

# Verbesserung der Trinkwasserversorgung im Katastrophenfall in Kamerun

Aufgrund ihrer geographischen Lage und meteorologischen Verhältnisse sind Teile Kameruns regelmäßigen Überschwemmungen ausgesetzt. Ein Deutsch-Kamerunisches Konsortium entwickelt hier u. a. Maßnahmen zur Hochwasservorsorge und -bewältigung sowie zur Versorgung mit sauberem Trinkwasser im Hochwasserfall. Dabei kommen innovative Methoden der Fernerkundung zum Einsatz, kombiniert mit einer Weiterentwicklung von Monitoring- und Betreiberkonzepten für eine eigenverantwortliche Verwaltung der Trinkwasseraufbereitungsanlagen zur Notwasserversorgung in den Projektgebieten.

Lennart Schelter, Mark Braun et. al.

In Kamerun kommt es in Küstenregionen und Regionen mit tropischen Starkregenereignissen regelmäßig zu Überschwemmungen, unter deren Auswirkungen besonders die ärmere Bevölkerung leidet. Die klimawandelbedingte Zunahme von extremen Niederschlägen und ein rapides Bevölkerungswachstum insbesondere in den Städten verschärfen die Situation zusätzlich. Daten über Ausmaß und Dauer von Überschwemmungsereignissen werden nicht systematisch erfasst, und es existieren bislang keine Konzepte zur Prävention und Bewältigung von Überflutungs- und Dürreereignissen. Daher kommt es immer wieder zu ähnlichen Auswirkungen der Ereignisse, die die hygienischen und gesundheitlichen Bedingungen in den Siedlungsgebieten erheblich beeinträchtigen.

Die Urbanisierung in Kamerun entwickelt sich kontinuierlich weiter, von 15 % der Bevölkerung in 1950 zu etwa 58 % der Bevölkerung in 2020, die in Städten leben [1]. Kamerun weist mit einer Urbanisierungsrate von 55 % eine deutlich höhere Rate als West- und Zentralafrika mit jeweils 46 % auf [2].

Die städtebauliche Entwicklung kann häufig nicht mit diesem Wachstum mithalten, und einkommensschwache Haushalte siedeln aufgrund des limitierten Platzangebots in überflutungsgefährdete Tieflagen der Städte. Diese Gegenden sind oft nicht als Siedlungs-

fläche ausgewiesen, da die Überflutungsproblematiken bekannt sind. Aus Platzmangel und wirtschaftlicher Notwendigkeit heraus werden sie dennoch besiedelt.

Diese städtebaulich nicht vorgesehene Entwicklung von Wohnraum geht häufig mit unzureichender Wasserversorgung und mangelndem Zugang zu sanitären Einrichtungen einher. Dies erhöht das Risiko für wasserbezogene Krankheiten. Durchfallerkrankungen sind die häufigsten durch Wasser übertragenen Krankheiten bei Kindern unter fünf Jahren in Kamerun. In der Hauptstadt Jaunde stieg die Prävalenzrate von 10,8 % in 1998 auf 13,1 % in 2004 [3].

Die Versorgung mit Wasser für den täglichen Gebrauch und damit zumeist auch mit Trinkwasser erfolgt in der Regel durch flache Brunnen mit einer Tiefe von wenigen Metern. Diese Brunnen sind meist nicht gefasst oder geschützt. Insbesondere nach Hochwasserereignissen sind diese auf Grund von Überflutungen der Brunnen nicht als sichere Wasserquelle geeignet. Die Problematik ist Teilen der Bevölkerung bewusst. Soweit möglich wird dann auf Brunnen ohne Überflutungsproblematik ausgewichen. Weiter verschärft wird diese Situation durch die weite Verbreitung von Latrinentoiletten in den Haushalten und der Abwasserführung in offenen Entwässerungsgräben. Bei Hochwasser werden Fäkalien aus den Latrinen und Gräben gespült, was zu deren Infiltration in Böden und Brunnen führt. In vielen Fällen wurde berichtet, dass Anwohner die Überschwemmungen nutzen, um ihre Latrinen auszuspülen, da deren fachgerechte Entleerung ansonsten mit Kosten verbunden wäre. Daher herrscht insbesondere nach einer Hochwasserkatastrophe ein enormes Risiko für fäkal-kontaminiertes Wasser aus den örtlichen Brunnen, bis diese gereinigt und desinfiziert wurden.

## / Kompakt /

- Regelmäßige Überschwemmungen stellen in Kamerun eine große Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung dar.
- Ein Katastrophenmanagement für eine nachhaltige Trinkwassersicherheit muss auf ganzheitlicher Betrachtung und Eigenverantwortung beruhen.
- Eine Kombination handelsüblicher Technik, frei verfügbare Software und eine robuste Wasseraufbereitungsanlage mit Trainingsmaßnahmen und Wissensvermittlung für die Bevölkerung sind notwendig.
- Ein eigenverantwortlicher Betrieb von Trinkwasseraufbereitungsanlagen sorgt im Katastrophenfall für sauberes Trinkwasser.

## Ziele und Vorgehen bei Einrichtung einer Katastrophenvorsorge durch Wasseraufbereitung und Eigenverantwortung

Das wesentliche Ziel des Projektes INTEWAR ist es, durch Überschwemmungen und Dürre induzierte gesundheitliche Gefahren für die zivile Bevölkerung zu reduzieren. Hierfür hat das interdisziplinäre Konsortium aus dem Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen (IWW), dem Institut für Hygiene und Public Health

(IHPH) am Universitätsklinikum Bonn, dem Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IASU) am Universitätsklinikum Aachen und der PAULA Water GmbH unter Leitung und Koordination des Forschungsinstitutes für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V. einen dreijährigen Arbeitsplan entwickelt. In einem ersten Schritt wird die Bestandsaufnahme der mikrobiellen und chemischen Qualität des Trinkwassers an ausgewählten Quellen, sowie eine Risikokategorisierung der Quellen bzgl. ihrer Anfälligkeit gegenüber Überflutungen vorgenommen. Außerdem wird die subjektive Risikowahrnehmung der betroffenen Bevölkerung durch eine Haushaltsbefragung ermittelt. Nach Hochwasserereignissen soll als Teil der Katastrophenhilfe sauberes Trinkwasser mithilfe von Ultrafiltrationsanlagen der Firma Paula Water GmbH bereitgestellt werden und darüber hinaus die betroffenen Menschen zu Themen wie Trinkwasserhygiene, Katastrophenvorsorge und -bewältigung geschult werden. Die Trinkwasseraufbereitungsanlage soll langfristig und nachhaltig in Eigenverantwortung durch ein in Zusammenarbeit mit lokalen Stakeholdern ausgewähltes Wasserkomitee und anhand eines abgestimmten Betreiberkonzepts betrieben werden und so die Versorgung sichern. Als wichtige Grundlage für die Katastrophenpläne sowie die Platzierung der Wasseraufbereitung dienen Hochwassergefahren- und -risikokarten, die mithilfe von Drohnenshots und numerischen Abflussmodellen berechnet werden.

## Projektregion und -gebiete

Im Rahmen dieses Vorhabens werden Lösungsansätze mit den folgenden Sicherheitsszenarien erarbeitet:

- Douala: Überschwemmung infolge Starkregen, Fluss-/Küstenüberschwemmung,
- Soa: Überschwemmung infolge Starkregen.

Die Gefährdungen und die daraus resultierenden Sicherheitsszenarien unterscheiden sich in den beiden Pilotgebieten erheblich.

Douala liegt im Wouridelta an der Atlantikküste und ist immer wieder von Fluss- und Küstenüberschwemmungen, aber auch von Starkregenereignissen, betroffen. Aufgrund der flachen Topographie sind Überschwemmungen langanhaltend und führen zur langfristigen Kontamination von Trinkwasserquellen.

Soa ist ein periurbanes Siedlungsgebiet in der Peripherie von Jaunde und verfügt über keine größeren Oberflächengewässer zur Trinkwasserentnahme. Bei länger anhaltenden Trockenperioden kommt es zu Problemen mit der Trinkwasserversorgung. Außerdem führen lokale Starkniederschlagsereignisse zu Überschwemmungen. Die Topographie mit vielen Hügeln und Tälern stellt im Fall von Starkregenereignissen und Überschwemmungen eine andere Herausforderung dar, als im flachen Delta Doualas.

Die Untersuchungsgebiete sind größtenteils Wohngebiete, in denen auch subsistenzlandwirtschaftliche und industrielle Aktivitäten stattfinden.

## Von Drohnenshots zu Hochwassergefahrenkarten

Ein wichtiger Bestandteil der Vorsorgekonzepte sind Hochwassergefahren- und -risikokarten. Diese können auch bei geringer Daten-

## Verbundvorhaben INTEWAR

Das Verbundvorhaben „INTEWAR – Innovative Technologien zur Eindämmung wasserassoziierter Krankheiten“ widmet sich den Themen Hochwasser und Dürre im afrikanischen Staat Kamerun, die dort oft katastrophale Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sowie auf ökonomische und ökologische Werte haben. Hauptziel des Vorhabens ist die Eindämmung gesundheitlicher Risiken nach Hochwasserereignissen. Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



GEFÖRDERT VOM

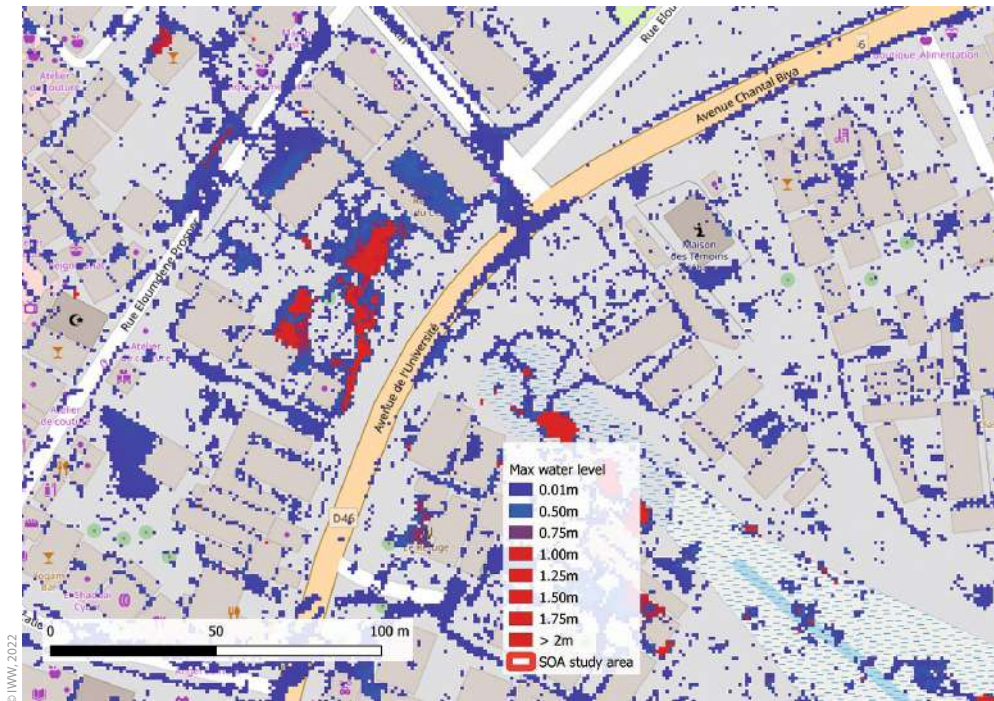


**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

basis und bestehender Informationsinfrastruktur erstellt werden, beispielhaft mithilfe von Drohnen und Verfahren der Photogrammetrie.

Im Projekt ist das IWW der RWTH Aachen verantwortlich für die Erstellung digitaler Geländemodelle der Projektgebiete in Kamerun, die Berechnung hydraulischer Abflusssimulationen sowie die anschließende Erstellung von Hochwassergefahren- und -risikokarten. Die verfügbaren Geländemodelle aus Satellitendaten bieten eine nur unzureichende räumliche Auflösung für eine detaillierte Abflusssimulation. Entsprechend wurde eine innovative Methode zur Erstellung hochauflösender digitaler Geländemodelle gewählt.

Mit Hilfe handelsüblicher Drohnen hat eine kamerunische Firma, Société de Géomatique et d'Expertise Foncière à l'International (SOGEFI) im Rahmen eines Unterauftrags Luftaufnahmen des Projektgebietes gemacht. Diese werden so aufgenommen, dass sie großzügige Überschneidungsflächen aufweisen und so jeden Punkt im Projektgebiet aus mehreren Beobachtungswinkeln abbilden können. Mit diesen Bildern kann mittels Verfahren der Photogrammetrie über Triangulation eine dreidimensionale Punktwolke aus einzelnen Punkten erstellt werden, die auf mehreren Fotos identifiziert werden können. Diese Punktwolke kann viele Millionen Punkte enthalten und daher in eine Oberfläche umgerechnet werden, die eine erste Stufe des Geländemodells darstellt. Da die Fotos nicht überall tatsächlich die Erdoberfläche abbilden, sondern die Sicht auf den Boden von Pflanzen verdeckt wird, wird ein Vegetationsfilter auf das Geländemodell angewendet, um diese vermeintlichen Fehlerquellen zu verringern. Über



**Bild 1:** Beispielhafter Ausschnitt einer Hochwassergefahrenkarte mit maximalem Wasserstand während eines Niederschlagsereignisses. Rote Bereiche mit Wasserständen über 1 m sind deutlich erkennbar

dieses Verfahren konnte für die Projektregion in Soa ein digitales Geländemodell mit hoher Auflösung errechnet werden.

Auf Grundlage dieser Geländedaten in Kombination mit Niederschlagsdaten aus der etablierten GPM (Global Precipitation Measurement) Satellitenmission kann nun ein hydraulisches Abflussmodell in ProMaIDes (Protection Measures against Inundation Decision support) erstellt werden. Dieses Modell berechnet numerisch die Abflussmenge, -akkumulation, Fließgeschwindigkeiten und Wasserstände im Modellgebiet. Dabei können verschiedene repräsentative Regenereignisse verwendet werden, um unterschiedliche Szenarien und Jährlichkeiten der Niederschlagsereignisse abzubilden.

Die Auflösung des Modells beträgt 1 m im Bereich der Drohnenaufnahmen, was einem guten Kompromiss aus Genauigkeit und Rechenkapazitätsbedarf entspricht. Zusätzlich zum Projektgebiet werden zwei umliegende Einzugsgebiete mit einer 12 m Auflösung auf Basis von Geländemodellen aus Satellitendaten berechnet, die ins Projektgebiet entwässern und essentiell sind, um die Randbedingungen des Projektgebietes im Sinne eines Zu- und Abflusses abbilden zu können. Aus den Ergebnissen dieser numerischen Berechnungen können dann für relevante Niederschlagsereignisse die entsprechenden Überflutungsflächen und Fließgeschwindigkeiten im Projektgebiet dargestellt und Hochwassergefahren- sowie -risikokarten visualisiert werden (**Bild 1**).

Eine Plausibilisierung der Überflutungsdaten wird sich auf wenige vorhandene Flutmarken im Projektgebiet sowie Einschätzung und Bewertung lokaler Experten stützen. Exakte Aufzeichnungen historisch überfluteter Gebiete konnten bisher nicht ermittelt werden.

Die Hochwassergefahren- und -risikokarten dienen zunächst zur Unterstützung der Katastrophenvorsorge und der Erstellung von Notfallplänen, da zum Beispiel sichere Evakuierungsrouten ermittelt werden können. Eine weitere Anwendung ist die Auswahl eines Standortes für die Trinkwasseraufbereitungsanlage Paula, die

vor Hochwasser geschützt und im Hochwasserfall weiterhin zugänglich für die Bevölkerung sein muss.

## Von Drohnenfotos zu sicherem Trinkwasser

Auf Basis der Drohnenfotos konnten unterschiedliche Arten der Trinkwasserquellen in dem Untersuchungsgebiet identifiziert werden. Am Institut für Hygiene und Public Health (IHPH) der Universität Bonn wurden anhand der Aufnahmen mehr als 200 Quellen in der Nähe der Wohnhäuser erfasst und die Art der Wassergewinnung bestimmt. Es konnte so z. B. zwischen gefassten Grundwasserbrunnen mit Handpumpen und teils offenen, gegrabenen, nicht gefassten Brunnen unterschieden werden (**Bild 2**). Auch Strukturen der Wasserspeicherung und -verteilung konnten anhand der Bilder sicher ermittelt werden. Diese Wasserversorgungsstrukturen wurden im Anschluss vom IHPH innerhalb einer Haushaltsbefragung zur Wasser- und Sanitärversorgung sowie Risikowahrnehmung exemplarisch überprüft. Die Haushaltsbefragung stütze sich auf zufällig ausgewählte Haushalte, die homogen in vier Teiluntersuchungsgebieten mit jeweils unterschiedlicher Bevölkerungsdichte verteilt waren, so dass ein repräsentatives Bild der Trinkwassernutzung im gesamten Untersuchungsgebiet abgebildet werden konnte. Im Ganzen wurden 195 Haushalte befragt und die Trinkwasserversorgung dieser Haushalte erfasst. Anhand der WHO Sanitary Inspection Sheets, die unter anderem in dem *Field Guide to Improving Drinking-Water Safety in Small Communities* enthalten sind [4], wurden die Trinkwasserquellen vom IHPH klassifiziert und hierdurch das hygienische Risiko für diese Trinkwasserquellen objektiv darstellbar. Wasserquellen wurden in die Kategorien „sehr hohe“, „mäßig hohe“ und „geringe Anfälligkeit“ gegenüber externen Einflüssen eingeteilt. Auch wurde deutlich, dass viele Haushalte sowohl eine eigene, private Wasserversorgung nutzen als



auch Wasserquellen, die von mehreren Haushalten zusammen genutzt werden. Für die Wahl der Trinkwasserquelle ist dabei nicht ausschließlich die Entfernung zum Haushalt maßgebend.

Basierend auf der Art der Wasserquelle, der Nutzungsintensität, des Risikos gegenüber externen Einflüssen und der Lage im Untersuchungsgebiet wurden 30 Trinkwasserquellen für die Analyse der hygienisch-mikrobiellen Trinkwasserqualität ausgewählt. Die Wasserproben werden durch die kamerunischen Partner genommen und an der Universität Jaunde 1 analysiert. Erste Untersuchungen mit mikrobiellen Schnelltests (Letztest tube) zeigten sowohl in äußerlich gut gefassten Trinkwasserbrunnen als auch in den offenen Brunnen fäkale Verunreinigungen an. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer Trinkwasseraufbereitung zur Sicherung der Trinkwasserqualität.

## Entwicklung eines Betreiberkonzepts für eine dezentrale Trinkwasseraufbereitungsanlage am Beispiel SOA

Um einen nachhaltig erfolgreichen Betrieb der Paula-Trinkwasseraufbereitungsanlage zu gewährleisten, ist es notwendig, lokale Strukturen mit definierten Rollen und Verantwortlichkeiten zu etablieren. Das Betreiberkonzept wird federführend vom Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e. V. entwickelt. In Kamerun wurden in den letzten Jahrzehnten diverse Projekte zur Verbesserung der Infrastruktur und Versorgung durchgeführt, nach deren Ende u. a. aufgrund fehlender Einbindung der Bevölkerung die neu geschaffenen baulichen Objekte nicht gewartet oder Opfer von Vandalismus und Diebstahl wurden. So existieren beispielsweise zahlreiche, teils aufwändig konstruierte Brunnen, die schon wenige Jahre nach Eröffnung nicht mehr betrieben werden konnten.

Im Projekt INTEWAR wurde bewusst ein kooperativer und partizipativer Ansatz gewählt, bei dem die kamerunischen Partner in

alle Entscheidungsprozesse eingebunden sind und das deutsch-kamerunische Konsortium mit relevanten Stakeholdern vor Ort in einem Dialogprozess zusammenkommt. Die lokalen Akteure werden zu Workshops in Soa eingeladen und sind neben Vertretungen der Stadt- und Distriktverwaltung, lokalen Ingenieuren, Mitarbeitenden aus dem Gesundheitswesen auch Mitglieder der Zivilgesellschaft. In einem ersten Workshop im Oktober 2021 wurden von den deutschen und kamerunischen Projektpartnern der Universität Jaunde 1 und der kamerunischen NGO Ciel Bleu die Projektinhalte und Ziele vorgestellt. Besonderes Augenmerk lag hierbei auf der gemeinsamen Erarbeitung von Standort- und Betriebskriterien, die für die Wasseraufbereitungsanlage erfüllt werden müssen. Die folgenden Kriterien wurden, von den anwesenden Teilnehmenden, für einen langfristigen Erfolg definiert:

1. Nachhaltigkeit und gewährleisteteste Flächenabdeckung der Wasserversorgung sowie gute Zugänglichkeit auch im Katastrophenfall durch die Wahl des Standorts,
2. Möglichkeit der Wartung, z. B. durch gute Anbindung und Erreichbarkeit durch das operative Personal,
3. Erarbeitung eines Betreibermodells unter Einbindung aller Interessensgruppen (Stadtverwaltung, Zivilgesellschaft) und Etablierung eines Wasserkomitees,
4. Capacity building, Risikobewusstsein und Informationsmanagement,
5. Klare Definition der Rollen und Verantwortlichkeiten, z. B. Trennung zwischen dem operativ-technischen Betrieb und der finanziellen Verwaltung,
6. Einbeziehung aller Bevölkerungsgruppen und Geschlechtergleichstellung,
7. Wissenschaftlich begleitendes Monitoring der Wasserqualität.

In einem zweiten Workshop im Februar 2022 wurde gemeinschaftlich ein geeigneter Standort für die Trinkwasseraufbereitungsanlage an einem Gesundheitszentrum in Soa ausgewählt. Die Rohwasserquelle ist ein Handpumpenbrunnen, der durch die St. Mar-



**Bild 2:** Beispiel eines vergrößerten Ausschnitts eines Luftbildes der Drohne mit deutlich erkennbaren Brunnen



© Schueller, 2022

**Bild 3:** Health center in SOA mit Brunnen und Handpumpe

tinstiftung mit Sitz in der Schweiz und Otele in Kamerun gebaut wurde (**Bild 3**). Es existiert ein lokales Wasserkomitee, das für den Brunnen verantwortlich ist und in die weitere Planung und Erarbeitung des Betreibermodells eingebunden wird.

## Anspruch des INTEWAR-Projektes

Die Verunreinigung des Wassers für den menschlichen Gebrauch in Kamerun stellt besonders nach Hochwasserereignissen eine erhebliche und unmittelbare Bedrohung für die Gesundheit der Bevölkerung dar. Im Rahmen des INTEWAR-Projektes wird beispielhaft ein solides Katastrophenmanagement für die nachhaltige Trinkwassersicherheit entwickelt, das auf ganzheitlicher Betrachtung und Eigenverantwortung beruht.

Dazu werden handelsübliche Drohnen, frei verfügbare Software und eine robuste Wasseraufbereitungsanlage mit Trainingsmaßnahmen und Wissensvermittlung für die Bevölkerung kombiniert. Das INTEWAR-Konsortium strebt dabei an, die Trinkwasserversorgung im Katastrophenfall in den Pilotgebieten zu verbessern und weitere Projekte und Initiativen zu Wassermanagement und Risikokommunikation zur Förderung der Gesundheit in Kamerun zu motivieren.

## Danksagung

Das vorgestellte Forschungs- und Entwicklungsprojekt INTEWAR (Förderkennzeichen 13N15239-43) wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Verein Deutscher Ingenieur (VDI) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den

Autoren. Die Veröffentlichung basiert auf den Ergebnissen aus dem Projekt und wir danken allen Projektpartnern für die hervorragende Zusammenarbeit.

Projektpartner in INTEWAR neben dem deutschen Projektkonsortium sind die Universität Yaoundé I, Ciel Bleu, Société de Géomatique et d'Expertise Foncière à l'International (SOGEFI) und AURA Cameroun.

## Literatur

- [1] World Bank (2022): Urban population (% of total population) – Cameroon, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=CM>, Accessed 10 March 2022
- [2] ECD/SWAC (2020), Africa's Urbanisation Dynamics 2020: Africapolis, Mapping a New Urban Geography, West African Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b6bccb81-en>.
- [3] Macro International (2004), Inc. Cameroon demographic and health survey. Mother and child mortality. Calverton, MD: Macro International, Inc; 2004. p. 322.
- [4] WHO (2014): Water Safety Plan: a Field Guide to Improving Drinking-Water Safety in Small Communities, z, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329537>, Accessed 10 March 2022

## Autoren

**Dr.-Ing. Lennart Schelter**

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf**

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen University

Mies-van-der-Rohe-Straße 17, 52056 Aachen

[schelter@iww.rwth-aachen.de](mailto:schelter@iww.rwth-aachen.de)

[schuetttrumpf@iww.rwth-aachen.de](mailto:schuetttrumpf@iww.rwth-aachen.de)

**Mark Braun, M. Sc.**

**Sophia Schüller, M. Sc.**

**Dipl.-Ing. Manuel Krauß**

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V.

Kackerstraße 15 – 17, 52072 Aachen

[braun@fiw.rwth-aachen.de](mailto:braun@fiw.rwth-aachen.de)

[schueller@fiw.rwth-aachen.de](mailto:schueller@fiw.rwth-aachen.de)

[krauss@fiw.rwth-aachen.de](mailto:krauss@fiw.rwth-aachen.de)

**Dr. Andrea Rechenburg**

**Dr. Christian Timm**

Institut für Hygiene und Public Health, GeoHealth Centre

Universitätsklinikum Bonn

Venusberg-Campus 1, 53127 Bonn

[andrea.rechenburg@ukbonn.de](mailto:andrea.rechenburg@ukbonn.de)

[christian.timm@ukbonn.de](mailto:christian.timm@ukbonn.de)



Trinkwasser



Slavik, I.: Lösungsansätze für Klimawandel bedingte Herausforderungen in der Trinkwasserversorgung. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 11/2021. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021. [www.springerprofessional.de/link/19821332](http://www.springerprofessional.de/link/19821332)

Krauß, M.; Wasielewski, S. et al.: Entwicklung von Trinkwasser- und Abwasserkonzepten in der Metropolregion Lima/Peru. In: WASSER UND ABFALL, Ausgabe 7-8/2019. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. [www.springerprofessional.de/link/17064806](http://www.springerprofessional.de/link/17064806)