



Grundwassererschließung im regenreichen, aber trinkwasserarmen Uganda

Uganda liegt in Ostafrika am Viktoriasee und verfügt über große Oberflächenwasserressourcen, dennoch hat fast ein Drittel der Bevölkerung keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Die Ressourcenverfügbarkeit, Beschaffenheit und Aufbereitung sowie Verteilung von Wasser sind drängende Aufgaben. Mit Unterstützung der deutschen Entwicklungszusammenarbeit untersucht ein Team aus deutschen und ugandischen Experten die Erschließung neuer Rohwasserquellen. Lösungsansätze bieten die Wassergewinnung aus Uferfiltrat sowie die verstärkte Nutzung von Grundwasser. Um den steigenden kommunalen und industriellen Bedarf zu sichern, ist eine großräumige Erkundung, Erschließung und umweltverträgliche Gewinnung der natürlichen Wasserressourcen erforderlich.



Die ugandische Hauptstadt Kampala liegt am Ufer der Murchison-Bucht, des nördlichen Ausläufers des Viktoriasees. Dieser ist der drittgrößte Süßwassersee der Erde.

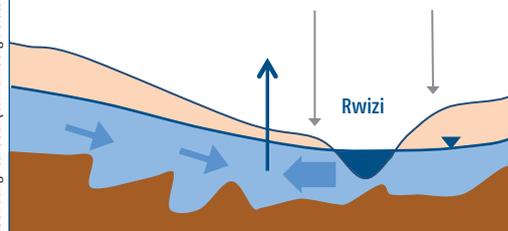


Abbildung: Google

Abb. 1 – Umgebungskarte



Abbildung: CONSUAQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH



lokale Grundwasserleiter in sandigen Sedimenten (Verwitterungsresiduen, Uferwälle, Talsande)

geklüftetes Grundgebirge (u.a. Granite, Metamorphite)

Abb. 2 – Schematisches Querprofil und Fotos

Uganda zählt zu den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt und steht im Weltentwicklungsindex der Vereinten Nationen derzeit auf Rang 164 von 187. Im dem Land von etwa der Größe der alten Bundesländer leben ca. 34 Mio. Menschen (Stand 2010), davon ca. 40 % von weniger als einem Euro am Tag. Gleichzeitig zeigt das Land am Viktoriasee ein hohes Wirtschaftswachstum (5,2 % in 2013) und gilt spätestens seit der Beendigung des letzten Bürgerkrieges 2008 als sicher und stabil.

In den letzten Jahren konnten auch bei der Wasserversorgung in Uganda enorme Fortschritte gemacht werden. 72 % der städtischen Bevölkerung galten 2014 als

versorgt, im Vergleich zu lediglich 51 % in 2006. Trotz dieser positiven Entwicklung hat damit fast ein Drittel der in Städten lebenden Menschen keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser und sind auf unsichere Alternativen wie nicht-lizenzierte Wasserverkäufer oder illegale Anschlüsse angewiesen. Gleichzeitig führen das enorme Bevölkerungswachstum (3,4 %/Jahr, eine der höchsten Raten weltweit) und die wachsende Wirtschaft zu einem stetig steigenden Wasserbedarf und damit einem wachsenden Druck auf die Wasserressourcen. Des Weiteren verringert die zunehmende Verschmutzung der Oberflächengewässer aufgrund fehlender Abwasserbehandlung das Dargebot an un-

belastetem Rohwasser, insbesondere für urbane Ballungszentren. Dies ist vor allem von Bedeutung, da die Versorgung von vielen Ballungszentren in Uganda, inklusive der Hauptstadt Kampala, von Oberflächengewässern wie Seen oder Flüssen abhängt. Die Kosten für die Aufbereitung des Rohwassers steigen folglich seit Jahren kontinuierlich stark an. Um die Versorgung der Bevölkerung langfristig sicherzustellen, untersucht das nationale ugandische Wasserversorgungsunternehmen National Water and Sewerage Corporation (NWSC) effektivere Wege der Rohwassergewinnung.

Im November 2013 wurde auf Initiative von NWSC, mit Unterstützung der Deut-

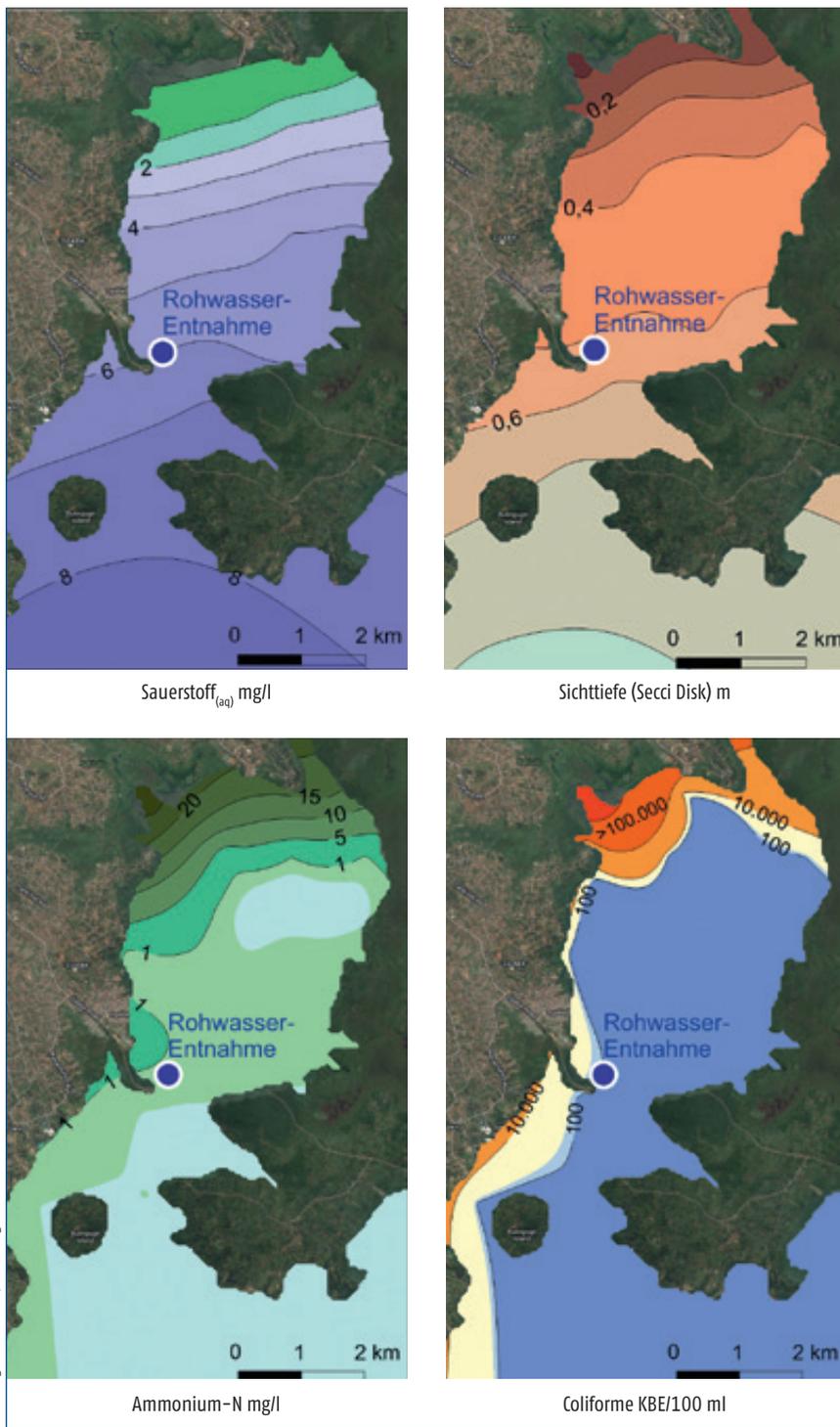


Abbildung: Daten: NWSC, Processing: CAH

Abb. 3 – Wasserbeschaffenheit in der Murchsion-Bucht

schen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, eine Fact-Finding-Mission von Mitarbeitern der Consulaqua Hamburg (CAH) und Hamburg Wasser durchgeführt. Ziel der Mission war die Prüfung der Möglichkeiten zur Gewinnung von Uferfiltrat für die Hauptstadt Kampala sowie für das im Südwesten des Landes gelegene Ballungszentrum Mbarara (Abb. 1).

Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Ent-

wicklung (BMZ) unterstützt die GIZ NWSC und die ugandische Regierung seit mehr als 20 Jahren beim Ausbau der technischen Kapazitäten im Wasser- und Sanitärsektor. Die konkrete Mission wurde finanziert aus Mitteln des International Water Stewardship Programme (IWaSP), einer Kooperation des BMZ und der britischen Regierung mit internationalen Privatunternehmen. Weiterhin schlossen Hamburg Wasser und NWSC 2013 im Rahmen eines Besuches des damaligen

Bundesentwicklungsministers Dirk Niebel in Uganda ein Kooperationsabkommen (Memorandum of Understanding), in welchem u. a. ein technischer Austausch zwischen den beiden Wasserbetrieben vereinbart wurde.

Region Mbarara

Ist-Situation

Die Stadt Mbarara ist das größte urbane Zentrum in Südwest-Uganda. Die Wasserversorgung erfolgt ausschließlich über den Rwizi-Fluss, einem der größten Flüsse im Südwesten Ugandas. Klimatypisch weist der Rwizi eine hohe Abflussvariabilität auf. Während der Regenzeiten (März bis Mai sowie Oktober bis Dezember) kommen im Monatsmittel Abflussraten von > 50 m³/s vor, während die Abflussraten in der Trockenzeit (Juni bis August) bis auf Werte unterhalb von 2 m³/s sinken. Hinzu kommt eine Verringerung der jahresdurchschnittlichen Wasserverfügbarkeit durch stetige Degradierung der Einzugsgebiete am Oberlauf sowie eine Übernutzung der vorhandenen Ressourcen, z. B. durch landwirtschaftliche Entnahmen.

Während der Trockenzeiten ist die Entnahme von Oberflächenwasser deutlich erschwert und es kommt regelmäßig zu Engpässen bei der Trinkwasserversorgung. Versorgungssicherheit ist schon jetzt ein wichtiges Thema bei der Ansiedelung größerer Industriebetriebe.

NWSC unterhält zwei Entnahmepunkte am Rwizi und entnimmt für zwei Wasserwerke insgesamt ca. 10.000 m³ Rohwasser am Tag. In der Trockenzeit entspricht dies bereits einer Abflussminderung von ca. 10 %. Entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung der Region und der erwarteten Bevölkerungszunahme wird mittelfristig von einem Wasserbedarf von ca. 25.000 m³/d ausgegangen. Alternative Wasserressourcen müssen somit dringend erschlossen werden, um den Bedarf dauerhaft decken zu können.

Verbesserung der Ressourcen-Situation

Durch die Installation von Flachbrunnen entlang des Rwizi könnte ein Uferfiltrat gewonnen werden, das – im Vergleich zum Oberflächenwasser – drastisch verminderte Trübstoffgehalte, niedrigere Nährstoffkonzentrationen und geringere bakterielle Belastungen aufweisen dürfte. Dadurch ließe sich der Aufbereitungsaufwand deutlich verringern. Kurzfristige Kontaminationen des Flusswassers würden sich nur mit verminderter Konzentration und zeitlicher Verzögerung im Rohwasser wiederfinden. Darüber hinaus würde auch

Abb. 4 – Kisubi Beach

Abbildung: CONSILIAQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH



Fast ein Drittel der Stadtbewohner hat keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser. <<

ein kleiner Anteil landseitigen Grundwassers hinzu gewonnen werden können.

Eine erste Geländebegehung zeigte, dass in der unmittelbaren Umgebung des Flusses mehrere Meter mächtige wasserleitende Schichten entlang des Flusses („Uferwälle“), aber auch im Bereich der Talflanken des Rwizi vorhanden sind. Diese Schichten bieten die Möglichkeit, die in der Regenzeit fallenden Niederschläge zwischenzuspeichern (Abb. 2). Wie hoch der potenziell gewinnbare land-

seitige Wasseranteil bei einer Uferfiltratgewinnung wäre, ist derzeit nicht bekannt.

Es ist aber absehbar, dass der zukünftige Wasserbedarf mittelfristig nur durch die Erschließung zusätzlicher Wasserressourcen gedeckt werden kann. Potenziell grundwassererhöfliche Gebiete schließen sich südwestlich und westlich von Mbarara an. Quellhorizonte am Fuß von Höhenzügen zeigen Grundwasservorkommen an, die an Kluffgrundwasserleiter und/oder hangende Verwitterungszonen gebunden

sind. Über Größe, Gewinnbarkeit und Beschaffenheit dieser Grundwasservorkommen liegen noch keine Informationen vor.

Geplante Maßnahmen

Zur Prüfung der Möglichkeiten der Uferfiltratgewinnung am Rwizi ist zunächst ein kleinräumiges hydrogeologisches Erkundungsprogramm geplant, welches folgende Untersuchungsschritte beinhaltet:

- Durchführung eines Bohrprogramms entlang und senkrecht zum Fluss. Es sind insgesamt ca. 30 Bohrungen bis in eine Tiefe von maximal 20 m u.GOK geplant. Die Endteufe ist erreicht, wenn das Grundgebirge erbohrt wird (verwitterte Granite).
- Durchführung von Kurzpumpversuchen an ausgewählten Bohrstandorten zur Feststellung der Durchlässigkeitsbeiwerte und der Uferfiltratanteile.

Sollte das kleinräumige hydrogeologische Erkundungsprogramm Erfolg versprechende Ergebnisse liefern, so kann im nächsten Schritt der reguläre Brunnenbau geplant und durchgeführt werden. Parallel dazu können Erkundungen entlang des Rwizi erfolgen, um weitere Rohwasserquellen zu erschließen.

Kampala

Ist-Situation

Mit einer Bevölkerung von ca. 3 Mio. Einwohnern (inoffizielle Schätzung) ist die Hauptstadt Kampala die größte Stadt des Landes. Sie liegt direkt am Nordufer des Viktoriasees, des drittgrößten



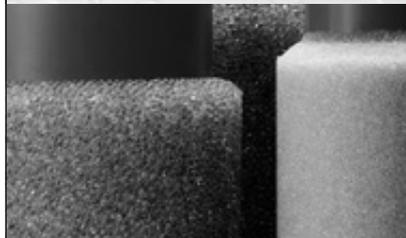
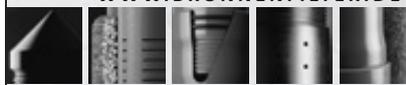
Ihr Spezialist für Bohr- und Installationsunternehmen

- » Horizontale Anbindungen
- » Druckprüfungen VDI
- » TRT - jetzt alles aus einer Hand!



www.hdg-gmbh.com

WWW.BRUNNENFILTER.DE



Brunnenausbaumaterial nach DIN 4925

Arbeiten an Kunststoffrohren:

- Gewindeschneiden
- Schlitzern
- Lochern

Zubehörteile



individuell & schnell

JOHANN STOCKMANN
BRUNNENFILTERBAU · KUNSTSTOFFTECHNIK

48231 Warendorf · Fon 02584/9300-0

**TYFOCOR®
WÄRMEPUMPEN-
SOLEN:**

schützen Ihre Werkstoffe und
schonen unsere Umwelt.



www.tyfo.de

info@tyfo.de



► **Abb. 5** – Anstehende Grobsande nahe Kisubi Beach

▼ **Abb. 6** – Sandige Bereiche nahe Nsimbe



Süßwassersees der Erde. Die Wasserversorgung der Millionenmetropole erfolgt hauptsächlich über drei Aufbereitungsanlagen (Gabba I bis III), die ihr Rohwasser aus der Murchison-Bucht des Viktoriasees entnehmen. Die Aufbereitungskapazität aller drei Anlagen beträgt insgesamt 200.000 m³/d (73 Mio. m³/a).

Aufgrund mangelnder kommunaler Abwasserbehandlung, zunehmender landwirtschaftlicher Düngung einschließlich des Einsatzes von Pestiziden und der fortschreitenden Industrialisierung nimmt die Verschmutzung der Uferbereiche des Viktoriasees immer weiter zu. Episodisch kommt es immer wieder zu Algenblüten. Dies betrifft insbesondere die nur wenige Meter tiefe und durch unterseeische Schwellen vom tieferen Hauptsee getrennte Murchison-Bucht. Abbildung 3 zeigt die Sichttiefe – d. h. die Gewässertrübung sowie die Verteilung der Sauerstoff- und Ammoniumkonzentrationen und die bakterielle Belastung in der Bucht. Niedrige Sauerstoffkonzentrationen und geringe Sichttiefen, die erst bei Annäherung an den offenen See am südlichen Rand der Bucht normale Werte erreichen, spiegeln die hohen organischen Einträge aus ungeklärten Abwässern aus den dicht besiedelten Bereichen entlang der Bucht wider. Entsprechend hoch sind auch die mikrobiellen Belastungen, u. a. mit Coliformen. Dadurch ist die Aufbereitung des Rohwassers mit einem hohen Chemikalienverbrauch und hohen Kosten verbunden. Da die Rohwasserentnahme und -aufbereitung hauptsächlich zentral erfolgt, sind zusätzlich große Rohrleitungslängen erforderlich, um die Metropolregion mit Trinkwasser zu versorgen.

Verbesserung der Ressourcen-Situation

Zur Verbesserung der Wasserversorgungssituation wurde empfohlen, die zentrale Gewinnung durch kleinere Anlagen im Umfeld der Hauptstadtregion zu ergänzen, um ortsnahe und kosteneffizient auch die wachsenden Vorstadtsiedlungen versorgen zu können. Prinzipiell könnte dies über Uferfiltrat aus dem Viktoriasee, aber auch über lokale Grundwasservorkommen erfolgen. In beiden Fällen wäre die Aufbereitung der Rohwässer mit deutlich geringerem Aufwand verbunden.

Für die Aufbereitungsprozesse der Trinkwasserwerke Gabba I bis Gabba III wurden direkt vor Ort einfach umzusetzende Maßnahmen zur sofortigen Einsparung von Chemikalien identifiziert (u. a. Optimierung der Flockung und der Filterrückspülung, Anpassung der Dosierpunkte).

Abbildung: CONSULQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH

Obwohl es in der Hauptstadtregion oft genug und viel regnet (Jahresniederschlag Entebbe (internationaler Flughafen) ca. 1.600 mm), ist die hydrogeologische Situation eher ungünstig für die Grundwassergewinnung einzuschätzen. Meist tiefgründige lateritische Verwitterungszonen über kristallinem Grundgebirge aus metamorph überprägten Schiefen, Metamorphiten und Graniten lassen weder hohe Grundwasser-Neubildungsraten noch großräumige ergiebige Aquiferstrukturen erwarten. Darüber hinaus liegt Kampala auf einer (Grund)-Wasserscheide, sodass selbst bei geeigneten bodenkundlichen Verhältnissen keine großräumigen Neubildungsgebiete vorhanden sein können. Durch das Fehlen ausreichend versickerungsfähiger geologischer Schichten wird das Niederschlagswasser schnell über Flüsse aus dem Gebiet abgeführt oder in den Sümpfen als Oberflächenwasser gespeichert, von wo es wieder verdunstet. Schätzungen zufolge ist in der Region Kampala bestenfalls mit Neubildungsraten von 200 mm zu rechnen.

Im Rahmen einer orientierenden Erkundung wurde seitens CAH, NSWC und GIZ geklärt, ob es mögliche Standorte für die Gewinnung von Uferfiltrat aus dem Viktoriasee und günstige lokale Verhältnisse für die Gewinnung von Grundwasser gibt. Für beide Ressourcentypen gelten die Bedingungen, dass oberflächennah ein sandiger Aquifer mit ausreichend guter Wasserleitfähigkeit zur Verfügung stehen muss, um eine wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Mit dem Standort „Kisubi Beach“ wurde ein vielversprechender Platz für die Nutzung von Uferfiltrat gefunden. Neben dem Vorhandensein eines Sandstrands am Rande des Sees existiert auch landeinwärts eine bereits im Aufschluss mehrere Meter mächtige Sandschicht (Abb. 4 + 5).

Ein weiterer Schritt zur dezentraleren Wasserversorgung der Metropolregion stellt die Nutzung von Grundwasserressourcen in der Nähe von geplanten Neubaugebieten dar. Diese Gebiete müssen allerdings so weit entfernt von der Grundwasserscheide entfernt liegen, dass ein genügend großes Neubildungsgebiet vorhanden ist. Wesentliche Voraussetzung für nutzbare Grundwasservorkommen ist aber ein hinreichend wasserleitender Aquifer.

Ein Gebiet im Bezirk Nsimbe, welches ca. 10 km von Kampala entfernt liegt, bietet auf den ersten Blick geeignete Voraussetzungen für eine zukünftige Grundwassernutzung. In einem größeren Areal stehen hier Fein- und Mittelsande an (Abb. 6), für die eine hinreichend hohe

Neubildungsrate und eine gute Wasserleitfähigkeit angenommen werden kann. Kenntnisse über die Mächtigkeiten dieser Schichten liegen nicht vor. Bachläufe, die auch in der Trockenzeit Wasser führen, sprechen aber für einen zumindest flachen Grundwasserleiter.

In unmittelbarer Nähe ist der Bau von Wohnungen für ca. 8.000 Einwohner geplant, die ohne den aufwendigen Neubau von Wassertransportleitungen ortsnah über ein Grundwasserwerk mit Trinkwasser versorgt werden könnten. Eine überschlägige Abschätzung mithilfe von topografischen Karten und Satellitenbildern zeigt, dass bei folgenden Annahmen eine Versorgung der 8.000 Einwohner mit einem Gesamtwasserbedarf von ca. 292.000 m³/a möglich ist und darüber hinaus benachbarte Gebiete mit Trinkwasser versorgt werden können:

- Einzugsgebietsgröße: ca. 16 km²
- Grundwasserneubildungsrate: ca. 100 mm/a
- Entnahmerate: ca. 1.600.000 m³/a

Geplante Maßnahmen

Für den potenziellen Uferfiltrat-Standort „Kisubi Beach“ ist die Durchführung einer Bohrkampagne zur Erkundung des oberflächennahen Aquifers sowie Pumpversuche zur Abschätzung der Ergiebigkeit von Entnahmehäusern geplant. Ebenso soll die Beschaffenheit des Uferfiltrats im Vergleich zum Seewasser untersucht werden. Sollten die Ergebnisse positiv sein, so könnte eine zukünftige Entnahme aus einer Vertikalbrunnenreihe oder aus Horizontalfilterbrunnen bestehen.

Um die Ressourcensituation im Bereich des vermuteten Grundwasservorkommens bei Nsimbe zu erkunden, wird eine Kartierung der sandigen Bereiche, ein erstes Bohrprogramm und die Durchführung von Pumpversuchen empfohlen.

Fazit

Im Rahmen der Fact-Finding-Mission von NSWSC, CAH und GIZ konnten einfache und schnell umsetzbare Ansätze zur Verbesserung der Wasserversorgung in den urbanen Regionen Kampala und Mbarara gefunden werden. In Folgeschritten können nun die aufgezeigten Optionen und Standorte detaillierter untersucht werden. Ziel aller Partner ist es, eine nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung und eine effizientere Nutzung vorhandener Infrastruktur zu ermöglichen, um damit einen Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung für heutige und zukünftige Generationen in Uganda zu leisten.

Anmerkung

Die Ergebnisse, Interpretationen und Schlussfolgerungen in diesem Artikel repräsentieren die Meinung der Autoren und spiegeln nicht zwangsläufig die Position der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH wider.

Literatur

- [1] Water Resources Monitoring & Assessment Division, March 2011: A Case study of River Rwizi, Lake Wamala, Lake Victoria Catchments and representative Groundwater Monitoring stations, report.
- [2] Ministry of Water and Environment, Directorate of Water Resources Management, September 2010: Operationalisation of Catchment-based Water Resources Management, Draft Final Report.
- [3] Nwsc, Hankuk Engineering Consultants, March 2013: Feasibility report for Mbarara Water Supply & Sewerage Expansion Project, Final Report.
- [4] Vaal university of Technology, Ms Janet Atim Bsc, June 2010: Application of integrated water resources management in computer simulation of river basin's status –case study of river rwizi
- [5] Vala Associates, Dr. Henry K. Ntale, November 2012: River Rwizi Water Balance Analysis
- [6] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (giz) gmbh, Josef Seitz, August 2009: Economic Impact of climate change in the East African Community (EAC).

Autoren

Kai-Justin Radmann
Dr. Carsten Hansen
CONSULAQUA Hamburg Beratungs-
gesellschaft mbH
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg
Tel.: 040 7888-89547
Fax: 040 7888-189999
kradmann@consulaqua.de
www.consulaqua.de

Dr. Christoph Czekalla
Hamburg Wasser
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Johannes Rumohr
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
johannes.rumohr@giz.de
P.O. Box 10346
Kampala
Uganda

