

Dieter Gramlich  
Thomas Walker  
Maya Michaeli  
Charlotte Esme Frank *Hrsg.*

# Modellierung von Wasserrisiken

Entwicklung von Techniken zur  
Risiko-Rendite-Steuerung in der  
Finanzwelt und darüber hinaus



Springer Gabler

# Modellierung von Wasserrisiken

Dieter Gramlich · Thomas Walker ·  
Maya Michaeli · Charlotte Esme Frank  
(Hrsg.)

# Modellierung von Wasserrisiken

Entwicklung von Techniken zur Risiko-Rendite-  
Steuerung in der Finanzwelt und darüber hinaus



Springer Gabler

*Hrsg.*

Dieter Gramlich  
Department of Banking & Finance  
DHBW-Baden-Württemberg Cooperative State University  
Heidenheim an der Brenz, Baden-Württemberg, Deutschland

Thomas Walker  
Department of Finance  
Concordia University  
Montreal, QC, Canada

Maya Michaeli  
Department of Finance  
Concordia University  
Montreal, QC, Canada

Charlotte Esme Frank  
Department of Finance  
Concordia University  
Montreal, QC, Canada

ISBN 978-3-031-57552-5      ISBN 978-3-031-57553-2 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-57553-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Übersetzung der englischen Ausgabe: „Water Risk Modeling“ von Dieter Gramlich et al., © The Editor(s) (if applicable) and The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2023. Veröffentlicht durch Springer International Publishing. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Buch ist eine Übersetzung des Originals in Englisch „Water Risk Modeling“ von Dieter Gramlich, publiziert durch Springer Nature Switzerland AG im Jahr 2023. Die Übersetzung erfolgte mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (maschinelle Übersetzung). Eine anschließende Überarbeitung im Satzbetrieb erfolgte vor allem in inhaltlicher Hinsicht, so dass sich das Buch stilistisch anders lesen wird als eine herkömmliche Übersetzung. Springer Nature arbeitet kontinuierlich an der Weiterentwicklung von Werkzeugen für die Produktion von Büchern und an den damit verbundenen Technologien zur Unterstützung der Autoren.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Nature Switzerland AG 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber\*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor\*innen und die Herausgeber\*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor\*innen oder die Herausgeber\*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Tula Weis

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Nature Switzerland AG und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

## DANKSAGUNGEN

Wir erkennen die finanzielle Unterstützung an, die durch das Global Risk Institute und das Jacques Ménard – BMO Centre for Capital Markets bereitgestellt wurde. Wir schätzen die hervorragende Lektorats- und Redaktionshilfe, die wir von Victoria Kelly, Meaghan Landrigan-Buttle, Miles Murphy, Mauran Pauvan und Eimear Rosato erhalten haben.

# INHALTSVERZEICHNIS

## **Einführung**

**Wasser-Risiko-Rendite-Modellierung und -Management:  
Bedrohungen und Chancen** 3

Dieter Gramlich, Thomas Walker, Charlotte Esme Frank  
und Maya Michaeli

**Rahmenbedingungen für die Modellierung und  
das Management von Wasser-Risiko-Rendite**

**Veränderungen im Wasserkreislauf in einer sich erwärmenden  
Welt: Der wissenschaftliche Hintergrund** 17

Karsten Haustein und Quintin Rayer

**Wasser: Gefahr für die Textilindustrie – Finanzielle Risiken,  
Stand der Praxis und Wege nach vorn** 59

Navya Bhayana und Laureline Josset

**Finanzielle Risiken durch Wohnhochwasser: Einbeziehung  
der Haushaltswahrnehmungen zum besseren Verständnis  
des Verhaltens** 105

James I. Price und Diane P. Dupont

**Wasserstewardship – Überbrückung der Wissens- und  
Finanzlücken** 143

Pratibha Singh, Nidhi Nagabhatla und Karin Kreutzer

<b>Ein Rahmen für die durch die globale Erwärmung verursachten extremen Wetter- und Wasserinvestitionsrisiken</b>	179
Quintin Rayer, Karsten Haustein und Pete Walton	
<b>(Investment) Strategien für Wasser-Risiko-Rendite-Modellierung und -Management</b>	
<b>Messung des Wasserrisikos: Die Herausforderungen für passive Indexinvestitionen</b>	221
Markus Barth	
<b>Nutzung des CWR APACCT 20 Index zur Neukalibrierung von chronischen Tailrisiken und Neubewertung von langfristigen Kapitalallokationsentscheidungen angesichts steigender Küstenbedrohungen</b>	251
Dharisha Mirando, Debra Tan und Chien Tat Low	
<b>Wasserneutralität in Investmentportfolios</b>	285
Nadja Franssen	
<b>Wasser zählt – Integrierte Risiko-Rendite- und wissensbasierte Modelle für Wasserinvestitionen (Das Modell von Aqua for All)</b>	317
Josien Sluijs, Blanca Méndez und Dieter Gramlich	
<b>Wasserrisiko von Immobilien: Eine Einführung in die Climanomics-Plattform</b>	357
Isabelle Jolin und Maya Michaeli	
<b>Das Wasser-Kreditrisiko-Tool und die Unternehmenssensitivität gegenüber dem Schattenpreis von Wasser</b>	379
Dieter Gramlich und Henrik Ohlsen	

## NOTIZEN ZU DEN BEITRAGENDEN

**Markus Barth** CFA ist ein erfahrener Investmentexperte und ein Pionier im Indexbereich. Er hat im Laufe seiner über 30-jährigen Karriere in der Finanzdienstleistungsbranche hunderte von äußerst erfolgreichen proprietären Indizes entworfen, entwickelt und eingeführt. Im Juni 2019 gründete er Anatase Ltd. als unabhängige Beratungsfirma, um seine umfangreiche Expertise in der Indexentwicklung, bei strukturierten Produkten und Investmentlösungen weltweit anzubieten. Bevor er Anatase gründete, war er von 2002 bis 2019 Globaler Leiter der Systematischen Indizes bei der Deutschen Bank und DWS sowie Globaler Leiter der Internationalen Quantitativen Forschung bei Merrill Lynch.

**Navya Bhayana** ist eine Studentin im Abschlussjahr an der National University of Juridical Sciences, Kolkata, Indien, die mit dem Aditya Birla Stipendium Jura studiert. Sie arbeitet als Graduate Student Researcher am Columbia Center on Sustainable Investment, in enger Zusammenarbeit mit dem Columbia Water Center, wo sie Probleme im Zusammenhang mit der Berichterstattung über die Wasserqualität und Standards in verschiedenen Industriezweigen analysiert. Sie ist fasziniert von den Maßnahmen, die Unternehmen ergreifen, um ihre Strategien mit den SDGs in Einklang zu bringen, und arbeitet daran, die Angemessenheit der von Unternehmen angenommenen Berichtsformate zur Messung, Überwachung und Offenlegung ihrer ESG-Leistung zu untersuchen.

**Diane P. Dupont** ist eine Professorin im Bereich Wirtschaft an der Brock University, wo sie von 2006 bis 2009 den Kanzlerstuhl für Forschungsexzellenz innehatte. Ihre Arbeit wurde von dem Canadian Water Network, SSHRC, CIHR, Health Canada, Environment Canada und der Donner Foundation finanziert. Sie arbeitet mit Forschern aus anderen Bereichen sowie mit Forschern aus ganz Kanada, den Vereinigten Staaten, England und Australien zusammen.

Ihr aktuelles Forschungsprogramm konzentriert sich darauf, Möglichkeiten zu untersuchen, um eine effizientere und nachhaltigere Nutzung von Wasserressourcen sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite zu fördern. Auf der Angebotsseite untersucht sie Faktoren, die dabei helfen zu identifizieren, welche Wasserwerke am effizientesten und nachhaltigsten arbeiten. Auf der Nachfrageseite hat sie eine Reihe von Bewertungsstudien außerhalb des Marktes durchgeführt, um den Wert von guter Wasserqualität zu bestimmen, wie er sich auf die Wahrnehmung der Gesundheitseffekte von Leitungswasser bei Einzelpersonen bezieht.

Professor Dupont war die gewählte Forschungsvertreterin im Vorstand des Canadian Water Network (2010–2012). Sie ist auch Mitglied des Vorstands der North American Association of Fisheries Economists und war Mitglied (und ein Jahr lang Vorsitzende) des Wissenschaftlichen Beirats des WorldFish Centre, Penang, Malaysia. Davor war sie Mitglied des Exekutivrats der Canadian Economics Association und Mitglied des Beurteilungsausschusses für Sozialwissenschaften und Geisteswissenschaften (Wirtschaft). Sie hat als stellvertretende Redakteurin für die *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* und *Society and Natural Resources* gedient und ist derzeit stellvertretende Redakteurin für das *Canadian Water Resources Journal*, *Water Resources Research* und *Water Resources & Economics*.

**Charlotte Esme Frank** hat ihr Bachelor-Studium in Geisteswissenschaften an der Carleton University, Ottawa, abgeschlossen. Sie hat einen M.A. in Englischer Literatur und Kreativem Schreiben von der Concordia University, Montreal, wo sie Forschungsassistentin an der John Molson School of Business ist. Derzeit schließt sie einen Ph.D. in englischer Literatur an der McGill University ab.

**Nadja Franssen** arbeitet seit 2020 als verantwortliche Investmentbeauftragte im Nachhaltigkeits- und Strategieteam bei Cardano-ACTIAM. Ihr Schwerpunkt liegt auf der Überprüfung von Unternehmen und der

Entwicklung von Richtlinien. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit liegt auf wasserbezogenen Risiken und Chancen. Sie hat kürzlich an der Aktualisierung der Wasserpolitik von ACTIAM gearbeitet und zur Veröffentlichung von Thought-Leadership-Artikeln und Berichten zu diesem Thema beigetragen.

Bevor sie zu Cardano-ACTIAM wechselte, arbeitete sie als Portfoliomanagerin für sozial verantwortliches Investieren bei SPF Beheer, wo sie für die Entwicklung und Implementierung der Strategie für sozial verantwortliches Investieren verantwortlich war, finanzielle Analysen erstellte und zur Auswahl und Überwachung externer Manager im Bereich des Impact-Investing beitrug.

Nadja hat einen M.B.A. in „Finanzwesen und Verantwortungsvolle Investitionen“ von der Sustainability Management School in Gland und einen M.Sc. Abschluss in „Öffentliche Politik und Humane Entwicklung“ an der United Nations University – MERIT in Maastricht, Maastricht Graduate School of Governance in Zusammenarbeit mit der United Nations University.

**Dieter Gramlich** ist Professor für Bank- und Finanzwesen an der DHBW – Baden-Württemberg Cooperative State University in Heidenheim, Deutschland, wo er als Leiter des Studiengangs Bank tätig ist. Er studierte zuvor an der Universität Mannheim und war Vertretungsprofessor und Inhaber des Lehrstuhls für Bank- und Finanzwesen an der Universität Halle. Seine Forschung konzentriert sich auf nachhaltiges Finanzmanagement.

**Karsten Hauste** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Meteorologischen Institut der Universität Leipzig, Deutschland. Er verknüpft extreme Wetterereignisse und den Verlust der Biodiversität mit vom Menschen verursachten Klimaveränderungen. Eine Schlüsselfrage, die er zu beantworten versucht, ist, inwieweit beobachtete Veränderungen auf anthropogene Ursachen zurückzuführen sind. Zuvor hat er als Postdoktorand am GERICS (Deutsches Klimaservicezentrum Hamburg) sowie am Environmental Change Institute (ECI) der Universität Oxford gearbeitet. Am ECI Oxford half er bei der Entwicklung des Rapid Event Attribution Frameworks, der heute allgemein als World Weather Attribution bekannt ist.

**Isabelle Jolin** (B.Comm. 2018, M.Sc. 2021), eine zweifache Absolventin der John Molson School of Business, ist Spezialistin für

Wohnimmobilien und Asset Management bei Ivanhoé Cambridge. Nach Abschluss ihres Bachelor-Studiums begann sie bei Ivanhoé Cambridge zu arbeiten, während sie einen Master in Finanzen verfolgte. Sie verwaltet nun eine Vielzahl von Wohnprojekten über Portfolios in den gesamten Vereinigten Staaten, insbesondere in New York City und dem Sunbelt. Sie ist sehr leidenschaftlich in Bezug auf Nachhaltigkeit, ein zentrales Konzept in ihrem Investitions- und Asset-Management-Ansatz.

**Laureline Josset** Als Associate Research Scientist am Columbia Water Center ist sie spezialisiert auf die Quantifizierung von Risiken aufgrund unsicherer Klima- und Datenlage bei informationsgestützten Entscheidungen. In Zusammenarbeit mit Akteuren aus Regierungsbehörden, NGOs und Interessengruppen, der Finanzindustrie, bewertet sie Wasserdatenbedürfnisse, Verfügbarkeit, Lücken und Verzerrungen und untersucht die damit verbundenen regulatorischen, infrastrukturellen und finanziellen Konsequenzen. Ihre Arbeit hat sie dazu veranlasst, die Bildungsbedürfnisse für bessere Wasserdatenpraktiken zu berücksichtigen, für Gymnasiasten, Praktiker, politische Entscheidungsträger und Akademiker. Bevor sie an die Columbia University kam, erwarb sie einen Bachelor- und Masterabschluss in Physik an der EPFL (CH) und einen Dokortitel in Erdwissenschaften an der Universität Lausanne (CH). Sie unterrichtet im Sustainable Management Programm Kurse zu Wasseranalysesystemen und Grundwassermanagement mit besonderem Schwerpunkt auf konzeptioneller Modellierung und Systemdenken.

**Karin Kreutzer** hält den Lehrstuhl für Social Business an der EBS Universität. Darüber hinaus ist Professor Kreutzer Leiter des EBS Impact Instituts und Vize-Dekanin für Forschung.

Ihre Forschung konzentriert sich auf soziale Geschäftsmodelle, strategische Partnerschaften zwischen Unternehmen und NGOs sowie Fragen des strategischen Managements und der Innovation in gemeinnützigen Organisationen. Sie promovierte an der Universität St. Gallen und studierte International Business an den Universitäten Passau und Parma. An der Bocconi Universität in Mailand absolvierte sie einen Master in der Verwaltung von gemeinnützigen Organisationen. Sie hat für internationale NGOs in Deutschland und Italien gearbeitet und sitzt im Aufsichtsrat verschiedener großer sozialer Unternehmen in Deutschland. Sie unterrichtet Kurse auf Bachelor-, Master- und Doktorandenebene in Programmen für Betriebswirtschaft, Corporate Social Responsibility, soziales Unternehmertum und qualitative Forschungsmethoden.

**Chien Tat Low** leitet die geospatiale Analysearbeit von CWR, die dazu verwendet wird, Risikohotspots zu identifizieren, um eine bessere Resilienz zu planen. Seine 3D-Überschwemmungskarten haben viele Unternehmen und Banken dazu veranlasst, ihr Exposure durch Küstenbedrohungen zu bewerten, und seine Modelle wurden in den Jahresberichten einer Reihe von börsennotierten Unternehmen aufgenommen. Seine Arbeit wurde auch von Mainstream-Medien wie Bloomberg TV und SCMP zitiert. Lows geospatiale Modelle waren ein wichtiger Input für den bahnbrechenden CWR APACCT 20 Index, der Küstenbedrohungen in 20 Städten im APAC bewertet. Derzeit leitet er die Re-IMAGINE Hongkong (HK) Initiative von CWR und sitzt in der Lenkungsgruppe von HKUST *Shaping a Sustainable Northern Metropolis* um die „*low-regret Adaptation*“ in HK gegen Küstenbedrohungen voranzutreiben.

Low glaubt, dass wir kreativ denken müssen, um das Bewusstsein für den Klimawandel zu schärfen, und hat daher bei CWR eine wichtige Rolle bei der Integration von bildender Kunst und Wissenschaft in verschiedenen gemeinsamen Projekten mit Institutionen wie dem Museum für Klimawandel der CUHK, dem M+ Museum und dem HK Ballett gespielt. Er setzt sich auch für eine „ungewöhnliche Bildung“ ein und hat einen Wasser-bezogenen Lehrplan für ein M.Sc. in Investment Management-Programm und einen Klima-Hackathon-Workshop für HKUST entworfen. Als zertifizierter GIS-Profi hat er auch GIS-Module an Universitäten unterrichtet. Low hat einen Ph.D. und vor seinem Eintritt bei CWR ein Postdoktorandenstipendium an der HKU absolviert. Seine geografische Forschung ist in mehreren prominenten internationalen begutachteten Zeitschriften und Buchkapiteln veröffentlicht.

**Blanca Méndez** ist Kommunikationsmanager bei Aqua for All.

Seit mehr als 25 Jahren leitet sie die Gruppenkommunikation internationaler Unternehmen, hauptsächlich im privaten Sektor. In den letzten 15 Jahren hat sie im Bereich Impact Investing und Venture Philanthropy gearbeitet und finanzielle Institutionen, nachhaltige Landwirtschaft, fairen Handel, Wasser- und Sanitärversorgung sowie erneuerbare Energien weltweit finanziert.

Blanca absolvierte ihren Bachelor und Master in Kommunikationswissenschaften in Peru. Sie hat einen M.Sc. in Unternehmenskommunikation von der Rotterdam School of Management, Erasmus Universität. Darüber hinaus hat sie einen Abschluss in Genderstudien und digitalem

Marketing. Sie ist auch zertifiziert in Change Management und als Lean Six Sigma Green Belt.

Sie hat auch umfangreiche Erfahrung in der Vertretung von Menschen- und Frauenrechten sowie Umweltfragen. Sie setzt sich leidenschaftlich für Geschlechtergleichheit, Vielfalt und Inklusion ein. Neben ihrer Arbeit für Aqua for All ist sie derzeit Mitglied des Aufsichtsrats Wo = Men, Dutch Gender Platform.

**Maya Michaeli** arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät Finanzen an der Concordia Universität (John Molson School of Business), Montreal. Sie hat eine natürliche Leidenschaft für Finanzmärkte und die Zukunft nachhaltiger Investitionen und hat an zahlreichen Forschungsprojekten in diesen Bereichen mitgewirkt.

**Dharisha Mirando** stammt aus der Finanzbranche und leitet CWRs Engagements im Zusammenhang mit der Bewertung von Wasserrisiken. Sie trat dem Team bei, weil sie glaubt, dass Klima- und Wasserfaktoren von der Finanzbranche heruntergespielt werden. Seit ihrem Beitritt hat sie Berichte mit Manulife Asset Management, der Asia Investor Group on Climate Change und CLSA veröffentlicht, wie Wasser- und Klimarisiken Anlageportfolios beeinflussen können, und wie man Maßnahmen ergreifen kann, um diese zu bewältigen, bevor es zu spät ist. Sie hat auch auf mehreren Finanzkonferenzen gesprochen und Treffen mit Investoren über Wasser- und Klimarisiken in Asien abgehalten. Sie hofft, einen Konsens darüber zu schaffen, wie man Wasserrisiken bewertet, die Lücke zwischen Finanzen und Wissenschaft zu schließen und mit Investoren zusammenzuarbeiten, um diese Risiken zu berücksichtigen. Dies könnte auch dazu führen, dass innovative Green Finance-Instrumente häufiger eingesetzt werden.

Bevor sie zu CWR kam, arbeitete sie im Investmentteam eines ausschließlich auf öffentliche Aktien spezialisierten Fonds. Sie hat auch im Bereich der Impact-Investitionen in London und Singapur gearbeitet, wo sie technische Unterstützung für Sozialunternehmen leistete, ihnen dabei half, Eigenkapitalinvestitionen zu erhöhen, und ein Schuldenportfolio verwaltete.

**Nidhi Nagabhatla** ist Senior Fellow und Cluster-Koordinatorin für Natur, Klima & Gesundheit an der United Nations University (CRIS) in Belgien. Als Spezialistin für Nachhaltigkeitswissenschaften und Systemanalystin mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung hat sie transdisziplinäre

Projekte in verschiedenen geographischen Regionen wie Asien, Afrika, Europa und Amerika geleitet, koordiniert und umgesetzt, in Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen und führenden Forschungs- und Kapazitätsentwicklungsinstitutionen. Sie ist auch mit der Oxford University (UK) und der Leibniz Universität (Deutschland) verbunden. Sie ist Adj/Associate Professorin an der School of Earth, Environment & Society an der McMaster University, Kanada, Gastprofessorin an der Universidad Mayor de San Andrés, Bolivien, und Gastprofessorin an der Imo State University, Nigeria. Sie hat mehr als 200 Arbeiten (Zeitschriften, Kapitel, technische Berichte) veröffentlicht.

**Henrik Ohlsen** ist seit 2012 Mitglied des Vorstands von VfU e.V. Dort koordiniert er das Verbandsnetzwerk der 50+ Finanzinstitutionen in verschiedenen Funktionen. Er überwacht und moderiert verschiedene Projekte und Arbeitsgruppen oder Foren zu Fragen der Integration von Nachhaltigkeitskriterien in Finanzentscheidungsprozesse. Kürzlich (2017–2019) leitete er auch ein Teilprojekt des Gemeinschaftsprojekts CARIMA „Carbon Risk Management und Financed Emissions – Quantifizierung, Management und Berichterstattung von Kohlenstoffrisiken.“ Zuvor leitete er zusammen mit Kollegen von UNEP FI und GIZ ein Projekt-Konsortium zur Entwicklung eines Ansatzes zur Analyse und Bewertung von Wasserrisiken im Kreditsektor, mit dem Wasserrisiken mit dem Werkzeug „Total Economic Value (TEV)“ bewertbar und kalkulierbar gemacht werden können.

Bevor er zum VfU kam, arbeitete er im Bereich des Umweltmanagements bei der Stadt München und bei der Beratungsfirma imu Augsburg GmbH. Er hat einen Universitätsabschluss (M.A.) in Politikwissenschaft und internationalem Recht, mit Spezialisierung auf Governance-Forschung.

**James I. Price** ist Assistenzprofessor und Umweltökonom an der School of Freshwater Sciences, University of Wisconsin – Milwaukee. Er war zuvor Postdoktorand und Forschungstipendiat an der U.S. Environmental Protection Agency, der Brock University und der University of British Columbia – Okanagan und hält Master- und Dokortitel in Wirtschaftswissenschaften von der University of New Mexico, mit Schwerpunkten in Wirtschaftstheorie, Umwelt- und Ressourcenökonomie und Ökonometrie. Seine Forschung konzentriert sich auf die Bewertung von Nicht-Markt-Werten und die Modellierung von städtischem Wasser, einschließlich Fragen zum Schutz von Quellwasser, zur Wasserqualität vor

Ort, zur Trinkwasserqualität, zur Kleinbewässerung, zum Wasserbedarf der Haushalte und zu städtischen Überschwemmungen. Er hat umfangreiche Erfahrung mit interdisziplinären Umgebungen und in der Zusammenarbeit mit Partnern aus lokalen Regierungsbehörden und Forschungsinstituten.

**Quintin Rayer** hat fast zehn Jahre lang für Aktuar- und Investmentberatungsfirmen sowie eine multinationale europäische Bank gearbeitet. Projekte umfassten die umfangreiche und innovative Entwicklung von quantitativen Fondsauswahl- und Analysetechniken, Risikoüberwachung und Portfoliooptimierung, einschließlich interner Schulungen für Analysten und Relationship Manager. Darüber hinaus ist er ein Chartered Fellow des Chartered Institute for Securities and Investments, ein Chartered Wealth Manager und hat einen Physikabschluss vom Imperial College London und einen Dokortitel in Atmosphärenphysik von der Oxford University und ist Fellow des Institute of Physics. Er hat sein Wissen und seine Erfahrung in der computergestützten und analytischen Analyse aus der Kern- und Luft- und Raumfahrttechnik auf Bereiche in der Finanzwelt angewendet. Er hat auch die Sustainable Investment Professional Certification (SIPC) an der John Molson Business School abgeschlossen und wurde damit der erste Absolvent dieses Programms auf den Kanalinseln und der zweite in Großbritannien. Im Januar 2017 trat er PI Investment Management Ltd bei und begründete deren ethische und nachhaltige Anlagestrategie.

**Pratibha Singh** hat fast ein Jahrzehnt ihrer Karriere damit verbracht, mit NGOs, Think Tanks und Verbänden in Indien, Thailand und Deutschland zu Themen wie Geschlechtergleichheit, Klimawandel, Migration, Konfliktmanagement und nachhaltige Entwicklung zu arbeiten. Sie ist erfahren in der Erstellung von Inhalten und Storytelling und hat rund 40 Artikel, Buchkapitel, Kurzberichte und Papiere veröffentlicht. Sie hat zwei Masterabschlüsse in Gender- & Entwicklungsstudien & Öffentlicher Politik. Derzeit zielt sie darauf ab, den positiven Einfluss von Finanzinstitutionen im Einklang mit der Agenda 2030 bei Agents for Impact zu maximieren, wo sie als SDG Rating Analystin arbeitet. Gleichzeitig promoviert sie an der EBS Universität für Wirtschaft und Recht über Nachhaltigkeitsübergänge in kleinen und mittleren Städten des Globalen Südens.

**Josien Sluijs** ist seit 2019 Geschäftsführerin bei Aqua for All und seit über 19 Jahren im Bereich der inklusiven Finanzierung tätig. In ihrer früheren Position als Direktorin von NpM, Plattform für inklusive Finanzierung, war sie verantwortlich für die Vertretung des niederländischen Sektors für inklusive Finanzierung und förderte die Zusammenarbeit, Wissensentwicklung und den Austausch unter den Mitgliedern von NpM.

Vor NpM hatte sie eine leitende Position bei Rabo Development inne. Sie war verantwortlich für die Umstrukturierung von ländlichen Banken im Nahen Osten und in Asien. Sie war auch verantwortlich für verschiedene Beratungsverläufe für internationale Organisationen, wie die Internationale Finanzkorporation (IFC) und Forschungsprojekte in Bezug auf Value Chain Finance. Andere Funktionen, die sie bei Rabobank International innehatte, waren Projektmanagerin für Verbriefung und Kreditstrukturierer für Lebensmittel und Agribusiness.

Für das Welternährungsprogramm (WFP) in Indien führte sie eine Bewertung durch und beriet das WFP zum Mutter-und-Kind-Programm.

**Debra Tan** leitet das CWR-Team und hat die CWR-Marke von einer Idee zu einem führenden Unternehmen im Bereich Wasserrisiko weltweit gesteuert. Berichte, die sie für und mit Finanzinstitutionen verfasst hat, die die Auswirkungen von Wasserrisiken auf die Energie-, Bergbau-, Agrar- und Textilindustrien analysieren, wurden als bahnbrechend und entscheidend für das Verständnis nicht nur Chinas, sondern auch zukünftiger globaler Wasserprobleme angesehen. Einer davon führte dazu, dass die Modeindustrie CWR als Finalist für die Global Leadership Awards in Sustainable Apparel nominierte; ein anderer hilft, einen Konsens über die Bewertung von Wasserrisiken zu erzielen. Sie ist eine produktive Rednerin zum Thema Wasserrisiko, hält Hauptvorträge, nimmt an Podiumsdiskussionen bei Wasserpreis-Seminaren, zahlreichen Investoren- & Industriekonferenzen sowie G2G- und akademischen Foren teil.

Bevor sie sich in das „Wasser“ wagte, arbeitete sie im Finanzsektor und verbrachte über ein Jahrzehnt als Wirtschaftsprüferin und Investmentbankerin mit Spezialisierung auf M&A und strategische Beratung. Sie verließ das Bankwesen, um ihr Interesse an der Fotografie zu verfolgen und organisierte auch philanthropische und luxuriöse Urlaube für ein kleines, aber globales privates Mitglieder-Reisenetzwerk. Sie hat in

Peking, HK, KL, London, New York und Singapur gelebt und gearbeitet und verbringt ihre Freizeit mit der Erkundung von Gletschern in Asien.

**Thomas Walker** ist Professor für Finanzen und Concordia University Research Chair in Emerging Risk Management an der Concordia University, Montreal, Kanada. Vor seiner akademischen Laufbahn arbeitete er im deutschen Beratungs- und Industriesektor bei Mercedes Benz, Utility Consultants International, Lahmeyer International, Telenet und KPMG Peat Marwick.

**Pete Walton** ist der Impact Translation Fellow beim UK Climate Resilience Programme, University of Leeds, der Methoden entwickelt, wie die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Programm in die Politik und Entscheidungsfindung, insbesondere auf nationaler Ebene, umgesetzt werden können. Zuvor hat er beim UK Climate Impacts Programme, University of Oxford, gearbeitet und bringt 14 Jahre Erfahrung in der Anpassungswelt mit, in der er die Beteiligung von Stakeholdern an der Anpassungswissenschaft zum Klimawandel erforscht und unterstützt hat. Anfangs geschah dies mit den UK Climate Projections und in jüngster Zeit mit der Wissenschaft der extremen Wetterereignis-Attribution. Dies folgte auf die Fertigstellung seiner Doktorarbeit, die untersuchte, wie die Klimawissenschaft erfolgreicher an Nicht-Akademiker mit Hilfe von Online-Technologien kommuniziert werden kann. Er ist ein qualifizierter Lehrer mit über zwanzig Jahren Erfahrung im Unterrichten auf Schul- und Universitätsebene. Seine Forschung hat ihm die Möglichkeit gegeben, seinen Hintergrund als Umweltgeograph mit seinem Interesse an der Rolle von Technologien als Werkzeuge zur Beteiligung zu verknüpfen.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

## **Wasser-Risiko-Rendite-Modellierung und -Management: Bedrohungen und Chancen**

- Abb. 1 Die komplexe Natur von Wasserrisiken: Wechselwirkungen zwischen Ökologie, Wirtschaft, Gesellschaft und Finanzen 7

## **Veränderungen im Wasserkreislauf in einer sich erwärmenden Welt: Der wissenschaftliche Hintergrund**

- Abb. 1 Darstellung des aktuellen Wasserkreislaufs basierend auf den IPCC Bewertungen (Abbott et al., 2019; Rodell et al., 2015; Trenberth et al., 2011) mit Anpassungen für Grundwasserflüsse (Luijendijk et al., 2020; Zhou et al., 2019), saisonalem Schnee (Pulliainen et al., 2020) sowie Ozean-Niederschlag und -Verdunstung (Allan et al., 2020; Gutenstein et al., 2021; Stephens et al., 2012) (Quelle: IPCC – Arbeitsgruppe 1 [2021; Abb. 8.1]) 27
- Abb. 2 Klimatische Treiber von Dürre, Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit und Folgen. Plus- und Minuszeichen kennzeichnen die Richtung der Veränderung, die Treiber auf Faktoren wie Schneedecke, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit und Wasserspeicherung haben. Die drei Haupttypen von Dürre sind aufgeführt, zusammen mit einigen möglichen Umwelt- und sozioökonomischen Auswirkungen von Dürre (unten) (Quelle: IPCC – Arbeitsgruppe 1 [2021; Abb. 8.6]) 37

- Abb. 3     Synthese der Bewertung der beobachteten Veränderung in starkem Niederschlag und Vertrauen in den menschlichen Beitrag zu den beobachteten Veränderungen in den Regionen der Welt (Quelle: IPCC [2021; Abbildung SPM.3 Panel (b)]) 42

### **Wasser: Gefahr für die Textilindustrie – Finanzielle Risiken, Stand der Praxis und Wege nach vorn**

- Abb. 1     Wasserrisiken, die mit den Stadien des Lebenszyklus von Textilien verbunden sind 61

### **Wasserstewardship – Überbrückung der Wissens- und Finanzlücken**

- Abb. 1     Abbildung der Akteure im Wasser Stewardship-Programm. (Quelle: Zusammenstellung der Autoren) 162

### **Ein Rahmen für die durch die globale Erwärmung verursachten extremen Wetter- und Wasserinvestitionsrisiken**

- Abb. 1     Rahmen für hypothetische Klimahaftung. Entwickelt aus Rayer et al. (2021b). Für jedes Element sind die relevanten Abschnittsnummern im Text in Klammern angegeben, z. B. [3.1] 183

### **Nutzung des CWR APACCT 20 Index zur Neukalibrierung von chronischen Tailrisiken und Neubewertung von langfristigen Kapitalallokationsentscheidungen angesichts steigender Küstenbedrohungen**

- Abb. 1     Breit gefächerte Beiträge zum CWR APACCT 20 Index von über 100 Finanzfachleuten (*Quelle* Diese Diagramme sind aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen) 256
- Abb. 2     Geschätzte Wahrscheinlichkeit von globalen Erwärmungsszenarien – Antworten von über 100 Finanzfachleuten (*Quelle* Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen) 257

Abb. 3	Einbeziehung des Meeresspiegelanstiegs in die Finanzbewertung – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	258
Abb. 4	Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen von Küstenbedrohungen – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	259
Abb. 5	Sorgen über die Auswirkungen des SLR zu Beginn und am Ende der Umfrage – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Grafik ist aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	261
Abb. 6	Von SLR betroffenes Land bei verschiedenen Temperaturszenarien im Fall von Bangkok und Tianjin ( <i>Quelle</i> Diese Diagramme wurden aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	262
Abb. 7	Zustimmung zu Regierungsmaßnahmen zur Bewältigung von Küstenbedrohungen – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	264
Abb. 8	Arten von Regierungsmaßnahmen, die in einen Küstenbedrohungsindex aufgenommen werden sollen – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	265
Abb. 9	In den CWR APACCT 20 Index aufgenommene Städte ( <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	266
Abb. 10	Bevölkerung und BIP in den 20 Städten des CWR APACCT 20 Index, die durch den SLR gefährdet sind ( <i>Hinweis</i> Die Auswirkungen auf die Bevölkerung basieren auf Schätzungen für 2020 und berücksichtigen kein weiteres Bevölkerungswachstum und Zunahmen/Abnahmen der Urbanisierung in der Zukunft. Weitere Details finden Sie in CWR (2020a). <i>Quelle</i> Diese Grafik wurde aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	267

Abb. 11	Stadtrankings im CWR APACCT 20 Index mit und ohne staatliche Maßnahmen ( <i>Quelle</i> Diese Grafik ist aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	270
Abb. 12	Einbezogene SLR-Stufen für die Modellierung von Überschwemmungen und Präferenzen – Antworten von über 100 Finanzfachleuten ( <i>Quelle</i> Diese Diagramme wurden aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	272
Abb. 13	Überschwemmungen durch den einbezogenen Meeresspiegelanstieg in Hongkong—NASA SRTM-30 m (links) versus Hongkong DTM (rechts) Modell ( <i>Quelle</i> Diese Diagramme wurden aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	274
Abb. 14	Staatliche Anpassungskategorien und Indikatoren im CWR APACCT 20 Index ( <i>Quelle</i> Diese Tabelle ist aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	276
Abb. 15	Gewichtungen der staatlichen Anpassungskategorien im CWR APACCT 20 Index ( <i>Quelle</i> Diese Grafik ist aus CWR (2020a) für die Verwendung in diesem Kapitel mit Genehmigung von China Water Risk entnommen)	277

### **Wasserneutralität in Investmentportfolios**

Abb. 1	Sicherer und gerechter Bereich für die Menschheit in der Doughnut-Ökonomie. ( <i>Quelle</i> ACTIAM (2021a))	286
Abb. 2	Planetare Grenzen. ( <i>Quelle</i> Stockholm Resilience Centre (2022))	287
Abb. 3	Zwei Aspekte der Wasserneutralität. ( <i>Quelle</i> Eigene Darstellung)	294
Abb. 4	Portfolio-Wasser-Fußabdruck. ( <i>Quelle</i> ACTIAM (2017))	297
Abb. 5	Portfolio Wasserqualitäts-Fußabdruck. ( <i>Quelle</i> Eigene Darstellung)	299
Abb. 6	Minderungshierarchie von wasserbezogenen Risiken und Auswirkungen. ( <i>Quelle</i> Eigene Darstellung, basierend auf der Arbeit von Hoekstra et al. (2011) und CSBI (2015))	302
Abb. 7	Wasser-Fußabdruck einschließlich positiver Unternehmensauswirkungen ( <i>Quelle</i> Eigene Darstellung)	308

**Wasser zählt – Integrierte Risiko-Rendite- und wissensbasierte Modelle für Wasserinvestitionen**

Abb. 1	WASH-Rahmen von Aqua for All	322
Abb. 2	WASH-Kreditfazilität als integratives Modell – Zusammenarbeit von Aqua for All und Sidian Bank	344
Abb. 3	Das Naivasha Ushirika Water Project (NUW-Projekt) – Partnerschaft zwischen Family Bank und Aqua for All	346

**Wasserrisiko von Immobilien: Eine Einführung in die Climatic-Platform**

Abb. 1	Entwicklung 2020–2100 des relativen Wasserrisikos nach Anlageklasse (% des Vermögenswertes)	372
Abb. 2	Entwicklung 2020–2100 des relativen Wasserrisikos nach REIT (% des Vermögenswertes)	373
Abb. 3	Verteilung der MAAL von Boston Properties über die Zeit nach Eigentum	374
Abb. 4	Verteilung des MAAL von Hudson Boulevard 3 + nach Wassergefahr	374

**Das Wasser-Kreditrisiko-Tool und die Unternehmenssensitivität gegenüber dem Schattenpreis von Wasser**

Abb. 1	Mögliche Exposition durch Wasser als Differenz zwischen Schattenpreis und Marktpreis ( <i>Quelle</i> : Eigene Darstellung basierend auf Ridley und Boland (2015b, S. 10))	384
Abb. 2	Schattenpreis des Wassers im Konzept des Total Economic Value als Kombination von wirtschaftlichem, ökologischem und gesellschaftlichem Wert	385
Abb. 3	Struktur des GIZ/NCD/VfU Wasser-Kreditrisiko- (WCR-) Tools	388
Abb. 4	Unternehmen geordnet nach dem Verhältnis des EBITDA/ Umsatz vor und nach Einbeziehung eines Schattenpreises für Wasser (SPW). Höhere Werte bedeuten höheres Risiko. ( <i>Quelle</i> : Daten von 2013. Darstellung basiert auf Daten von GIZ et al. (2015))	389
Abb. 5	Analyse der Wasserrisikosensitivität von Unternehmen – Sensitivität gegenüber Veränderungen im Betrieb	393
Abb. 6	Zusammensetzung des Stromerzeugungssportfolios von Eskom 2013 und 2020 ( <i>Quelle</i> : Daten von Eskom (2014, 2021))	397

- Abb. 7 Betriebsländer von Femsa, 2013 und 2020—Grundwasserstress-Prognosen in einem Bereich von 0 bis 5 von WRI Aqueduct (im Jahr 2013 betätigte sich Femsa noch nicht in Chile, Ecuador, den Vereinigten Staaten und Uruguay) 399

# TABELLENVERZEICHNIS

## **Wasser-Risiko-Rendite-Modellierung und -Management: Bedrohungen und Chancen**

Tab. 1	Möglichkeiten und Bedrohungen durch Wasserprobleme (finanzielle Perspektive). (Eigene Darstellung basierend auf Dumont-Bergeron & Gramlich [2021]; OECD [2022])	8
--------	---	---

## **Wasser: Gefahr für die Textilindustrie – Finanzielle Risiken, Stand der Praxis und Wege nach vorn**

Tab. 1	Finanzielle Risiken und ihre Risikoprofil-Dimensionen als Funktion von Wasserrisiken	66
--------	--	----

## **Finanzielle Risiken durch Wohnhochwasser: Einbeziehung der Haushaltswahrnehmungen zum besseren Verständnis des Verhaltens**

Tab. 1	Merkmale der kanadischen Bevölkerung und der Umfrageteilnehmer	114
Tab. 2	Beschreibende Statistiken	121
Tab. 3	Ergebnisse für das Hurdle-Modell des wahrgenommenen Überschwemmungsrisikos	123
Tab. 4	Ergebnisse für Modelle zur Minderung des Flutrisikos ohne Versicherung nach Befragten mit Null- und Nicht-Null-Wahrnehmung des Flutrisikos	126

Tab. 5	Ergebnisse für Versicherungsmodelle nach Befragten mit Null und Nicht-Null wahrgenommenem Überschwemmungsrisiko	130
--------	---	-----

### **Wasserstewardship – Überbrückung der Wissens- und Finanzlücken**

Tab. 1	Arten von Finanzierungsmechanismen	148
Tab. 2	Initiativen, Labels und Zertifizierungen für Wasserstewardship	165

### **Messung des Wasserrisikos: Die Herausforderungen für passive Indexinvestitionen**

Tab. 1	Maximale und minimale gemeldete Rohwasser-Metriken (31. Dezember 2021)	231
Tab. 2	Maximale und minimale gemeldete Wasser-Nutzungsintensität (31. Dezember 2021)	232
Tab. 3	Kriterien für den Auswahlpool des TSC Water Security Index	236
Tab. 4	Ausschlussliste für Branchenaktivitäten des TSC Water Security Index	237
Tab. 5	Leistungsmerkmale des TSC Water Security Index	241
Tab. 6	Prozentuale Reduzierungen des Wasser- und Kohlenstoff-Fußabdrucks	242
Tab. 7	Historische Sektor-Expositionen des TSC Water Security Index	244

### **Wasser zählt – Integrierte Risiko-Rendite- und wissensbasierte Modelle für Wasserinvestitionen**

Tab. 1	Instrumente, die im innovativen Ansatz von Aqua for All verwendet werden	327
Tab. 2	SIINC-Metriken—Anwendung auf KWSH	335

### **Wasserrisiko von Immobilien: Eine Einführung in die Climanomics-Plattform**

Tab. 1	Zusammenfassung der wasserbezogenen physischen Gefahren in Climanomics	365
Tab. 2	Beschreibende Statistiken	371

**Das Wasser-Kreditrisiko-Tool und die Unternehmenssensitivität gegenüber dem Schattenpreis von Wasser**

Tab. 1	Betriebliche Sensitivität der EBITDA/Umsatz- (E/U) und Netto-Schulden/EBITDA- (N/E) Verhältnisse ohne Einbeziehung (n) und mit Einbeziehung (w) des SPW 2013 für die Geschäftsjahre (GJ) 2013 und 2020	395
Tab. 2	Preissensitivität der EBITDA/Umsatz- (E/U) und Netto-Schulden/EBITDA- (N/E) Verhältnisse zum SPW 2013 und SPW 2020	398
Tab. 3	Empfindlichkeit der EBITDA/Umsatz- (E/R) und Nettoverschuldung/EBITDA- (N/E) Verhältnisse gegenüber niedrigen (LO) und hohen (HI) Projektionen des SPW 2040 mit Bezug auf das Geschäftsjahr (GJ) 2020	402

# Einführung



# Wasser-Risiko-Rendite-Modellierung und -Management: Bedrohungen und Chancen

*Dieter Gramlich, Thomas Walker, Charlotte Esme Frank und  
Maya Michaeli*

Dieser Sammelband „Modellierung von Wasserrisiken: Entwicklung von Techniken zur Risiko-Rendite-Steuerung in der Finanzwelt und darüber hinaus“ befasst sich mit den Herausforderungen, die eine sich schnell verändernde Wasserumgebung für die Finanzmodellierung darstellt.

---

D. Gramlich  
DHBW – Baden-Württemberg Cooperative State University, Heidenheim,  
Deutschland  
E-Mail: [dieter.gramlich@dhbw-heidenheim.de](mailto:dieter.gramlich@dhbw-heidenheim.de)

T. Walker · M. Michaeli  
Concordia University, Montreal, Canada  
E-Mail: [thomas.walker@concordia.ca](mailto:thomas.walker@concordia.ca)

M. Michaeli  
E-Mail: [maya.michaeli@hotmail.com](mailto:maya.michaeli@hotmail.com)

C. Esme Frank (✉)  
McGill University, Montreal, Canada  
E-Mail: [charlotte.frank@carleton.ca](mailto:charlotte.frank@carleton.ca)

© Der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Nature Switzerland  
AG 2024

3

D. Gramlich et al. (Hrsg.), *Modellierung von Wasserrisiken*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-57553-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-57553-2_1)

Modellierungsherausforderungen entstehen sowohl aus der Übersetzung der vielfältigen physischen und Übergangseffekte des Wasserrisikos in einen monetären Rahmen als auch aus der Bewertung des Wasserrisikos für Finanzanlagen und -institutionen. Dieses Buch bietet eine Reihe von Rahmenbedingungen, die die Bewertung von wasserbezogenen Chancen und Risiken leiten sollen und bietet eine Vielzahl von Strategien zur Bewältigung dieser Herausforderungen. Die zugrunde liegenden Annahmen sind erstens, dass wasserbezogene Risiken in vielen Dimensionen existieren und mittel- und langfristig weiter zunehmen werden; zweitens, dass Veränderungen in den hydrologischen und meteorologischen Systemen mit mehreren damit verbundenen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Systemen interagieren und Rückkopplungen und Vorwärtskopplungen mit dem Finanzsystem erzeugen; und drittens, dass Veränderungen in der Wasserumgebung nicht nur als negativ oder gefährlich betrachtet werden sollten; vielmehr bieten sie auch Chancen, sich auf Situationen vorzubereiten, die potenzielle Risiken darstellen können. Der Begriff Wasserherausforderungen ist somit ein Synonym für wasserbezogene Chancen und Risiken zugleich.

## I WASSERBEZOGENE HERAUSFORDERUNGEN

Wasserbezogene Herausforderungen sind kürzlich als ein großes Risiko (WEF, 2021) aufgetaucht. Die abnehmende Verfügbarkeit und Qualität des Wassers sowie eine Zunahme wasserbezogener Extremereignisse (Dürren, Überschwemmungen) stellen erhebliche Bedrohungen für Gesellschaften, die Umwelt und die Wirtschaft dar. Veränderungen in hydrologischen und meteorologischen Bedingungen, mit nachfolgenden Auswirkungen auf die gesamte natürliche Umwelt, beeinflussen die Ernährung und Gesundheit des Menschen und wirken sich auf Produktionsketten und unsere Lebensweise aus (Howard & Livermore, 2021). Wasserrisiken beeinflussen auch den finanziellen Wert betroffener Vermögenswerte. Im Jahr 2022 berichtete das Carbon Disclosure Project (CDP) über einen potenziellen wasserbezogenen Wert im Risiko von etwa 225 Milliarden US-Dollar für 499 Top-öffentliche Unternehmen, die über das CDP berichten (CDP und Planet Tracker, 2022, S. 4). Im Zeitalter des Klimawandels können die wirtschaftlichen und sozialen Folgen des Wasserrisikos und ihre Wechselwirkung mit der Finanzwelt nur zunehmen.

Der Mangel an Zugang zu Süßwasser für industrielle und persönliche Nutzung sowie die Auswirkungen von Dürren, Überschwemmungen und Wasserverschmutzung sind keine neuen Probleme, doch sie verstärken sich angesichts des Klimawandels, Bevölkerungswachstums und rascher wirtschaftlicher Entwicklung (Veldkamp et al., 2015). Die am stärksten dem Wassermangel ausgesetzten Branchen sind Landwirtschaft, Energie, Bergbau und Fertigung (Ceres & GIWS, 2022). Ein aktueller Bericht von China Water Risk (CWR) weist darauf hin, dass der Anstieg des Meeresspiegels die zwanzig größten Städte Asiens schwer treffen wird (CWR, 2020).<sup>1</sup> Darüber hinaus erwarten die Vereinten Nationen (UN) aufgrund sich verschlechternder wirtschaftlicher und sozialer Bedingungen, dass Wasserknappheit bis 2030 700 Millionen Menschen verdrängen könnte (UN, 2020).

## 2 WECHSELWIRKUNGEN

Die grundlegenden Wechselwirkungen zwischen Wasser und der Wirtschaft sind gut dokumentiert (Russ, 2020; Zaveri et al., 2021). Der wirtschaftliche Einfluss von Veränderungen im Wasser in Bezug auf Menge und Qualität ist besonders hoch, wenn Wasser das Produkt selbst darstellt oder ein Hauptbestandteil von Produkten ist (z. B. Getränke), oder wenn es wichtig für den Produktions-/Kühlprozess eines Produkts ist (z. B. Bergbau, Chemikalien, etc.). Viele Unternehmen nutzen Grundwasser und Regenwasser in ihren eigenen Produktionsprozessen (z. B. Bewässerung in der Landwirtschaft) oder sind davon abhängig über die Produktionskette ihrer Lieferanten (Kühlkraftwerke für Energie). Wasser dient auch als Transportmittel, daher können niedrige Wasserstände in Flüssen und Kanälen den Schiffsverkehr einschränken. Schließlich können Wasserrisiken gleichzeitig negative Auswirkungen haben, zum Beispiel wenn unzureichende Wassermengen die Gewinnung von Erz einschränken, und der Mangel nicht durch höheren Wasserdruck ausgeglichen werden kann, weil die Stromversorgung ebenfalls eingeschränkt ist aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Kühlwasser.

Im Allgemeinen wird Wasser als „Connector“ betrachtet (Rudebeck & Breslin, 2021, S. 8): Wasser interagiert mit mehreren ökologischen und

<sup>1</sup> Siehe auch den Beitrag von CWR in Kap. 8 dieses Buches.