

Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge: Erfahrungen mit der Umsetzung von Gefährdungs- und Risikoanalysen für Entwässerungssysteme bei Starkregen nach DWA-M 119

Klaus Krieger

HAMBURG WASSER

Kurzfassung: Ausgelöst durch zahlreiche Starkregen in den letzten Jahren mit teilweise erheblichen Schäden haben sich zwischenzeitlich viele Städte und Kommunen mit der Analyse starkregenbedingter Überflutungsrisiken befasst. Die DWA hat mit der Veröffentlichung des Merkblattes M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen“ 2016 erstmalig methodische Empfehlungen zur Durchführung entsprechender Gefährdungs- und Risikoanalysen in ihr Regelwerk aufgenommen. Auf Grundlage einer fragebogengestützten Befragung von 16 Mittel- und Großstädten wurde ein erster Überblick zur Umsetzung von starkregenbezogenen Gefährdungs- und Risikoanalysen in Deutschland erstellt.

Key-Words: *Entwässerungssysteme, Starkregen, Überflutungsvorsorge, Gefährdungsanalyse, Risikomanagement*

1 Einleitung

Mit der Veröffentlichung des DWA-Merkblattes M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen“ im November 2016 wurden erstmalig konkrete methodische Empfehlungen zur Durchführung von systematischen Gefährdungs- und Risikoanalysen für starkregenbedingte Überflutungen in das Regelwerk der DWA aufgenommen (DWA, 2016). Das Merkblatt fokussiert sich auf die potenziellen Auswirkungen von Niederschlagsintensitäten oberhalb der für die Bemessung und den Nachweis von Kanalnetzen zugrunde gelegten Regenbelastungen und stellt damit eine wichtige Ergänzung zum DWA-Arbeitsblatt A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“ dar (DWA, 2006). Damit wird ein grundsätzlicher Paradigmenwechsel weg vom Nachweis einer vermeintlichen „Überflutungssicherheit“ hin zu einem systematischen Risikomanagement für Starkregen eingeleitet (Schmitt, 2011).

Die Notwendigkeit einer Risikobetrachtung für Starkregen ergibt sich bereits aus der Fassung der DIN-EN 752 (2008), in welcher u.a. gefordert wird, das Überflutungsrisiko auch für solche Regenereignisse zu berücksichtigen, bei denen die empfohlenen Bemessungshäufigkeiten überschritten werden. Der Schutzgrad des Kanalnetzes sollte dabei auf einer Risikoabschätzung von Überflutungen auf Personen und Sachgüter beruhen (DIN-EN 752, 2008). In der Neufassung der Norm von 2017 wird diesem Aspekt zusätzliches Gewicht gegeben, indem die Tabelle der bemessungsrelevanten Überflutungshäufigkeiten nicht mehr auf vier statische Gebietstypisierungen bezogen, sondern in Abhängigkeit von den potenziellen Auswirkungen von Überflutungen in 7 Impact-Klassen dargestellt wird (DIN-EN 752, 2017).

Darüber hinaus ermöglichen die modelltechnischen Entwicklungen und gestiegenen Rechenkapazitäten sowie die stetig besseren Datenverfügbarkeiten der letzten 10 Jahre zunehmend detaillierte Überflutungsanalysen. Zwischenzeitlich haben sich viele Kommunen und Entwässerungsbetriebe in Deutschland mit der Erstellung von entsprechenden Gefahren- und Risikoanalysen für starkregenbedingte Überflutungen befasst – auch unter dem Eindruck der Erfahrungen mit teilweise erheblichen Schäden durch Starkregen in den letzten Jahren wie z.B. in Dortmund (2008), Hamburg (2011), Köln (2013), Münster (2014) und Berlin (2017) und der damit verbundenen medialen und politischen Aufmerksamkeit für das Thema Starkregen.

2 Stand der Umsetzung von Gefährdungs- und Risikoanalysen in deutschen Städten

Auf Grundlage einer fragebogengestützten Befragung von 16 Mittel- und Großstädten mit insgesamt rund 11 Mio. Einwohnern und einer Gesamtkanalnetzlänge von knapp 33.000 km durch die mit der Erstellung des DWA-Merkblatts M 119 befasste Arbeitsgruppe ES-2.5 „Anforderungen und Grundsätze der Entsorgungssicherheit“ der DWA wurde eine erste Erfassung zum Stand der Umsetzung von Gefährdungs- und Risikoanalysen in deutschen Städten erstellt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Übersichtskarte der befragten Städte

Die Auswahl der befragten Städte erfolgte dabei anhand bestehender Kontakte der Arbeitsgruppenmitglieder zu den Kommunen und ist daher nicht repräsentativ. Insbesondere sind in der Befragung ländliche Kommunen und Städte mit ausgeprägter Topografie unterrepräsentiert. Der bewusst einfach gehaltene Fragebogen umfasst 9 Fragen (Abbildung 2) und zielt primär auf qualitative Aussagen zur Initiierung und Durchführung der Untersuchungen, zu den verwendeten methodischen Ansätzen, zum Aufwand sowie zur Kommunikation und zur Aussagekraft der Analyseergebnisse.

Die relativ geringe Anzahl der befragten Städte sowie die Art der Fragen lässt keine statistische Interpretation der Ergebnisse zu, dennoch können aus den vorliegenden Antworten erste Erfahrungswerte und Trendaussagen zum Stand der Umsetzung von starkregenbezogenen Risikoanalysen in Deutschland abgeleitet werden.

Stadt, Ansprechpartner

Fläche [km²]: ...

Kanalnetzlänge gesamt [km]:

Anzahl angeschlossene Einwohner [-]: ...

1. Wer hat die Risikoanalyse initiiert und durchgeführt?
2. Wurde die Analyse flächendeckend für das Gemeindegebiet durchgeführt?
3. Welche methodischen Ansätze wurden für die Gefährdungs- und Schadenspotenzialanalyse verwendet?
4. Wurden Risiken durch betriebliche Funktionsstörungen berücksichtigt?
5. Waren die verfügbaren Datengrundlagen dafür ausreichend?
6. Welcher Aufwand war für Gefährdungs- und Risikoanalyse erforderlich?
7. Wie wurden die Ergebnisse der Risikobetrachtung kommuniziert?
8. Welche risikomindernden Maßnahmen wurden und werden auf Grundlage der Risikoanalyse umgesetzt?
9. Kann die Risikoanalyse einen relevanten Beitrag zur Minimierung des Risikos zukünftiger starkregenbedingter Überflutungen leisten?

Abbildung 2: Fragebogen zur Erhebung des Umsetzungsstands von Gefährdungs- und Risikoanalysen in deutschen Städten

2.1 Initiierung und Durchführung

Die Veranlassung der Gefährdungs- bzw. Risikoanalysen erfolgte bei 10 der befragten Städte durch den Entwässerungsbetrieb und bei 6 Städten durch die Stadtverwaltung. Aufgrund der unterschiedlichen Organisationsstrukturen ist hier jedoch teilweise keine klare Abgrenzung der Veranlasser möglich. Die Durchführung der Analysen erfolgte überwiegend durch beauftragte Ingenieurbüros (13 Städte) und lediglich in drei Fällen durch den Entwässerungsbetrieb selbst. Dabei wurde in einem Fall die Gefährdungsanalyse durch ein Ingenieurbüro erstellt, die Betrachtung des Schadenspotenzials erfolgte hingegen durch den Entwässerungsbetrieb.

Die methodische Entwicklung und Umsetzung der Analysen erfolgte bei 6 der befragten Städte zumindest teilweise auch im Rahmen von geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekten, so in Berlin (KURAS), Bremen (KLAS), Dresden (REGKLAM), Hamburg (RISA), Hannover (EVUS) und Lübeck (RainAhead).

2.2 Stand der Umsetzung

Von den 16 befragten Städten haben 13 Städte bereits zumindest eine erste flächendeckende Gefährdungsanalyse für Starkregen erstellt. Aufgrund der nicht-repräsentativen Auswahl der befragten Städte ist dieser hohe Anteil jedoch vermutlich nicht generalisierbar.

Eine Risikobetrachtung unter Einbeziehung der Schadenspotenziale ist hingegen erst in drei Städten erfolgt. Auffällig ist, dass von den drei befragten Großstädten mit über einer Mio. Einwohnern lediglich Köln bereits eine flächendeckende Gefährdungsanalyse durchgeführt hat (Schwerdorf et al, 2018). Dies dürfte unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass der Aufwand für die Erstellung der Gefährdungs- bzw. Risikokarten hier auch entsprechend hoch ist und damit zunächst erheblicher Anstrengungen in die methodische Entwicklung mit dem Ziel einer möglichst weitgehend automatisierten Erstellung investiert werden, um den späteren Aufwand für die Erstellung und Pflege der Gefährdungs- und Risikoanalysen zu minimieren.

In allen befragten Städten wird derzeit an der weiteren Umsetzung bzw. methodischen und räumlichen Erweiterung der Analysen gearbeitet.

2.3 Methodik

Im DWA-Merkblatt M 119 „Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen“ werden unterschiedlich detaillierte methodische Ansätze zur Analyse starkregenbedingter Überflutungsgefährdungen dargestellt (DWA, 2016). Aufbauend auf der bereits im Rahmen der Generalentwässerungsplanung etablierten hydraulischen Analyse von Entwässerungssystemen werden dabei belastungsunabhängige (topografische Analyse der Oberfläche) und belastungsabhängige Modellansätze (vereinfachte Überflutungsberechnung und 2D-Überflutungssimulation) unterschieden.

In 10 der 16 befragten Städte wurden bzw. werden für die flächendeckenden Gefährdungsanalysen topografische Analysen der Oberfläche durchgeführt; in 5 Städten wurden 2D-Überflutungs-berechnungen durchgeführt. Lediglich in einer Mittelstadt wurde eine flächendeckende detaillierte 1D-2D-Berechnung vorgenommen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass teilweise auch kombinierte methodische Ansätze verfolgt werden, wie z.B. eine 2D-Überflutungsberechnung mit Berücksichtigung der Überstaumengen aus dem 1D-Kanalnetzmodell. Diese wurden in der Auswertung dem jeweils zugrunde gelegten Basis-Modellansatz zugeordnet (Abbildung 3).

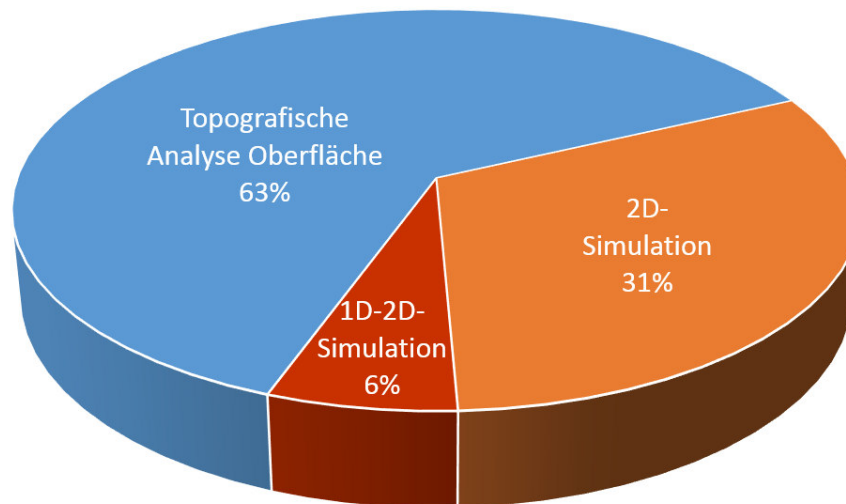


Abbildung 3: Verteilung der methodischen Modellansätze für die Gefährdungsanalysen in den befragten 16 Städten

Ergänzend zu den flächendeckenden Analysen wurden und werden in den befragten Städten oftmals räumlich begrenzte Detailanalysen mit verfeinerten Modellansätzen (wie gekoppelten 1D-2D-Simulationen) oder höher aufgelösten Datengrundlagen verfolgt.

Eine explizite Berücksichtigung von betrieblichen Funktionsstörungen (wie etwa verlegten Straßenabläufen) erfolgte bislang für keine der befragten Städte. In einzelnen Städten wurde dieser Aspekt durch Ansatz eines begrenzten Schluckvermögens der Abläufe teilweise berücksichtigt bzw. soll im Zuge der weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden.

Eine flächenhafte Ermittlung der Schadenspotenziale erfolgte lediglich bei drei der befragten Städte. Bei den übrigen Städten wurde dieser Aspekt bislang nicht oder nur punktuell betrachtet.

2.4 Datengrundlagen und Aufwand

Die Eignung der verfügbaren Datengrundlagen sowie der Aufwand für die Erstellung der Gefährdungskarten werden von den befragten Städten sehr unterschiedlich bewertet und sind offensichtlich eng mit dem zugrunde gelegten Anspruch an die Genauigkeit der Ergebnisse sowie der Quantität und Qualität bereits verfügbarer Datengrundlagen verbunden.

In 8 Städten wurden die vorhandenen Datengrundlagen als ausreichend bewertet, in 8 Fällen als unzureichend. Hier wurde als arbeitsaufwändiger Schritt mehrfach die Übernahme der Bruchkanten und Durchlässe in das digitale Geländemodell als

Grundlage für die realistische Darstellung der Abflussvorgänge an der Oberfläche genannt.

Der Aufwand wurde von einem Drittel der befragten Städte als „hoch“ und einem Drittel als „mittel“ eingeordnet. Eine konkrete Quantifizierung des Aufwandes in Mitarbeiterjahren bzw. Kosten erfolgte nur in zwei Fällen. Bei dem verbleibenden Drittel wurde keine Aufwandsangabe gemacht. Unklar ist, inwieweit die Angaben zum Aufwand auch die Ermittlung der Schadenspotenziale oder weitergehende Schritte wie die Kommunikation der Risikoinformationen und die Maßnahmenplanung umfassen.

2.5 Risikokommunikation

Die Ergebnisse der durchgeführten Befragung zeigen eine deutliche Bandbreite hinsichtlich der Frage, welchen Zielgruppen welche Informationen in welcher Form zur Verfügung gestellt werden. Die gewählten Ansätze zur Risikokommunikation lassen sich dabei im Wesentlichen nachfolgenden drei Kommunikationsstrategien zuordnen.

- **Verwaltungsinterne Kommunikation:** 6 der befragten 16 Städte gaben an, die Ergebnisse der Gefährdungsanalysen zunächst nur verwaltungsintern, d.h. gegenüber den kommunalen Adressaten wie Stadtplanungsämtern, kommunalen Verkehrs- und Grünflächenplanern sowie teilweise Feuerwehren und Einheiten des Katastrophenschutzes veröffentlicht zu haben bzw. veröffentlichen zu wollen.
- **Gestufte Kommunikation:** 4 der befragten Städte haben eine gestufte Risikokommunikation umgesetzt bzw. vorgesehen, bei der neben der flächendeckenden verwaltungsinternen Informationsvermittlung den privaten Adressaten auf Anfrage auch grundstücksbezogene Gefährdungs- bzw. Risikoklassifizierungen zur Verfügung gestellt werden. Teilweise wird hier ergänzend auch eine „unscharfe“ flächendeckende Übersichtskarte veröffentlicht, die jedoch keine grundstücksbezogenen Informationen enthält (Gatke et al, 2015).
- **Breite Kommunikation:** Eine breite Veröffentlichung einer stadtgebietsweiten Gefährdungsklassifizierung erfolgte in drei der befragten Städte und ist in einer weiteren Stadt in Kürze geplant. Zwei weitere Städte planen ergänzend zur bisherigen verwaltungsinternen Bereitstellung auch eine breite Veröffentlichung. Die Veröffentlichung der Gefahrenkarten erfolgt dabei über das Internet und wird von Presseterminen, Informationsveranstaltungen und Flyern begleitet (Lippeverband, 2018; Stadt Worms, 2017). Die Stadtentwässerungsbetriebe Köln haben im März 2017 als erste deutsche Großstadt grundstücks-scharfe Gefahrenkarten für drei Regenintensitäten veröffentlicht. Die Gefahrenkarten sind dabei in das bereits bestehende Hochwasser-Informationssystem der Stadt Köln eingebunden (Schwerdorf et al., 2018).

In den verbleibenden zwei Städten gibt es noch keine Entscheidung über die Kommunikation von starkregenbedingten Risiken.

Grund für die uneinheitliche Handhabung der Risikoinformationen sind insbesondere unterschiedliche rechtliche Bewertungen der datenschutzrechtlichen Anforderungen sowie Informationspflichten des Informationsfreiheitsgesetzes bzw. des Umweltinformationsgesetzes. Dabei werden sowohl die proaktive verwaltungsinterne Bereitstellung von flächendeckenden Risikoinformationen als auch die reaktive Beauskunftung von grundstücksbezogenen Überflutungsrisiken z.B. im Rahmen von individuellen Beratungen zur Grundstücksentwässerung überwiegend als sinnvoll und rechtlich unproblematisch bewertet. Hingegen wird eine breite Bereitstellung von flächendeckenden Gefährdungs- oder Risikokarten mit grundstücksbezogenen Informationen unterschiedlich eingeordnet.

2.6 Umsetzung von risikomindernden Maßnahmen

12 der befragten Städte gaben an, die Erkenntnisse aus den Gefährdungs- bzw. Schadenspotenzialbetrachtungen primär bei der Bauleitplanung für Neubauvorhaben zu berücksichtigen bzw. berücksichtigen zu wollen. Vereinzelt wurden und werden auch punktuell bauliche Maßnahmen zur Risikominimierung in Bestandsgebieten geplant bzw. umgesetzt. Diese beziehen sich jedoch oftmals auf bereits bekannte Überflutungsschwerpunkte. In einer Stadt wurden bereits einzelne Maßnahmen umgesetzt (Notwasserweg im Straßenbereich, Abkopplung von Regenwasser, Verbesserung von Einlaufstrukturen in den Kanal). Auch diese wurden jedoch teilweise unabhängig von den Gefährdungs- bzw. Risikokarten initiiert.

Bei den übrigen drei Städten steht der Aspekt der Informationsvorsorge für den individuellen Objektschutz der Eigentümer im Vordergrund bzw. konnten aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Analysen noch keine Aussagen hierzu getroffen werden.

2.7 Generelle Anmerkungen

Alle befragten Städte äußerten die Einschätzung, dass die Untersuchung der Gefährdungs- und Risikopotenziale einen relevanten Beitrag zur kommunalen Überflutungsvorsorge leisten kann. Die Gefährdungskarten werden als gut geeignete Kommunikationsgrundlage für die Abstimmung zwischen den kommunalen Akteuren bewertet. Sie können bei entsprechender Veröffentlichung zudem wesentlich zur Sensibilisierung für das Thema starkregenbedingte Überflutungen beitragen und damit die Bereitschaft zum individuellen Objektschutz erhöhen. Vereinzelt wurde jedoch auch eine mangelnde Akzeptanz der kommunalen Stakeholder für die präventive Nutzung der Risikoinformationen in der Kommune bemängelt.

Die geringe Zahl an bislang durchgeführten Schadenspotenzialbetrachtungen zeigt, dass hier im Vergleich zur Gefährdungsanalyse eine deutlich größere Zurückhaltung besteht. Grund hierfür kann sein, dass das Wissen für eine verlässliche Bestimmung der Schadenspotenziale primär bei den Grundstückseigentümern liegt. Der in der

überwiegenden Zahl der befragten Städte veranlassende Entwässerungsbetrieb kann hier dementsprechend nur vereinfachend auf eine Klassifizierung nach ihm bekannten schadensrelevanten Objekten bzw. Flächennutzungsdaten zurückgreifen oder muss erheblichen Aufwand in die Ermittlung verlässlicher Datengrundlagen investieren.

3 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Auswertung gibt einen ersten Überblick zur Umsetzung von starkregenbezogenen Gefährdungs- und Risikoanalysen in Deutschland auf Grundlage einer nicht repräsentativen Befragung von 16 Mittel- und Großstädten in Deutschland.

Dabei wird deutlich, dass die Stadtentwässerungsbetriebe aufgrund ihres Fachwissens und ihrer Erfahrungen mit der Erstellung von Generalentwässerungsplänen sowie der verfügbaren Datengrundlagen vielfach zentrale Akteure bei Durchführung von starkregenbedingten Gefährdungsanalysen sind. Die Kenntnisse zum Schadenspotenzial liegen hingegen primär bei den Grundstückseigentümern. Daher sollte diese Betrachtung und die darauf aufbauende Risikoeinschätzung bevorzugt unter enger Einbeziehung der Grundeigentümer erfolgen. Hierfür sind weitergehend noch geeignete Ansätze in den Kommunen zu entwickeln.

Die im DWA-Merkblatt M 119 dargestellten methodischen Empfehlungen für die Durchführung von Gefährdungs- und Risikoanalysen haben sich insgesamt als gut geeigneter und praxistauglicher Standard erwiesen. Vor diesem Hintergrund ist ein engerer Bezug der zwischenzeitlich entwickelten länderspezifischen Vorgaben für starkregenbezogene Risikoanalysen wie in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen (Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, August 2016 und Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement NRW, Entwurf Januar 2018) auf das DWA-Regelwerk wünschenswert.

Auch wenn die Gefährdungsanalysen bislang noch überwiegend auf Basis topografischer Analysen erfolgen, ist ein Trend zu flächendeckend detaillierten Überflutungsberechnungen unter Berücksichtigung der gekoppelten Abflussvorgänge an der Oberfläche und im Kanalnetz zu erkennen, der sich aufgrund zunehmender Rechnerkapazitäten und Datenverfügbarkeiten absehbar weiter verstärken wird. Hierfür werden weitergehende methodische Empfehlungen erforderlich, insbesondere hinsichtlich der Ansätze zur Abflussbildung (Horn et al., 2018).

Einhergehend mit einer zunehmenden Verfügbarkeit von starkregenbezogenen Gefährdungsinformationen und einem steigenden Risikobewusstsein in der Öffentlichkeit ist zudem ein Trend zur transparenten Veröffentlichung verfügbarer Risikoinformationen erkennbar. Daher sollte die Kommunikation dieser Informationen frühzeitig mit den beteiligten kommunalen Akteuren abgestimmt und durch eine geeignete fachliche Aufklärung der Öffentlichkeit begleitet werden. Dabei kann der von Schmitt

entwickelte Ansatz eines Starkregenindex für die allgemeinverständliche Klassifizierung von überflutungsrelevanten Starkregen und der daraus resultierenden Risiken hilfreich sein (Schmitt et al., 2018).

Dabei muss auch verdeutlicht werden, dass eine Verantwortung des Entwässerungsbetriebs für die Durchführung von Gefährdungsanalysen keine Folgepflicht zur Umsetzung von Maßnahmen zur Risikominimierung jenseits der für die Kanaldimensionierung maßgeblichen Überstau-Wiederkehrzeiten auslöst. Diese kann weiterhin nur in gemeinschaftlicher kommunaler Verantwortung und Finanzierung erfolgen, wobei der privaten Vorsorge durch Maßnahmen des Objektschutzes eine besondere Bedeutung zukommt.

4 Literatur

- DIN (2008): DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, April 2008
- DIN (2017): DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Kanalmanagement, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Juli 2017
- DWA (2006): Bemessung und hydraulischer Nachweis von Entwässerungssystemen, Arbeitsblatt A 118, DWA-Regelwerk, Hennef, März 2006
- DWA (2016): Merkblatt DWA-M 119 Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, DWA, Hennef, November 2016
- Gatke, D., Thielking, K., Hoppe, H., Kirschner, N., Koch, M., Behnken, K. (2015): Extreme Regen im urbanen Raum: Stadtgebietsweite Überflutungsberechnungen und Detailanalysen in Bremen, Korrespondenz Abwasser, Abfall (62), Heft 2, Februar 2015, S. 150-156
- Horn, J., Bonnet, C., Schäfer, K., Thielking, K., Gatke, D., Jeskulke, M., Hoppe, H. (2018): Ermittlung von Überflutungsgefahren mit vereinfachten und detaillierten hydrodynamischen Modellen, Korrespondenz Abwasser, Abfall (65), Heft 2, Februar 2018
- Lippeverband (2018): Stark gegen Starkregen, <http://starkgegenstarkregen.de/starkregenkarte/> (besucht am 23.03.2018)
- Krieger, K., Schmitt, T.G., Illgen, M. (2017): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge nach DWA-Merkblatt M 119, gwf Wasser + Abwasser 6/2017, 34-39, 2017
- Krieger, K., Schmitt, T. (2015): Möglichkeiten der Risikokommunikation im Rahmen eines präventiven Risikomanagements für Starkregen und urbane Sturzfluten, Korrespondenz Abwasser, Abfall (62), Heft 2, Februar 2015

- LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, August 2016
- MULNV (2018): Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement NRW, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, unveröffentlichter Entwurf, Januar 2018
- Schmitt, T.G. (2011): Risikomanagement statt Sicherheitsversprechen – Paradigmenwechsel auch im kommunalen Überflutungsschutz?, KA Korrespondenz Abwasser (58) Heft 1, Januar 2011, S. 40-49
- 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 Korrespondenz Abwasser (65) Heft 2, Februar 2018, S. 113-120
- Schwerdorf, I., Werker, H., Waser, J. (2018): Der Kölner Weg der Überflutungsvorsorge, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft (11) Heft 2, Februar 2018, S. 100-106
- Stadt Worms (2017): Dokumentation zur Infoveranstaltung „Starkregen in Worms“ am 02.12.2017 <https://www.worms.de/de/mein-worms/umwelt/klimaschutz/Klimaanpassung/starkregen/> (besucht am 23.03.2018)

Korrespondenz an:

Dipl.-Ing. Klaus Krieger
HAMBURG WASSER
Billhorner Deich 2, 20539 Hamburg
Tel.: (040) 7888-82200
E-Mail: klaus.krieger@hamburgwasser.de