aus diesem Grund wird auch empfohlen pluviale Überflutungen sowohl im Wasserrechtsgesetz als auch in den einzelnen Raumordnungsgesetzen und Bauordnungen der Bundesländer mitaufzunehmen (ÖWAV 2020).

Abbildung 5: Vergleich zwischen fluvialer Hochwasserzonierung und urbanen Überflutungsflächen eines realen Starkregenereignisses: a) Simulierte Überflutungsflächen eines realen Starkregenereignisses unter der Berücksichtigung des Kanalabflusses, Oberflächenabfluss und Abfluss in das Fließgewässer; b) Auszug der Hochwasserrisikozonierung aus der HORA Plattform



5.3 Integrierte System- und Risikoanalyse

Niederschlagswasserbewirtschaftungsanlagen zählen als Teil der städtischen Entwässerung und Überflutungsvorsorge zu den systemrelevanten Infrastrukturen, die unser gesellschaftliches und wirtschaftliches Leben ermöglichen. Allerdings sind sie aufgrund der zunehmenden Technologisierung, Vernetztheit, Alterungsprozesse und sich ändernden Randbedingungen für Fehler und Störungen anfällig. Sie sind Teilkomponenten eines größeren Systems bestehend aus zahlreichen weiteren zusammenhängenden Teilsystemen, wie etwa der Stromversorgung, der Wasserversorgung, dem Verkehr und den öffentlichen Informations- und Kommunikationstechnologien. Ein Versagen oder Ausfallen einer Komponente können daher weitreichende Folgen mit sich ziehen.

Obwohl Kanalbetriebe in Österreich aufgrund ihrer systemrelevanten Bedeutung von großer Wichtigkeit sind, wurden sie bislang nicht als „kritische Infrastruktur“ klassifiziert. Dies änderte sich mit der Einführung von zwei EU-Richtlinien am 16.01.2023, die den Schutz kritischer Infrastrukturen neu definiert haben. Nun gehört der Abwassersektor zu den „Sektoren mit hoher Kritikalität“. Dies schließt ihn in eine Kategorie mit Sektoren wie Energie, Verkehr, Bankwesen, Finanzmarktinfrastrukturen, Gesundheitswesen, Trinkwasser und Digitale Infrastruktur ein.

Die EU-Richtlinie zur Resilienz kritischer Einrichtungen (EU 2022/2557) legt fest, dass Mitgliedstaaten solche Einrichtungen identifizieren und deren physische Robustheit erhöhen müssen. Gleichzeitig erweitert die NIS-2-Richtlinie (EU 2022/2555) die Vorgaben zur Cybersicherheit. Hierdurch werden Unternehmen nach ihrer Größe klassifiziert:

- Große Unternehmen: 250 oder mehr Mitarbeiter:innen
- Mittlere Unternehmen: weniger als 250 Mitarbeiter:innen
- Kleine Unternehmen: weniger als 50 Mitarbeiter, die nicht unter die NIS-2-Richtlinie fallen.

Firmen, die unter die NIS-2-Richtlinie fallen, sind verpflichtet, Risikomanagement-Strategien einzuführen und Berichtspflichten nachzukommen. Dazu zählen Maßnahmen wie Risikoanalysen, Krisenmanagement und Schulungen zur Cybersicherheit. Bei der Auswahl und Durchführung dieser Maßnahmen sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, darunter Technikstandards, Kosten, aktuelle Risiken und potenzielle Konsequenzen von Sicherheitszwischenfällen.

Da sich das BEJOND Projekt auf kleine bis mittelgroße Gemeinden fokussiert, werden die primär angesprochenen kleinen Abwasserbetriebe aufgrund der neuen Richtlinien nicht von zusätzlichen Anforderungen betroffen sein. Dennoch sollte der neue Status des Abwassersektors in zukünftigen Entscheidungen betreffend der Stör- und Notfallplanung mitbedacht werden.

In diesem Abschnitt wird eine Methode vorgestellt, die Gemeinden dazu nutzen können, die Zusammenhänge und Abhängigkeiten systemrelevanter und kritischer Infrastrukturen und der damit verbundenen Anlagen zu visualisieren und fachübergreifend zu diskutieren. Als Ergebnis einer integrierten Systemanalyse können neue Erkenntnisse über mögliche unerkannte Abhängigkeiten und Auswirkungen einzelner Ereignisse und Maßnahmen gewonnen werden, die über sektorale Zuständigkeiten und Expertisen hinausgehen. Der Schutz von NWB-Anlagen und ihrer Nachbarstrukturen etabliert sich als eine gemeinsame Aufgabe für Betreiber und behördliches Krisenmanagement, da die integrierte System- und Risikoanalyse fach- und organisationsübergreifend durchgeführt werden sollte.

Für eine qualitative Systemanalyse gibt es kein allgemein empfohlenes Verfahren, durch das die komplexen Zusammenhänge im lokalen Kontext vollständig dargestellt werden können. Abhängig von den speziellen Fragestellungen und Bedürfnissen der Gemeinde wird sich der Prozess immer etwas unterscheiden. Das grundlegende Konzept besteht jedoch darin, in Zusammenarbeit aller relevanten Sektoren und Wissensträger ein gemeinsames Systemverständnis zu erlangen, indem das System in physischer Form aufgezeichnet und diskutiert wird (Beispiel Stakeholder Workshop Abbildung 6).

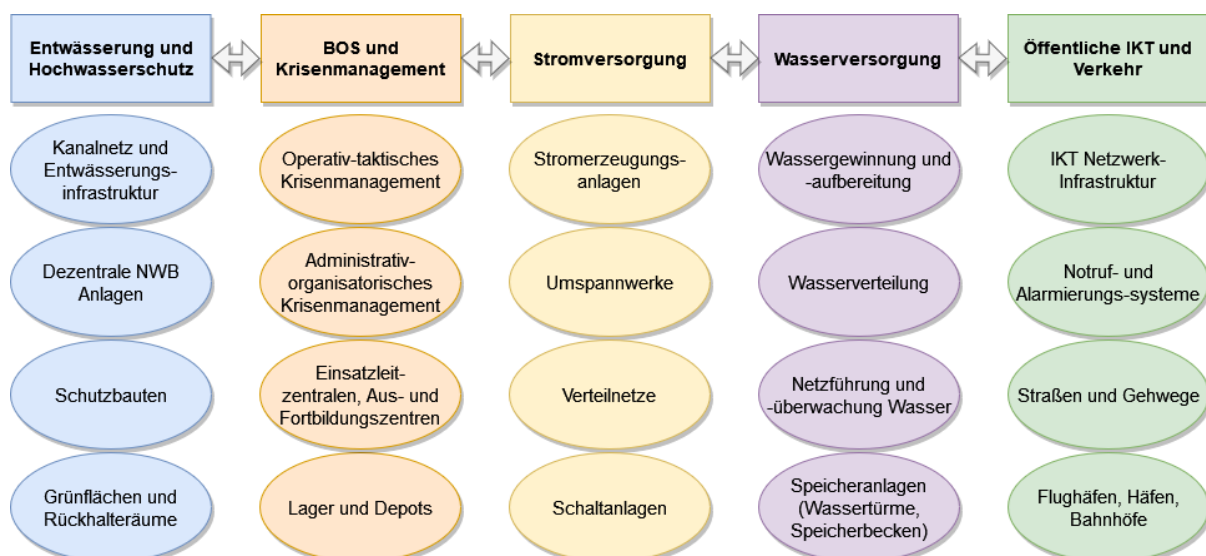
Abbildung 6: Stakeholder Workshop als mögliches Format für eine integrierte Systemanalyse



Quelle: UIBK, Kufstein 2022

Eine ganzheitliche Betrachtung des Systems ermöglicht es, potenzielle Kaskadeneffekte und das Versagen mehrerer (Teil-)Systeme vorwegzunehmen und informierte präventive Maßnahmen zu ergreifen. In Abbildung 7 werden beispielhaft fünf Teilsysteme und ihre Komponenten kritischer und systemrelevanter Infrastrukturen dargestellt:

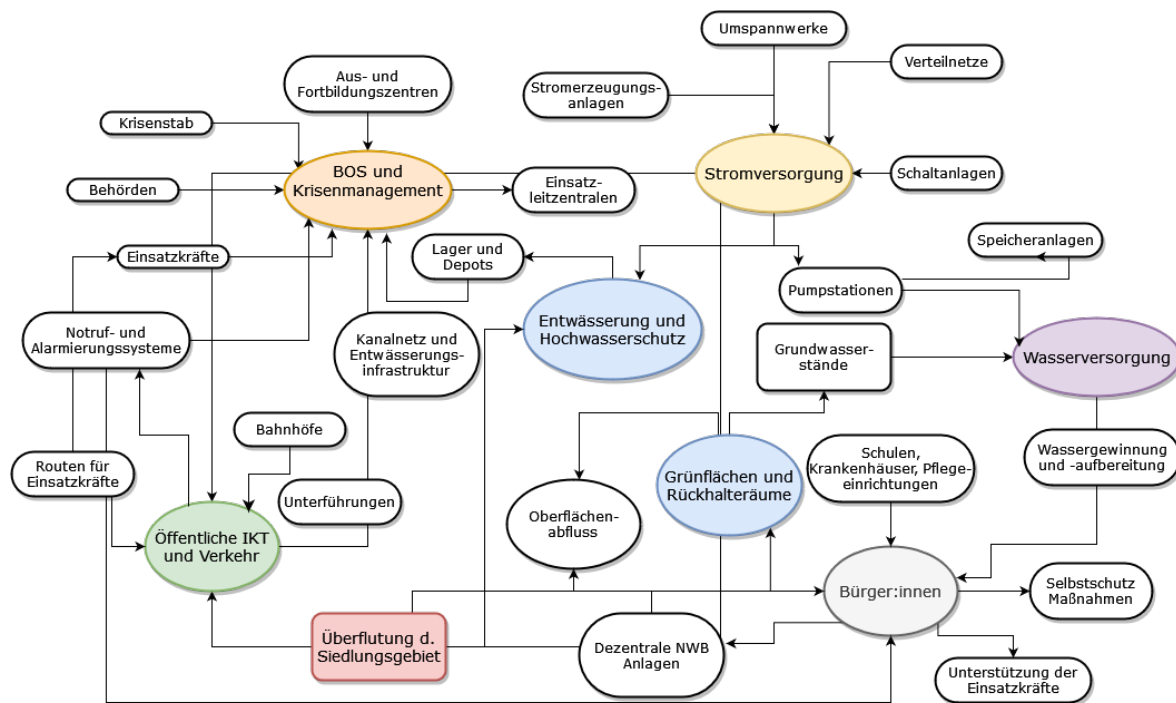
Abbildung 7: Beispiel einer Untersuchung der Interaktionen zwischen städtischen Teilsystemen mit Blick auf die Niederschlagswasserbewirtschaftung



Eigene Darstellung vgl. Dierich et al. (2020) (BOS = Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben)

Diese können in einem weiteren Schritt in ein vernetztes System-Diagramm weiterentwickelt werden (Abbildung 8), um Abhängigkeiten und Auswirkungen zu verorten.

Abbildung 8: Vernetzung der Teilsysteme und ihrer Komponenten am Beispiel Überflutungsrisikomanagement



Die Abhängigkeiten, dargestellt als Pfeile, können physisch, informationell, geografisch und logisch sein

Ein solches Diagramm sollte unter Beteiligung möglichst aller relevanten Akteure ausgearbeitet werden, zum Beispiel im Rahmen eines Workshops. Dabei sollten bestehende und potenzielle (Nutzungs-)Konflikte sowie Synergien hervorgehoben und beschrieben werden. Es kann hilfreich sein, einen externen Dienstleister für die Durchführung der Interviews, Analysen und die Moderation des Dialogprozesses hinzuzuziehen. Der Prozess der integrierten Systembetrachtung sollte dabei von den zuständigen Behörden oder dem Krisen- und Risikomanagement eines Versorgungsunternehmens initiiert und koordiniert werden.

Eine integrative Systemanalyse kann als **Leitfrage** haben: „Welche Teilsysteme und Systemkomponenten (z. B. Anlagen) müssen abgebildet werden, um das System möglichst umfassend zu beschreiben? Welche Abhängigkeiten bestehen zwischen den Komponenten und Teilsystemen?“

Die Analyse der Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Teilsystemen erfolgt dabei auf Basis verschiedener Kategorien (Rinaldi et al. 2002): Physikalische Abhängigkeiten, bei denen der Zustand eines Systemelements vom Zustand oder der Verfügbarkeit eines anderen abhängt; informationelle Abhängigkeiten, die den Bedarf an Kommunikation, Informationen oder Daten betreffen; geografische Abhängigkeiten, die auf räumlicher Nähe oder lokalen Umwelteinflüssen beruhen, und logische Abhängigkeiten, die soziale und politische Prozesse sowie sonstige Beziehungen umfassen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Beispiel unterschiedlicher Abhängigkeiten wichtiger Infrastrukturen am Beispiel der Niederschlagswasserbewirtschaftung

Kategorie der Abhängigkeit	Beispiel
Physikalische Abhängigkeit	Siedlungswasserwirtschaftliche Infrastrukturen sind physisch abhängig von anderen städtischen Infrastrukturen. Beispielsweise müssen Entwässerungssysteme so gestaltet und gebaut werden, das Niederschlagswasser abzuleiten und zu verhindern, dass es sich in vulnerablen Gebieten ansammelt und zu Überflutungen führt. Der Betrieb einer Pumpstation, die zum Abtransport des gesammelten Niederschlags dient, hängt direkt von der Verfügbarkeit der Stromversorgung ab. Fällt das Stromnetz aus, könnte das zur Überflutung bestimmter Gebiete führen.
Informationelle Abhängigkeit	Moderne Entwässerungssysteme und Überflutungsschutzmaßnahmen können von Computer- und Informationssystemen abhängig sein, die Daten über Wettervorhersagen, Niederschlagsmengen und Wasserstände in Flüssen und Reservoirs sammeln und analysieren. Wenn die Datenübertragung von Sensoren und Überwachungssystemen gestört wird, kann es sein, dass das Risiko eines Starkregenereignisses oder einer Überflutung nicht rechtzeitig erkannt wird.
Geografische Abhängigkeit	Entwässerungssysteme, Straßen und Gebäude in einer Stadt sind geographisch voneinander abhängig. Eine Überflutung an einem Ort, beispielsweise durch eine blockierte oder überlastete Kanalisation, kann Auswirkungen auf die umliegenden Straßen und Gebäude haben, da das Wasser sich in der nahen Umgebung ausbreitet. Trafostationen in einem möglichen Überflutungsbereich erhöhen das Risiko einer Unterbrechung der Stromversorgung bei Überflutungsereignissen.
Logische Abhängigkeit	Die Zusammenarbeit und Koordination zwischen verschiedenen Behörden und Dienststellen, wie Raumplanung, Wasser- und Abwasserunternehmen, Notfalldiensten und dem öffentlichen Gesundheitswesen. Die Niederschlagswasserbewirtschaftung kann logisch von politischen oder finanziellen Entscheidungen abhängen. Zum Beispiel kann die Entscheidung, in den Bau von Schutzmaßnahmen zu investieren, von der Verfügbarkeit von Fördermitteln und der öffentlichen Unterstützung für solche Initiativen abhängen.

Eine NWB-Anlage ist somit nicht als isoliertes technisches System, sondern ein integrierter Bestandteil eines komplexen städtischen Systems anzusehen. Es sind nicht nur die technischen Aspekte, die für den ordnungsgemäßen Betrieb einer NWB-Anlage von Bedeutung sind, sondern auch die organisatorischen, sozialen und geografischen Kontexte. Eine systemische Leitfaden zum Umgang mit Störfällen und außerordentlichen Ereignissen in der städtischen Niederschlagswasserbewirtschaftung

Betrachtung erfordert daher die Einbeziehung aller relevanten Sektoren und Stakeholder und die Beachtung aller möglichen Arten von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen. Nur so kann die Widerstandsfähigkeit einer NWB und das gesamte städtische System gegenüber extremen Wetterereignissen wirksam verbessert werden.

6 Strategien und Maßnahmen

Im Folgenden werden Strategien und Maßnahmen aufgezeigt, mit denen die negativen Folgen von außerordentlichen Ereignissen und Betriebsstörungen in Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung reduziert werden können. Es werden für die unterschiedlichen Akteursgruppen Maßnahmen in der Planung und Konstruktion, auf Gemeindeebene und auf Betreiberbene diskutiert, sowie auch Initiativen in der Kommunikation und Beteiligung. Da aber effektive Strategien und Maßnahmen im Umgang mit außerordentlichen Ereignissen und Störfällen eine koordinierte Planung aller Akteure erfordern, ist eine ganzheitliche Finanzierung und Umsetzung sinnvoll. Dies bedeutet, dass die einzelnen Maßnahmen, die in unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen liegen, am besten sektorenübergreifend entwickelt werden müssen. Vor allem in Bezug auf Zuständigkeiten bedarf es auf Gemeindeebene einer klaren und verbindlichen Festlegung spezifischer Rollen und Verantwortlichkeiten.

6.1 Maßnahmen in der Planung und Konstruktion

6.1.1 Maßnahmen der Planung

Eine Möglichkeit, um mit den zukünftigen Herausforderungen der Niederschlagswasserbewirtschaftung bezüglich außergewöhnlicher Ereignisse umgehen zu können, sind Maßnahmen der Planung und Konstruktion umzusetzen. Diese baulichen Veränderungen haben die vorrangige Aufgabe die Siedlungsgebiete flexibler und anpassungsfähiger auf die zukünftigen Veränderungen zu gestalten und daher das Schadenspotential zu reduzieren. Dabei spielen die in der Praxis geltenden Bemessungskonzepte eine große Rolle. In einem ersten Schritt werden mögliche Maßnahmen kurz vorgestellt (Tabelle 11) und nachfolgend auf die Bemessungskonzepte und deren mögliche Anpassung eingegangen. Im Anschluss daran werden die gewonnenen Erkenntnisse aus dem BEJOND Projekt diskutiert und darauf basierend eine Empfehlung bezüglich einer möglichen Anpassung in den Bemessungskonzepten formuliert. Eine umfassende Zusammenstellung aller relevanten Bemessungsgrößen von Anlagen der städtischen Entwässerung bietet Holzer (2020). Beispielweise sind darin die relevanten Mindestanforderungen bezüglich Jährlichkeiten und Wartungsintervallen übersichtlich zusammengefasst und zusätzlich mit den Regelwerken im D-A-CH Raum verglichen worden.

Die derzeit angewendeten Bemessungskonzepte dimensionieren die Anlagen dabei in der Regel auf vergangene bis aktuelle klimatische Bedingungen unter der Annahme, dass die Anlage

perfekt funktioniert. Außergewöhnliche Ereignisse und Störfälle werden in der Bemessung bisher nicht berücksichtigt. Folgende Zustände können eintreten, welche in der Bemessung derzeit nicht berücksichtigt werden: I) Klimawandelszenarien (Erhöhung der Intensität und Häufigkeit von konvektiven Niederschlagsereignissen); II) Urbanisierungsszenarien (Erhöhung des Oberflächenabflusses durch steigende Versiegelung); III) Trockenheit (Verminderung der Infiltrationsleistung und damit Erhöhung des Abflussbeiwertes); IV) Störfälle und außerplanmäßige Betriebszustände.

Neben der zusätzlichen Berücksichtigung von Störfällen und außerplanmäßigen Betriebszuständen in der Bemessung ist vor allem auch eine regelmäßige Inspektion, Wartung und Pflege der bestehenden Infrastrukturen entscheidend. Nicht gewartete Systeme können durch Fehler und Störungen ihre Leistungsfähigkeit verlieren und dadurch zu einer Beeinträchtigung in der Umgebung führen. Während bei zentralen Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (Kanäle, Schächte, Pumpwerke, Überlaufbauwerke, etc.) eine Inspektion und Wartung vom Kanalnetzbetreiber regelmäßig (bedarforientiert oder mind. alle 10 Jahre) durchgeführt werden sollte, ist dies bei dezentralen und blau-grünen Infrastrukturen oft nicht geregelt. Fehlende Richtlinien zu Wartungsintervallen und Wartungsumfängen, nicht geschultes und sensibilisiertes Personal, nicht klar geregelte Zuständigkeiten und Anlagen auf privaten Grundstücken verhindern oder erschweren eine regelmäßige Wartung und Pflege. Modelluntersuchungen von Fehlern und Betriebsstörungen in zentralen und dezentralen Anlagen zeigen im Zusammenhang mit Starkregenereignissen teilweise eine deutliche Zunahme der überlasteten Infrastrukturen und Überflutungsflächen an der Oberfläche (siehe Ertl et al. 2023). Dies ist vor allem für Störungen in zentralen Anlagen wie verstopfte Haltungen oder Verstopfungen von Durchläufen zutreffend. Fehler in dezentralen Anlagen zeigen einen geringen Effekt, was aber unter anderem auch in ihrer relativ geringen Verbreitung begründet liegt. Mit einer wachsenden Bedeutung von dezentraler Regenwasserbewirtschaftung ist mit einer Zunahme von Fehlern und Betriebsstörungen und deren Auswirkungen zu rechnen. Diesem Umstand sollten Gemeinden Rechnung tragen.

Tabelle 11: Zusammenfassende Darstellung möglicher baulicher Maßnahmen mit dem Fokus auf die verfügbaren Bemessungsansätze

Maßnahme	Beschreibung und Ziel	Umsetzung und Bemessung
Regenrückhalte-becken	Werden vorwiegend an kleineren Fließgewässern an den Außengebieten umgesetzt, um die enormen Abflussmengen aus den dahinterliegenden großen Einzugsgebieten zu speichern und in weiterer Folge gedrosselt und verzögert abzuleiten.	Sowohl die österreichischen (ÖWAV RB-35) als auch die Schweizer Regelblätter (VSA 2019) verweisen dabei auf das DWA-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen. (Holzer 2021)
Notwasserwege und multifunktionale Retentionsflächen	Notwasserwege sind Maßnahmen um das potenziell anfallende Niederschlagswasser gezielt auf der Oberfläche (Straße, Straßengräben) an einen weniger gefährdeten Ort abzuleiten (z. B. multifunktionale Retentionsfläche). Daher sind Notwasserwege eine Maßnahme, um mit dem Restrisiko umgehen zu können und daher Teil des "safe to fail" Prinzip.	In Österreich ist ein gängiges Regelwerk derzeit nicht vorhanden. Einzelne Leitfaden sind aus vergangenen Forschungsprojekten entstanden (z. B. MURIEL). Dabei wird häufig die Bemessung an Anlagen der dezentralen Niederschlagsbewässerung angelehnt (ÖWAV RB35, RB45), wobei die Zuordnung einer Jährlichkeit schwierig umsetzbar ist. Eine Vorreinigung bei Versickerungsanlagen z. B. (multifunktionalen Retentionsflächen) muss eventuell berücksichtigt werden.
Blau-Grüne Infrastruktur	Diese dezentralen Maßnahmen werden vorwiegend am privaten Grundstück eingesetzt, um das anfallende Niederschlagswasser temporär zu speichern und dem natürlichen Wasserhalt über Versickerung, Verdunstung und Zwischenspeicherung zurückzuführen. Am wirksamsten sind dabei kombinierte Anlagen wie Gründach – Mulde - Versickerungsanlage (Leimgruber et al. 2019)	Diese Anlagen werden in Österreich vorwiegend über die ÖWAV RB 35 und 45 bemessen, welche auf der ÖNORM B-2506-1 bis 3 korrespondieren. Wobei die Planung von Dachbegrünungen über die ÖNORM L 1131 geregelt wird. (Holzer 2021)

Maßnahme	Beschreibung und Ziel	Umsetzung und Bemessung
Modifizierung des Kanalsystems	Grundlegend soll mehr Speicherraum für anfallendes Niederschlagswasser im zentralen Entwässerungssystem geschaffen werden, ähnlich der Funktion eines Speicherkanals.	Die Bemessung des Kanalsystems wird in Österreich über die EN-752 geregelt. Wobei diese in den ÖWAV Regelblättern 11 (Dimensionierung von Abwasserkanälen) und Regelblatt 19 (Bemessung von Mischwasserentlastungen) in der Praxis angewendet werden. Es ist darauf zu achten, dass es bei einer Modifizierung des Kanalsystems zu keiner Verschlechterung der darin vorgegebenen Zielgrößen kommt (z. B. Überstauhäufigkeit, Weiterleitungswirkungsgrad).
Mobiler Überflutungsschutz	An bekannten Überflutungs-Hot-Spots kann es sinnvoll sein, temporäre Schutzmaßnahmen wie Sandsackdepots oder mobile Schutzwände anzuordnen, welche den vulnerablen Standort im Fall eines Starkregenereignisses vor Überflutungen schützt. Dabei ist zwingend die Einhaltung des Nachbarrechts (§ 364 ABGB) zu beachten	Bei der Auslegung von temporären Schutzbauten muss vor allem auf die hydrostatische Belastung der Träger sowie auf die Anpralllast über die Fließgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Dabei liefern die Gefährdungskarten basierend auf urbanen Überflutungsmodellen wertvolle Information bezüglich maximalen Wasserstands sowie Fließgeschwindigkeit am vulnerablen Standort. Diese sind allerdings stets mit Unsicherheiten behaftet, da die Gefährdungen auf den Jährlichkeiten vergangener Niederschlagszeitreihen basieren, sowie die Modelle häufig den Einfluss der Kanalisation nicht berücksichtigen.
Landwirtschaftliche und Forstwirtschaftliche Maßnahmen	Darunter sind alle Maßnahmen gemeint, welche sowohl die hydrologische Abflussbildung als auch das Abflussverhalten an landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen positiv beeinflusst. Darunter fallen Maßnahmen wie beispielsweise (Freistaat Thüringen, 2023): I) Steigerung der Versickerungsleistung durch Bodenlockerung; II) Waldmehrung durch Mischwälder; III) hangparallele Bearbeitung, um Erosionspotential zu mindern.	Für die Umsetzung einer solchen großflächigen Maßnahme wie beispielsweise einen Bodenaustausch der oberen Bodenzone ist in erster Linie eine wasserrechtliche Bewilligung laut Wasserrecht (1959) notwendig. Da durch den vermehrten Eintrag von Niederschlagswasser in den Untergrund die Qualität des Grundwassers beeinträchtigt werden kann. Ebenso muss ein guter ökologischer Zustand der Böden bezüglich Landwirtschaft sichergestellt werden.
Eigenvorsorge	Diese Maßnahmen können private Haushalte selbstständig umsetzen, um ein Objekt (z. B. Einfamilienhaus) vor außergewöhnlichen Ereignissen	Eine eigene Norm oder Regelwerk für Maßnahmen der Eigenvorsorge ist in Österreich nicht vorhanden. Allerdings werden solche Veränderung häufig von der zuständigen Baubehörde abgenommen. Dabei ist

Maßnahme	Beschreibung und Ziel	Umsetzung und Bemessung
	sen (Überflutungen) zu schützen. Diese sind häufig sehr simple bauliche Maßnahmen wie die Implementierung von Barrieren in den Eingangsbereichen (z. B. durch eine Stiege) sowie die Anschaffung eines Sandsack Depots. Die Kosten dieser Maßnahme sind allerdings gänzlich von der Privatperson zu tragen. Einen guten Überblick bietet der Leitfaden Eigenvorsorge bei Oberflächenabfluss (BMNT, 2019) einen guten Überblick.	zu achten, dass insbesondere das Nachbarschaftsrecht nicht verletzt wird. Also durch die bauliche Maßnahme das Fließverhalten an den benachbarten Grundtücken nicht negativ beeinflusst wird.

Hinsichtlich der Bemessung beziehen sich alle in der Praxis zur Anwendung kommenden Regelwerke und Regelblätter auf Jährlichkeiten und Niederschlagszeitreihen aus der Vergangenheit (ehyd -Plattform: <https://ehyd.gv.at/>). Diese werden zwar in regelmäßigen Abständen aktualisiert, enthalten allerdings keine zukünftigen klimatischen Veränderungen oder Projektionen. Da einige der oben vorgestellten Maßnahmen eine abgeschätzte Lebensdauer von teilweise > 50 Jahren besitzen, wird eine Bemessung basierend auf rein vergangenen Niederschlagszeitreihen als kritisch gesehen. Aus all diesen Überlegung kann von einer Steigerung der Niederschlagsintensität von größer-gleich 7 Prozent/Grad Erwärmung in Österreich ausgegangen werden (ZAMG 2020), welches im Zuge der zukünftigen Bemessung von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung mit Hilfe von vereinfachten oder kontinuierlichen Klimaprojektionen berücksichtigt werden muss. Zusätzlich werden für die Bemessung häufig vereinfachte Niederschlagsverteilungen wie beispielsweise Blockregen (RB35, RB45) verwendet, welche allerdings nicht das realistische Abflussverhalten bei einem Niederschlagsereignis repräsentieren (Reinstaller und Muschalla, 2021). Aufgrund dieser Unsicherheiten sind häufig Sicherheits- und Risikobeiwerte in den Bemessungskonzepten integriert (siehe DWA-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen).

Ebenso wird in der Bemessung davon ausgegangen, dass die Anlagen stets in einem einwandfreien Zustand sind. Dies ist zwar bei Anlagen, welche auf öffentlichem Grund liegen (z. B. Regenrückhaltebecken, Anlagen des zentralen Entwässerungssystems, usw.), durch regelmäßige Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen möglich, am privaten Grund obliegt diese Verantwortung den EigentümerInnen selbst. Allerdings wurde im Zuge der Projektbearbeitung festgestellt, dass im Fall eines Extremereignisses selbst die Anlagen, welche öffentlich betrieben werden, nicht immer ordnungsgemäß funktionieren.

Zusammenfassend muss davon ausgegangen werden, dass ein Anlagenversagen in der Zukunft häufiger auftreten kann, wodurch der Umgang mit dem Restrisiko in der Bemessung zukünftig eine größere Rolle spielen wird. In diesem Zusammenhang werden auch bauliche Maßnahmen wie Notwasserwege in Kombination mit multifunktionalen Retentionsflächen zukünftig einen höheren Stellenwert einnehmen, da diese neben den Hauptfunktionen der Schadensreduktion bei Anlagenversagen (z. B. zentrales Entwässerungssystems) bei einer naturnahen Gestaltung auch eine soziale Aufenthaltsfunktion aufweisen. Dadurch bieten sie im Vergleich zu Maßnahmen der zentralen Infrastruktur, welche nur bei Auftreten eines Extremereignisses wirksam werden (z. B. Rückhaltebecken), deutliche Vorteile. Aus all den gewonnenen Erkenntnissen kann folgende Empfehlung hinsichtlich Anpassung in der Bemessung formuliert werden:

Empfehlung zur Anpassung bezüglich Bemessung von Anlagen des städtischen Entwässerungssystems:

Durch die prognostizierte Veränderung des Niederschlages aufgrund des fortschreitenden Klimawandels hin zu häufigeren und extremeren Starkregen, wird empfohlen dieser Veränderung im Zuge einer Variantenuntersuchung in der Bemessung Rechnung zu tragen. Neben klimatischen Veränderungen wird auch empfohlen ein nicht ordnungsgemäßes Anlageverhalten in die Bemessung als Variante zu berücksichtigen. Dabei stellen gekoppelte 1D-2D Modelle in Kombination mit einer FMEA-Analyse zur Identifizierung der Störfälle mit dem höchsten Risiko ein wichtiges Werkzeug dar, um die einzelnen Maßnahmen und Zustände (Ist-Zustand-Szenario, Klimawandel-Szenario, Störfall-Szenario) hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewerten zu können.

6.1.2 Bewertung von Maßnahmen in der Planung

Um das gesamte städtische Entwässerungssystem hinsichtlich baulicher Maßnahmen und technischer Anpassungsstrategien (z. B. Rückhaltebecken oder Notwasserwege) bewerten zu können, müssen einzelne Bewertungsgrößen berücksichtigt werden: I) Überflutungen an der Oberfläche; II) technische Resilienz des Gesamtsystem; III) Funktion des Entwässerungssystems; IV) Eintrag in benachbarte Systeme (Kläranlage und Fließgewässer); v) Nachhaltige Wirkung der Maßnahmen. All diese Größen werden kombiniert zu einem Wirksamkeitsindex (WI) zusammengefasst (Gl.1). Wobei als grundsätzliche Methodik die relative Abweichung einer gewählten Zielgröße (OF) (Wasserstand, Überstauvolumen, technische Resilienz, Änderung in der Wasserbilanz) zu einem vordefinierten Grundzustand (Referenzszenario) verwendet wird (Gl.2).

$$WI = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n WI_{k,norm} \quad (Gl.1)$$

$$WI_k = \frac{(OF_{i,Referenz} - OF_{i,Szenario})}{OF_{i,Referenz}} \quad (Gl.2)$$

WI= gesamter Wirksamkeitsindex einer Maßnahme; $RI_{k,norm}$ = normalisierte Wirksamkeit der einzelnen Bewertungsgröße k; $OF_{i,Referenz}$ = Zielgröße i des Referenzszenarios (z. B. Überflutungsfläche); $OF_{i,Szenario}$ = Zielgröße i des Maßnahmenszenarios (z. B. Überflutungsfläche)

Da die Skala jeder einzelnen Bewertungsgröße WI_k stark variieren kann, wird empfohlen die einzelnen Größen zu normalisieren, um diese für eine kombinierte Betrachtung vergleichbar zu machen. Da die einzelnen Bewertungsgrößen auch einen negativen Wert annehmen können, wird empfohlen die Normalisierung im Wertebereich zwischen -1 und +1 durchzuführen. Der verwendete Normalisierungsansatz ist jedoch stark von der Verteilung der Bewertungsgrößen aller betrachteten Maßnahmen abhängig. Dadurch können auch andere Methoden wie die Min-Max Normalisierung oder der Z-Standardisierung ein möglicher Normalisierungsansatz sein. Da die möglichen Anpassungsstrategien und Maßnahmen zusätzlich standortabhängig sind, ist der mögliche Wertebereich auch vom betrachteten Einzugsgebiet abhängig. In Tabelle 12 wird beispielhaft aufgezeigt, welche Zielgrößen für die einzelnen Bewertungsgrößen herangezogen werden können. Ebenso ist die daraus resultierende mathematische Formulierung des gesamten Wirksamkeitsindex dargestellt.

Tabelle 12: Exemplarisches Beispiel für die Ermittlung des Wirksamkeitsindex (WI) zur Bewertung von Maßnahmen und Anpassungsstrategien des städtischen Entwässerungssystems

Bewertungs- Größe	Beispielhafte Zielgröße (OFi)	Beschreibung
Urbane Überflutung (WI1,norm)	OF ₁ = Überflutungsfläche	maximaler Wasserstand, Fließgeschwindigkeit oder einer Kombination aus beider mit einem vordefinierten Grenzwert (z. B. maximaler Wasserstand > 0.1 m)
System Resilienz (WI2.1,norm)	OF _{2.1} . = Technische Resilienz (Mugume (2015))	Zeit bis der Ursprungszustand wiederhergestellt werden konnte
Entwässerungssystem (WI2.2,norm)	OF _{2.2} . = Überstauvolumen der Kanalisation	Überstauvolumen aus der Kanalisation jedes einzelnen Knotens
Nachbarsysteme (WI2.3,norm)	OF _{2.3} . = Zulauf Kläranlage, Überlaufvolumen	Abfluss am Ende des Entwässerungssystems (Systemgrenze)
Nachhaltige Wirkung (WI3,norm)	OF ₃ = natürliche Wasserbilanz (RO=P-ET-I-S) RO= Oberflächenabfluss; P= Niederschlag; ET= Evapotranspiration; S= Speicheränderung	Qualitative Abschätzung der nachhaltigen Wirkung über die zentralen Komponenten der natürlichen Wasserbilanz (Verdunstung, Infiltration, Speicheränderung). Wo bei 1 eine Erhöhung, 0 keine Veränderung zum Ursprungszustand, -1 eine Verschlechterung der Prozesse bedeutet.

$$WI = \frac{1}{3} \left[WI_{1,norm} + \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WI_{2,i,norm} \right) + WI_{3,norm} \right] \quad (Gl.3)$$

Empfehlung bezüglich der Anwendung des Wirksamkeitsindex:

Das hier aufgezeigte Beispiel kann noch mit beliebigen Bewertungsgrößen erweitert und gegebenenfalls auch reduziert werden. Wobei empfohlen wird die Funktionsfähigkeit des Entwässerungssystems (mit all seinen Anlagen der zentralen und dezentralen Entwässerung), die urbane Überflutung als maßgeblicher außergewöhnlicher Zustand sowie die nachhaltige Wirkung aufgrund der zukünftigen Erhöhung von Starkregenereignissen infolge des anhaltenden Klimawandels in die Bewertung miteinfließen zu lassen. Ebenso können noch weitere Bewertungsgrößen wie beispielsweise die Kosten der Maßnahmen mithilfe des Barwertes als Zielgröße ergänzt werden.

6.1.3 Maßnahmen der Konstruktion

Mithilfe von konstruktiven Anpassungen lässt sich die Resilienz von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung gegenüber Betriebsstörungen und außergewöhnlichen Ereignissen erhöhen. Tabelle 13 gibt einen Überblick über mögliche konstruktive Anpassungen für jede der 14 untersuchten Anlagen. Zum Teil müssen die jeweiligen Anpassungen bereits während der Planung und Konstruktion der Anlage berücksichtigt werden. Andere Anpassungen lassen sich auch noch im Bestand umsetzen.

Im Zuge der in Kapitel 5.1 vorgestellten FMEA-Analyse wurde jeder untersuchten Anlage in Abhängigkeit der Betriebszustände und Störfälle eine mögliche konstruktive (bauliche) Anpassung zugewiesen. Eine genau Aufstellung welche konstruktive Anpassung sich für welche Betriebsstörung eignet, kann den umfassenden FMEA-Tabellen im Endbericht entnommen werden (Ertl et al. 2023).

Tabelle 13 Zusammenfassende Darstellung der möglichen konstruktiven (baulichen) Anpassungsstrategien für die untersuchten Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung

Anlagentyp	Konstruktive Anpassung
Mischwasserkanal	Einbau von Sandfängen, Profilanpassung (Gefälle, Eiprofil, Sonderprofile), Einbau Spülklappen, Schmutzfang Straßeneinläufe, Installation von Dichtungsringen und qualitativ hochwertigen Verbindungselementen, Filtersysteme für Schmutzwasser im Übernahmeschacht, Einbau von Gaswarnanlagen, Einbau von Überdruckventilen, Sicherstellung Belüftung, Deckel mit Sicherheitsverschluss bzw. Spezialverschraubung, Notwasserwege auf der Oberfläche, Vergrößerung Kanalquerschnitt
Regenwasserkanal	Einbau von Sandfängen, Profilanpassung (Gefälle, Eiprofil, Sonderprofile), Einbau von Profilen mit hohen Sohlschubspannungen, um Ablagerungen zu vermeiden, Einbau Spülklappen, Schmutzfang Straßeneinläufe, Installation von Dichtungsringen und qualitativ hochwertigen Verbindungselementen, Einbau von Gaswarnanlagen, Einbau von Überdruckventilen, Notwasserwege auf der Oberfläche, Vergrößerung Kanalquerschnitt
Hausanschlusskanal	Stahl- oder korrosionsbeständige Kunststoffrohre, Doppelmantelsystem, elastische Dichtungen, Flexible Rohrmaterialien z. B. HDPE-Rohre; angemessene Tiefenlage der Rohre, Rückstauklappen, Einbau von Profilen mit hohen Sohlschubspannungen, um Ablagerungen zu vermeiden, Optimierung des Kanalgefälles, Belüftete Abflussrohre
Pumpwerk	Einbau Gaswarngeräte, Brandschutzgeräte in Sonderbauwerke, Einbau Notstromaggregat, Vorgeschnitteter mechanische Reinigungsanlage z. B. Rechen, säurebeständige Materialien, Belüftung, Redundante Messungen über zweite Messeinrichtung,
Mischwasserüberlauf	Einzäunung, Deckel mit Sicherheitsverschluss bzw. Spezialverschraubung, Verwendung eines selbst angetriebenen Rechens bzw. Siebs ohne Fremdenergie, Notstromversorgung der Regelorgane, Einbau von Rückstauklappen und Hochwasserpumpen, redundante Ausführung der Messtechnik
Speicherkanal	Einbau von RTC-Steuerungswehre um selbständiges Spülen bei der Entleerung zu integrieren, Einbau Gaswarngeräte, Brandschutzgeräte in Sonderbauwerken, Abscheideanlagen (Einbau von Substratsäcken an den Straßeneinläufen zur Vorreinigung an relevanten Stellen im Netz), Notstromversorgung der Regelorgane, Redundante Messsysteme
Schacht-, Drainagerohr und Rigolenversickerung	Einbau von vorgeschalteter mechanischer Reinigung an den Dachrinnen sowie Schotterfang an den Einläufen der angeschlossenen Verkehrsflächen, Verwendung von tragfähigen Drainagerohren sowie spezielles tragfähiges Bettungsmaterial bei zu erwartenden Schwerlasten, Technische Filter mit hohen Standzeiten, Notüberlauf in Kanalsystem
Regenwasserzisterne	Vorreinigung des Regenwassers über Filter, Einbau von Verankerungen zur Fixierung des Wassertanks am Fundament, Dimensionierung auf längere Trockenperioden > 3 Wochen, Alle Zu- und Abläufe mit Moskitogittern versehen, Bewegung im Wasser vorsehen (Pumpe)

Anlagentyp	Konstruktive Anpassung
Regenrückhaltebecken	Einbau von vorgeschalteter mechanischer Reinigungsanlage, Einbau von erosionsbeständigen Böschungsteinen (Böschungsgitter), Dimensionierung auf höhere Jährlichkeiten
Künstliche Wasserflächen	Einbau von Springbrunnen zur Erhöhung der Dynamik an der Oberfläche, Einbau vorgeschalteter Reinigungsanlage, Belüftung durch Wasserbewegung, Verbesserung der Selbstreinigungsfähigkeit durch Pflanzen, Biofilmaufwuchs, etc., Verwendung erosionsbeständiger Böschungsteine, Einbau einer mechanischen Reinigungsanlage
Kombinierte Versickerungssysteme und Baumrigole	Einbau vorgeschalteter mechanischer Reinigung, Implementieren von Notwasserwegen, Notüberlauf über ein Wehr umsetzen und nicht über ein Rohr, Smarte Wasserverteilung (z. B. über Verteilwinkel), Speicherraum unter der Baumscheibe anordnen, Befahrung und Betreten der Baumscheibe verhindern (Absperrung), Bewässerung
Mulden und Flächenversickerung	Einbau eines gröberen Vorfilters, Anschließen von Dachflächen über ein direktes Fallrohr, Notüberlauf über ein Wehr umsetzen und nicht über ein Rohr, Substrat mit angepasstem Nährstoffgehalt (übermäßigen Bewuchs verhindern), Verwendung von Geotextilien oder speziellen Bepflanzungstechniken zur Stabilisierung der Böschung; Einsatz von Gabionen oder Steinschüttungen in besonders erosionsgefährdeten Bereichen, Einbau einer vorgeschalteten Drainage mit Drosselzufluss zur Anlage (im Starkregenfall wird überschüssiges Wasser an der Anlage vorbei geleitet), Einsatz von trockenheitsresistenten Pflanzenarten für die Begrünung, in manchen Fällen Einbau von wasserspeichernden Materialien
Teilversiegelte Oberflächen	Vor Beschickung der Anlage Absetzbereich für Grob- und Feinsedimente anlegen, Einbau von tragfähigen Rasengittersteinen, Einbau eines Retentionsspeichers mit Notüberlauf in die Kanalisation oder nahegelegener Grünfläche (bei gering verschmutzter angeschlossener Fläche), Beläge mit höherer hydraulischer Leitfähigkeit und Speicherkapazität im Untergrund, Notwasserwege an der Oberfläche, Sicherstellung ausreichende Steifigkeit Tragschicht
Dachbegrünung	Verwendung von geprüften Bitumenbahnen ohne bekannte problematische Stoffe (z. B. Mecoprop), während Trockenzeiten Bewässerung über Zisternen oder Vergrößerung der Speicherschicht z. B. Retentionsdach (zulässige Dachlasten müssen beachtet werden), Ausführung mit genügend Freibord an den Dachkanten in dem Wind ausgesetzten Standorten, Schubsicherung bei Dächern mit einer Neigung > 15°

6.2 Maßnahmen auf Gemeindeebene

Gemeinden haben vielfältige Zuständigkeiten, darunter das Bauwesen, die lokale Raumplanung, Wasserversorgung und -entsorgung, Katastrophenschutz und die Errichtung und Instandhaltung von Straßen und Wegen. Diese Bereiche können sowohl von Störfällen und außergewöhnlichen Ereignissen in der Niederschlagswasserbewirtschaftung betroffen sein als auch eine Rolle bei deren Entstehung spielen.

Mit Blick auf außerordentliche Ereignisse und Störfälle in der Niederschlagswasserbewirtschaftung lassen sich drei Haupttätigkeitsfelder auf Gemeindeebene identifizieren:

1. Erarbeitung und Vermittlung fachlicher Grundlagen und Hilfestellung in der Gefahrenanalyse: Die Erstellung und Verbreitung fundierter wissenschaftlicher und technischer Kenntnisse an Betroffene, Planer:innen und Entscheidungsträger:innen ist von zentraler Bedeutung, um das Risikobewusstsein zu erhöhen und sachkundige Entscheidungen zu ermöglichen.
2. Förderung der Eigenvorsorge durch die Bevölkerung: Hierbei geht es darum, Anreize und Rahmenbedingungen zu schaffen, die es Privatpersonen und Unternehmen ermöglichen, eigene Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen. Dies kann zum Beispiel durch die Bereitstellung von Informationsmaterial, Beratungsangeboten oder finanziellen Anreizen erfolgen.
3. Eigene Vorsorgemaßnahmen der Gemeinde mit Vorbildfunktion: Schutz- und Risikomanagementmaßnahmen sollten dort ergriffen werden, wo sie möglich und wirtschaftlich sinnvoll sind. Das kann zum Beispiel die Errichtung von Anlagen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung, den Schutz kritischer Infrastrukturen oder die Anpassung von Raumplanungs- und Bauvorschriften umfassen.

6.2.1 Beispiele für Maßnahmen auf Gemeindeebene

Durch eine Gefahrenanalyse können Gemeinden die spezifischen Herausforderungen identifizieren, die sie in Bezug auf außergewöhnliche Ereignisse und Störfälle erwarten. Ingenieurbüros, die Wasserwirtschaft und Verwaltungseinheiten verfügen über spezielles Wissen und Fähigkeiten, die für die Identifizierung und Bewältigung solcher Risiken notwendig sind. Eine integrierte System- und Risikoanalyse wie sie in Kapitel 5.3 beschrieben ist, erfordert die Einbindung zahlreicher Akteure.

Beispiel Vorsorgecheck Naturgefahren im Klimawandel

Der „Vorsorge Check Naturgefahren“ stellt eine effektive Maßnahme dar, um Gemeinden dabei zu unterstützen, eine fundierte Basis für eine integrierte System- und Risikoanalyse zu etablieren. Dieses Tool erleichtert den Gemeinden, ihre bestehenden Kenntnisse über potenzielle Gefahren sowie vorhandene Vorsorgemaßnahmen zu evaluieren und visualisieren, während es gleichzeitig auf Bereiche hinweist, in denen Handlungsbedarf besteht.

Mit seiner Leitfrage „Wie gut sind wir vorbereitet?“ erlaubt der Vorsorgecheck den

Gemeinden eine Selbsteinschätzung ihrer Präventionsfähigkeiten im Hinblick auf relevante Naturgefahren und Risiken, die durch den Klimawandel verursacht oder verstärkt werden.

Weiterführende Informationen und Beratung zu diesem Thema bietet das Umweltbundesamt, insbesondere das Team für Klimawandelanpassung an. Mehr dazu finden Sie auf: <https://www.naturgefahrenimklimawandel.at/>

Eine gezielte Kommunikation über Gefahren und Risiken an verschiedene Zielgruppen kann dazu beitragen, das Risikobewusstsein unabhängig von einem erlebten Schadensereignis zu erhöhen. Dies kann durch regelmäßige Informationsveranstaltungen, Informationsmaterial oder durch die Nutzung digitaler Plattformen geschehen. Wird die Bevölkerung adäquat informiert, können so individuelle Vorsorgemaßnahmen getroffen und das Gemeinwesen als Ganzes widerstandsfähiger gegenüber außergewöhnlichen Ereignissen und Störfällen gemacht werden. Eine breite Beteiligung der Öffentlichkeit an der Planung und Umsetzung von Strategien im Umgang mit Störfällen und außerordentlichen Umständen kann zu einer erhöhten Akzeptanz und Effektivität der Maßnahmen führen. Die Einbeziehung der Öffentlichkeit ermöglicht es, lokales Wissen zu nutzen und die Wahrnehmung der Bedrohung zu steigern, was wiederum zu einer höheren Bereitschaft zur Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen führen kann.

Beispiel Bürger:innen-Meldungen in Kufstein

Die Gemeinde-Webseite der Stadt Kufstein bietet über die Plattform „Bürgermeldungen.com“ einen Kommunikationskanal für Bürger:innen, um Vorfälle, Auffälligkeiten und Anliegen direkt an die zuständigen Stellen in der Stadtverwaltung und den Stadtwerken zu melden. Für Störfälle in der Siedlungs- und Niederschlagswasserbewirtschaftung bietet dieses Tool eine schnelle und effiziente Möglichkeit, von Bürger:innen über Probleme und Störfälle informiert zu werden.

Die Plattform ermöglicht es den Bürger:innen, sich zu registrieren, Meldungen zu verfassen und diese zu veröffentlichen. Sie können auch Fotos zu ihren Meldungen hinzufügen, um die Problemstellung zu verdeutlichen. Zudem ist es möglich, die Meldungen nach verschiedenen Kategorien, wie zum Beispiel „Wasser und Kanal“, zu sortieren. Dies erleichtert den zuständigen Stellen in der Stadtverwaltung und den Stadtwerken die Bearbeitung der Meldungen und ermöglicht eine gezielte Beantwortung und Lösung der Probleme.

Die Meldungen werden datiert und kategorisiert, so dass ein transparenter Überblick über alle eingegangenen und bearbeiteten Anliegen gegeben ist. Jede Meldung enthält dabei Angaben zum Status der Bearbeitung, zum Datum der Meldung und zur Dauer der Bearbeitung. Auch die Kommunikation zwischen den Bürger:innen und den zuständigen Stellen ist öffentlich einsehbar, was für Transparenz und Vertrauen in die Arbeit der Stadtverwaltung und Stadtwerke sorgt.

Näheres zur Kommunikation und Beteiligung befindet sich in Kapitel 6.4. Nachfolgend werden weitere relevante Maßnahmen auf Gemeindeebene beschrieben:

Kombination von weichen und harten Resilienzmaßnahmen: Es ist wichtig, sowohl weiche als auch harte Resilienzmaßnahmen einzuführen und zu fördern. Dazu gehören sowohl das Freihalten von Rückhalteflächen (weiche Maßnahmen) als auch der Bau von Schutzdämmen (harte Maßnahmen).

Checklisten Nutzen: Zum Thema wassersensibel bauen und planen finden sich im Anhang (Kapitel 9.3) Checklisten und Handlungsempfehlungen zu den Themen Starkregen, Rückstau aus dem Kanal und Sickerwasser.

Berücksichtigung dezentraler Maßnahmen in der Flächenwidmung und im Bebauungsplan: Eine zentrale Rolle in der NWB spielen die Flächenwidmung und der Bebauungsplan. Hier sollten dezentrale NWB Maßnahmen und Strategien zur Niederschlagswasserbewirtschaftung berücksichtigt werden. Durch die Berücksichtigung von dezentralen Lösungen, wie z. B. Versickerungsanlagen, Gebäudebegrünung oder Regenwassernutzung, können negative Auswirkungen von Starkregenereignissen minimiert und gleichzeitig ökologische Vorteile, wie die Förderung der Biodiversität oder die Regenwasserinfiltration, genutzt werden.

Schaffung von Anreizen für dezentrale NWB Maßnahmen: Eine gerechte und nachhaltige Gebührenstruktur ist ein zentraler Baustein in der NWB. Eine mögliche Lösung, um Anreize für die dezentrale NWB Maßnahmen zu schaffen, ist die Einführung eines Gebührensplitting-Modells. Hierbei werden die Abwassergebühren in eine Gebühr für die Einleitung von Schmutzwasser und eine separate Gebühr für die Einleitung von Niederschlagswasser unterteilt. Dies fördert eine verursachergerechte Abwassergebühr und kann die Belastung der Kanalisationsanlagen reduzieren.

Warnsysteme: Es sollten Anstrengungen unternommen werden, um Warnsysteme für verschiedene Arten von Risiken einzuführen und zu verbessern, die mit städtischem Niederschlagswasser verbunden sind. In diesem Zusammenhang eignen sich verschiedene Warn-Leitfaden zum Umgang mit Störfällen und außerordentlichen Ereignissen in der städtischen Niederschlagswasserbewirtschaftung

und Alarmierungskanäle für unterschiedliche Situationen und Personengruppen besser oder schlechter (Tabelle 14). Die Ergebnisse einer Online-Umfrage zum Thema Kommunikation von Starkregen- und Überflutungsgefahren in österreichischen Gemeinden befindet sich im Endbericht des BEJOND Forschungsprojekts mit ausführlicheren Informationen zum Thema Kommunikation und Alarmierung (Ertl et al. 2023).

Tabelle 14: Eignung verschiedener Warn- und Alarmierungskanäle zur Erreichung der Bürgerinnen und Bürger in verschiedenen Situationen

Warnkanal	Zuhause	Bei der Arbeit	An öffentlichen Plätzen	Zu Fuß	In einem Fahrzeug	Im Ausland
Sirenen	++	++	++	++	+	--
Radio	++	+	-	-	++	o
TV	++	-	-	--	--	-
Warn-Apps	++	++	++	++	+	o
SMS	++	++	++	++	+	o
Cell-Broadcast	++	++	++	++	+	--

Legende der Bewertungssymbole:

++: Hohe Effektivität / Sehr zuverlässig

+: Moderate Effektivität / Zuverlässig

o: Neutrale Effektivität / Abhängig von Bedingungen

-: Niedrige Effektivität / Weniger zuverlässig

--: Keine oder sehr geringe Effektivität / Nicht zuverlässig

Vernetzung und Zusammenarbeit: Die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Organisationen, der Gemeinde und Einzelpersonen kann dazu beitragen, Ressourcen effektiver zu nutzen und koordinierte Maßnahmen zu entwickeln. Durch die Schaffung von Netzwerken und Kooperationen kann Wissen gebündelt und Erfahrungen ausgetauscht werden.

Systematische Ereignisdokumentation: Durch die systematische Erfassung von Ereignissen und Schäden in einer Datenbank kann das Wissen über Risiken verbessert und die Planung von Vorsorgemaßnahmen optimiert werden. Mit Hilfe einer solchen Datenbank können Muster und Trends erkannt und in die Risikoanalyse und -bewertung einbezogen werden.

Initiativen, die häufig als „Citizen Science“ Projekte konzipiert sind, ermöglichen mithilfe der Bevölkerung eine vielfältige und zeitnahe Datenerfassung. Mittels Standort (GPS)- und Zeitstempeln in den Foto- und Videodokumentationen lässt sich die räumlich-zeitliche Ausbreitung der Ereignisse im Nachhinein bestimmen.

Ein Beispiel hierfür ist das "FloodCitiSense"-Projekt, das von 2017 bis 2020 in drei europäischen Pilotstädten ein Frühwarnservice für urbane Starkregenereignisse getestet hat. Mithilfe kostengünstiger Sensoren und webbasierter Technologien konnten Bürger:innen und städtische Behörden ihre Beobachtungen über eine App melden. Die lokalen Beobachtungen wurden dann neben offiziellen hydrologischen Daten auf einer Karte eingetragen (Verbeiren et al. 2018).

Das CrowdWater-Projekt der Universität Zürich legt den Fokus auf die hydrologische Datenerfassung in Fließgewässern, eher abseits vom Siedlungsraum, und nutzt eine eigens entwickelte App, um Daten zum Wasserstand, Abfluss und weiteren Aspekten zu erheben, ohne dabei spezielle Ausrüstung zu benötigen. Interessanterweise zeigt sich auch hier das Potenzial zur Erfassung städtischer Überflutungen (Seibert et al. 2019). Insbesondere die Kategorie "virtuelle Messlatte" könnte genutzt werden, um den Wasserstand während solcher Ereignisse zu dokumentieren. Es zeigt sich, dass eine erweiterte Funktionalität für urbane Überflutungen in der CrowdWater-App sinnvoll sein könnte. Dennoch erfordert dies einen Dialog zwischen Entwickler:innen, Forscher:innen und Nutzer:innen, um das Interesse und den Bedarf zu evaluieren sowie technische und informative Aspekte zu berücksichtigen.

Foto- und Videodokumentation durch Bürger:innen

Die Dokumentation von Überflutungen durch Bürger:innen, mithilfe von Fotos und Videos, kann maßgeblich zur nachträglichen Analyse und Aufarbeitung von lokalen Starkregenereignissen und Überflutungen beitragen. An vorderster Stelle steht jedoch die Sicherheit: Bürger:innen sollten sich unter keinen Umständen zum Filmen oder Fotografieren in gefährliche Situationen begeben und stets die Handlungsanweisungen von Behörden und dem Zivilschutzverband beachten.

Durch gezielte Informationskampagnen könnten Gemeinden ihre Bewohner:innen dazu ermutigen, Foto- und Videodokumentationen lokaler Ereignisse an Behörden zu übermitteln. Für diese Beiträge sollte ein einfacher und klarer Meldeweg geschaffen werden. Dies könnte beispielsweise über eine mobile App oder eine Online-Plattform erfolgen, über die eine zentrale Sammlung der Medien möglich ist. Um die Nützlichkeit der gesammelten Medien zu erhöhen, sollte zudem darauf hingewiesen werden, dass Zeitstempel und Standortdaten (durch Aktivieren der entsprechenden Geräteeinstellungen) erfasst werden sollten.

Durch solche Initiativen kann eine Gemeinde nicht nur ein detailliertes Bild über lokale Überflutungssituationen erhalten, sondern auch das Gemeinschaftsgefühl und das Bewusstsein für gemeinschaftliche Verantwortung stärken. Auch der Austausch mit anderen Gemeinden bezüglich Vorgehensweisen und Erfahrungen mit Überflutungen kann dadurch erleichtert werden

Rollen und Aufgaben der Gemeindemitarbeiter:innen

In den Gemeinden sollte ein deutliches Verständnis dafür entwickelt werden, wer für welche Aspekte der städtischen Niederschlagswasserbewirtschaftung zuständig ist. Diese klaren Verantwortungslinien können dazu beitragen, die vorhandenen NWB-Anlagen in entsprechenden Intervallen zu kontrollieren und zu warten, und in Krisensituationen effizient zu handeln.

In kleineren bis mittelgroßen Gemeinden Österreichs tragen einzelne Gemeindemitarbeiter:innen oft eine erhebliche Verantwortungslast, die über die gewöhnlichen Anforderungen ihrer Berufstätigkeit hinausgeht. Dies erfordert eine erweiterte Bandbreite an Fähigkeiten und Kenntnissen.

Ein typisches Beispiel sind Mitarbeiter:innen im Bereich Betrieb und Wartung der Gemeindekanäle. Sie sind oft mit der Aufgabe konfrontiert, schnell auf Probleme zu reagieren, etwa bei Pumpwerken oder Straßeneinläufen. Darüber hinaus sind sie in manchen Fällen für die Wartung komplexer technischer Anlagen wie Kläranlagen und Pumpwerke verantwortlich. Diese Aufgaben müssen häufig eigenständig erledigt werden, was sowohl potenzielle Sicherheitsrisiken birgt als auch eine erhebliche Arbeitsbelastung darstellt.

Eine mögliche Strategie zur Verbesserung dieser Situation könnte die Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen und Unterstützung beinhalten, um sowohl die Sicherheit am Arbeitsplatz zu gewährleisten als auch die Arbeitszufriedenheit zu erhöhen.

Ausbildung im Staatlichen Krisen- und Katastrophenmanagement (SKKM): Um auf Extremfälle vorbereitet zu sein, ist es wichtig, dass sowohl Entscheidungsträger:innen als auch die Bevölkerung im Krisen- und Katastrophenmanagement geschult sind. Hierzu gehört unter anderem die Bildung von Krisenstäben, die Sicherstellung des Informationsflusses und die Durchführung von Übungen.

Unterstützung der Umsetzung von Maßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft: Die Land- und Forstwirtschaft spielen eine entscheidende Rolle im Thema Niederschlagswasserbewirtschaftung und Oberflächenwasser. Gemeinden sollten daher die Umsetzung von angepassten land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen unterstützen, z. B. durch Informationskampagnen, Anreiz- und Förderprogramme.

Bestehende Stör- und Notfallpläne nutzen und Anknüpfungspunkte erkennen: Es ist empfehlenswert, bereits bestehende Stör- und Notfallpläne als Grundlage für weitere Maßnahmen zu verwenden und potenzielle Anknüpfungspunkte zu identifizieren. Viele Gemeinden verfügen bereits über ausführliche Notfallpläne für spezifische Szenarien und Ereignisse – beispielsweise im Falle von Blackout, Pandemien oder Flusshochwasser. Um unnötige Parallelstrukturen oder Redundanzen zu vermeiden, bietet es sich an, auf etablierten Systemen und Protokollen aufzubauen und diese weiterzuentwickeln. Dieser Ansatz bringt den zusätzlichen Vorteil mit sich, dass Teilsysteme und verwandte Risikobereiche auf Anhieb mitbedacht und integriert werden, ein zentraler Aspekt einer integrierten Risikoanalyse. Die Anpassung und Verbesserung bereits vorhandener Pläne spart nicht nur Zeit und Ressourcen, sondern stärkt auch die Effektivität des Managements in Notfallsituationen, indem vorhandene Erfahrungen und Erkenntnisse genutzt werden.

6.2.2 Gefahrenabwehr: Alarm- und Einsatzplanung auf Gemeindeebene

Die Herausforderung eines Starkregenereignisses liegt in seiner schwer vorhersehbaren Natur. In Österreich stehen Gemeinden, genau wie Grundstückseigentümer, vor dem Dilemma, dass sie sich wegen der begrenzten Möglichkeiten einer präzisen räumlichen und zeitlichen Vorhersage nur schwer auf ein solches Ereignis vorbereiten können. Dennoch unterstreicht die Häufigkeit solcher Wetterphänomene die Notwendigkeit für Gemeinden, sich intensiv mit möglichen Szenarien und erforderlichen Reaktionsmaßnahmen auseinanderzusetzen.

Hier kommt die Starkregen-Alarm- und Einsatzplanung ins Spiel. Dieses Instrument dient nicht nur der Gefahrenabwehr, sondern auch der Koordination aller erforderlichen Einsätze und Wiederherstellungs-Maßnahmen. Im Zentrum dieser Bemühungen steht die Zusammenarbeit. Gemeinden sind angehalten, eng mit benachbarten Feuerwehren zu kommunizieren und ein Netzwerk der gegenseitigen Unterstützung zu etablieren. Dies beinhaltet auch die Vorbereitung auf außergewöhnliche Maßnahmen, wie etwa das Öffnen von Kanaldeckeln oder das gezielte Überfluten von ausgewählten Flächen mit geringem Schadenspotenzial. Eine vorausschauende Betrachtung solcher Maßnahmen kann im Krisenfall eine entscheidende Hilfe bei der Entscheidungsfindung sein.

Alarm- und Einsatzpläne nehmen in diesem Kontext eine Schlüsselrolle für das Krisenmanagement der Gemeinden ein. Durch ihre mehrstufige Konzeption können sie flexibel auf diverse Szenarien reagieren. Das vierstufige Konzept hat sich insbesondere bei kurzen Vorwarnzeiten als effektiv erwiesen, wobei die Stufe 1, die kritische Unwetterprognose, speziell für Starkregenereignisse von großer Bedeutung ist. Es sollte jedoch betont werden, dass generalisierte

Alarm- und Einsatzpläne für den Hochwasserfall nicht immer nahtlos auf lokale Starkregenereignisse anwendbar sind, da sie oft für umfangreichere Hochwasserszenarien entwickelt werden.

Ein konkretes Beispiel bietet die Tabelle 15, die einen Alarm- und Einsatzplan für Starkregenereignisse auf Gemeindeebene darstellt. Dieser Plan, ursprünglich für den deutschen Kontext entwickelt und dann für österreichische Verhältnisse angepasst, gibt anhand der GeoSphere Austria Warnstufen klare Handlungsempfehlungen.

Tabelle 15: Beispiel eines Alarm- und Einsatzplans für den Starkregenfall auf Gemeindeebene

Alarmstufe	GeoSphere Austria Warnstufe	Merkmale	Maßnahmen (Beispiele)
0	Grün (Keine aktive Warnung): Es ist derzeit kein warnrelevantes Wetter zu erwarten. Wetterbericht beobachten.	Keine Gefahr	Keine
1	Gelb (Vorsicht): Vorsicht ist bei dieser Wettersituation geboten, es sind jedoch nur vereinzelt wetterbedingte Beeinträchtigungen und/oder Schäden zu erwarten.	Kritische Unwetterprognose • Keine akute Überflutungsgefahr: In den nächsten Stunden bis Tagen kann es zu einem Überflutungsereignis kommen • Besondere Gefahr, wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen zutreffen: • Extremwetterwarnung der GeoSphere Austria • Tauwetter • Vorangegangene Niederschläge im EZG mit hoher Vorfeuchte der Böden und hohen Pegelständen • Vorangegangene Dürre im EZG mit trockenen Böden • Unbewachsene landwirtschaftliche Flächen in Hanglagen (z. B. im Frühjahr)	Information der Mitglieder des Krisenstabs / Krisenteams (Ausruf Alarmstufe 1): • Technische Einsatzbereitschaft der Feuerwehr überprüfen oder herstellen • Ständige Überwachung der weiteren Prognose- und Wetterentwicklung

Alarmstufe	GeoSphere Austria Warnstufe	Merkmale	Maßnahmen (Beispiele)
2	Orange (Achtung): Die Wettersituation kann zu Beeinträchtigungen des Alltags führen und/oder Schäden verursachen. Verfolgen der aktuellen Wetterprognosen wird empfohlen.	Drohendes Unwetter mit hoher Überflutungsgefahr In den nächsten 24h ist eine Überflutung möglich, aber nicht sicher	Information der Mitglieder der Gemeindeeinsatzleitung (GEL) bzw. Krisenstab, sowie ggf. Kanalbetrieb (AWV o.ä.), Feuerwehr und Straßenmeisterei (Ausruf Alarmstufe 2): Teilbesetzung des Krisenstabes mit den Funktionen: Administrative, organisatorische und unterstützende Aufgaben: Lage und Dokumentation Vorbereitung der Evakuierung von Personen in besonders Gefährdeten Gebieten oder besonders vulnerabler Gruppen und/oder Schließung besonders kritischer Objekte (z. B. Unterführungen, Tiefgaragen) Technische Maßnahmen gemäß aktuellem Alarmplan Ständige Überwachung der weiteren Prognose-, Wetter- und Pegelentwicklung
3	Rot (Gefahr): Aufgrund der Wettersituation kommt es zu Beeinträchtigungen des Alltags und/oder zu Schäden in größerem Ausmaß. Es wird empfohlen aktuelle Wetterprognosen sowie Anweisungen des Zivilschutzes zu beachten.	Kritische Überflutungsgefahr Es kann durch Oberflächenwasser, ausufernde Bäche und/oder kanalindizierte Überflutungen kurzfristig eine kritische Situation eintreten. Die bedrohliche Wetterlage hält weiter an	Ausruf Alarmstufe 3: • Einberufung des Krisenstabes (z. B.: Gemeinde Einsatzleitung - GEL) • Aufbau des Führungsstabes • Ständige Kontrolle wie oben, Dammverteidigung und ggf. Entlastung • Ggf. Evakuierung von Fahrzeugen • Empfehlung an die Bevölkerung, sich auf eine Evakuierung vorzubereiten, ansonsten Maßnahmen nach Lage

Alarmstufe	GeoSphere Austria Warnstufe	Merkmale	Maßnahmen (Beispiele)
4	Keine weitere Warnung	Großflächige Überflutungen, Teile des Gebietes sind überflutet oder die Überflutung steht unmittelbar bevor	Übergang zum Katastrophenschutz: • Auslösen des Evakuierungsalarms für die betroffenen Gebiete • Sicherstellung der medizinischen Versorgung der Bevölkerung trotz Überflutungslage • Versorgung der Bevölkerung mit den wichtigsten Hilfsgütern, wenn notwendig • Weitere Maßnahmen nach Lage • Übergang zur Aufräumphase mit sukzessivem Rückbau der Stäbe

Angepasst auf den österreichischen Kontext aus dem Leitfaden „Starkregen – Was können Kommunen tun?“ des Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz & WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (IBH & WBW, 2013)

6.3 Maßnahmen auf Betreiberebene

Dieser Abschnitt bietet einen Überblick über die Maßnahmen und Strategien, die Betreibern von NWB-Anlagen, speziell Kanalbetreibern, im Umgang mit außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebszuständen zur Verfügung stehen. Jeder Kanalbetrieb hat unterschiedliche Mittel und Ressourcen, um sich auf außerplanmäßige Zustände vorzubereiten, darauf zu reagieren und den Normalbetrieb wiederherzustellen. Vor allem kleinere Betriebe und Gemeinden stehen vor großen Herausforderungen in der Planung, Vorbereitung und Bewältigung von Stör-, Not- und Krisenfällen in Anbetracht knapper Mittel und steigender Ansprüche.

Das Thema Stör- und Notfallplanung in österreichischen Kanalbetrieben wird in Zukunft mit Hinblick auf Extremwetterereignisse immer präsenter. Verschiedene Zustände im Kanalbetrieb, von Normal- oder Regelbetrieb bis hin zu Krisen und Katastrophen, müssen dabei berücksichtigt werden. Leitlinien und Checklisten unterstützen die Betreiber von Kanalanlagen und anderen NWB-Anlagen, um in Stör- und Notfällen besser vorbereitet zu sein und nachteilige Auswirkungen einer Funktionsstörung oder eines Ausfalls zu minimieren. Die Planung und Aufrechterhaltung der Systeme müssen jedoch in jedem Fall aus eigener Initiative, und unter Einbindung entsprechender betriebsinternen und externen Personen erfolgen.

Hierbei liegt der Fokus, anstelle einer reaktiven Haltung, auf einer vorausschauenden Planung, in der Maßnahmen zur Vorbeugung und zur Bewältigung von Störfällen implementiert werden. Die Störfallplanung sollte entsprechend der vorhandenen Ressourcen, Informationen, Rahmenbedingungen und Strukturen des jeweiligen Kanalbetriebs formuliert werden. Darüber hinaus sind regelmäßige Aktualisierungen der Störfallpläne und die Berücksichtigung von Rückmeldungen aus der Praxis entscheidend für eine kontinuierliche Verbesserung des Störfallmanagements (Nicolics et al. 2018, Salamon et al. 2022).

Eine Online-Umfrage zum Thema Stör- und Notfallplanung mit Fokus auf Starkregen wurde bei den ÖWAV-Kalalnachbarschaften vorgestellt und von 13 Betreibern (Abwasserverbänden, Verbänden nach Wasserrecht, Kommunalunternehmen und Gemeinden) beantwortet. Die Umfrageergebnisse bieten einen Einblick in die aktuelle Situation der Stör- und Notfallplanung in unterschiedlichen österreichischen Kanalbetrieben, und bilden die Grundlage für die vorliegenden Empfehlungen zur Verbesserung des Störfallmanagements. Details zur Umfrage und den Ergebnissen liegen im BEJOND Endbericht vor (Ertl et al. 2023).

Der „Starkregen-Check“ vom Deutschen Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT) kann als Best-Practice-Beispiel für ein Störfallmanagement im Zusammenhang mit Starkregenereignissen herangezogen werden (Salomon und Schlüter 2018). Er dient als Instrument zur systematischen Überprüfung und Bewertung der Gefährdung vom Kanalbetrieb und Siedlungsgebieten durch Starkregenereignisse. Das Basis-Handbuch „Starkregen-Check Kanalbetrieb“ sowie zusätzliche Informationen können auf der Webseite des Kommunalen Netzwerk Abwasser unter folgender Adresse gefunden werden: www.komnetgew.de.

Die Mindestanforderungen an eine Stör- und Notfallplanung wurden anhand der Ausführungen in der ÖNROM EN752 einerseits, und den Anforderungen aus der steirischen Leitlinie für die Störfallplanung im Abwasserbereich andererseits, definiert. Sie umfassen mehrere Schlüsselaufgaben, die sowohl organisatorische als auch operationelle Maßnahmen beinhalten:

Nach ÖNROM EN752

Organisation des Krisenmanagements: Beschreibung der Struktur und Rollen im Krisenmanagement, einschließlich Krisenstab, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Kontaktdaten. Einbeziehung externer Stellen sollte berücksichtigt werden.

Einzelheiten für Notfälle: Planung spezifischer Reaktionen und Sofortmaßnahmen für definierte Stör- und Notfallszenarien. Erstellung von Störfallszenarien für jene Gefährdungen, die nicht durch Vorbeugungsmaßnahmen eliminiert werden können. Ausführliche Beschreibung aller Tätigkeiten, Maßnahmen und Verantwortlichkeiten zur Beherrschung eines Störfalls.

Geschätzter Zeitaufwand zur Einleitung von Maßnahmen: Allgemeine Abschätzung des Zeitaufwands zur Einleitung von Maßnahmen.

Liste der zu benachrichtigenden Personen: Eine aktuelle Liste aller Personen, die im Notfall benachrichtigt werden müssen.

Standort der verfügbaren Einsatzmittel: Dokumentation des Standorts der Einsatzmittel, vorzugsweise in Form eines Nothilfe-Passes.

Vorgehensweisen: Enthält Protokolle zum Schutz der aufnehmenden Gewässer und der ARA, zur Vermeidung von Kontaminationen, zur Durchführung von Reparaturen und zur Sicherstellung der Betriebsbereitschaft.

Ergänzungen nach der steirischen Leitlinie für die Störfallplanung (Salamon et al. 2022):

Überwachungs- und Wartungsplan: Ein aktueller Überwachungs- und Wartungsplan, der Eigenüberwachungsmaßnahmen und behördliche Vorschriften enthält.

Gefährdungen identifizieren: Umfassende Auflistung aller existierenden und potenziellen Gefährdungen.

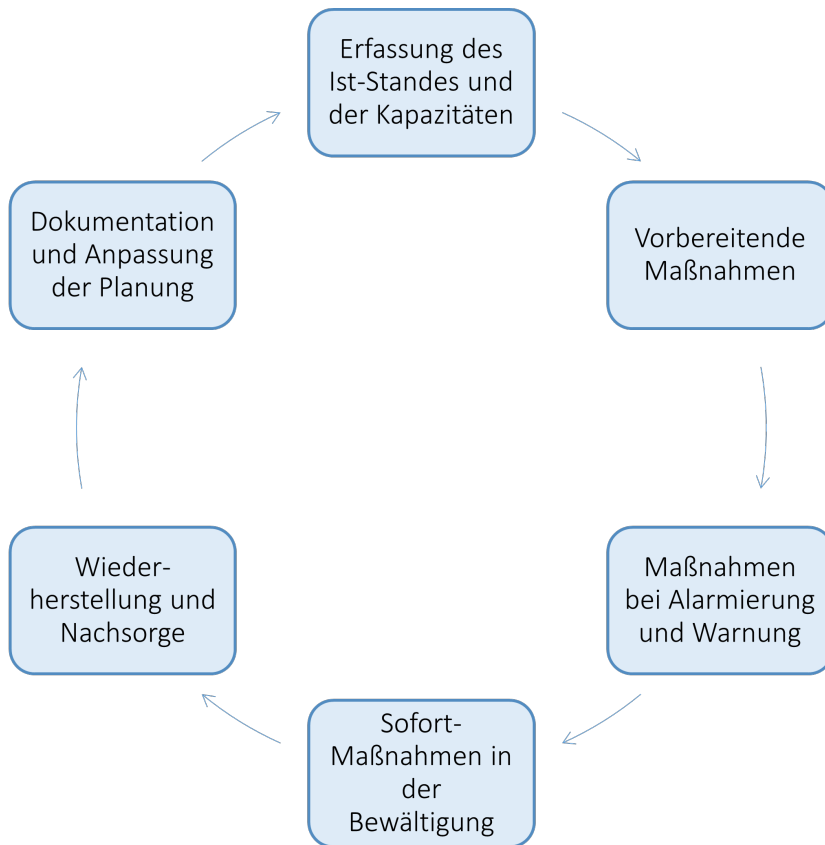
Kontaktliste für den Katastrophenfall: Kenntnis der Ansprechpartner auf verschiedenen Ebenen des Katastrophenschutzes.

Abstimmung der Katastrophenschutzaufgaben: Abstimmung der eigenen Aufgaben im übergeordneten Katastrophenschutz mit relevanten Behörden.

Die erforderlichen Einsatzmittel sind dabei festzulegen, einschließlich: I) Personal; II) Fahrzeuge; III) Ausrüstung; IV) Material.

Da diese Einsatzmittel manchmal kurzfristig bereitgestellt werden müssen, kann die Ressourcenplanung für den normalen Betrieb und den Unterhalt beeinflusst werden. Der IKT-Starkregen-Check enthält eine Vorlage für einen „Nothilfe-Pass“ in dem Personal, Fahrzeuge und Geräte eingetragen werden. Diese Dokumentation der verfügbaren Mitarbeiter:innen und technischen Einsatzmittel kann zentral aufbewahrt, verwaltet und gegebenenfalls mit der örtlichen Feuerwehr und Nachbargemeinden geteilt werden.

Abbildung 9: Zyklus der Stör- und Notfallplanung, eigene Darstellung



Die Stör- und Notfallplanung kann wie in Abbildung 9 dargestellt, als iterativer, zyklischer Prozess verstanden werden. Beginnend mit der Erfassung des Ist-Zustandes und der vorhandenen Kapazitäten, werden dann vorbereitende Maßnahmen getroffen. Nachdem der unmittelbare Notfall bewältigt ist, schließt sich die Phase der „Wiederherstellung und Nachsorge“ an. Hier wird der betroffene Bereich in seinen ursprünglichen oder einen sicheren Zustand zurückgeführt, und es werden Maßnahmen zur Unterstützung und Nachsorge der betroffenen Stellen umgesetzt. Der Schritt „Dokumentation und Anpassung der Planung“ schließt wieder bei der Erfassung des Ist-Zustandes an. In Tabelle 16 werden die einzelnen Schritte einer umfassenden Stör- und Notfallplanung beschrieben.

Tabelle 16: Schritte in einer beispielhaften Stör- und Notfallplanung, aufbauend umzusetzen

Kategorie	Schritte
Gefährdungsidentifizierung	Bestimmung und Analyse möglicher Ursachen für Störungen und Notfälle
	Überprüfung bekannter Gefahren
	Erstellung eines schriftlichen Dokuments zur Identifizierung von Gefahren
Vorsorgeplanung und Umsetzung	Planung konkreter Maßnahmen für mögliche Ereignisse
	Einbeziehung von Ausfällen oder Fehlfunktionen bei dezentralen Anlagen
	Berücksichtigung von Straßen und Wegen, die als Notwasserwege genutzt werden
	Erstellung eines Dokuments mit einer Liste von mobil verfügbaren Geräten und Personal
	Sicherstellung, dass wichtige Informationen schriftlich und geordnet festgehalten sind
	Regelmäßige und systematische Aktualisierung dieser Dokumente
Sofortmaßnahmen und Alarmierung	Überlegung, welche Sofortmaßnahmen in verschiedenen Situationen erforderlich sind
	Dokumentation dieser Sofortmaßnahmen und Handlungsanweisungen
	Identifizierung der zu informierenden Personen oder Stellen
	Festlegung von Kriterien für die Entscheidung, wann eine Alarmierung stattfindet
	Planung für den Zugang und die Verwertung von Wetterdaten und -vorhersagen
	Einsatz von Online-Überwachungstechnik an kritischen Stellen im System
	Etablierung von Mechanismen zur Erkennung von betrieblichen Störungen und Problemen
Festlegung der Zuständigkeiten	Festlegung von Zuständigkeiten für verschiedene Aufgaben und Bereiche
Alarmierungsplan	Erstellung eines schriftlichen Alarmierungsplans
	Aktualisierung des schriftlichen Alarmierungsplans

Kategorie	Schritte
Notfallanweisungen	Ausarbeitung schriftlicher Störfall- und Notfallanweisungen
Vertretungsregelung	Planung einer Vertretungsregelung für den Fall, dass die verantwortliche Person nicht anwesend oder verhindert ist
Dokumentation von Störfällen und Problemen	Laufende Dokumentation von Störfällen und Problemen im Betrieb
Notfallübungen	Durchführung regelmäßiger Notfallübungen
Störfallkataster	Erstellung eines Störfallkatasters für Abwasser- und Entwässerungsanlagen. Kann in Form einer FMEA wie in Kapitel 5.1 beschrieben umgesetzt werden
Listen gefährdeter Standorte, Fließ- und Notwasserwege	Dokumentation und zentrale Aufbewahrung von besonders gefährdeten Standorten, sowie Fließ- und Notwasserwegen, Barrieren, Retentionen entsprechend Betriebserfahrung
Meldestelle	Bereitstellung einer Meldestelle für Gebrechen oder Auffälligkeiten bei Kanalisation und verb. Anlagen
Information der Bürger	Information der Bürger über Starkregen- und Überflutungsrisiken mit Hinblick auf den Kanalbetrieb

Die Frage, welcher Störfall oder außerplanmäßige Betriebszustand zuerst verhindert werden soll und mit welchen Maßnahmen man beginnt, stellt eine wesentliche Herausforderung in der Stör- und Notfallplanung dar. Dies liegt daran, dass es zu jedem Zeitpunkt mehrere Störungen geben kann, die möglicherweise erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb haben können, wovon einige Störfälle nicht sofort oder nur unter erheblichem Aufwand behoben werden können.

Um in dieser komplexen Situation fundierte Entscheidungen zu treffen, ist eine Risikoabschätzung unerlässlich. Für diesen Schritt eignet sich eine umfassende FMEA-Analyse, wie sie in Kapitel 5.1 beschrieben ist. Anhand der Risikoprioritätanzahlen können die einzelnen Störfälle und außerplanmäßige Betriebszustände entsprechend gereiht werden.

Nachdem die Risiken priorisiert wurden, werden Maßnahmen zur Minderung dieser Risiken entwickelt und umgesetzt. Es ist wichtig zu beachten, dass nicht alle Risiken sofort beseitigt werden können. In solchen Fällen ist es entscheidend, alternative Schutzmaßnahmen zu planen und zu implementieren, um sich auf den möglichen Ernstfall vorzubereiten. Dieses Thema stellt einen Schnittpunkt zum Verantwortungsbereich der Gemeinde dar, und sollte in Zusammenarbeit behandelt werden.

Weitere Komponenten einer Stör- und Notfallplanung in Bezug auf außerordentliche Ereignisse umfassen:

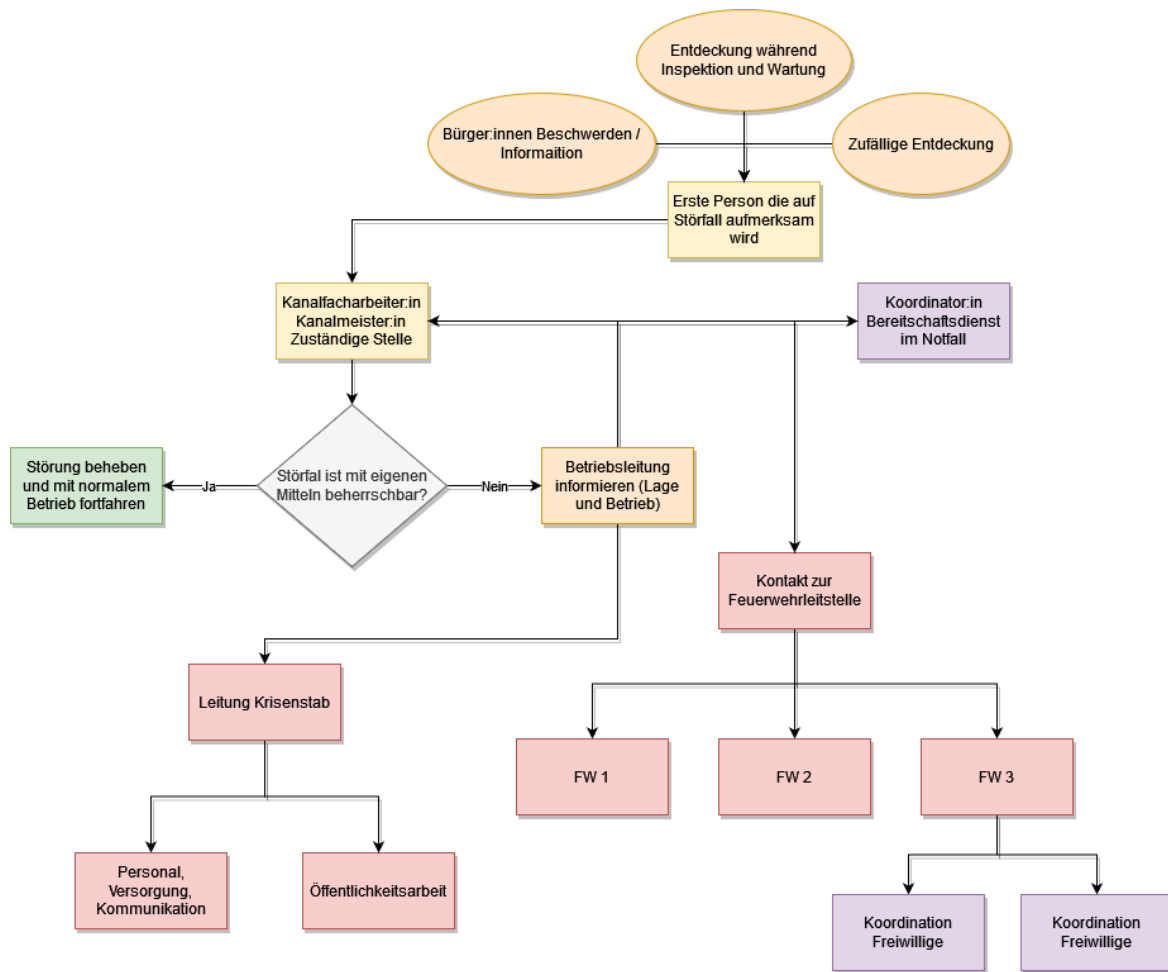
- **Checklisten:** Diese sind nach Gefahrenursachen und entsprechendem Zeitpunkt (innerhalb/außerhalb der Normaldienstzeit) organisiert. Sie bieten eine systematische Anleitung für die Vorgehensweise im Falle eines Alarms und helfen dabei, nichts zu übersehen.
- **Anlagebeschreibungen:** Diese beinhalten komprimierte, aber aussagekräftige Informationen über alle relevanten Anlagen und Systeme. Sie stellen sicher, dass alle beteiligten Parteien die Funktion und Bedeutung jeder Anlage kennen und wie diese im Falle eines Alarms zu handhaben ist.
- **Störfallkataster (z. B. FMEA-Tabellen):** Diese Dokumente enthalten spezifische Informationen über mögliche Gefahren (z. B. physikalische, gesundheitliche) und wie diese zu handhaben sind.
- **Bedienungs- und Wartungsvorschriften:** Diese Richtlinien beinhalten spezifische Anweisungen zur Bedienung und Wartung der Geräte und Systeme. Sie sind wichtig, um die ordnungsgemäße Funktion und Sicherheit der Anlagen zu gewährleisten und Unfälle zu vermeiden.
- **Telefonregister:** Ein aktuelles Telefonregister mit Kontaktdaten aller relevanten Ansprechpartner (intern und extern) ist unerlässlich. Dies ermöglicht eine schnelle Kommunikation und Koordination im Falle eines Alarms.

Durch die örtliche Feuerwehr und den Kanalbetreiber kann auf Grundlage der Störfallinformation oder des Notfallplans eine Gefahrenanalyse durchgeführt werden. Es wird empfohlen, dass alle möglichen Beteiligten, wie Kanalbetreiber und Feuerwehr, sich im Vorfeld zusammenschließen und gemeinsame Schulungen, Trainings und Übungen auf Basis der Ergebnisse der Gefahrenanalysen durchführen. Dies verdeutlichte auch die Wichtigkeit hinsichtlich der Kommunikation zwischen beteiligten Akteuren.

Betriebsintern, auf Gemeindeebene und auf Bezirksebene sind entsprechende Kontakte einzurichten und zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu informieren. Dies beinhaltet die Definition von Informationskanälen und -ketten, um sicherzustellen, dass alle beteiligten Stellen rechtzeitig und umfassend informiert werden (Abbildung 10). Kleinere Notfälle können dabei Anlässe sein, um effektive Kommunikationskanäle zu etablieren, sowohl innerhalb der Notfallteams als auch zwischen den Einsatzkräften und der Gemeinde. Bei größeren Katastrophen ist

eine gute Kommunikation unerlässlich, um die Maßnahmen zu koordinieren, aktuelle Informationen zu liefern und die Öffentlichkeit über sicheres Verhalten zu informieren.

Abbildung 10: Beispiel einer möglichen Meldekette bei unterschiedlichen Stör- und Notfällen, eigene Darstellung



Nach jedem Vorfall oder jeder Übung sollte eine gründliche Überprüfung stattfinden, um Stärken, Schwächen und verbesserungswürdige Bereiche zu ermitteln. Stör- und Notfallpläne sollten als lebendige Dokumente geführt werden, die regelmäßig auf Grundlage neuer Informationen oder veränderter Risiken aktualisiert werden.

Kommunikation mit und an Bürger:innen:

Es gibt eine Reihe von Kommunikationsformen, die von Gemeinden und Betreibern genutzt werden, um sowohl Meldungen zu Störfällen oder Auffälligkeiten bei Kanalisation und verbundenen Anlagen zu empfangen als auch die Bevölkerung über Risiken durch Starkregen und Überflutungen in Bezug auf den Kanalbetrieb zu informieren. Jede der aufgeführten Kommunikationsformen hat spezifische Merkmale und Vorteile, die sie für bestimmte Kontexte und Zielgruppen geeignet machen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Kommunikation mit und an Bürger:innen

Kommunikationsform	Kommentar
Webseite	Viele Betriebe nutzen eine Webseite als primären Kanal zur Meldung von Störfällen. Bürger können ein Formular ausfüllen oder ein Online-System verwenden, um Störungen zu melden. Die Webseiten sind in der Regel rund um die Uhr zugänglich und ermöglichen oft ein Tracking der Störmeldung.
Telefonhotline	Telefonhotlines sind eine häufig genutzte Methode zur Meldung von Störfällen. Sie bieten den Vorteil einer direkten Kommunikation und ermöglichen sofortiges Feedback oder Klärungen. Einige Betriebe stellen auch einen 24/7-Notdienst bereit.
App	Einige Betriebe nutzen spezielle Apps, wie zum Beispiel „Schau auf Graz“ oder „Gem2Go“, um Meldungen von Bürgern zu erhalten. Diese Apps können zusätzliche Funktionen bieten, wie z. B. Standortverfolgung, Fotoanhang, Statusaktualisierungen der Meldung und mehr.
Bereitschaftshandy	Einige Betriebe haben ein Bereitschaftshandy, das zur Meldung von Störfällen genutzt wird. Dies ermöglicht eine unmittelbare Kommunikation außerhalb der normalen Arbeitszeiten und stellt sicher, dass Störfälle zu jeder Tages- und Nachtzeit gemeldet werden können.
E-Mail	E-Mail ist eine weitere Möglichkeit für Bürger, Störfälle zu melden. Dies bietet eine schriftliche Aufzeichnung der Kommunikation und ermöglicht es den Bürgern, Fotos oder andere Anhänge beizufügen.
Soziale Medien	Einige Betriebe könnten auch Soziale Medien wie Twitter oder Facebook nutzen, um Meldungen über Störfälle zu erhalten. Diese Plattformen ermöglichen eine breite Sichtbarkeit und können zur Verbreitung von Warnungen und Aktualisierungen genutzt werden.
Persönlicher Kontakt	Obwohl in der heutigen digitalen Welt weniger häufig, kann der persönliche Kontakt mit dem Bürgerbüro oder der entsprechenden Behörde immer noch ein wirksamer Weg sein, um Störungen zu melden.

Kanalbetriebe stehen vor der andauernden Herausforderung, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen Kontrolle, formalen Überwachungs- und Dokumentationsprozessen und der Aufrechterhaltung der betrieblichen Flexibilität zu finden.

Auf der einen Seite sind Kontrolle und Dokumentation von entscheidender Bedeutung für die Gewährleistung von Sicherheit und Leistungsfähigkeit im Betrieb. Sie dienen dazu, Risiken zu minimieren, regulatorische Anforderungen zu erfüllen und Qualität sowie Kontinuität der angebotenen Dienstleistungen sicherzustellen.

Auf der anderen Seite kann ein übermäßiger Fokus auf formelle Verfahren und bürokratische Pflichten jedoch zu einer signifikanten Last werden. Dies kann dazu führen, dass der Betrieb mit übermäßiger Komplexität, starren Strukturen und hohem Zeitaufwand konfrontiert wird, was die Flexibilität beeinträchtigt und die effiziente Nutzung von Ressourcen behindert.

Das optimale Gleichgewicht ist daher ein Zustand, in dem die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Betriebs gewährleistet sind, ohne dass dabei die Flexibilität und Effizienz des Betriebs übermäßig eingeschränkt werden. Es ist eine kontinuierliche Herausforderung, diese Balance zu finden und zu halten, und sie erfordert sorgfältige Planung, regelmäßige Überprüfung und gegebenenfalls Anpassungen.

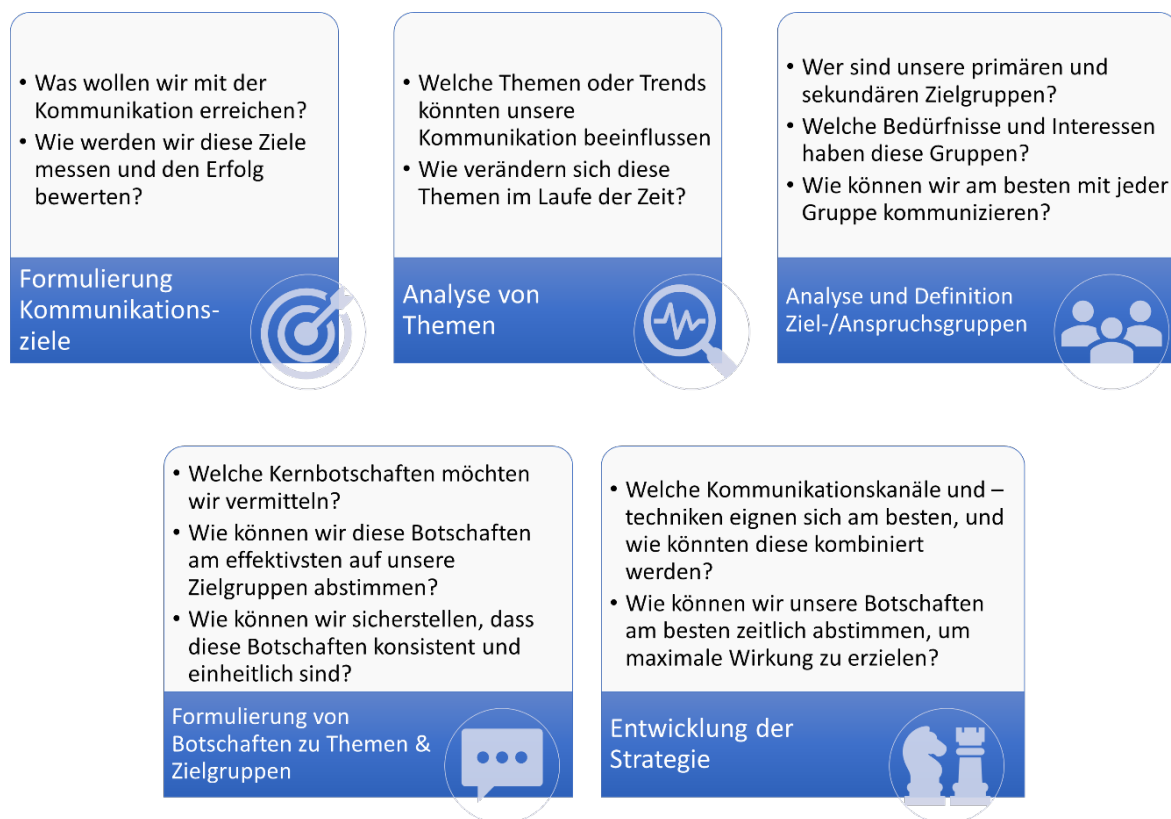
6.4 Maßnahmen für die Einbindung und Kommunikation mit der Bevölkerung

Dieses Kapitel widmet sich der Kommunikation von Störfällen in der Niederschlagswasserbewirtschaftung und den damit verbundenen Risiken an die Bevölkerung. Dabei werden einzelne Schritte in der Planung und Umsetzung einer Kommunikationsstrategie veranschaulicht und einige Beispiele bereitgestellt. Verschiedene Kommunikationsformate können genutzt werden, um die private Vorsorge zu stärken, indem sie das Bewusstsein schärfen und Maßnahmen zur Minderung und Anpassung fördern. Dazu gehören Informationsformate wie Webseiten und Informationsstände, Beratungsformate wie Expert:innen- und Peer-Group-Beratungen und Beteiligungsformate, bei denen die Öffentlichkeit in unterschiedlichem Maße in politische Entscheidungsprozesse eingebunden wird.

Es ist wichtig, eine solide Kommunikationsstrategie zu entwickeln, die klar definierte Ziele, eine gründliche Analyse relevanter Themen, eine genaue Definition der Ziel- und Anspruchsgruppen, die Formulierung angepasster Botschaften und schließlich die Entwicklung der eigentlichen Strategie umfasst.

Die in Abbildung 11 dargestellten Schritte bieten einen Überblick der einzelnen Punkte, die in diese umfassende Strategie einfließen sollten.

Abbildung 11: Schritte in der Formulierung einer umfassenden Kommunikationsstrategie mit möglichen Leitfragen, eigene Darstellung



6.4.1 Formulierung der Kommunikationsziele

Die Kommunikationsziele können beispielsweise eine frühzeitige Alarmierung der Bevölkerung, die Bereitstellung präziser und verständlicher Informationen über Störfälle und Notfälle, die Schaffung eines Verständnisses für die Ursachen und Folgen solcher Ereignisse und Empfehlungen für geeignete Maßnahmen beinhalten. Die Koordination und Zusammenarbeit mit diversen Stellen sind bei der Formulierung der Kommunikationsziele entscheidend, um sicherzustellen, dass alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden und einheitliche Botschaften an die Öffentlichkeit vermittelt werden. Dieser Schritt sollte in Zusammenarbeit mit relevanten Stellen bearbeitet werden, um unterschiedliche Erfahrungen und Expertisen einzubringen (Tabelle 18):

Tabelle 18: Organisationen die in der Entwicklung einer Kommunikationsstrategie mitwirken können

Organisation	Zusammenarbeit zu Themenbereichen
Österreichischer Zivilschutzverband	Bewusstseinsbildung und Ausbildung in den Bereichen Selbstschutz und ziviler Notfallvorsorge, Bereitstellung von Ressourcen und Schulungen
Rotes Kreuz und Feuerwehren	Schulungen und Ressourcen für Ersthelfer, Unterstützung bei der Durchführung von Notfallübungen, Bereitstellung von Informationsmaterialien
Versicherungen	Hilfe bei der Prävention und beim Management von Risiken, Durchführung von Risikobewertungen, finanzielle Unterstützung bei der Schadensregulierung
Wildbach- und Lawenverbauung (WLV)	Technische Unterstützung und Beratung bei der Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen
Land- und Forstwirtschaft	Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Strategien für die Landnutzung und Bewirtschaftung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, Unterstützung bei der Umsetzung nachhaltiger Praktiken
Österreichischer Gemeindebund und Landesverbände	Netzwerkmöglichkeiten, Beratung und Unterstützung bei der Implementierung von Hochwasserschutzmaßnahmen, Hilfe bei der Beantragung von Fördermitteln

6.4.2 Analyse der Kommunikations-Themen

Dieser Schritt gehört zur strategischen Früherkennung und zielt darauf ab, Schlüsselaspekte und -themen rechtzeitig und systematisch zu identifizieren und zu bewerten. Geeignete Instrumente hierfür sind die SWOT-Analyse, Issue-Analyse und die Themenfeldanalyse (Hagen et al. 2020).

Zu Schlüsselaspekten im Falle einer Kommunikation zum Thema urbane Überflutungen können beispielsweise zählen:

- Kosten und Nutzen: Schadenspotenzial, Veränderung der Gefahrenzonenplanung (vorher/nachher), Eingriffe in die Natur, Beteiligungsaspekte.
- Wertminderung der Rückhalteflächen: Einfluss auf die Flächenwidmung/Konflikte, Konfliktlösungsstrategien, Schadenspotenzial, Planungsprozess, Wissensvermittlung zum Thema urbane Überflutungen und Starkregen.
- Konzept und Differenzen in der Betroffenheit: Erläuterung der Unterschiede zwischen und innerhalb der Gemeinden, Kosten-Nutzen-Analyse, alternative Maßnahmen, rechtliche Rahmenbedingungen.

- Flächenerhebung und Ausgleichsplanung: Finanzielle Aspekte im Vergleich zu den benötigten Flächen, Kommunikationsstil (offen, direkt, beteiligend an der Konzeptentwicklung).
- Technische Maßnahmen: Nutzen und Gefahren der Maßnahmen, Ausgleichsmaßnahmen, ökonomische Aspekte, Dauer (Planungs- und Bauphase).

6.4.3 Definition von Ziel- und Anspruchsgruppen

Die Kommunikation richtet sich an eine Reihe von Ziel- und Anspruchsgruppen mit unterschiedlichen Interessen und Bedenken. Sie sind auf unterschiedliche Weise von den Maßnahmen betroffen. Die Identifizierung dieser Gruppen und die Festlegung geeigneter Kommunikationskanäle ist ein wichtiger Schritt, um sicherzustellen, dass alle betroffenen Parteien angemessen informiert und in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. In diesem Kontext unterscheiden wir zwischen Landwirten und Grundbesitzern, Naturschutzgruppen, Industrie, Medien, Bürger:innen sowie öffentlichen Verwaltungen. Jede dieser Gruppen erfordert einen spezifischen Kommunikationsansatz, um sicherzustellen, dass ihre Bedenken gehört und ihre Interessen berücksichtigt werden (Born et al. 2021).

Landwirt:in/Grundbesitzer:in könnten direkt von Maßnahmen betroffen sein, insbesondere wenn ihre Grundstücke für Retentionsflächen oder andere infrastrukturelle Veränderungen vorgesehen sind. Diese Gruppe kann direkt über persönliche Treffen, Briefe oder E-Mails, sowie über ihre Vertretungen wie den Bauernbund oder die Landwirtschaftskammer erreicht werden.

Naturschutzgruppen könnten Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen der Maßnahmen auf lokale Ökosysteme und die biologische Vielfalt haben. Sie können über direkte Kontaktaufnahme, Einladungen zu Meetings oder Veranstaltungen und schriftliche Korrespondenz erreicht werden.

Industrie und Betriebe könnten sowohl von außerordentlichen Ereignissen als auch von den geplanten Maßnahmen betroffen sein. Sie können durch direkten Kontakt, branchenspezifische Medien und über Industrieverbände erreicht werden.

Medien spielen eine entscheidende Rolle bei der Vermittlung von Informationen an die Öffentlichkeit und können die öffentliche Meinung beeinflussen. Sie können durch regelmäßige Pressemitteilungen, Pressekonferenzen und persönliche Kontakte zu Journalisten erreicht werden.

Bürger:innen könnten Bedenken hinsichtlich der Kosten der Maßnahmen, ihrer Auswirkungen auf ihre Gemeinde und möglicher Störungen haben. Diese Gruppe erfordert eine breit gefächerte Kommunikation, die sowohl auf allgemeine Informationsbedürfnisse eingeht als auch spezifische Untergruppen anspricht, wie etwa ältere Menschen oder Menschen mit besonderen Bedürfnissen. Sie können über öffentliche Veranstaltungen, lokale Medien, Gemeindeblätter und die Gemeinde-Webseite erreicht werden.

Schulen und andere öffentliche Einrichtungen haben wiederum eigene Bedürfnisse, etwa in Bezug auf Notfallpläne und die Sicherheit von Schüler:innen, Angestellten und Besucher:innen.

Öffentliche Verwaltungen (Gemeinden, Land/Bund) sind entscheidende Akteure in der Planung und Finanzierung der Maßnahmen und könnten verschiedene Prioritäten und Bedenken haben. Sie können durch direkten Kontakt, formelle Korrespondenz und offizielle Treffen erreicht werden.

6.4.4 Formulierung von Botschaften zu den Themen und Zielgruppen

Anhand einiger Kommunikationsgrundsätze im Kontext von Überflutungsrisiken und Maßnahmen können Botschaften an entsprechende Zielgruppen formuliert werden:

Kommunikations-Grundsätze und beispielhafte Botschaften:

Bewusstsein für individuelle Risiken schärfen:

„Klimawandel verschärft Starkregen- und Überflutungsrisiken: Informieren Sie sich über Ihre individuellen Gefahren.“

„Überflutungen betreffen uns alle: Lernen Sie, wie sich Starkregenereignisse und Überflutungen auch abseits von Gewässern in Ihrer Umgebung auswirken können.“

An Selbstverantwortung und Risikovorsorge appellieren:

„Schützen Sie Ihr Zuhause und Ihre Gemeinschaft: Ergreifen Sie persönliche Maßnahmen zur Risikovorsorge.“

„Vorsorge beginnt bei Ihnen: Informieren Sie sich jetzt und handeln Sie verantwortungsbewusst im Umgang mit Hochwasserrisiken.“

„Proaktive Vorsorge beginnt bei Ihnen: Informieren Sie sich jetzt und handeln Sie verantwortungsvoll, indem Sie robuste Baumaterialien verwenden und unnötige Flächenversiegelungen vermeiden. Jede Initiative zählt, um die Auswirkungen von Starkregen zu mildern.“

Selbstwirksamkeit betonen und Möglichkeiten aufzeigen:

„Jeder Beitrag zählt: Mit individuellen Maßnahmen können Sie den Schutz vor Starkregen und Überflutungen verbessern.“

Grenzen und Limitierungen von Vorsorge- und Schutzmaßnahmen aufzeigen:

„Absoluter Schutz ist nicht möglich: Seien Sie sich der Grenzen von Hochwasserschutzmaßnahmen bewusst.“

„Vorsorge kann Risiken mindern, aber nicht eliminieren: Verstehen Sie die Limitierungen und treffen Sie angemessene Vorkehrungen.“

Vorsorgehandeln anstoßen und Barrieren abbauen:

„Gemeinsam gegen Hochwasserrisiken: Fördern Sie den Austausch in Ihrer Gemeinde, um Barrieren abzubauen und Schutzmaßnahmen zu ergreifen.“

„Handeln Sie jetzt: Nutzen Sie verfügbare Ressourcen und Informationen, um effektive Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen. Überflutungs- und Hochwasserschutz ist leistbar und in vielen Formen umsetzbar“

6.4.5 Entwicklung der Strategie

In der Entwicklung einer Kommunikationsstrategie stehen verschiedene Kommunikationskanäle zur Verfügung, die jeweils unterschiedliche Stärken und Schwächen haben und unterschiedliche Zielgruppen erreichen. In Abbildung 12 werden verschiedene Kommunikationskanäle und -methoden dargestellt, die genutzt werden können, um Informationen zu verbreiten, Feedback zu sammeln und Interaktion zu fördern. Die Zeitplanung der Botschaften hängt von vielen Faktoren ab, darunter die Dringlichkeit der Botschaft, die Zielgruppe und der gewählte Kommunikationskanal.

Abbildung 12: Kommunikationskanäle und -methoden, eigene Darstellung



Ein entscheidender Aspekt der Kommunikationsstrategie besteht darin, dass staatliche (Behörden, Ämter) und zivilgesellschaftliche Institutionen (Naturschutzvereine, Stiftungen, etc.), die Unterstützung bei der Überflutungsvorsorge und Niederschlagswasserbewirtschaftung anbieten, direkt mit der Primärzielgruppe in Kontakt treten, um dadurch präventive Handlungen unmittelbar hervorzurufen. Allerdings wird es nicht immer möglich sein, ausschließlich über Aktionen direkten Kontakt zur Zielgruppe herzustellen. Soweit Medien zum Einsatz kommen, sollte die grundlegende Medien-Strategie darauf abzielen, weitgehend ohne kostenpflichtige Werbung auszukommen und stattdessen:

Eigene Medien, insbesondere im Online-Bereich, basierend auf bestehenden Webpräsenzen in soziale Netzwerke auszuweiten und von dort aus relevante Haushalte einerseits direkt und andererseits über redaktionelle Online-Medien mit hoher Reichweite zu erreichen. Dies erfordert kontinuierliche Formulierung neuer Botschaften und Publikumpflege sowie dialogische Auseinandersetzung mit dem Input, den die digitalen Medien ständig von der Zielgruppe generieren (z. B. Kommentarfunktion).

Klassische Medien werden vor allem über Pressearbeit und inszenierte Ereignisse angesprochen. Hierbei ist insbesondere an Auftritte von Regierungsvertreter:innen auf allen Ebenen des Landes, von der Landesregierung bis zur Gemeinde, zu denken. Diese kosteneffiziente Möglichkeit kann durch die Beteiligung von prominenten Persönlichkeiten aus anderen Bereichen, wie Kultur, Sport und Wirtschaft, ergänzt werden.

Inszenierte Ereignisse beziehen sich in diesem Kontext auf sorgfältig geplante und koordinierte Veranstaltungen oder Auftritte, die darauf abzielen, Medienaufmerksamkeit zu erzeugen und eine bestimmte Botschaft zu vermitteln.

6.5 Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten

Die Kosten der vorgestellten Maßnahmen zur Reduktion der negativen Folgen von außergewöhnlichen Ereignissen und Störfällen, können mitunter sehr hoch ausfallen. Im Forschungsprojekt wurden keine eigenen Untersuchungen zu Kosten von Maßnahmen angestellt, stattdessen wird auf bestehende Leitfäden anderer Forschungsprojekte und Institutionen verwiesen. Eine erste Abschätzung der Kostensätze sind aus mehreren vergangenen Leitfäden, Endberichten und Webseiten zu entnehmen: I) Endbericht Projekt Flexadapt (2019): Fokus auf dezentrale Niederschlagswasserbewirtschaftungsanlagen; II) RAINMAN Pilotstudie Oberösterreich-Modellierung von Starkregen-Oberflächenabfluss/Hangwasser (2020): Kosten-Nutzen Untersuchung von Regenrückhaltebecken und Notwasserwegen; III) Leitfaden Projekt Kuras (2017): Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (für jede Maßnahme der Regenwasserbewirtschaftung findet sich am Ende des Leitfadens ein eigener Steckbrief, der auch Angaben zu Investitions-, Betriebs und Instandhaltungskosten enthält); iv) Webseite Sieker – Die Regenwasserexperten (<https://www.sieker.de/de/home.html>): Abschätzung von Kostensätzen von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung.

Die angesetzten Kosten variieren jedoch stark in Abhängigkeit des jeweiligen Standorts. So kann eine bauliche Maßnahme wie Notwasserwege in Kombination von multifunktionalen Retentionsflächen in Tirol unterschiedlichen Kosten verursachen, als dieselbe Maßnahme an einem Standort in der Steiermark. Dies ist neben dem wirtschaftlichen Standort auch von der Eigenkompetenz innerhalb einer Gemeinde abhängig. So haben beispielsweise größere Gemeinden eigene Abteilung für die Planung und den Betrieb, kleinere Gemeinden können diese Eigenleistungen nicht anbieten, da zu wenig Personal verfügbar ist und müssen diese Aufgaben fremdvergeben. Aus diesem Grund werden sowohl vom Bund als auch von den einzelnen Bundesländer Fördermöglichkeiten angeboten, um die Finanzierung der Maßnahmen zu unterstützen. Dazu zählen auch Förderungen zur Umsetzung von Analysemöglichkeiten wie beispielsweise dem Erstellen eines digitalen Leitungskatasters als Datengrundlage eines gekoppelten 1D/2D Modells für die Bewertung von außergewöhnlichen Ereignissen. In Tabelle 19 werden einzelne Fördermöglichkeiten auf Bundes- und Landesebene aufgezählt und verlinkt.

Tabelle 19: Übersicht über mögliche Förderschienen auf Bundes- und Landesebene

Ebene	Förderung	Link
Bund	Förderungsrichtlinien für die kommunale Siedlungswasserwirtschaft 2022: Bundesministerium für Land – und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft	https://info.bml.gv.at/themen/wasser/foerderungen/trinkwasser_abwasser/foerderung-kommunale-siedlungswasserwirtschaft.html
Bund	Smart Cities Initiative: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie	https://smartcities.at/wp-content/uploads/sites/3/Vergleich-Foerderangebote-nachhaltige-Stadt_v2.0.pdf
Land Steiermark	Förderrichtlinien Siedlungswasserwirtschaft Land Steiermark, 2021	https://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/11685134/107206520/
Land Tirol	Förderrichtlinie Siedlungswasserwirtschaft Tirol 2018	https://www.tirol.gv.at/umwelt/wasserwirtschaft/foederungen/#c217204
Land Oberösterreich	Förderung für Maßnahmen der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung.	https://www.land-oberoesterreich.gv.at/landesfoederungsrichtlinien.htm
Land Vorarlberg	Landesförderung für Investitionen in die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	https://vorarlberg.at/-/viid-siedlungswasserwirtschaft-landesfoerderung
Land Salzburg	Förderung für die Siedlungswasserwirtschaft des Landes Salzburg	https://www.salzburg.gv.at/themen/wasser/foederungen/60-foerderung
Land Niederösterreich	Öffentliche Kläranlagen und Kanalisationen - Förderungen	https://www.noel.gv.at/noel/Wasser/Foerderung_Klaeranlagen-Kanalisation.html
Burgenland	Fördertechnische Abwicklung von Projekten des Siedlungswasserbaus	https://www.burgenland.at/verwaltung/landesverwaltung-im-ueberblick/gruppe-4/abteilung-5-baudirektion/hauptreferat-bau-und-umwelttechnik/referat-siedlungswasserwirtschaft-1/
Kärnten	Förderung von Maßnahmen der Siedlungswasserwirtschaft	https://www.ktn.gv.at/Service/Formulare-und-Leistungen/UW-L28

6.6 Maßnahmenkatalog BEJOND

Tabelle 20: Zusammenfassung aller möglichen Maßnahmen bezogen auf die behandelten Zielgruppen Planer:innen, Gemeinde, Betreiber und Bevölkerung inklusive Bewertung wie häufig eine Maßnahme umgesetzt werden soll (Häufigkeit) und eine qualitative Bewertung hinsichtlich des Zeithorizontes der Umsetzung (kurzfristig (0-1a); kurz-bis mittelfristig (1-5a); mittelfristig (5-10a); langfristig (>10a))

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
Planung und Konstruktion					
Vorbereitung und Prävention	Rückhaltebecken	Gemeinde, Planer:innen	Minimierung der negativen Auswirkungen von Starkregenereignissen	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Notwasserwege in Kombination mit multifunktionalen Retentionsflächen	Gemeinde, Planer:innen	Reduktion von Überflutungs-Hot-Spots in Kombination mit einer Mehrfachnutzung im Alltagsbetrieb	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	mittelfristig (5 - 10a)
	Blau-Grüne Infrastruktur	Gemeinde, Planer:innen, Bevölkerung am privaten Grundstück	Minimierung der negativen Auswirkungen von Starkregenereignissen	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	langfristige (>10a)
	Modifiziertes Kanalsystem	Gemeinde, Planer:innen, Betreiber:innen	Entlastung des Kanalsystems	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	mittelfristig (5 - 10a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Landwirtschaftliche Maßnahmen	Gemeinde, Landwirtschaftskammer, Landwirt:innen	Reduktion von Hangwasser, Hangrutschungen, Bodenerosion und Oberflächenabfluss	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	langfristige (>10a)
Bewältigung	temporäre Schutzbauten	Gemeinde, Bevölkerung	Vermeidung von Schäden im Fall eines Starkregenereignisses	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	kurzfristig (0-1a)
Gemeindeebene					
Vorbereitung und Prävention	Gefahrenerkennung und Vorsorge	Gemeinde mit Unterstützung v. Ämtern (z. B. Umweltbundesamt)	Identifizierung spezifischer Herausforderungen und Handlungsbedarf z. B. Anwendung des "Vorsorge Check Naturgefahren", integrierte Systemanalyse	Einmalig, bei Bedarf Wiederholung	mittelfristig (5 - 10a)
	Informationsverbreitung und Sensibilisierung	Gemeinde	Erhöhung des Risikobewusstseins z. B. Durchführung von Informationsveranstaltungen, Nutzung digitaler Plattformen	Regelmäßig	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Anreize für dezentrale NWB-Anlagen auf privatem Grund und in öffentlichen Einrichtungen	Gemeinde	Anreize für dezentrale NWB z. B. durch Einführung eines Gebührensplitting-Modells	Nach Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Anpassungen in der Flächenwidmung und der Bebauungspläne	Gemeinde	Dezentrale Maßnahmen in Flächenwidmung und Bebauungsplan einplanen	Nach Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Kleinere Infrastrukturmaßnahmen	Gemeinde, Fachkräfte	Verbesserung der Kanaldeckel /Schacht-abdeckungen; Umbau/Schutz/Verlegung von gefährdeten Trafo-Stationen	Nach Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a))
	Förderung von abflussreduzierenden land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen	Gemeinde	Förderung von Maßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft	Nach Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Einführung von App-basierten Warnsystemen und Abstimmung mit bestehenden Warnsystemen	Gemeinde	Nutzung unterschiedlicher digitaler Warn- und Alarmierungskanäle und Abstimmung der Botschaften und Inhalte, Nutzung von dem geltenden Warnsystem d. GeoSphere Austria	Kontinuierlich	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Netzwerkbildung, Zusammenarbeit und systematische Dokumentation	Gemeinde, verschiedene Organisationen, Blaulichtorganisationen	Vernetzung und Zusammenarbeit fördern; systematische Erfassung von Ereignissen und Schäden in einer Datenbank; Klare Rollen und Aufgaben für Gemeindegemitarbeiter:innen bei außergewöhnlichen Ereignissen - Definition klarer Verantwortungslinien	Kontinuierlich	Kurzfristig (0 - 1a))
	Ausbildung im Staatlichen Krisen- und Katastrophenmanagement (SKKM)	Gemeinde, Entscheidungsträger:innen, Zivilschutzverband	z. B. Allgemeine Stabsausbildung - integrierte Ausbildung für das Führen im Katastropheneinsatz	Nach Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a))
Bewältigung	Entsprechende Warnkette einleiten	Krisenstab, lokale Behörden, Feuerwehr, Polizei	Im Falle einer Krise/Katastrophe: Bundesländer → Warnzentralen der Länder (LAWZ) → Einsatzorganisationen	Nach Bedarf	Kurzfristig (0 - 1a))

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Krisenbewältigung und Kommunikation	Krisenstab, lokale Behörden, Feuerwehr, Polizei, Bürgermeister:in, Blaulichtorganisationen	Zusammenrufen des Krisenstabs; Informationsaustausch mit Einsatzkräften; Informationsfluss zu Bürger:innen; Anforderung zusätzlicher Einsatzkräfte	Nach Bedarf	Kurzfristig (0 - 1a)
Wiederherstellung	Instandsetzung der Infrastruktur	Gemeindeverwaltung, Unternehmen	Reinigung und Reparatur von beschädigten Infrastrukturen	Nach jedem Hochwasserereignis	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Schadensdokumentation und -abwicklung	Bürgermeister:in, Bundesländer, Versicherungen, WLV, Blaulichtorganisationen	Unterstützung bei der Dokumentation und Abwicklung der Schäden	Nach Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Psychologische Nachbetreuung	Bürgermeister:in, Kriseninterventionsteam	Organisation der psychologischen Nachbetreuung	Nach Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Nachbereitung und Planung für zukünftige Ereignisse	Bürgermeister:in	Nachbereitung und Planung für die Zukunft	Nach jedem Ereignis	langfristige (>10a)
Betreiberebene					
Vorbereitung und Prävention	Betriebliche Gefährdungsanalyse mit Priorisierung der Bauwerke, Abgleich der Gefahrenkarte / GFZ-Pläne	Kanalbetriebsleitung und Team	z. B. Starkregen-Check; Anwendung der FMEA-Methodik (auf Basis bestehender Leitfäden und dokumentierten Ereignissen aus der Vergangenheit) Gefahrenanalyse mit Hochwasserschutzplan abstimmen	Jährlich bis alle 3 Jahre	kurzfristig (0 - 1a)
	Erstellung eines Stör- und Notfallplans gemäß ÖNORM EN752	Kanalbetriebsleitung und Team	Stör- und Notfallplan	Bei Änderungen/Bedarfen	kurzfristig (0 - 1a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Selbstüberwachung umsetzen und dokumentieren	Kanalbetriebsleitung und Team	Dokumentation der Selbstüberwachung	Kontinuierlich	kurzfristig (0 - 1a)
	Mobile Geräte und Nothilfe-Werkzeuge einsatzbereit halten	Bereitschaftspersonal	Bereitstellung und Wartung von mobilen Geräten und Nothilfe-Werkzeugen	Regelmäßig	kurzfristig (0 - 1a)
	Zuständigkeiten und Kontaktlisten festlegen und dokumentieren	Kanalbetriebsleitung und Team	Aktualisierte Zuständigkeiten und Kontaktliste	Bei Änderungen/Bedarfen	kurzfristig (0 - 1a)
	Kleinere Vorkehrungen im Kanalbetrieb	Fachkräfte	Einsatz von schwimmergesteuerten Absperrschiebern; Steuerung des Kanalnetzes mittels Absperrschieber; Optimierung der Rohrdurchlässe und Zuläufe;	Bei Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Bereitschaftsdienst organisieren und koordinieren	Krisenmanagement	Aktivierter und koordinierter Bereitschaftsdienst	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)
	Begutachtung und Prüfung des Kanalnetzes und seiner wichtigsten Bauteile	Fachkräfte	Dokumentation der Begutachtung d. Kanalnetzes nach Starkregenereignissen	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)
	Übergeordnete Katastrophenschutzpläne im Kanalbetrieb kommunizieren	Kanalbetriebsleitung	Kommunikation der übergeordneten Katastrophenschutzpläne	Bei Bedarf	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)
	Wettervorhersagen einrichten und entsprechende Protokolle etablieren	Kanalbetriebsleitung und Team	Installiertes und eingeführtes Instrument der Wettervorhersage	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Kontrollliste für Sofort-Maßnahmen bei Unwetterwarnungen einführen	Kanalbetriebsleitung und Team	Kontrollliste für Sofort-Maßnahmen bei Unwetterwarnungen	Einmalig	Kurz- bis mittelfristig (1 - 5a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Regelmäßige Übungen zu Notfalleinsätzen und Verhalten bei Starkregen durchführen	Kanalbetriebsleitung und Team	Dokumentierte Übungen und Verhaltensrichtlinien	Regelmäßig	mittelfristig (5 - 10a)
Bewältigung	Einleitung spezifischer Reaktionen und Sofortmaßnahmen bei Notfällen	Krisenmanagement	Umgesetzte Sofortmaßnahmen	Bei Notfällen	kurzfristig (0 - 1a)
	Benachrichtigung relevanter Personen und Stellen bei Notfällen	Krisenmanagement	Aktualisierte Kontaktliste	Bei Notfällen	kurzfristig (0 - 1a)
	Unwetterwarnung überprüfen, ggf. mit anderen Vorhersagen vergleichen	Krisenmanagement	Überprüfte Unwetterwarnung und Vergleich mit anderen Vorhersagen	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)
	Verstärkten Starkregen-Bereitschaftsdienst einleiten und koordinieren	Krisenmanagement	Einleitung und Koordination Starkregen-Bereitschaftsdienst	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)
	Checkliste priorisierter Kontroll- und Wartungsarbeiten abarbeiten	Fachkräfte	Abarbeitung der Checkliste priorisierter Kontroll- und Wartungsarbeiten	Bei Notfällen	kurzfristig (0 - 1a)
	Störfälle priorisieren und bearbeiten	Krisenmanagement, Bereitschaftsdienst	Priorisierte und bearbeitete Störfälle	Bei Notfällen	kurzfristig (0 - 1a)
	Kommunikation mit Feuerwehrleitstelle herstellen, ggf. abgestimmte Hilfeinsätze leisten	Krisenmanagement	Dokumentierte Kommunikation mit Feuerwehrleitstelle und abgestimmte Hilfeinsätze	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Neuralgische Punkte des Kanalnetzes inspizieren, falls erforderlich warten und reinigen	Fachkräfte	Dokumentierte Inspektion, Wartung und Reinigung neuralgischer Punkte	Bei Bedarf	kurzfristig (0 - 1a)
Wiederherstellung	Störfall- und Notfallplan, Dienst- und Betriebsanweisungen überprüfen und ggf. optimieren	Krisenmanagement	Überprüfte und optimierte Störfall- und Notfallplan, Dienst- und Betriebsanweisungen	Bei Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Störfallkataster zur Entwässerungsanlage erstellen und aktualisieren	Kanalbetriebsleitung und Team	Aktualisiertes Störfallkataster zur Entwässerungsanlage - z. B. Straßeneinläufe mit suboptimaler hydr. Leistung	Bei Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Notfälle im Stadtgebiet archivieren, insbesondere auch Feuerwehreinsätze	Krisenmanagement	Archivierte Notfälle im Stadtgebiet	Regelmäßig	kurzfristig (0 - 1a)
	Erfahrungen der eingesetzten Mitarbeiter:innen sammeln und bewerten	Krisenmanagement	Dokumentierte Erfahrungen der eingesetzten Mitarbeiter:innen	Regelmäßig	kurzfristig (0 - 1a)
	Gemeinsame Dokumentation der geleisteten Vorsorge und daraus Optimierungen ableiten	Krisenmanagement	Dokumentation der geleisteten Vorsorge und Optimierungen	Regelmäßig	kurzfristig (0 - 1a)
	Not-Hilfepass und Ressourcenlisten zusammenstellen und veröffentlichen	Krisenmanagement	Erstellt und veröffentlicht Not-Hilfepass und Ressourcenlisten	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Listen/Risikokarten gefährdeter Ortslagen, Fließ-, Notwasserwege, Barrieren, Retention nach	Kanalbetriebsleitung, Gemeinde	Erstellte Listen/Risikokarten gefährdeter Ortslagen, Fließ-, Notwasserwege, Barrieren, Retention	Einmalig	mittelfristig (5 - 10a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Betriebserfahrung erstellen und für andere Stellen schriftlich verfassen				
	Straßenplanung über prekäre Straßenabläufe (Schwerpunktliste) informieren – ggf. Unterstützungsleistungen bei Kontrolle und Reinigung abstimmen	Kanalbetriebsleitung, Straßendienst, Gemeinde	Dokumentierte Informationen zur Straßenplanung über prekäre Straßenabläufe und ggf. abgestimmte Unterstützungsleistungen	Einmalig und bei signifikanten Änderungen d. Infrastruktur	mittelfristig (5 - 10a)
	Hinweise zu Materialien zur Starkregen-Bürgerinformation und -beratung einbringen	Kanalbetriebsleitung und Team	Eingebrachte Hinweise zu Materialien zur Starkregen-Bürgerinformation und -beratung	Kontinuierlich	langfristige (>10a)
Kommunikation und Beteiligung					
Vorbereitung und Prävention	Formulierung der Kommunikationsziele bei außergewöhnlichen Ereignissen und Krisensituationen	Projektleitung / Kommunikationsteam	Liste der Kommunikationsziele	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Analyse der Kommunikationsthemen	Projektleitung / Kommunikationsteam	Themenanalyse	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Definition der Ziel- und Anspruchsgruppen	Projektleitung / Kommunikationsteam	Liste der Ziel- und Anspruchsgruppen	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Formulierung von Botschaften zu den Themen und Zielgruppen	Projektleitung / Kommunikationsteam	Botschaftsformulierung	Kontinuierlich	mittelfristig (5 - 10a)

Stufe (Vorbereitung und Prävention; Bewältigung; Wiederherstellung)	Maßnahme	Verantwortliche Person / Stelle	Kurzbeschreibung	Häufigkeit	Zeithorizont der Umsetzung
	Entwicklung der Strategie	Projektleitung / Kommunikationsteam	Kommunikationsstrategie	Einmalig	kurzfristig (0 - 1a)
	Aktualisierung von Gemeinde-Webseite, Blogs und Social-Media-Kanälen	Kommunikationsteam	Aktualisierte Online-Präsenz	Kontinuierlich	langfristige (>10a)
	Erstellung von Infofoldern, Plakaten und Flyern	Kommunikationsteam	Infomaterialien	Bei Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Ausgabe einer Projekt-Zeitung / Newsletter	Kommunikationsteam	Newsletter / Zeitung	Regelmäßig (z. B. monatlich)	langfristige (>10a)
	Durchführung von Medienarbeit	Kommunikationsteam	Medienarbeit	Kontinuierlich	langfristige (>10a)
	Organisation von Veranstaltungen und/oder Ideenwettbewerben zur Förderung von Maßnahmen im privaten und öffentlichen Raum	Kommunikationsteam / Projektleitung	Veranstaltungen und Ideenwettbewerbe zu möglichen gestalterischen Maßnahmen im privaten u. Öffentlichen Raum	Bei Bedarf	mittelfristig (5 - 10a)
	Angebot von Sprechstunden der Projektleitung, Projekt-Ombudsmann	Projektleitung / Ombudsperson	Sprechstunden	Regelmäßig	langfristige (>10a)
	Expansion eigener Medien, insbesondere im Online-Bereich	Kommunikationsteam	Erweiterte Online-Präsenz	Kontinuierlich	langfristige (>10a)

7 Zusammenfassung

Die in diesem Leitfaden vorgestellten Methoden und Maßnahmen zum Umgang mit außergewöhnlichen Ereignissen und Störfällen in der Niederschlagswasserbewirtschaftung bieten geeignete Werkzeuge, um Gefahren und Risiken zu erkennen und die Resilienz zu erhöhen. Mithilfe der FMEA - Analyse können für jede Anlage der Niederschlagswasserbewirtschaftung potenzielle Fehler identifiziert und deren mögliche Auswirkungen qualitativ bewertet werden. In weiterer Folge lassen sich mit hydrologischen und hydrodynamischen Modellen die Auswirkungen von außergewöhnlichen Ereignissen und Betriebsstörungen auch quantitativ (z. B. anhand von Überflutungsflächen oder des entwickelten Bewertungsindex) bewerten. Zusätzlich bieten diese Modelle die Möglichkeit, die Effektivität von Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen zu testen. Um neben den technischen Anlagen auch die Auswirkungen und Verbindungen zu anderen Systemen zu analysieren kann die integrierte System- und Risikoanalyse angewendet werden. Diese ermöglicht eine integrale Betrachtung von außergewöhnlichen Ereignissen und Störfällen, die in der Regel nicht auf das System Niederschlagswasserbewirtschaftung beschränkt sind.

Aufbauend auf dem Erkennen, Kategorisieren und Abschätzen der Auswirkung möglicher Fehler durch die vorgestellten Methoden können im nächsten Schritt mithilfe geeigneter Maßnahmen die Resilienz des Gesamtsystems gesteigert werden. Dazu gehören Maßnahmen in der Planung und Konstruktion (z. B. Notwasserwege und Regenrückhaltebecken), mit deren Hilfe Überflutungsflächen vermindert und möglichen Störungen vorgebeugt wird. Bezüglich der Bemessung von Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung wird in diesem Fall eine Berücksichtigung von klimawandelbedingten Starkregenereignissen und möglichen anlagenspezifischen Störfällen empfohlen. Auf Gemeindeebene können Maßnahmen umgesetzt werden, die die fachlichen Kenntnisse der Betroffenen, Planer und Entscheidungsträger erhöhen, die Eigenvorsorge der Bevölkerung stärken und in der Gemeinde eigene Vorsorgemaßnahmen, die das Risiko verringern. Für Kanalnetzbetreiber bieten sich vor allem Maßnahmen an, die vorausschauend Störfällen vorbeugen und die Bewältigung erleichtern. Dafür bieten sich detaillierte Stör- und Notfallpläne an, die den Mitarbeiter:innen klare Anweisungen für Betriebszustände außerhalb des Normal- und Regelbetriebs geben. Abschließend gilt es über Maßnahmen der Kommunikation und Beteiligung die Bevölkerung auf mögliche Risiken vorzubereiten, im Notfall vor Gefahr zu warnen und gleichzeitig

wichtige Informationen von der Bevölkerung an die geeigneten Stellen weiterzuleiten. Dafür eignen sich verschiedene Informationskanäle wie Webseiten, Veranstaltungen, Service Hotlines und Warn-Apps.

Trotz der Vielzahl an möglichen Methoden und Maßnahmen muss immer bewusst sein, dass sich keine Gemeinde vollständig vor allen außergewöhnlichen Ereignissen und Störfällen schützen kann und damit immer ein gewisses Restrisiko verbleibt. Dies muss auch klar innerhalb der Gemeinde und der Bevölkerung kommuniziert werden. Vor allem im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist mit einer Zunahme von Extremereignissen (Starkregen und Trockenheit) auszugehen, was eine vorausschauende Vorsorge umso wichtiger macht. Der von der Niederschlagswasserbewirtschaftung erwünschte Komfort eines jeweils perfekt funktionierenden Systems kann unter diesen zukünftigen Bedingungen wahrscheinlich nicht mehr gewährleistet werden. Demzufolge sind Planer, Gemeinden und Betreiber jetzt gefragt mit denen im Leitfaden vorgestellten Methoden und Maßnahmen Strategien zu entwickeln, um die eigenen Infrastrukturen bestmöglich zu schützen.

8 Weiterführende Literatur

Forschungsprojekt Flexadapt

Entwicklung flexibler Adaptierungskonzepte für die Siedlungsentwässerung der Zukunft
(https://info.bml.gv.at/dam/jcr:961532b4-976d-4954-95f2-4516dfaea498/20190617_Flexadapt_Bericht_final.pdf)

Forschungsprojekt Kuras -Zielorientierte Planung von Maßnahmen der

Regenwasserbewirtschaftung ([http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumente Verwaltung/pdf/20170428_Leitfaden_Regenwasser_full_final_med_res.pdf](http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumente_Verwaltung/pdf/20170428_Leitfaden_Regenwasser_full_final_med_res.pdf))

Zukunftsorientierte Anpassung der urbanen Abwasserinfrastruktur

<http://www.kuras-projekt.de/index.php?id=75>

Forschungsprojekt Samuwa

Wassersensible Stadt- und Freiraumplanung - Handlungsstrategien und Maßnahmenkonzepte zur Anpassung an Klimatrend und Extremwetter (https://www.project.uni-stuttgart.de/samuwa/img/pdfs/leitfaden_wassersensible_stadtentwicklung.pdf)

Forschungsprojekt Interess-I

Integrierte Planung Blau-Grüner Infrastrukturen - Ein Leitfaden (<https://media-tum.ub.tum.de/doc/1638459/1638459.pdf>)

Forschungsprojekt „Umgang mit Starkregenereignissen im Kanalbetrieb“

verfügbar unter: <https://www.ikt.de/wp-content/uploads/2019/04/f260-umgang-mit-starkregenereignissen-im-kanalbetrieb-abschlussbericht.pdf>

Forschungsprojekt MURIEL – Multifunktionale urbane Retentionsflächen

(Teil 1): Wissenschaftliche Grundlagen

https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32223_01.pdf

(Teil 3): Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb

<https://epflicht.ulb.uni-bonn.de/download/pdf/462677?originalFilename=true>

Forschungsprojekt RAINMAN

Leitfäden

und

Toolbox

<https://rainman-toolbox.eu/downloads/>

Leitfäden der Bundesländer

Leitfaden – Der Regenwasserplan in Niederösterreich

(https://www.noel.gv.at/noel/Wasser/Leitfaden_Regenwasserplan.pdf)

Leitfaden zur Verbringung von Oberflächenwässern für das Bundesland Kärnten

<file:///C:/Users/leitnerstefan89/Downloads/Verbringung%20von%20Oberfl%C3%A4chenw%C3%A4ssern%20-%20K%C3%A4rnten%202019.pdf>

Leitfaden für Oberflächenentwässerung-Land Steiermark (2017)

<https://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/11625883/4570309/>

Oberflächen-Entwässerung Leitfaden für die Bauplanung – Empfehlungen für Wien (2018)

<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/oberflaechenentwaesserung-leitfaden.pdf>

Leitfaden zur Verbringung von Niederschlagswässern von Dachflächen und befestigten Flächen (2021) – Land Oberösterreich

https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/ww_Leitfaden_Verbringung_von_Niederschlagswaessern.pdf

Leitfaden: Entsorgung von Oberflächenwässern (2016) – Land Tirol

https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/verkehr/service/downloads/Entsorgung_von_Oberflaechenwaessern_10.2016.pdf

weitere Leitfäden

Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge

https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/leitfaden-starkregen-dl.pdf;jsessionid=E5521CFF9AE21815DE526C1450F85DB2.live21302?_blob=publicationFile&v=1

Endbericht ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich

https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:7fd75e22-1b88-415f-a4a8-6ea8aa51d575/OEKS15_Endbericht_kleiner.pdf

Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung – Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung

https://digital.zlb.de/viewer/api/v1/records/15378457/files/images/SenStadt_Regenwasser_dt_bfrei_final.pdf/full.pdf

Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung – Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte

https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/-2015/DL_UeberflutungHitzeVorsorge.pdf;jsessionid=4C9F368A5C2526FE9AB6F394AA-1DB8CD.live11311?_blob=publicationFile&v=1

Hitze, Trockenheit und Starkregen – Klimaresilienz in der Stadt der Zukunft

<https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/583391>

Leitfaden – Risikomanagement im Katastrophenmanagement

https://www.bmi.gv.at/204/Download/files/SKKM-Leitfaden_fuer_das_Risikomanagement_Version_1_0.pdf

Leitlinie Störfallplanung Wasserversorgung

<https://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/12671390/4570309/>

Leitfaden inter 3: Analyse von Interdependenzen zwischen KRITIS – Empfehlungen für Praxisakteure aus Versorgungsunternehmen und kommunalen Behörden

[https://www.inter3.de/fileadmin/user_upload/neu/Veroeffentlichungen/downloads/inter_3_Leitfaden_Interdependenzanalyse_2. Auflage-1.pdf](https://www.inter3.de/fileadmin/user_upload/neu/Veroeffentlichungen/downloads/inter_3_Leitfaden_Interdependenzanalyse_2._Auflage-1.pdf)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Relevante Begriffsdefinitionen zum Thema Stör- und Notfälle in der Niederschlagswasserbewirtschaftung.....	7
Tabelle 2: Relevante Begriffsdefinitionen hinsichtlich urbaner Überflutungen	9
Tabelle 3: Bereiche der städtischen Verwaltung und ihre Schnittstellen zum Thema Niederschlagswasserbewirtschaftung.....	14
Tabelle 4: Überblick über externe (von außerhalb des Systems Siedlungswasserwirtschaft kommende) außergewöhnliche Ereignisse und Betriebsstörungen, die einen Einfluss auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung haben. Die Wirkung auf zentrale oder dezentrale Anlagen wird nach einem vierstufigen System bewertet: leerer Kreis = keine Wirkung, ein Kreis = geringe Wirkung, zwei Kreise = mittlere Wirkung, drei Kreise = starke Wirkung.	19
Tabelle 5: Überblick über interne (von innerhalb des Systems Siedlungswasserwirtschaft kommende) außergewöhnliche Ereignisse und Störfälle, die einen Einfluss auf Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung haben. Die Wirkung auf zentrale oder dezentrale Anlagen wird nach einem vierstufigen System bewertet: leerer Kreis = keine Wirkung, ein Kreis = geringe Wirkung, zwei Kreise = mittlere Wirkung, drei Kreise = starke Wirkung. ...	21
Tabelle 6: Erklärung der FMEA-Methodik	24
Tabelle 7: FMEA-Analyse der Anlage Pumpwerk hinsichtlich möglicher außergewöhnlicher Ereignisse und Betriebsstörungen. Die Bewertung der Fehler basiert auf dem Fachwissen von Experten.	27
Tabelle 8: FMEA Analyse der Anlage Versickerungsmulde hinsichtlich möglicher außergewöhnlicher Ereignisse und Betriebsstörungen. Die Bewertung der Fehler basiert auf dem Fachwissen von Experten.....	30
Tabelle 9: Überblick unterschiedlicher Modellansätze zur Bewertung eines Einzugsgebiets hinsichtlich außergewöhnlicher Ereignisse	34
Tabelle 10: Beispiel unterschiedlicher Abhängigkeiten wichtiger Infrastrukturen am Beispiel der Niederschlagswasserbewirtschaftung.....	42
Tabelle 11: Zusammenfassende Darstellung möglicher baulicher Maßnahmen mit dem Fokus auf die verfügbaren Bemessungsansätze	46
Tabelle 12: Exemplarisches Beispiel für die Ermittlung des Wirksamkeitsindex (WI) zur Bewertung von Maßnahmen und Anpassungsstrategien des städtischen Entwässerungssystems.....	52
Tabelle 13 Zusammenfassende Darstellung der möglichen konstruktiven (baulichen) Anpassungsstrategien für die untersuchten Anlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung.....	54

Tabelle 14: Eignung verschiedener Warn- und Alarmierungskanäle zur Erreichung der Bürgerinnen und Bürger in verschiedenen Situationen.....	59
Tabelle 15: Beispiel eines Alarm- und Einsatzplans für den Starkregenfall auf Gemeindeebene	65
Tabelle 16: Schritte in einer beispielhaften Stör- und Notfallplanung, aufbauend umzusetzen	72
Tabelle 17: Kommunikation mit und an Bürger:innen	76
Tabelle 18: Organisationen die in der Entwicklung einer Kommunikationsstrategie mitwirken können	79
Tabelle 19: Übersicht über mögliche Förderschienen auf Bundes- und Landesebene	87
Tabelle 20: Zusammenfassung aller möglichen Maßnahmen bezogen auf die behandelten Zielgruppen Planer:innen, Gemeinde, Betreiber und Bevölkerung inklusive Bewertung wie häufig eine Maßnahme umgesetzt werden soll (Häufigkeit) und eine qualitative Bewertung hinsichtlich des Zeithorizontes der Umsetzung (kurzfristig (0-1a); kurz-bis mittelfristig (1-5a); mittelfristig (5-10a); langfristig (>10a))	88
Tabelle 21: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Starkniederschlag	116
Tabelle 22: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Dauerregen.....	117
Tabelle 23: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Trockenheit und Dürre	117
Tabelle 24: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unwetter und Sturm	118
Tabelle 25: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Schnee, Eis und Tauwetter.	118
Tabelle 26: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Flusshochwasser.....	119
Tabelle 27: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Grundwasser	119
Tabelle 28: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Naturkatastrophen.....	120
Tabelle 29: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Stromausfall	121
Tabelle 30: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall der Kommunikationsnetze.....	121
Tabelle 31: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Sabotage (Cyberangriff und Terrorismus)	122
Tabelle 32: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Kontamination mit Gefahrenstoffen	122
Tabelle 33: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unsachgemäßer Betrieb (privat)	123
Tabelle 34: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Kolmation von Versickerungsanlagen	124
Tabelle 35: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verstopfung und Verklausung von Einläufen	124
Tabelle 36: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Pumpwerksausfall	125

Tabelle 37: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall von Sensoren und Kontrollsystemen	125
Tabelle 38: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verstopfungen.....	126
Tabelle 39: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verzopfungen	127
Tabelle 40: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Haltungsschäden und Haltungseinstürze.....	127
Tabelle 41: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausführungsfehler.....	128
Tabelle 42: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Planungsfehler.....	128
Tabelle 43: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall Betriebspersonal (kurzfristig)	129
Tabelle 44: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unsachgemäßer Betrieb (technisch)	130
Tabelle 45: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Fehlende Wartung und Pflege (strukturell).....	130
Tabelle 46: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für die Anlage (SEV-A)	131
Tabelle 47: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für Nachbaranlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (SEV-K)	132
Tabelle 48: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für die Umwelt und Umgebung (SEV-U)	132
Tabelle 49: FMEA Klassifizierung der Fehlerhäufigkeit (OCC)	133
Tabelle 50: FMEA Klassifizierung der Fehlererkennung (DET)	134

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rechtlicher Rahmen für die Niederschlagswasserbewirtschaftung in Österreich.....	12
Abbildung 2: Vernetzung unterschiedlicher Akteure in Bezug auf Niederschlagswasserbewirtschaftung im Kontext von österreichischen Gemeinden.	15
Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung der vorgestellten Modellansätze: a) Topografische Fließweganalyse; b) zellulärer Automat; c) 1D Kanalmodell; d) 2D Oberflächenabflussmodell; e) gekoppeltes 1D-2D Modell.....	35
Abbildung 4: Exemplarische Darstellung einer Gefahrenkarte (a); Gefährdungskarte (b) und durch Verschneidung mit der Vulnerabilität folgende Risikokarte (c) infolge eines realen Überflutungsereignisses in Graz (mod. Reinstaller et.al. 2020)	36
Abbildung 5: Vergleich zwischen fluvialer Hochwasserzonierung und urbanen Überflutungsflächen eines realen Starkregenereignisses: a) Simulierte Überflutungsflächen eines realen Starkregenereignisses unter der Berücksichtigung des Kanalabflusses, Oberflächenabfluss und Abfluss in das Fließgewässer; b) Auszug der Hochwasserrisikozonierung aus der HORA Plattform.....	37
Abbildung 6: Stakeholder Workshop als mögliches Format für eine integrierte Systemanalyse	40
Abbildung 7: Beispiel einer Untersuchung der Interaktionen zwischen städtischen Teilsystemen mit Blick auf die Niederschlagswasserbewirtschaftung	40
Abbildung 8: Vernetzung der Teilsysteme und ihrer Komponenten am Beispiel Überflutungsrisikomanagement	41
Abbildung 9: Zyklus der Stör- und Notfallplanung, eigene Darstellung.....	71
Abbildung 10: Beispiel einer möglichen Meldekette bei unterschiedlichen Stör- und Notfällen, eigene Darstellung.....	75
Abbildung 11: Schritte in der Formulierung einer umfassenden Kommunikationsstrategie mit möglichen Leitfragen, eigene Darstellung	78
Abbildung 12: Kommunikationskanäle und -methoden, eigene Darstellung.....	84

Literaturverzeichnis

AAEV, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung AAEV).

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2021) Hangwasser Empfehlungen zur Berücksichtigung von Gefahrenhinweisen durch Oberflächenabfluss in der Raumplanung sowie im Bauverfahren, Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit & Abteilung 13 – Umwelt und Raumordnung, Graz.

Benden J., Broesi R., Illgen M., Lennartz G., Scheid C., & Schmitt T. G. (2017) Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb,

BMLFUW S. W. (2013) Leitfaden zur Erfassung und Dokumentation von Hochwasserereignissen in der Hochwasser-Fachdatenbank, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BMNT (2019) Eigenvorsorge bei Oberflächenabfluss Ein Leitfaden für Planung, Neubau und Anpassung, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.

Born, M., Körner, C., Löchtefeld, S., Werg, J., & Grothmann, T. (2021). Erprobung und Evaluierung von Kommunikationsformaten zur Stärkung privater Starkregenvorsorge – Das Projekt Regen//Sicher. Umweltbundesamt. Abgerufen von <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>.

Bundeskanzleramt der Republik Österreich (2013) Wasserrechtsgesetz 1959, Fassung vom 23.07.2016, [online] <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2023.07.2016.pdf>.

Bundesverfassungsgesetz (Art. 9, Art. 15 und Art. 79)

Dierich, A.; Bösche, U.; Wurbs, S.: Analyse von Interdependenzen zwischen KRITIS (2., aktualisierte Auflage, 2020). Herausgeber: inter 3 Institut für Ressourcenmanagement. ISBN: 978-3-9819610-4-1. www.inter3.de.

DWA (2013) DWA-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, Germany.

DWA (2016) Merkblatt DWA-M 119 – Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Germany.

EC (2007) Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken,

Ertl, T., Kearney, K., Funke, F., Reinstaller, S., Kleidorfer, M., Muschalla, D. (2023). Endbericht BEJOND – Niederschlagswasserbehandlung Jenseits Originärer Bemessungsereignisse und Planmäßiger Betriebszustände. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien.

EU-Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser (ABl L 135/40) idF der Richtlinie 2013/64/EU (ABl. L 353 vom 28.12.2013, S. 8–12) [EU-AWRL]

EU-Richtlinie 2022/2557 vom 14. Dezember 2022 (ABl. L 333/80 vom 27.12.2022) über die Resilienz kritischer Einrichtungen und zur Aufhebung der Richtlinie 2008/114/EG des Rates.

EU-Richtlinie 2022/2555 (NIS-2-Richtlinie) vom 14. Dezember 2022 (ABl. L 333/80 vom 27.12.2022) über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau in der Union, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 und der Richtlinie (EU) 2018/1972 sowie zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2016/1148.

EU-Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL, 2000/60/EG)

Freistaat Thüringen (2023) Außengebietsentwässerung und land- und forstwirtschaftliche Überflutungsvorsorge. [online] <https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/aussengebiets-entwaesserung-und-land-und-forstwirtschaftliche-ueberflutungsvorsorge>.

GZÜV. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV) StF: BGBI. II Nr. 479/2006 [CELEX Nr.: 32000L0060]

Hagen, L. M., Heiland, P., & Weiner, S. (2020). Analyse im Rahmen des Projekts STRIMA II: Ansatzpunkte für eine grundlegende Kommunikationsstrategie zur Hochwasser-Risikokommunikation im sächsisch-tschechischen Grenzraum. Auftraggeber: Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 45 – Landeshochwasserzentrum. In Zusammenarbeit mit: INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner.

Holzer J. (2021) Dimensionierung von siedlungswasserbaulichen Anlagen und Bauten bezüglich Überflutungsprävention.

[IBH & WBW] Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz & WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH. (2013). Starkregen – Was können Kommunen tun? Leitfaden verfügbar unter: https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de/servlet/is/201060/Leitfaden_Starkregen.pdf?command=downloadContent&filename=Leitfaden_Starkregen.pdf [Zugriff am 06.09.2023]

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH: Basic-Manual zum „Starkregen-Check Kanalbetrieb“ (2019). Gelsenkirchen. Forschungsvorhaben Umweltministerium MULNV NRW. www.komnetgew.de.

Jakoby W. (2019) Qualitätsmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für die Planung und Steuerung von Qualitätsprozessen, Wiesbaden.

KLIWA (2019) Starkniederschläge Entwicklung in Vergangenheit und Zukunft – Kurzbericht, Arbeitskreis KLIWA. [online] <https://www.kliwa.de/klima-starkregen.htm>.

Kroiss, F.; Waitz-Vetter von der Lilie, W.: Regenwassermanagement: Rechtliche Grundlagen (2011). Medieninhaber und Herausgeber: Magistrat der Stadt Wien, Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22. www.umweltschutz.wien.at.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2016) Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Karlsruhe.

Leimgruber J., Krebs G., Camhy D., & Muschalla D. (2019) Model-Based Selection of Cost-Effective Low Impact Development Strategies to Control Water Balance. Sustainability, 11(8), 2440. [online] <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/8/2440> (Zugegriffen 10. Juli 2023).

Maier R., Reinstaller S., & Muschalla D. (2021) Begriffe und Modelle der Überflutungsanalyse. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 73(3), 76–84. [online] <https://doi.org/10.1007/s00506-021-00748-2> (Zugegriffen 1. Juni 2023).

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2018) Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW,

Monschein M. & Gamerith V. (2021) Gekoppelte 1D-2D hydraulische Modellierung urbaner Sturzfluten – RAINMAN-Pilotstudie Graz Eggenberg. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 73(3), 104–115. [online] <https://doi.org/10.1007/s00506-021-00745-5> (Zugegriffen 3. Mai 2021).

Mugume S. N., Gomez D. E., Fu G., Farmani R., & Butler D. (2015) A global analysis approach for investigating structural resilience in urban drainage systems. Water Research, 81, 15–26. [online] <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135415300142> (Zugegriffen 23. November 2020).

MUST Städtebau. (2023). Wasser-Sensibel Planen Und Bauen: Leitfaden zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümerinnen, Bauwillige und Architektinnen in Köln. Stadtentwässerungsbetriebe Köln. Abgerufen von www.steb-koeln.de.

Nicolics, S.; Mayr, E.; Salamon, A.; Perfler, R.: Störfallplanung Wasserversorgung – Leitlinie für den Umgang mit Störfällen, Notfällen und Krisen von kleinen bis hin zu großen zentralen Wasserversorgungen in der Steiermark (2018). Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien. Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.

ON (2017) ÖNORM EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Österreichisches Normungsinstitut (ON), Wien, Österreich.

ÖWAV (2020) Klimawandelanpassung Wasserwirtschaft – Pluviales Hochwasser/Oberflächenabfluss, Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Wien.

ÖWAV (2009) Regelblatt 11: Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung und Dimensionierung von Abwasserkanälen, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Österreich.

ÖWAV (2007) Regelblatt 19: Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, Österreich.

Österreichisches Wasserrechtsgesetz (WRG, 1959)

Pichler M., Camhy D., König A., & Muschalla D. (2022) „Integrated data management to prevent data loss and raise data quality“ in Costa Mesa, USA.

Reinstaller S., Krebs G., Pichler M., & Muschalla D. (2022) Identification of High-Impact Uncertainty Sources for Urban Flood Models in Hillside Peri-Urban Catchments. *Water*, 14(12), 1973. [online] <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/12/1973> (Zugegriffen 20. Juni 2022).

Reinstaller S., Maier R., Jöbstl C., Hornich R., & Muschalla D. (2020) Leitfaden Modellbasierte Urbane Überflutungsvorsorge, Land Steiermark : Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Graz.

Reinstaller S. & Muschalla D. (2021) Modellbasierte urbane Überflutungsvorsorge. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 73(3–4), 92–101. [online] <http://link.springer.com/10.1007/s00506-021-00746-4> (Zugegriffen 13. Juni 2023).

Rinaldi, S. M., Peerenboom, J. P., & Kelly, T. K. (2002). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), 11–25. <https://doi.org/10.1109/37.969131>

Sañudo E., Cea L., & Puertas J. (2020) Modelling Pluvial Flooding in Urban Areas Coupling the Models Iber and SWMM. *Water*, 12(9), 2647. [online] <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/9/2647> (Zugegriffen 29. Juni 2022).

Salamon, A. in Zusammenarbeit mit Lengyel, A.; Kitzberger, J.; Reisinger, F.; Zöschner, A.; Fladischer, S.: [Entwurf] Störfallplanung Abwasserentsorgung – Leitlinie für den Umgang mit Störfällen, Notfällen und Krisen bei Kanalisationsanlagen und Kläranlagen in der Steiermark (2022). Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.

Salomon, M.; Schlüter, M. (2018) Abschlussbericht: Starkregenereignisse in Nordrhein-Westfalen – Umgang mit Starkregenereignissen im Kanalbetrieb. Gelsenkirchen. Fördermittelgeber: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Auftragnehmer: IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH.

Schmitt T. G., Krüger M., Pfister A., Becker M., Mudersbach C., Fuchs L., Hoppe H., & Lakes I. (2018) Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex. Korrespondenz Abwasser, Abfall, 65(2), 113–120.

Seibert, J., Strobl, B., Etter, S., Hummer, P., & van Meerveld, H. J. (2019). Virtual Staff Gauges for Crowd-Based Stream Level Observations. *Frontiers in Earth Science*, 7(70).

Simperler L., Kretschmer F., & Ertl T. (2019) A methodical framework for analysing the cause of urban pluvial flooding in a hillside settlement. *Water Science and Technology*, 79(9), 1798–1807. [online] <https://doi.org/10.2166/wst.2019.181> (Zugegriffen 16. Juni 2023).

Stadt Graz (2023) Grazer Bäche im Überblick. [online] https://www.graz.at/cms/beitrag/10396383/8028812/Grazer_Baeche_im_Ueberblick.html.

Verbeiren, B., Seyoum, S. D., Lubbad, I., Xin, T., ten Veldhuis, M.-C., Onof, C., Wang, L.-P., Ochoa-Rodriguez, S., Veeckman, C., Boonen, M., See, L., Nalpas, D., O'Brien, B., Johnston, A., & Willems, P. (2018). FloodCitiSense: Early Warning Service For Urban Pluvial Floods For And By Citizens and City Authorities. 11th International Conference on Urban Drainage Modelling, 23-26 Sep., Palermo, Italy.

Weller B., Fahrion M.-S., Horn S., Naumann T., & Nikolowski J. (2016) „Überflutung“ in Baukonstruktion im Klimawandel. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 131–178. [online] http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-13011-4_5 (Zugegriffen 1. Juni 2023).

Werdich Martin. (2012) FMEA – Einführung und Moderation. Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld), Wangen.

ZAMG (2020) Vermehrte Starkniederschläge? [online] **Fehler! Linkreferenz ungültig.** (Zugegriffen 4. Februar 2021).

Abkürzungen

AAEV	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung
ABGB	Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWV	Abwasserverband
BML	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
DET	Detectability (im Kontext der FMEA)
DGM	Digitales Geländemodell
DOM	Digitales Oberflächenmodell
HORA	Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria, kurz HORA, früher eHORA
EW	Einwohner
EZG	Einzugsgebiet
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse)
GEL	Gemeindeeinsatzleitung
GFZ-Plan	Gefahrenzonen-Plan
GPS	Global Positioning System
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
HWRM	Hochwasserrisikomanagement
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IKT [Institut]	Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)
LAWZ	Landesalarm- und Warnzentrale
NWB	Niederschlagswasserbewirtschaftung
OCC	Occurance (im Kontext der FMEA)
ÖNORM	Österreichische Norm
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
QGIS	Quantum Geographical Information System (Geoinformationssystem-Software)

RI	Reduktionsindex
RPN	Risk Priority Number oder Risikoprioritätszahl (im Kontext der FMEA)
SEV	Severity (im Kontext der FMEA)
SKKM	Staatliches Krisen- und Katastrophenschutzmanagement
SWMM 5.2	Storm Water Management Model Version 5.2 Software
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken)
WLV	Wildbach- und Lawinenverbauung
WRG	Wasserrechtsgesetz
ZSV	Zivilschutzverband

9 Anhang

Steckbriefe außergewöhnliche Ereignisse und Störfälle in der Niederschlagswasserbewirtschaftung

9.1 Außergewöhnliche Ereignisse mit externer Ursache

Wetter und Klima

Tabelle 21: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Starkniederschlag

Starkniederschlag	
Ursache	Wetter, Klimawandel
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	hydraulische Überlastung, Verstopfung und Beschädigung durch mitgeführte Feststoffe
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Überlastung, Eintrag von Sedimenten, Verstopfung von Einläufen, Vegetationsschäden durch lange Einstauzeiten, Kolmation
Behebungsaufwand	gering bis groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Überflutungsvorsorge durch Schaffung von Speichervolumen, Umleitung in weniger stark ausgelastete Kanäle, Barrieren, Notwasserwege, gezielte Überflutungen, Beachtung der überflutungsgefährdeten Bereiche bei der Bebauung, Rückstauklappen an Anschlussleitungen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Dimensionierung auf höhere Jährlichkeiten

Tabelle 22: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Dauerregen

Dauerregen	
Ursache	Wetter, Klimawandel
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Stunden bis Tage
Vorhersagbarkeit	ja
Wirkung auf zentrale Anlagen	hydraulische Überlastung möglich, Verstopfung durch mitgeführte Feststoffe
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Überlastung, Eintrag von Sedimenten, Verstopfung von Einläufen, Vegetationsschäden durch lange Einstauzeiten, Kolmation
Behebungsaufwand	gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Überflutungsvorsorge durch Schaffung von Speichervolumen, Umleitung in weniger stark ausgelastete Kanäle, Barrieren, Notwasserwege, gezielte Überflutungen, Beachtung der überflutungsgefährdeten Bereiche bei der Bebauung, Rückstauklappen an Anschlussleitungen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Dimensionierung auf höhere Jährlichkeiten

Tabelle 23: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Trockenheit und Dürre

Trockenheit/Dürre	
Ursache	Wetter, Klimawandel
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Tage bis Wochen
Vorhersagbarkeit	ja
Wirkung auf zentrale Anlagen	Sedimentation und Verstopfungen, Korrosion, Geruchsbelastung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Vegetationsschäden, Erosion, Eintrag von Sedimenten, Kolmation
Behebungsaufwand	gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Spülstöße, Bewässerung grüner Infrastruktur, Straßenreinigung

Trockenheit/Dürre	
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	keine möglich

Tabelle 24: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unwetter und Sturm

Unwetter/Sturm	
Ursache	Wetter, Klimawandel
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Stunden
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	Stromausfall, Ausfall der Kommunikationsnetze, Verstopfung von Einläufen
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Vegetationsschäden, Verstopfung von Einläufen, Eintrag von Sedimenten
Behebungsaufwand	gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Sturmsicherung, regelmäßige Pflege, Straßenreinigung
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	keine möglich

Tabelle 25: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Schnee, Eis und Tauwetter

Schnee/Eis/Tauwetter	
Ursache	Wetter, Klimawandel
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Stunden bis Monate
Vorhersagbarkeit	ja
Wirkung auf zentrale Anlagen	hydraulische Überlastung, Frost an Überläufen, Schiebern und Klappen, Verstopfung von Einläufen

Schnee/Eis/Tauwetter	
Wirkung auf dezentrale Anlagen	verminderte Leistung von dezentralen Anlagen, Verstopfung/Blockade von Einläufen, Eintrag von Streusalz, Überflutung
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Sensibilisierung Winterdienst, regelmäßige Schneeräumung
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Keine möglich

Tabelle 26: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Flusshochwasser

Flusshochwasser	
Ursache	Wetter, Schneeschmelze, Wasserbau
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Stunden bis Tage
Vorhersagbarkeit	ja
Wirkung auf zentrale Anlagen	Rückstau in das Kanalnetz, Blockade von Entlastungsbauwerken,
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Keine bekannt
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Rückstauklappen an Überlaufbauwerken, Rückstauklappen an Anschlussleitungen, angepasster Wasserbau mit ausreichend Retentionsflächen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	angepasster Wasserbau mit ausreichend Retentionsflächen, Flächenentsiegelung

Tabelle 27: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Grundwasser

Grundwasser	
Ursache	Wetter, Flusshochwasser, Schichtenwasser, Kanalabdichtung
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend

Grundwasser	
Dauer der Störung	Tage bis Wochen
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	Beschädigung bis Zerstörung von Anlagen, Eintrag von Grundwasser ins Kanalnetz
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Vegetationsschäden, Erosion, verringerte Sickerleistung, Beschädigung bis Zerstörung von unterirdischen Anlagen
Behebungsaufwand	gering bis groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	angepasste Planung und Ausführung in von Grundwasser gefährdeten Bereichen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung

Tabelle 28: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Naturkatastrophen

Naturkatastrophen	
Ursache	Plattentektonik, Wetter, Klimawandel, Abholzung
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden, ggfs. Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Beschädigung bis Zerstörung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Beschädigung bis Zerstörung
Behebungsaufwand	groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Ausweisung von Gefahrenzonen, Notfallpläne, Sensibilisierung der Bevölkerung
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Maßnahmen zur Prävention von Naturkatastrophen (z. B. Lawinen und Murenverbauungen)

Tabelle 29: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Stromausfall

Stromausfall	
Ursache	Unwetter, Beschädigung der Stromleitung, Defekt im Stromnetz oder Umspannwerk
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden, ggfs. Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Ausfall von strombetriebenen Anlagen u.a. Pumpen, dadurch Rückstau, Überflutung, Gewässerverschmutzung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Ausfall von strombetriebenen Anlagen u.a. Pumpen, dadurch Rückstau, Überflutung, Gewässerverschmutzung
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Bereitschaftsdienst beim Stromanbieter und beim Abwasserbetrieb zur manuellen Bedienung von Schiebern, Bereitstellung von Notstromaggregaten, Ausstattung kritischer Bauteile mit festen Notstromaggregaten
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion und Wartung, Unwetter sind nicht zu verhindern

Tabelle 30: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall der Kommunikationsnetze

Ausfall Kommunikationsnetze	
Ursache	Unwetter, Beschädigung von Antennen, (Wartungsarbeiten)
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden, ggfs. Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Ausfall von Anlagen mit Sensoren u.a. Pumpwerke, Kläranlagen, Schieber
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Ausfall von Anlagen mit Sensoren u.a. smarte dezentrale Anlagen, Regenwasserzisternen
Behebungsaufwand	gering

Ausfall Kommunikationsnetze	
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Bereitschaftsdienst beim Kommunikationsanbieter und beim Abwasserbetrieb zur manuellen Bedienung von Anlagen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion und Wartung

Tabelle 31: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Sabotage (Cyberangriff und Terrorismus)

Sabotage (Cyberangriff und Terrorismus)	
Ursache	fehlende-Sicherheitsmaßnahmen (IT, Daten- und Objektschutz)
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden, ggfs. Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Ausfall bzw. Fehlsteuerung von Anlagen, Zerstörung oder Kontamination von zentralen Anlagen
Wirkung auf dezentrale Anlagen	zurzeit keine relevanten
Behebungsaufwand	Gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Bereitschaftsdienst zur manuellen Bedienung von Anlagen, IT-Experten zur Erkennung und Behebung von Sabotage und Cyberangriffen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	angepasste Sicherheitsmaßnahmen (IT und Objektschutz)

Tabelle 32: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Kontamination mit Gefahrenstoffen

Kontamination mit Gefahrenstoffen	
Ursache	Verkehrsunfälle, Brände, Betriebsunfälle
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Minuten bis Stunden

Kontamination mit Gefahrenstoffen	
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Gewässerverschmutzung, Rückstau
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Kontamination des Bodens, notwendiger Austausch von Substraten
Behebungsaufwand	Gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Koordination von Feuerwehr Kanalnetzbetreiber und Behörden, Auffangen und Abdichten der Austrittsquelle, ggfs. Betätigung von Schiebern und Absperrvorrichtungen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Verkehrssicherheit, Brandschutz, Trennung von industriellen und kommunalen Netzen

Tabelle 33: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unsachgemäßer Betrieb (privat)

Unsachgemäßer Betrieb (privat)	
Ursache	fehlendes Verständnis und Sensibilisierung, Mutwilligkeit
Eintrittsgeschwindigkeit	Plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Stunden bis Jahre
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Fehlanschlüsse, hydraulische Überlastung, nicht sachgemäße Entsorgung, Gewässerverschmutzung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	vielfältig; Fehlanschluss und Fehlbetrieb von Anlagen, fehlende Wartung und Pflege, Vegetationsschäden, Reduktion der Wirksamkeit
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Keine bekannt
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	Abnahme von dezentralen privaten Anlagen, Sensibilisierung von Bürgern. Kontrolle von Fehlanschlüssen

Tabelle 34: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Kolmation von Versickerungsanlagen

Kolmation von Versickerungsanlagen	
Ursache	Starkniederschlag, Trockenheit, Schnee und Eis, Vegetationsschäden, fehlende Wartung und Pflege, falsche Dimensionierung, falsche Bewirtschaftung angrenzender Flächen
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Wochen bis Monate
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	hydraulische Überlastung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	verminderte Leistung, Überstau, Überflutung
Behebungsaufwand	Gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Entfernung von Ablagerungen, Austausch der Filterschicht, gärtnerische Pflege, Entfernung von Laub und Störstoffen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion, Wartung und Pflege, ggfs. Bewässerung in Trockenzeiten

Tabelle 35: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verstopfung und Verklausung von Einläufen

Verstopfung/Verklausung von Einläufen	
Ursache	Starkniederschlag, Unwetter und Sturm, Schnee und Eis, Fehlende Pflege und Wartung, unregelmäßige Straßenreinigung
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Stunden bis Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	eingeschränkter oder fehlender Zulauf, Überflutung an der Oberfläche
Wirkung auf dezentrale Anlagen	eingeschränkter oder fehlender Zu-, Über- oder Ablauf, Überstau und Überflutung
Behebungsaufwand	gering

Verstopfung/Verklausung von Einläufen	
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Notfalldienst zur schnellen Behebung von Verstopfungen und Verklausungen, Straßenreinigung, Winterdienst
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion, Wartung und Pflege, Straßenreinigung, Winterdienst

9.2 Außergewöhnliche Ereignisse mit interner Ursache

Tabelle 36: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Pumpwerksausfall

Pumpwerksausfall	
Ursache	Defekt, Überflutung, Verstopfung, Stromausfall, menschliches Versagen
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Stunden bis Tage
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	Verhinderung des Abflusses, Rückstau, Überflutung, Gewässerverschmutzung
Wirkung auf dezentrale Anlagen	keine
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	schnelle Behebung der Störung durch Bereitschaftsdienst, Umleitung des Wassers
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion und Wartung

Tabelle 37: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall von Sensoren und Kontrollsystemen

Ausfall Sensoren/Kontrollsysteme	
Ursache	Stromausfall, Ausfall Kommunikationsnetze, Sabotage, fehlende Inspektion und Wartung, unsachgemäßer Betrieb,

Ausfall Sensoren/Kontrollsysteme	
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Stunden bis Wochen
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Ausfall von Anlagen mit Sensoren u.a. Pumpwerke, Kläranlagen, Schieber
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Ausfall von Anlagen mit Sensoren u.a. smarte dezentrale Anlagen, Regenwasserzisternen
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Bereitschaftsdienst beim Kommunikationsanbieter und beim Abwasserbetrieb zur manuellen Bedienung von Anlagen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion und Wartung

Tabelle 38: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verstopfungen

Verstopfungen	
Ursache	falsche Dimensionierung, fehlende Reinigung und Wartung, Trockenheit, Alter, nicht sachgemäße Entsorgung von Abfallprodukten
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Stunden bis Wochen
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	Rückstau, Verkleinerung des Kanalquerschnitts, Überstau, Beschädigung von Haltungen durch Gasbildung (H ₂ S, CH ₄) und biogene Schwefelsäurekorrosion
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Rückstau
Behebungsaufwand	Gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	schnelle Behebung der Störung durch Bereitschaftsdienst, Spülstöße, Wasserhaltung durch Saugfahrzeuge oder mobile Pumpen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Reinigung, Wartung und Inspektion, angemessene Dimensionierung, Bürgersensibilisierung, Zerkleinerer in Abwasseranlagen

Tabelle 39: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Verzopfungen

Verzopfungen	
Ursache	fehlende Reinigung und Wartung, nicht sachgemäße Entsorgung von Abfallprodukten
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Stunden bis Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	Rückstau, Überstau, Pumpwerksausfall
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Rückstau in dezentrale Anlagen
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Ausbau und Säuberung der Pumpe, Förderung mit Ersatzpumpen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Wartung und Pflege, Bürgersensibilisierung, Zerkleinerer in Abwasseranlagen

Tabelle 40: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Haltungsschäden und Haltungs-einstürze

Haltungsschäden und Haltungs-einstürze	
Ursache	Alterung, Lastüberschreitung, bereits vorhandene Risse, Korrosion
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Tage bis Wochen
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	Kontamination des Bodens, Fremdwasserinfiltration, Rückstau, Überstau, Verstopfungen
Wirkung auf dezentrale Anlagen	Rückstau
Behebungsaufwand	Gering bis groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	schnelle Behebung der Störung durch Bereitschaftsdienst, Wasserhaltung durch Saugfahrzeuge oder mobile Pumpen

Haltungsschäden und Haltungseinstürze	
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Inspektion und Zustandsbewertung, Reparatur von kleinen Schäden

Tabelle 41: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausführungsfehler

Ausführungsfehler	
Ursache	mögliche vielfältige Fehler bei Bauausführung und -leitung
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Monate bis Jahre
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	vielfältig; Fehllanschlüsse, Verschleiß und Korrosion, Haltungsschäden und -einstürze durch übermäßige Belastung, Undichtigkeiten, Behinderung des Zugangs von Unterhaltungspersonal oder Ausrüstung in Schächte oder Inspektionsöffnungen, Abwasserpumpstationen oder andere angeschlossene Bauwerke
Wirkung auf dezentrale Anlagen	vielfältig; Fehllanschluss, Undichtigkeiten, Verdichtung von Substraten, Vegetationsschäden, Erosion
Behebungsaufwand	gering bis groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Maßnahmen abhängig vom genauen Fehler
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	dezidierte Bauaufsicht und -abnahme aller relevanten Anlagen, regelmäßige Fort- und Weiterbildungen

Tabelle 42: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Planungsfehler

Planungsfehler	
Ursache	mögliche vielfältige Fehler bei der Planung, sich ändernde Randbedingungen (Klimawandel, Urbanisierung)
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Monate bis Jahre
Vorhersagbarkeit	nein

Planungsfehler	
Wirkung auf zentrale Anlagen	vielfältig; Fehllanschlüsse, Verschleiß und Korrosion, Verstopfungen, Haltungsschäden und -einstürze, falsche Dimensionierung, Überstau
Wirkung auf dezentrale Anlagen	vielfältig; Vegetationsschäden, Erosion, falsche Bemessung, Überstau, Überflutung
Behebungsaufwand	gering bis groß
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Maßnahmen abhängig vom genauen Fehler
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	klare Arbeitsanweisungen, begleitende Bauaufsicht und Projektkoordination, regelmäßige Fort- und Weiterbildung, spezielle Entwicklung und Forschung,

Tabelle 43: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Ausfall Betriebspersonal (kurzfristig)

Ausfall Betriebspersonal (kurzfristig)	
Ursache	Krankheit, Unfall, Pandemie, Umweltkatastrophen und Unwetter
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich
Dauer der Störung	Tage bis Wochen
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	möglicher Ausfall von manuell gesteuerten Anlagen, Verschiebung von Wartungsintervallen
Wirkung auf dezentrale Anlagen	keine
Behebungsaufwand	gering
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Mitarbeiterkoordinierung
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	ausreichend Ersatzpersonal, Gesundheitsprävention Mitarbeiter

Tabelle 44: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Unsachgemäßer Betrieb (technisch)

Unsachgemäßer Betrieb (technisch)	
Ursache	menschliches Versagen, Ausfall Betriebspersonal, mangelnde Aus- und Fortbildungen
Eintrittsgeschwindigkeit	plötzlich bis schleichend
Dauer der Störung	Minuten bis Tage
Vorhersagbarkeit	nein
Wirkung auf zentrale Anlagen	mögliche Beschädigung und Ausfall technischer Anlagen, Rückstau
Wirkung auf dezentrale Anlagen	verminderte Leistungsfähigkeit
Behebungsaufwand	gering bis mittel
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	regelmäßige Inspektion und Wartung
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Fort- und Weiterbildung, Qualitätskontrollen, Dokumentation von Betriebsarbeiten

Tabelle 45: Zusammenfassung außergewöhnliches Ereignis Fehlende Wartung und Pflege (strukturell)

Fehlende Wartung und Pflege (strukturell)	
Ursache	Nachwuchsprobleme, Finanzprobleme, Krankenstand
Eintrittsgeschwindigkeit	schleichend
Dauer der Störung	Monate bis Jahre
Vorhersagbarkeit	teilweise
Wirkung auf zentrale Anlagen	vielfältig; Verstopfungen, Verzopfungen, Haltungsschäden, Rückstau, Pumpwerksausfall
Wirkung auf dezentrale Anlagen	vielfältig; verminderte Leistungsfähigkeit, Vegetationsschäden, Erosion, Verstopfungen, Kolmation von Versickerungsanlagen
Behebungsaufwand	gering bis mittel

Fehlende Wartung und Pflege (strukturell)	
Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen	Wartungspläne mit Arbeitsanweisungen, Fortbildungen und Schulungen, unabhängige und regelmäßige Qualitätskontrollen
Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	regelmäßige Fort- und Weiterbildungen, Nachwuchsarbeit, Qualitätskontrollen

9.3 Zusatztabelle FMEA Analyse

Tabelle 46: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für die Anlage (SEV-A)

	Skala	Beschreibung	Beispiel
Keine Auswirkung	1	Keine Auswirkungen auf die Infrastruktur	
Reduktion der Wirksamkeit	2	Funktion der Infrastruktur eingeschränkt	Kolmation von Versickerungsanlagen -> Kombinierte Versickerungssysteme
Ausfall	3	Ausfall der Infrastruktur mit Rückkehr zum Normalzustand ohne äußere Einwirkung oder innerhalb von sehr kurzer Zeit (Stunden)	Flusshochwasser -> Mischwasserüberläufe Verstopfung -> Pumpwerk
Beschädigung	4	Ausfall der Infrastruktur mit Rückkehr zum Normalzustand durch vergleichsweise einfache Behebung des Schadens (Tage bis Wochen)	Verzopfungen -> Pumpwerke
Zerstörung	5	Ausfall der Infrastruktur mit Rückkehr zum Normalzustand durch umfangreiche Behebung des Schadens (Wochen bis Monate)	Haltungseinsturz -> Haltungen und Schächte

Tabelle 47: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für Nachbaranlagen der Niederschlagswasserbewirtschaftung (SEV-K)

	Skala	Beschreibung	Beispiel
Keine Auswirkung	1	Keine Auswirkungen auf Nachbarsysteme	
Reduktion der Wirksamkeit	2	Funktion einer oder mehrerer benachbarter Infrastrukturen ist eingeschränkt oder zusätzlich belastet	Abnahme der Sickerleistung von teilversiegelten Oberflächen -> Erhöhter Zufluss ins Kanalnetz/Maßnahmen der Versickerung
Überlastung	3	Überlastung einer oder mehrerer benachbarter Anlagen	Starkregen -> kombinierte Versickerungssysteme -> Überlauf ins angeschlossene Kanalnetz
Ausfall	4	Überlastung bis Ausfall in großen Teilen des Entwässerungssystems	Stromausfall -> Pumpwerksausfall -> Rückstau im gesamten Kanalnetz (Systemabhängig) Flusshochwasser + Starkregen
Zerstörung	5	kompletter Ausfall bis Zerstörung im gesamten Entwässerungssystem	Naturkatastrophen (Hangrutschung, Mure) -> Haltungseinstürze -> Ausfall im gesamten Kanalnetz

Tabelle 48: FMEA Klassifizierung des Schweregrads für die Umwelt und Umgebung (SEV-U)

	Skala	Beschreibung	Beispiel
Keine Auswirkung	1	Keine Auswirkungen auf die Umgebung	
Überstau	2	kleinräumiger Überstau, Mischwasserüberlauf (Schmutzfrachten), hydraulischer Stress im Vorfluter	Bemessungsregen, Verstopfung von Einläufen, Überlauf von Versickerungsanlagen etc.
Kleine Überflutung	3	Überflutung mit geringen Schäden in der Umgebung	seltener Starkregen, Flusshochwasser -> Blockade von Mischwasserüberläufen, Pumpwerksausfall, Haltungsschäden etc.
Große Überflutung	4	Überflutung mit Beschädigung von Infrastrukturen	außergewöhnlicher Starkregen

	Skala	Beschreibung	Beispiel
Extreme Überflutung/Zerstörung	5	großflächige Überflutung, Beschädigung von kritischen Infrastrukturen, Lebensgefahr	außergewöhnlicher Starkregen mit Überlagerung weiterer Störfälle, fehlender Überflutungsvorsorge

Tabelle 49: FMEA Klassifizierung der Fehlerhäufigkeit (OCC)

	Skala	Häufigkeit	Beschreibung	Beispiel
fast nie	1	> 100a	Fehler ist extrem und tritt seltener als alle 100 Jahre auf	starkes Erdbeben
außergewöhnlich	2	30 – 100a	Fehler ist außergewöhnlich und tritt alle 30-100 Jahre einmal auf	großes Flusshochwasser mit Rückstau ins Kanalnetz
selten	3	10 – 30a	Fehler ist selten und tritt alle 10-30 Jahre einmal auf	längerer Stromausfall
Bemessung	4	1 -10a	Fehler tritt regelmäßig alle 1-10 Jahre auf	Haltungsschäden- und Einstürze
häufig	5	< 1a	Fehler tritt relativ häufig auf, öfter als 1x pro Jahr	Verstopfung oder Verzopfung im Pumpwerk

Tabelle 50: FMEA Klassifizierung der Fehlererkennung (DET)

	Skala	Beschreibung	Beispiel
Sehr wahrscheinlich	1	Fehler wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit erkannt	Stromausfall
wahrscheinlich	2	Fehler wird relativ häufig erkannt	Verstopfung im Pumpwerk
mittel	3	Die Fehlererkennung hat eine mittlere Wahrscheinlichkeit	Haltungsschaden im Hauptsammler
unwahrscheinlich	4	Die Fehlererkennung ist unwahrscheinlich	Kolmation im Versickerungsschacht
Sehr unwahrscheinlich	5	Die Fehlererkennung ist sehr unwahrscheinlich	Wurzeleinwuchs in einer Anschlussleitung

9.4 Checklisten zum Thema Starkregen, Rückstau und Sickerwasser

Im folgenden Anhang finden Sie verschiedene Checklisten und Maßnahmen, die basierend auf den Empfehlungen aus einem Leitfaden von MUST Städtebau (2023), zum Thema "Wasser-Sensibel Bauen" entwickelt wurden. Diese Checklisten mit Maßnahmenvorschlägen dienen als Vorlage um zu bewerten, ob und in welchem Ausmaß ein Gebäude oder Grundstück verschiedenen wasserbezogenen Risiken ausgesetzt ist. Darüber hinaus bieten die Listen eine Reihe Verhaltenstipps, um potenzielle Schäden zu minimieren und sich effektiv auf Extremwetterereignisse vorzubereiten.

Es geht hierbei nicht nur um bauliche Aspekte, sondern auch um bewusstes Handeln und Reagieren vor, während und nach solchen Ereignissen. Die rechtzeitige Umsetzung präventiver Maßnahmen kann Schäden reduzieren und in einigen Fällen sogar verhindern.

Checkliste – Ist mein Gebäude durch oberirdische Starkregen gefährdet?

Prüfpunkte Starkregenvorsorge	Ja	Nein
Oberflächlich abfließendes Regenwasser kann von der Straße oder von Nachbargrundstücken bis an das Gebäude gelangen.	☐	☐
Das Grundstück bzw. Gebäude liegt in einer Geländesenke oder unterhalb einer abschüssigen Straße oder eines Hanges.	☐	☐
Vorherige Schadensereignisse bei Starkregen sind vor Ort bekannt.	☐	☐
Wasser kann über einen äußeren Kellerabgang oder ebenerdige Lichtschächte und Kellerfenster eindringen.	☐	☐
Das Gebäude verfügt über einen ebenerdigen Eingang oder eine Terrasse, wo Regenwasser oberflächlich ins Erdgeschoss eindringen kann.	☐	☐
Das Grundstück liegt in der Nähe eines Gewässers (z. B. eines Baches, Teiches oder Grabens) und kann dieses bei Hochwasser bis ans Gebäude gelangen.	☐	☐
Gehwege, Hofzufahrten und Stellplätze haben ein Gefälle zum Haus.	☐	☐
Regenwasser kann von der Straße oder vom Grundstück in die Tiefgarage fließen.	☐	☐

(angepasst v. MUST Städtebau, 2023)

Was kann ich tun, um die Schadensrisiken bei Starkregen zu mindern?

Maßnahmen Starkregenvorsorge
Prüfung von vorherigen Schadensfällen vor Ort, den betroffenen Bereichen und den dabei erreichten Wasserhöhen.
Berücksichtigung des Zu- und Abflusses von Regenwasser an der Oberfläche bei der Wahl des Standortes für das Gebäude.
Gestaltung des Geländes vom Gebäude abfallend und Erhöhung von Einfahrten und Zugangsbereichen.
Gezielte Ableitung des Oberflächenwassers auf dem Grundstück zur Versickerung in Bodensenken oder in Mulden.
Sicherung von Zufahrten und Wegen zu tief liegenden Grundstücksflächen zur Straße hin mit Bodenschwellen.
Ausstattung von ebenerdigen Kellertreppen, Lichtschächten, Fenstern und Gebäudezugängen mit Aufkantungungen.
Aufrechterhaltung eines ausreichenden Abstands zwischen Lichtschachtsockel und Kellerfenstern.

Maßnahmen Starkregenvorsorge
Verhinderung des Eintritts von Wasser durch Gebäudeöffnungen mithilfe mobiler oder fest installierter Dichtungssysteme.
Sicherung von Heizöltanks gegen Aufschwimmen, Verwendung von für den Lastfall „Wasserdruck von außen“ geeigneten Tanks.
Verzicht auf hochwertige Nutzungen in gefährdeten Räumen.
Unterbringung sensibler Nutzungen in den Obergeschossen.
Verlegung der im Keller installierten Stromleitungen hoch über dem Fußboden.
Verwendung von nässebeständigen Materialien und Versiegelungen in gefährdeten Bereichen.

(MUST Städtebau, 2023)

Rückstau aus dem Kanal: Ist mein Gebäude gefährdet?

Prüfpunkte Rückstau-Vorsorge	Ja	Nein
Ablaufstellen (z. B. Waschbecken, Bodenabläufe, Toiletten) im Haus befinden sich unterhalb der Rückstauenebene (üblicherweise die Gehsteigoberkante).	☐	☐
Waschmaschinen, Heizungen oder sonstige Sanitäreinrichtungen sind unterhalb der Rückstauenebene angeschlossen.	☐	☐
An den Grund- oder Abwasserleitungen sind Drainagen angeschlossen.	☐	☐
Am unteren Punkt von außen liegenden Kellertreppen oder Tiefgarageneinfahrten befindet sich ein Bodenablauf, der an den Kanal angeschlossen ist.	☐	☐
Dachflächen oder andere Entwässerungseinrichtungen oberhalb der Rückstauenebene entwässern über eine Rückstausicherung.	☐	☐
Das Gebäude verfügt über Reinigungsöffnungen und Schächte unterhalb der Rückstauenebene.	☐	☐

(MUST Städtebau, 2023)

Was kann ich tun, um die Schadensrisiken bei Rückstau zu mindern?

Maßnahmen Rückstau-Vorsorge
Prüfung, ob ein aktueller Entwässerungsplan mit eingezeichneten Ablaufstellen und Rückstausicherungen vorliegt.
Entscheidung, ob Entwässerungseinrichtungen unterhalb der Rückstauenebene notwendig sind oder ob auf diese verzichtet werden kann.
Sicherstellung, dass alle Abläufe unterhalb der Rückstauenebene gegen Rückstau aus dem Kanal gesichert sind.
Verwendung von Rückstauverschlüssen bei geringwertigen Nutzungen und Hebeanlagen bei hochwertigen Nutzungen der gefährdeten Räume.
Prüfung, ob die Rückstausicherung richtig eingebaut und funktionstüchtig ist.
Trennung der Entwässerungsleitungen ober- und unterhalb der Rückstauenebene, Anordnung der Rückstausicherung so, dass alle Abläufe oberhalb der Rückstauenebene ungehindert zum Kanal entwässern können.
Prüfung, ob die Rückstauverschlüsse so eingebaut sind, dass ein ungehindertes Abfließen des Regenwassers von den Dachflächen möglich ist.
Dokumentation des Einbaus der Rückstausicherungen, um spätere Wartungen, Reparaturen und Aufrüstungen zu vereinfachen.
Regelmäßige Wartung des Rückstauschutzes durch einen Fachbetrieb entsprechend den Herstellerangaben.
Sicherung von Heizöltanks gegen Aufschwimmen, Verwendung von Tanks, die für den Lastfall „Wasserdruck von außen“ geeignet sind.
Prüfung, ob in den gefährdeten Bereichen auf hochwertige Nutzungen verzichtet werden kann.
Unterbringung sensibler Anlagen in den Obergeschossen.
Verwendung von nassebeständigen Materialien und Versiegelungen in gefährdeten Bereichen.
Sicherung von Reinigungsöffnungen und Schächten über eine Hebeanlage.
Verlegung der im Keller installierten Leitungen und Steckdosen hoch über dem Fußboden.

(MUST Städtebau, 2023)

Checkliste – Sickerwasser: Ist mein Gebäude gefährdet?

Prüfpunkte	Ja	Nein
Baugrund besteht aus bindigen (z. B. lehmhaltigen) Bodenarten oder aufgeschütteten Böden.	☐	☐
Grundstück oder Gebäude liegen an oder unterhalb eines Hangs.	☐	☐
Gebäude befindet sich in der Nähe eines Gewässers (z. B. eines Baches).	☐	☐
Leerrohre für Telekommunikations-, Gas- oder Wasserleitungen werden durch die Kellerwand geführt.	☐	☐
In unmittelbarer Nähe zum Gebäude befindet sich eine Anlage zur Regenwasserversickerung.	☐	☐
Vorherige Schadensereignisse durch Sicker- und Stauwasser sind vor Ort bekannt.	☐	☐

(MUST Städtebau, 2023)

Checkliste – Was kann ich tun, um die Schadensrisiken bei Sickerwasser zu mindern?

Maßnahmen Sickerwasser-Vorsorge
Kamerabefahrung der privaten Hausanschlussleitung (Abwasserrohre) durch einen Sanitärbetrieb etwa alle 30 Jahre, um Undichtigkeiten zu identifizieren.
Durchführung von Baugrunduntersuchungen durch einen Sachverständigen zur Ermittlung der Bodendurchlässigkeit und des Bemessungswasserstands.
Prüfung, ob vorherige Schadensereignisse auf dem Grundstück bekannt sind und/oder ob in der Vergangenheit Stauwasser häufig und länger auftrat.
Regelmäßige Überprüfung, ob erdberührte Wände und Sohlen feucht sind, und falls ja, ob die Feuchtigkeit überall oder lediglich im Bereich von Rohrdurchführungen auftritt.
Überprüfung, für welchen Lastfall die vorhandenen Sohlen- und Kellerwandabdichtungen ausgeführt wurden.
Bei defekter Außenabdichtung: Ausschachtung des unteren Bereichs des Hauses und Erneuerung der Abdichtung oder Prüfung der Möglichkeiten einer Innenabdichtung.
Bei gut sickerfähigen Böden: Mindestabdichtung auf Kellerebene durch einen einfachen Bitumenanstrich der Wände, Abdichtung gegen zeitweise aufstauendes Sickerwasser durch eine Schwarzabdichtung, Abdichtung gegen drückendes Wasser durch eine Weiße Wanne.

Maßnahmen Sickerwasser-Vorsorge

Bei Neubauten: Annahme des Lastfalls aufstauendes Sickerwasser, Anwendung mindestens einer zweilagigen Schwarzabdichtung mit Gewebeeinlage.

Verwendung von hochwertigen Rohrdurchführungen mit Dichtungen (z. B. Komplettsysteme aus Dichtungseinsatz und Futterrohr/Hüllrohr).

Ergänzung der Gebäudeabdichtung durch eine zusätzliche Drainage in Hanglagen.

(MUST Städtebau, 2023)

Vorkehrungen gegen Sickerwasser (MUST Städtebau, 2023)

- Hochwertige Sachwerte und wichtige Dokumente sollten nicht in überflutungsgefährdeten Räumen gelagert werden.
- Versicherungsschutz sollte geprüft werden. Elementarschadenversicherungen decken Schäden durch oberirdischen Starkregen und teilweise Rückstauschäden ab, aber nicht Grund- oder Sickerwasserschäden.
- Regelmäßige Informationen über aktuelle Wetter- und Hochwassermeldungen sind wichtig.
- Dachrinnen und Fallrohre sollten freigehalten werden, sodass Niederschläge abfließen und kein gestautes Wasser Schäden am Haus verursacht.
- Mülltonnen und Wertstoffbehälter sollten gesichert werden, um ein Wegschwemmen zu verhindern.
- Stoffe, die gesundheits-, wasser- und umweltgefährdend sind (wie Waschmittel, Altöle, Farben), sollten an einem sicheren und trockenen Ort gelagert werden.
- Abdriftbare Gegenstände sollten nicht in der Nähe von Gewässern oder Gräben abgestellt werden.

Verhalten bei Überflutung (MUST Städtebau, 2023)

- Bei Bedarf sollten gefährdete Bereiche mit Sandsäcken an Türen und Fenstern gesichert werden.
- Autos und Wertgegenstände sollten möglichst aus der Gefahrenzone gebracht werden.

- In gefährdeten Räumen sollten Strom und Heizungen abgeschaltet werden. Die Gefahr eines Stromschlags besteht bereits bei Kondenswasser.
- Überflutete Kellerräume oder Tiefgaragen sollten nicht betreten werden (Gefahr durch elektrische Anlagen).
- Bei ausgelaufenen Schadstoffen sollte die Feuerwehr informiert und nicht geraucht werden.
- Die Rettung von Menschen hat Vorrang vor der Erhaltung von Sachwerten, jedoch sollten keine Rettungen ohne Eigenschutz unternommen werden.
- Aktuelle Wetter- und Hochwassermeldungen sollten weiterhin verfolgt werden.

Verhalten nach einer Überflutung (MUST Städtebau, 2023)

- Zur Vermeidung von Verletzungen und Keimbefall sollten Gummistiefel und -handschuhe getragen werden.
- Für die Versicherung sollte die Überflutung dokumentiert werden (Schäden fotografieren und auflisten, erreichten Wasserstand markieren).
- Das Wasser sollte abgepumpt und die betroffenen Räume entfeuchtet werden.
- Reparaturen sollten in Abstimmung mit der Versicherung von einem Fachbetrieb durchgeführt werden.
- Die von der Überflutung betroffenen Bereiche sollten möglichst schnell getrocknet werden, um Bauschäden, Schimmel und Schädlingsbefall zu vermeiden.
- Fußbodenbeläge und Verkleidungen sollten entfernt oder geöffnet werden zur Kontrolle.
- Schäden am Gebäude (insb. an der Statik), an Heizöltanks, an Elektroverteilern und Gasheizungen sollten von Fachleuten geprüft werden.
- Bei einem Rückstau aus dem Kanal sollte eine Wartung der Rückstausicherung erfolgen.
- Elektrische Anlagen in von der Überflutung betroffenen Räumen sollten vor Inbetriebnahme geprüft werden.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
Stubenring 1, 1010 Wien
bml.gv.at