

Umgang mit urbanen Wasserextremen durch ein angepasstes Regenwassermanagement

Projekterfahrungen zur Starkregenminderung aus AMAREX

Christian Scheid, Jonas Neumann und Ulrich Dittmer

Das Forschungsvorhaben AMAREX hat untersucht, wie ein funktional angepasstes Regenwassermanagement mit Elementen der Regenwasserbewirtschaftung (RWB) und blau-grüner Infrastruktur (BGI) zur Bewältigung urbaner Wasserextreme wie Starkregen, Trockenheit und Hitze beitragen kann. Auf Basis gekoppelter 1D/2D-Überflutungssimulationen für ein Berliner Untersuchungsgebiet wurden die Minderungseffekte verschiedener konventioneller und angepasster RWB- und BGI-Anlagen in Abhängigkeit von Bemessung, Regenlastfall und Implementierungsgrad quantitativ bewertet. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass signifikante Wirkungen erst bei höheren Implementierungsgraden und in Form vernetzter, räumlich konzentrierter Anlagenverbünde erzielt werden und dass eine wirksame kommunale Starkregenvorsorge nur in Kombination mit multifunktionalen Freiflächen und der bestehenden „grauen“ Entwässerungsinfrastruktur als hybride Systemlösung erreichbar ist.

1 Hintergrund

Klimawandelbedingte Wetterextreme wie Starkregenüberflutungen, urbane Hitzeinseln und Trockenheitsperioden wirken gerade in unseren Städten sehr prägnant und stellen die gesamte Entwässerungsinfrastruktur vor große Herausforderungen. Es ist hinlänglich bekannt und auch fachlich anerkannt, dass unsere unterirdischen Kanalnetze als zentral in Richtung Kläranlage oder Fließgewässer ausgerichtete Ableitungssysteme technisch nicht bzw. nur sehr limitiert auf diese Wasserextreme ausgelegt sind. Sie bedürfen im Sinne eines klimaangepassten, integralen Regenwassermanagements einer funktionalen Ergänzung um Elemente der blau-grünen Infrastruktur. Diese umfassen ein breites Spektrum verschiedener, dezentral an der Oberfläche angeordneter Maßnahmen, die i. d. R. abflussmindernd und verdunstungs- und/oder versickerungsfördernd wirken. Im Kontext des stark propagierten städtebaulichen Leitbilds der „Schwammstadt“ werden ihnen auch positive Effekte zur Anpassung an Wasserextreme und Klimawandelfolgen zugeschrieben.

Der vorliegende Beitrag stellt Ergebnisse des Forschungsvorhabens AMAREX vor, bei dem u. a. die Möglichkeiten zur Anpassung des Regenwassermanagements durch Elemente der Regenwasserbewirtschaftung (RWB) und blau-grünen Infrastruktur (BGI) an die Wasserextreme Starkregen, Trockenheit und Hitze untersucht und quantifiziert wurden. Im Fokus des

Beitrags stehen die Wirkungen und Effekte der Starkregenminderung solcher Anlagen.

2 Anpassung des Regenwassermanagements an Wasserextreme

2.1 Status quo der Regenwasserbewirtschaftung

Bereits seit den 1990er-Jahren haben sich dezentrale Anlagen der RWB, vor allem Versickerungsanlagen, in Deutschland als konzeptionelle Neuorientierung der Siedlungsentwässerung entwickelt und etabliert. Sie sind als Abkehr vom kanalgebundenen Ableitungsprinzip ausgerichtet auf einen nachhaltigen und ökologischen Umgang mit Niederschlagswasser im Siedlungsraum [1] und haben sich letztlich auch als „Versickerungsgebot“ in den Landeswassergesetzen sowie im Wasserhaushaltsgesetz (§55 WHG) [2] manifestiert.

Als wesentliches Bewirtschaftungsziel galt damals schon die Annäherung an den lokalen Wasserhaushalt des unbebauten Planungsgebiets, indem der Regenabfluss auf ein naturverträgliches Maß über Vorgabe zulässiger Abflussspenden zu reduzieren ist. Weitere Ziele waren die ausreichende Vorreinigung des Niederschlagswassers vor Einleitung (vornehmlich durch Ausnutzung der Bodenpassage) sowie die Bewirtschaftung des Grundwassers durch Versickerung einerseits und Schutz vor Gebäudevernässungen andererseits [3].

2.2 Regenwasserbewirtschaftung und Wasserextreme

2.2.1 Anforderungen und Bewirtschaftungsziele von RWB und BGI

Mit dem sogenannten Schwammstadtkonzept („sponge city“) liegt ein neues städtebauliches Leitbild vor, das den Umgang mit Wasser im urbanen Raum in den Mittelpunkt der Stadtentwicklung rückt. Der Begriff verdeutlicht das Bewirtschaftungsprinzip: Einerseits soll bei Starkregen das Niederschlagswasser von der Stadt wie von einem Schwamm aufgenommen und zwischengespeichert werden, um unnatürlich hohe und insbesondere schadensträchtige Abflüsse zu verhindern. Andererseits hält die „Schwammstadt“ für Trockenperioden ein für das urbane Grün und damit für die Verdunstungskühlung nutzbares Wasserreservoir bereit (vgl. [4]). Dementsprechend werden unter dem Begriff „Schwammstadt“ in der Regel zwei unterschiedliche Bewirtschaftungsziele mit völlig verschiedenen Speicherkonzepten adressiert, der Kurzzeitrückhalt und die Langzeitspeicherung von Niederschlagswasser:

Zur Starkregenvorsorge werden kurzzeitig aktivierbare und nutzbare Speicher benötigt, die technisch so konzipiert sein müssen, dass sie rasch hohe Abflussintensitäten aufnehmen können, um Überflutungsschäden zu vermeiden. Nach Ende des Starkregeneignisses bedarf es einer zügigen Entleerung des Speicherraums, damit dieser bei einem Folgeereignis wieder uneingeschränkt zum Kurzzeitrückhalt zur Verfügung steht. Bei der Trockenheitsvorsorge besteht das Bewirtschaftungsziel in einer Langzeitspeicherung des Niederschlagswassers. Diese soll über einen möglichst langen Zeitraum der Trockenheit eine Nutzung des Bewirtschaftungswassers, i. d. R. zur Bewässerung von Vegetation sicherstellen.

2.2.2 Funktionale Anpassung von RWB und BGI an Wasserextreme

Mit Blick auf die Belastungskategorien urbaner Entwässerungssysteme und die Zielsetzung der Überflutungsvorsorge (Bild 1) wurden die etablierten Elemente der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung bisher primär als naturnahe Alternative für die unterirdische Kanalisation angesehen und i. d. R. auf eine Wiederkehrhäufigkeit von 1-mal in fünf Jahren ($T_n = 5$ a) konzipiert. Auf diesem Bemessungsniveau leisten sie durch ihre Abflussminderung und -verzögerung zwar einen positiven, aber dennoch nur begrenzten Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge.

In AMAREX wurde untersucht, wie sich etablierte Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (RWB) und Elemente der blau-grünen Infrastruktur (BGI) (Versickerungsanlagen, Gründächer, Zisternenarten und Baumrigolen) als sogenannte „RWB+ Anlagen“ funktional verbessert an die Anforderungen der Überflutungsvorsorge anpassen lassen und welche Effekte der Überflutungsmindeung sich aus diesen Anlagen mit Kurzzeitrückhalt quantitativ ergeben. Gleichmaßen wurden „RWB-N Anlagen“ mit Langzeitspeicherfunktion konzipiert, die an die Belange der Trockenheitsvorsorge angepasst sind. Beide Anlagenkonzepte wurden in einem Maßnahmenkatalog mit Steckbriefen zusammengefasst, in denen zudem sozio-ökonomische Wirkungen und Wirkungen auf den urbanen Wasserhaushalt beschrieben sind.

Vereinfacht zusammengefasst sind die „RWB+ Anlagen“ durch ein deutlich erhöhtes Retentionsvolumen für Starkregenabflüsse gekennzeichnet. Die Versickerungsanlagen (Mulden, Rigolen, Mulden-Rigolen-Elemente) wurden beispielsweise auf einen Jahrhundertregen ($T_n = 100$ a) ausgelegt, was

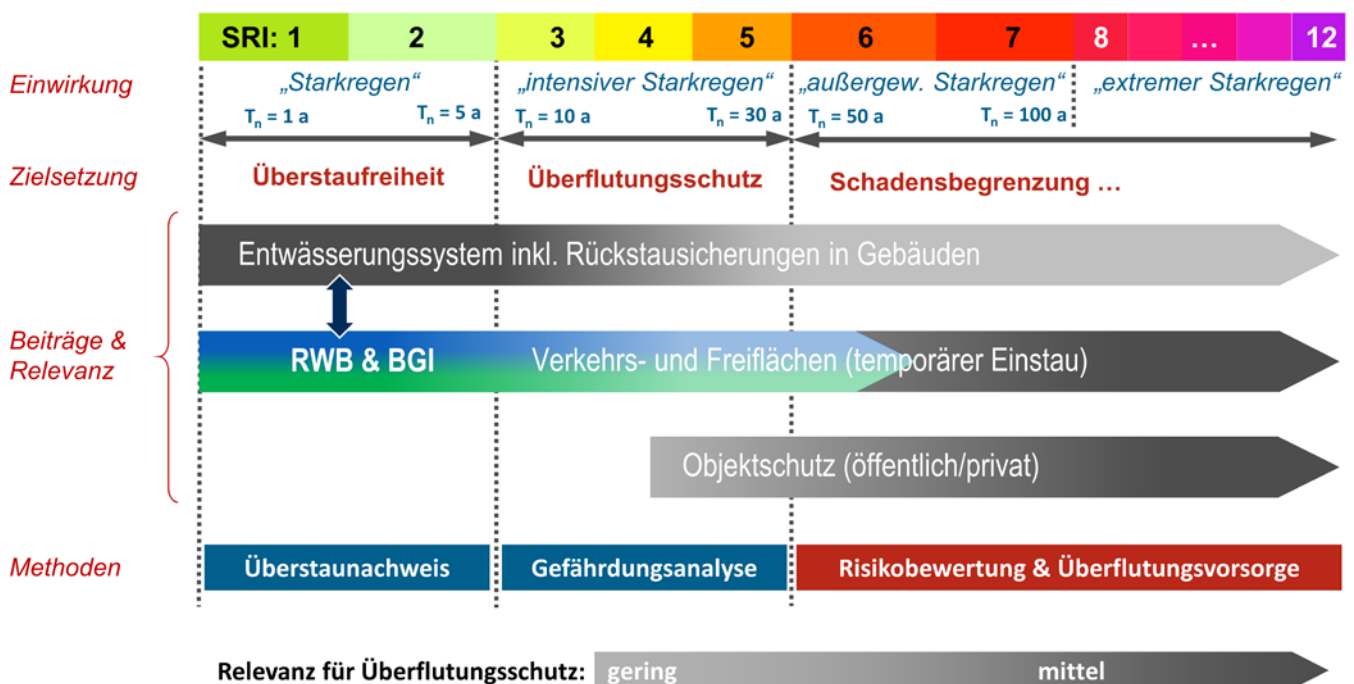


Bild 1: Belastungskategorien und Zielsetzungen der Entwässerungsinfrastruktur inklusive Elementen der Regenwasserbewirtschaftung (RWB) und blau-grünen Infrastruktur (BGI) (verändert nach Schmitt et al. (2018) [5] und DWA (2008) [6])

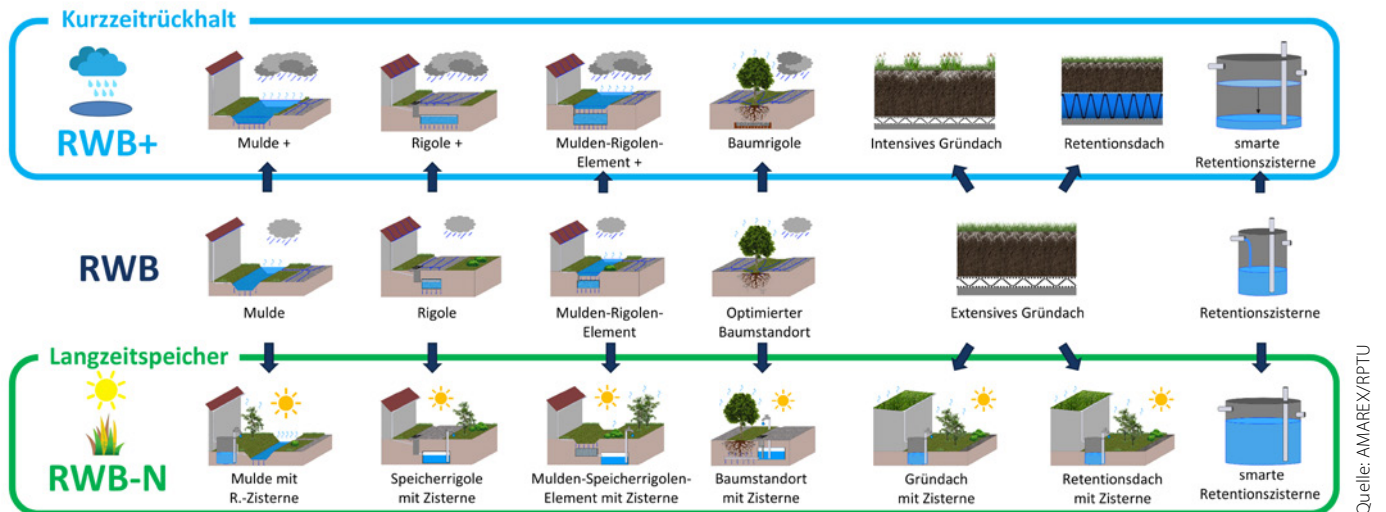


Bild 2: Funktionale Anpassung von Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung (RWB) für die Belange der Starkregenvorsorge (RWB+) und der Trockenheitsvorsorge (RWB-N)

ungefähr zu einer verdoppelten Anlagengröße führt. Bei den „RWB-N Anlagen“ zur Trockenheitsvorsorge wird den jeweiligen Elementen (Gründach, Versickerungsanlage, etc.) eine Zisterne als Nutzvolumen nachgeschaltet (siehe Bild 2).

3 Effekte und Wirkungen von RWB+ Anlagen zur Überflutungsminderung

Die zur Klimaanpassung häufig formulierte Forderung nach Schwammstadtkonzepten wird meist pauschal geführt, ohne dass näher der oben genannte Zielkonflikt in der Speicherbewirtschaftung thematisiert wird. Schwammstadtlösungen sollen möglichst allen genannten Belangen gerecht werden. Dabei sind hinsichtlich der konkreten Umsetzung viele Fragen noch nicht ausreichend beantwortet, mit Bezug auf die Starkregenvorsorge:

- Wie groß sind die Minderungseffekte der verschiedenen RWB-Anlagen und BGI-Elemente? (Quervergleich der Anlagenleistungsfähigkeit)

- Wie leistungsfähig sind die Anlagen bei unterschiedlichen Starkregenlastfällen?
- Welche Implementierungsgrade der Anlagen werden benötigt, um wirksame Effekte der Überflutungsminderung zu erreichen?
- Von welchen Einflussgrößen hängen die erreichbaren Minderungseffekte der Anlagen ab und sind die Effekte auf verschiedene Gebiete übertragbar?

Alle diese Fragen wurden im Projekt AMAREX im Rahmen einer Wirkungsanalyse näher untersucht. Hierzu wurden für ein Untersuchungsgebiet in Berlin gekoppelte 1D/2D-Überflutungssimulationen durchgeführt. Bei diesem Simulationsansatz wird der Niederschlagsabflussprozess hydrodynamisch als eindimensionale Rohrhydraulik der Kanalisation in Verbindung (Kopplung) mit einer zweidimensionalen Simulation der Oberflächenabflüsse abgebildet, wobei an den Kanalschächten und Straßenabläufen ein Wasseraustausch zwischen beiden Teilmodellen stattfindet.

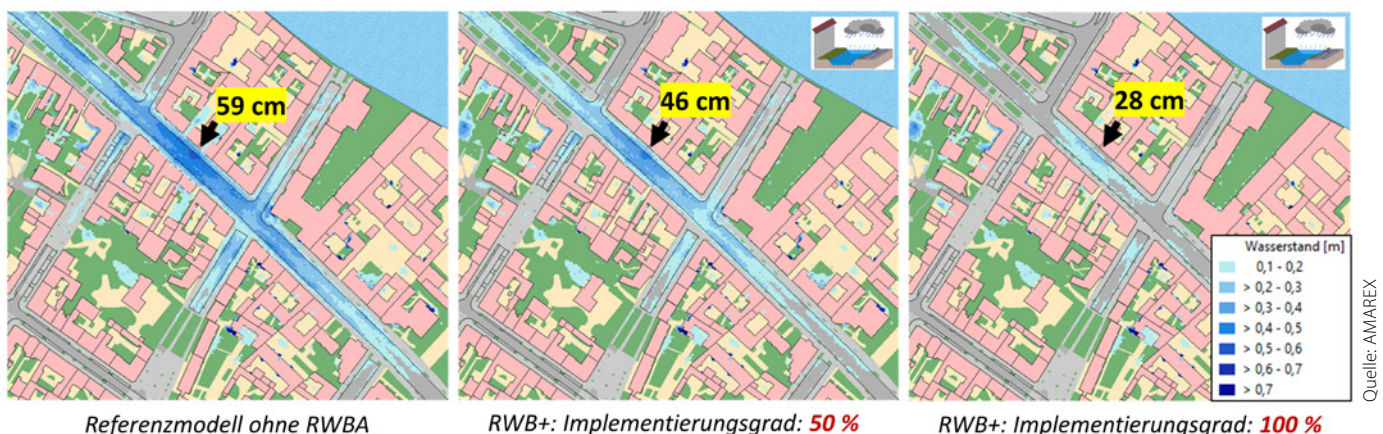
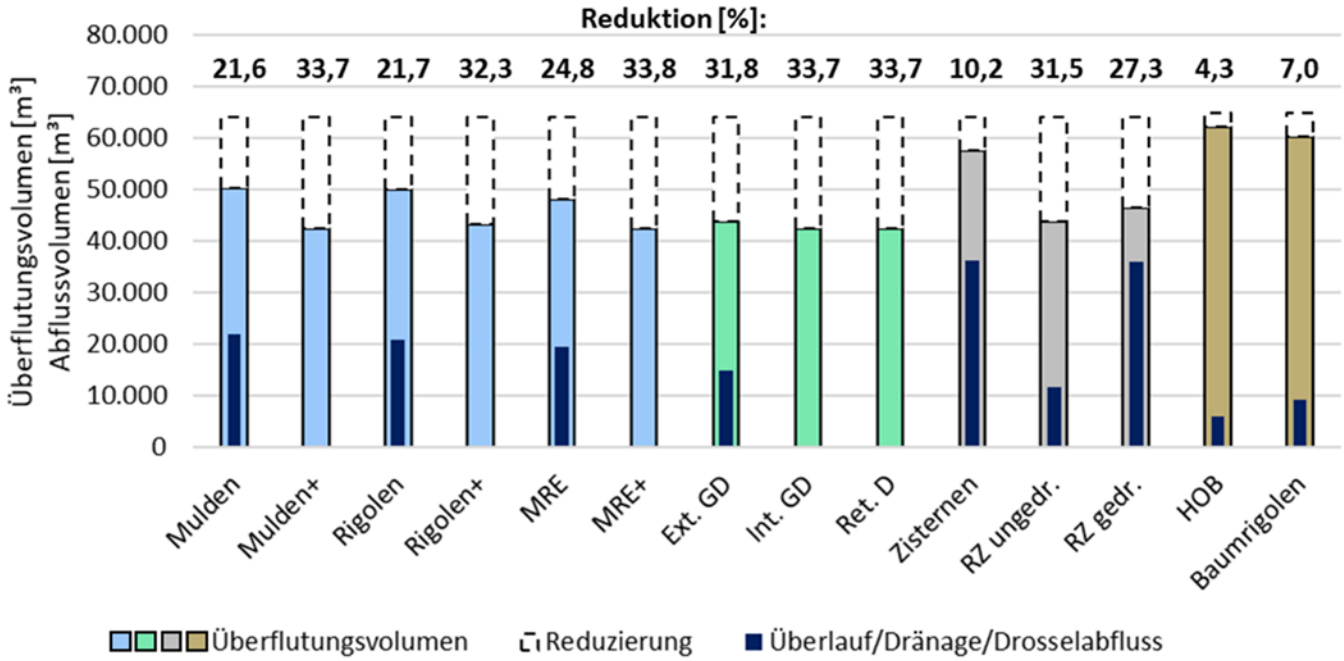


Bild 3: Überflutungssimulationen verschiedener RWB+ Implementierungsgrade mit dem Referenzzustand (Beispiel RWB+ Mulden) im Modellgebiet Berlin



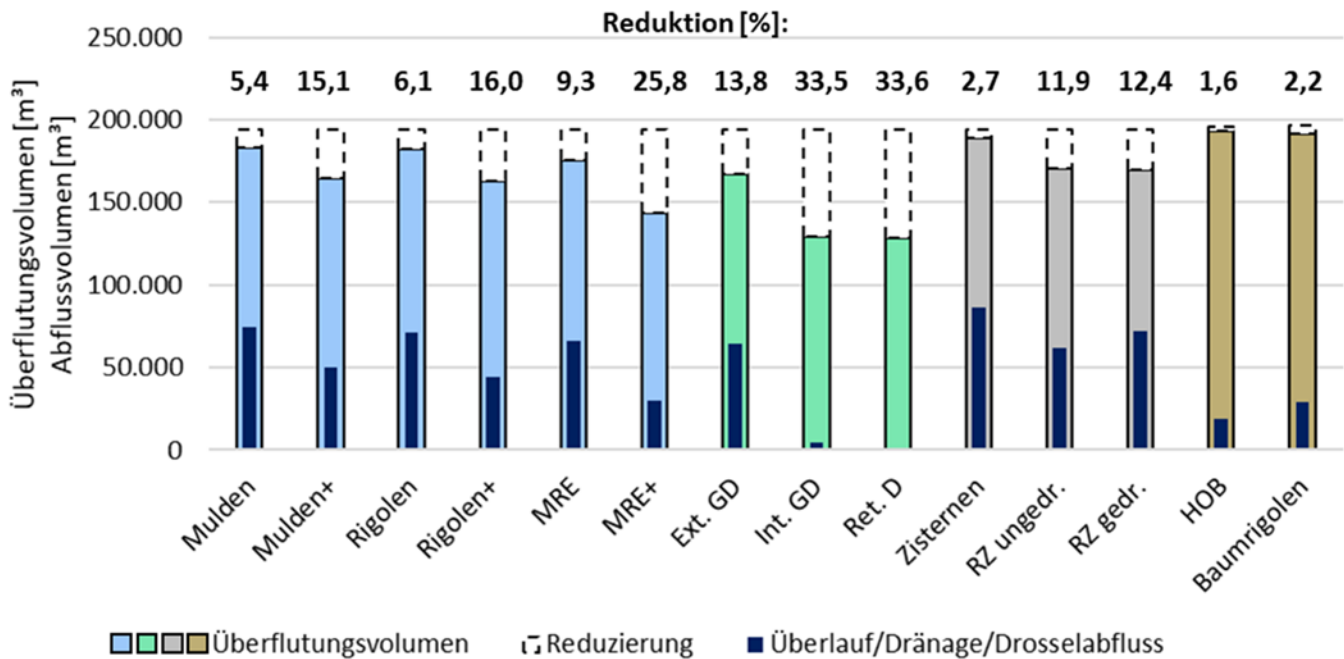
Quelle: Neumann et al. (2025) [7]

Bild 4: Vergleich der Reduktion des Gesamtüberflutungsvolumens verschiedener RWB/RWB+ Anlagen für Regenereignis R1E (48,9 mm, SRI 7) im Modellgebiet Berlin

3.1 Wirkungsanalysen für RWB/RWB+ Anlagen im Quervergleich

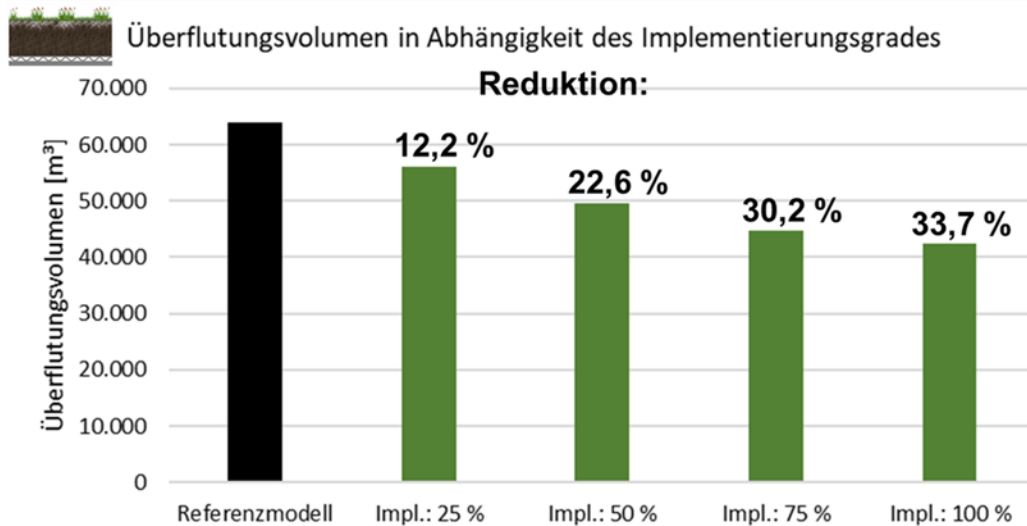
Die Simulationsszenarien umfassten insgesamt 14 verschiedene Anlagen, sowohl die angepassten RWB+ Anlagen als auch „herkömmliche“ RWB-Anlagen. Im Wesentlichen wurde dabei die Bewirtschaftung der Dachflächenabflüsse über die RWB+/RWB Anlagen untersucht. Dazu wurden fiktive Implementierungsgrade (25 %, 50 %, 75 % und 100 %) der Anlagen berechnet und mit der Ausgangssituation ohne Implementierung (Referenzzustand) verglichen (siehe Bild 3). Ein Implementierungsgrad beispielsweise von 50 % bedeutet, dass die Hälfte der Dachflächen im Untersuchungsgebiet an die RWB-Anlage angeschlossen ist. Es ist anzumerken, dass mit den gewählten, fiktiven Implementierungsgraden bewusst von real im Bestand vorhandenen Umsetzungspotenzialen abgewichen wurde, da es vorrangig um

der Anlagen berechnet und mit der Ausgangssituation ohne Implementierung (Referenzzustand) verglichen (siehe Bild 3). Ein Implementierungsgrad beispielsweise von 50 % bedeutet, dass die Hälfte der Dachflächen im Untersuchungsgebiet an die RWB-Anlage angeschlossen ist. Es ist anzumerken, dass mit den gewählten, fiktiven Implementierungsgraden bewusst von real im Bestand vorhandenen Umsetzungspotenzialen abgewichen wurde, da es vorrangig um



Quelle: Neumann et al. (2025) [7]

Bild 5: Vergleich der Reduktion des Gesamtüberflutungsvolumens verschiedener RWB/RWB+ Anlagen für Regenereignis R2E (100 mm, SRI 10) im Modellgebiet Berlin



Quelle: AMAREX

Bild 6: Reduktion des Gesamtüberflutungsvolumens bei verschiedenen Implementierungsgraden, Beispiel Intensive Dachbegrünung, Regenereignis R1E (48,9 mm, SRI 7) im Modellgebiet Berlin

eine Quantifizierung der Minderungseffekte im Quervergleich der Anlagen ging.

Als Regenlastfälle wurden zwei unterschiedlich starke Modellregeneignisse mit einer Dauer von einer Stunde verwendet: Modellregen „R1E“ mit 48,9 mm Niederschlag, was einem Jahrhundertregen (bzw. Starkregenindex SRI7 nach Schmitt [5]) entspricht und dem Extremereignis „R2E“ mit 100 mm Niederschlag (Starkregenindex SRI10 nach Schmitt [5]).

Bild 4 zeigt für das 100-jährliche Niederschlagsereignis R1E die Reduzierung des Überflutungsvolumens durch die verschiedenen RWB-Anlagen bei einem Implementierungsgrad von 100 %. Es sind neben der Reduzierung des Überflutungsvolumens auch das Überlauf- bzw. das Drainage- oder Drosselabflussvolumen der Anlagen aufgeführt, woraus hervorgeht, in welchem Ausmaß die jeweiligen Anlagen bei dem Starkregen R1E überlastet (vollgefüllt) waren.

Aus der Gegenüberstellung geht hervor, dass die konventionellen Versickerungsanlagen das Überflutungsvolumen um 21,6-24,8 % reduzieren, wobei die Mulden-Rigolen-Elemente am leistungsfähigsten sind. Die RWB+ Versickerungsanlagen erreichen eine Reduktion der Überflutung zwischen 32,8 und 33,8 %. Sie können aufgrund ihres doppelt so großen Speichervolumens das Niederschlagsereignis R1E komplett zurückhalten (ohne Überlauf).

Die intensiv begrünten Gründächer und Retentionsdächer halten den Niederschlag R1E ebenfalls vollständig zurück, wobei das Überflutungsvolumen um 33,7 % reduziert wird. Nur bei der extensiven Dachbegrünung mit einer Überflutungsreduktion von 31,8 % tritt ein Drainageabfluss auf. Ursächlich hierfür ist die geringere Substratschicht der extensiven Gründächer (15 cm gegenüber 30 cm bei den intensiven Gründächern).

Konventionelle Regenwasserzisternen erzielen unter der Annahme eines Anfangsfüllgrads von 50 % erwartungsgemäß nur eine geringe Überflutungsreduzierung (um ca. 10,7 %). Die Retentionszisternen sind demgegenüber deutlich leistungs-

fähiger. Sie erzielen Reduktionen des Überflutungsvolumens von 27,3 % bei gedrosselter Ausführung bzw. 31,5 % bei ungedrosseltem Betrieb.

Aufgrund ihrer großen Bedeutung zur Verbesserung des Stadtklimas durch Verdunstung und Beschattung wurden zusätzlich auch Stadtbäume als BGI-Elemente in die Betrachtung einbezogen. Es wurden hierzu Simulationen mit hydrologisch optimierten Baumstandorten (HOB, mit Muldeneintiefung im Bereich des Stamms) und Baumrigolen durchgeführt, an die entsprechende Anteile befestigter Straßenflächen angeschlossen waren. Die HOB und die Baumrigolen reduzieren das Überflutungsvolumen lediglich um 4,3 bzw. 7 %. Sie liefern in Relation zur befestigten Fläche den geringsten Effekt zur Überflutungsreduzierung.

Aus den Simulationsergebnissen zum extremen Starkregenereignis R2E mit 100 mm Niederschlag, ebenfalls für einen Implementierungsgrad der Anlagen von 100%, geht hervor, dass für die meisten Anlagen der Effekt der Überflutungsreduktion erwartungsgemäß gegenüber Ereignis R1E abnimmt (siehe **Bild 5**). Insbesondere die konventionellen Versickerungsanlagen, die nur auf ein fünfjährliches Ereignis bemessen sind, weisen nur noch geringe Minderungseffekte auf (zwischen 5,4 und 9,3 %). Die angepassten RWB+ Versickerungsanlagen bieten hingegen mit Werten zwischen 15,1 und 25,8 % noch nennenswerte Reduktionen des Überflutungsvolumens an. Sie sind gegenüber den konventionellen Anlagen bei diesem Belastungsniveau ungefähr dreifach leistungsfähiger.

Auffällig ist die Wirkung der Gründächer beim Extremregen: Während sich beim extensiv begrünten Dach die Minderungseffekte gegenüber Ereignis R1E etwa halbieren (13,8 %), halten die Retentionsdächer das 100 mm Niederschlagsereignis vollständig zurück und auch die Überflutungsreduzierung bleibt mit 33,6 % erhalten. Ähnlich gut wirkt die intensive Dachbegrünung mit einem Reduktionsanteil von 33,5 %, wenngleich es hier zu einem Drainageabfluss kommt.

Von den Zisternen weisen nur noch die Retentionszisternen erkennbare Minderungseffekte (ca. 11-12 %) auf. Die Wirkung konventioneller Zisternen sind ebenso vernachlässigbar wie die der Stadtbäume (HOB, Baumrigole).

3.2 Einfluss des Implementierungsgrades von RWB/ RWB+-Anlagen auf die Überflutungsminde- rung

Neben dem Quervergleich der Anlagenwirkungen wurde der Einfluss des Implementierungsgrades systematisch untersucht und für alle Anlagen ausgewertet. Dabei zeigt sich anlagenunabhängig, dass zwar mit zunehmenden Implementierungsgraden auch die Reduzierung des Gesamtüberflutungsvolumens abnimmt. Dies geschieht jedoch mit degressivem Verlauf, d. h. mit jedem zusätzlichen Implementierungsschritt um weitere 25 % wird der Effekt der Überflutungsminde- rung geringer, wie in Bild 6 für das Beispiel der intensiven Dachbegrünung als Diagramm dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass es vor allem darauf ankommt, erste Umsetzungsschritte zu realisieren.

4 Fazit

Die Untersuchungen im Forschungsvorhaben AMAREX konnten aufzeigen, dass der sachgerechte Umgang mit urbanen Wasserextremen eine gesonderte Fragestellung des Regenwassermanagements darstellt. Die seit vielen Jahren etablierten Maßnahmen und Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung müssen dazu stärker auf Wasserextreme funktional angepasst und entsprechend betrieben werden. Wie solche Anpassungen gelingen können, wurde mit den in AMAREX erarbeiteten Maßnahmensteckbriefen aufgezeigt.

Die Ergebnisse der Wirkungsanalysen zeigen, dass sich mit Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung und Elementen blau-grüner Infrastruktur durchaus nennenswerte Effekte der Überflutungsminde- rung im Sinne einer kommunalen Starkregenvorsorge erzielen lassen. Angepasste RWB+ Versickerungsanlagen sind beispielsweise auch noch bei Extremereignissen $T_n \gg 100$ a wirksam. Aber auch konventionelle RWB-Anlagen, die auf $T_n = 5$ a ausgelegt sind, weisen noch Effekte bei einem 100-jährlichen Starkregenereignis auf. Im Anlagenquervergleich bieten vor allem Retentionsdächer und intensive Dachbegrünung die besten Wirkungen der Überflutungsminde- rung.

Einschränkend ist jedoch zu erwähnen, dass die Effekte der Überflutungsminde- rung erst bei hohen Implementierungsra- ten ab 25 % signifikant erkennbar und zudem anlagenspezi- fisch unterschiedlich groß sind. Hinzu kommt, dass die Wirkung einer einzelnen Anlage aufgrund der dezentralen Konzeption nur räumlich eng begrenzt ist, was vorliegend nicht näher thematisiert wurde. Es kommt generell darauf an, ein räumliches Netzwerk verschiedener Einzelanlagen von RWB+ im Projekt- gebiet zu erzeugen, da diese erst im Verbund ihre Wirkung entfalten. Besonders vorteilhaft ist es, wenn es gelingt, RWB+ Anlagen im Bereich von Überflutungsschwerpunkten räumlich zu konzentrieren [8]. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass aufgrund der limitierten Umsetzungspotenziale im Bestand die

kommunale Überflutungsvorsorge nicht allein durch Beiträge angepasster RWB+ Anlagen leistbar ist. Es wird sehr stark auch darauf ankommen, diese mit multifunktionalen Freiflächennut- zungen zur behelfsmäßigen, temporären Zwischenspeiche- rung von Starkregenabflüssen zu kombinieren.

Mit Blick auf die Schwammstadtidee und Starkregenvorsorge ist auf zwei Aspekte gesondert hinzuweisen: Man wird bei der Konzeption und Bereitstellung oberirdischer Speicherräume – auch in der Schwammstadt – zwangsläufig an Grenzen stoßen, sodass ein sachgerechter Umgang mit verbleibenden Überflu- tungsrisiken und die Notwendigkeit für ein Starkregenmanage- ment uneingeschränkt auch künftig gelten wird. Weiter bedarf es beim Schwammstadt-konzept einer klaren Differenzierung bei der Formulierung der Bewirtschaftungsziele: Es muss räum- lich und fallbezogen der Bedarf an langfristiger Speicherfunktio- n des „Schwammes“ zur Trockenheits- und Hitzeminderung mit dem Bedarf an kurzzeitigem Rückhalt zur Überflutungsvor- sorge in Einklang gebracht werden.

Letztlich geht beim urbanen Regenwassermanagement auch darum, die naturnahen, blau-grünen Bewirtschaftungskonzepte mit der bestehenden unterirdischen „grauen“ Entwässerungsin- frastruktur vorteilhaft zu hybriden Lösungen zu verknüpfen. Die vorhandenen Ableitungs- und Zwischenspeicherkapazitäten der Kanalnetze sind und bleiben erforderlich, wenn die stoffli- chen Belastungen der Niederschlagsabflüsse einen differenzier- ten Umgang mit diesen oder konkret eine geordnete Behand- lung erforderlich machen. Dieser Aspekt wird im Schwamm- stadt-kontext mit dem pauschalen Verweis auf die Wirkung der Bodenpassage nicht immer ausreichend gewürdigt.

Danksagung

Das Vorhaben AMAREX (www.amarex-projekt.de) unter dem Förderkennzeichen 02WEE1624 wurde im Zeitraum 02/2022 bis 07/2025 als eines von zwölf Verbundvorhaben im Rahmen der Maßnahme „Wasser-Extremereignisse“ (WaX) durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raum- fahrt (BMFTR) gefördert. Es wurde von den Projektpartnern Berliner Wasserbetriebe AöR, Ecologic Institut gemeinnützige GmbH Berlin, HELIX Pflanzensysteme GmbH Kornwestheim, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gemeinnützige GmbH, Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR, Technologiestiftung Berlin, Universität Stuttgart und RPTU Kaiserslautern-Landau (Koordination) bearbeitet.

Die Autoren danken herzlich dem Bundesministerium für For- schung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) für die Projekt- förderung, dem Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X- Net sowie allen Verbundpartnern für die hervorragende Zu- sammenarbeit.

Literatur:

- [1] Geiger, W. F.; Dreiseitl, H.; Stemplewski, J.; Becker, M. (2009): Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versi- ckerung von Regenwasser in Bauge-bieten. 3., vollständig überarb. Aufl. / München, Oldenbourg-Industrieverlag.

- [2] WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) in der Fassung vom 31.07.2009. In: BGBl. I (51), S. 2585.
- [3] Sieker, F. (1995): Szenarien für eine naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten. In: Schmitt, T. G. (Hg.). 4. Umwelttage Kaiserslautern. Technische Akademie Südwest e.V. Kaiserslautern, 08. und 09.11.1995. Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft der TU Kaiserslautern, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern, Band 8, S. 10–18.
- [4] Becker, C. W. (2014): Überlagern Vernetzen Multicodieren – Die mehrdimensionale Stadt von morgen In: EmscherGenossenschaft (Hg.). Emscher-Dialog. Bochum, 30. April 2014, S. 14–18.
- [5] 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, KA – Abwasser, Abfall (65), Nr. 2, S. 113–120
- [6] DWA (2008): Prüfung der Überflutungssicherheit von Entwässerungssystemen, Arbeitsbericht DWA-AG ES-2.5, KA-Abwasser, Abfall (55), Heft 9, September 2008
- [7] Neumann, J.; Scheid, C. und Dittmer, U. (2025): Minderungseffekte von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen zur Starkregenvorsorge (RWB+). Posterbeitrag, WaX Abschlusskonferenz, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften Berlin, 12.–13.03.2025
- [8] Neumann, J.; Scheid, C.; Dittmer, U. (2024): Potential of Decentral Nature-Based Solutions for Mitigation of Pluvial Floods in Urban

Areas—A Simulation Study Based on 1D/2D Coupled Modeling. Water 2024, 16, 811. <https://doi.org/10.3390/w16060811>

Autoren:

Dr.-Ing. Christian Scheid (Korrespondenz)

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, RPTU Kaiserslautern-Landau

christian.scheid@rptu.de

<https://bauing.rptu.de/ags/wir>

Jonas Neumann, M.Sc.

Stadt Stuttgart, Landschafts- und Grünordnungsplanung

jonas.neumann@stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, RPTU Kaiserslautern-Landau

ulrich.dittmer@rptu.de

<https://bauing.rptu.de/ags/wir>

Dieser Fachbeitrag wurde im IRO-Tagungsband 2026 erstveröffentlicht.

Praxiswissen zur ABWASSERABLEITUNG

BUCH TIPP



Ihr Mehrwert:

- Stadthygiene und Gewässerschutz
- Schutz vor Überflutungen im urbanen Raum
- Standardwerk für die Entwässerungstechnik

Autoren: Helmut Grüning, Klaus Hans Pecher

Angaben: 2. Auflage 2022 | Umfang: 472 Seiten

Hardcover: ISBN: 978-3-8027-7455-4 | Artikel-Nr.: 74554

eBook: ISBN: 978-3-8027-7456-1 | Artikel-Nr.: 74561

Preis: 80 €

Hier direkt bestellen:
www.vulkan-shop.de