

Informationspapier zum Pilotprojekt SiSchöMo - einer Vereinbarung zwischen dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU) und dem Leichtweiß-Institut für Wasserbau (LWI) der Technischen Universität Braunschweig

Prof. Dr. rer. nat. habil. H.M. Schöniger
M.Sc. T. Langmann
Dez. 2021

Präambel

Zitiert man parallel zum „ersten Teil des Sechsten Sachstandsberichtes des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Weltklimarat 2021)“ die Expertengruppe der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Wasser 2020, „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ so werden zukünftige Handlungsfelder gesehen in:

- Bewässerung
 - Stadtentwässerung / Stadtklima (Stadt der Zukunft / ein Forschungsschwerpunkt der TUBS)
- und
- Einwirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf Flusssysteme bzw. Ästuare (F+E-Projekte des LWI der TUBS).

Bei einem Meeresspiegelanstieg von 50 cm bis zum Jahr 2100 würden global rd. 40-60 % der weltweiten Küstenfeuchtgebiete verloren gehen, zahlreiche urbane Räume bräuchten umfangreiche Schutzeinrichtungen, so die Befürchtungen vieler Wissenschaftler. Um verlässliche Einwirkungsprognosen zu generieren, müssen zugrundeliegenden Unsicherheiten, einschließlich der Unsicherheiten bei Daten, Methoden und Anpassungsszenarien, umfassender analysiert und diskutiert werden, z.B. in Anlehnung an Hinkel et al. 2021 (CFR Coastal Flood Risks & UNFCCC).

An den niedersächsischen Küsten stellen sich die zahlreichen Deich- und Entwässerungsverbände den Herausforderungen wie Küstenschutz, Binnenhochwasserschutz, Niederungsentwässerung und Gewässererhaltung, die Wasserversorger der Trinkwasserversorgung aus den Küstengrundwasserleitern. Die Küstenregelbauwerke in den Deichlinien, die Siel- und Schöpfwerke, regeln bei Sturmflut- und binnenseitigem Hochwasserereignissen, z.B. in Folge von Starkregenereignissen die strömenden Wassermassen gegen Nordsee und halten den Tidestrom von Meereseite auf.

Der zunehmende Meeresspiegelanstieg (und steigende Sturmflutwasserstände in Überlagerung mit der Tidedynamik), ein positiver Trend der Grundwasserneubildung durch aktuell infiltrierenden Niederschlag (und damit der Entwässerung) bei gleichzeitiger Abnahme des Grundwasserzustroms aus dem Hinterland und eine Häufung und Intensitätssteigerung von sommerlichen Starkregenereignisse bilden die dynamischen hydrologisch-hydraulischen Randbedingungen dieser Küstenbauwerke in der Deichlinie. Während hydrodynamische Modelle für die Ästuare und Küstengewässer (BAW) und deterministische Wasserhaushaltsmodelle und numerische Grundwassermodelle für die Binnen-Hydrosysteme vorhanden sind und auch zur Prognoserechnung mit

Klimamodellensembles zur Verfügung stehen, fehlt es aktuell immer noch an hydrometrischen Zeitreihen an den Küstenbauwerken zur Quantifizierung der Wasservolumenströme und der Wasserstände. Diese Messdaten bilden die Grundlage für die Kalibrierungs- und Validierungsprozesse der Prognosemodelle. Diese müssen fachwissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse (Prognosen) liefern, die den regionalen Akteuren des Wassersektors an die Hand gegeben werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen zu entwickeln. Ohne auf die physikalischen Modelle abgestimmte Messprogramme (Monitoring-Programme) sind Anpassungsstrategien an den Klimawandel und örtlich angepasste Hochwasserpräventionen schwierig zu entwickeln.

Bei einem zunehmenden Nutzungsdruck auf die Schöpfwerke mit immer kleiner werdenden Sielzeitfenstern zur passiven Binnenentwässerung könnten Leistungsüberprüfungen verbunden mit ggf. bautechnischen Erweiterung der Küstenbauwerken und dem Entwässerungsnetz einen wichtigen Beitrag leisten, eine vorausschauende Niederungsentwässerung und ein binnenseitiges Hochwassermanagement auch bei Klimawandelfolgen zu gewährleisten und somit eine Steigerung der Resilienz bewirken.

Als Entscheidungsgrundlage sind u.a. die Abfluss-/Durchflussprojektionen, Klimaprojektionen zum Küstenwasserhaushalt (ins besonders die Grundwassererneuerung), die Entwicklung der Süß-/Salzwasserfront und des zukünftigen Meeresspiegelanstiegs zu nennen. Denkt man an eine Quervernetzung von identifizierten Handlungsfeldern im Niedersächsischen Wasserkonzept, muss auch eine Nutzung von „überschüssigen“ Oberflächenwässern in den Küstenniederungen zur Deckung des zunehmenden Beregnungswasserbedarfs als Option diskutiert werden (Nutzung von binnenseitigen Hochwässern zur „Überbrückung“ von Hitze- und Dürreperioden).

Eine Relevanz des Pilotprojektes für die Forschung des Instituts, die Fakultät und den Forschungsschwerpunkt „Stadt der Zukunft“ liegt in einer zunehmenden wissenschaftlichen Befähigung, die Prognosefähigkeit der Einwirkungen des Klimawandels auf hoch sensible und komplexe Siedlungs- und Naturräume zu erhöhen. An der niedersächsischen Küste leben mehr als 1,7 Mio. Menschen; ca. 148 Mrd. Einheitswerte liegen im deichgeschützten Gebiet. Die Erfassung der Niederschlags-Abflussvorgänge unterschiedlicher Hochwasserarten und deren gezielte Steuerung unter Extrembedingungen (Hochwasserursprünge: Fluss- u. Küstenhochwasser) als zentraler Baustein der Klimafolgenanpassung ist für diesen Raum von zentraler Bedeutung. Für die deutsche Nordseeküste werden eine Verdopplung der Eintrittswahrscheinlichkeiten von 100-tägigen Niederschlagsereignisse für die Wintermonate (Deutschländer & Dalelane 2012, Arns et al. 2017, s. Anlage: Abb. 1) sowie zusätzlich ein Anstieg des mittleren Meeresspiegels prognostiziert, der sich mit Sturmfluten überlagern und diese so verstärken kann. Derzeit müssen allein in Ostfriesland mehrere Hundertmillionen (!) Kubikmeter Süßwasser über die Siele und Schöpfwerke in die Nordsee entwässert werden, mit steigendem Trend (s. Anlage: Abb. 2) und einem steigenden Energiebedarf. Diese künstliche Entwässerung ist aufgrund der topographischen Lage der Region (z. T. unter NN) und den zumeist sehr oberflächennahen Grundwasserständen zwingend erforderlich, auch um Überflutungen bei Starkregenereignissen zu verhindern. Zugleich unterliegen weite Teile der Küstenaquifere Ostfrieslands einer historisch bedingten Versalzung, welche die Nutzung der

Grundwasserressourcen bereits heute unmöglich macht. Heute noch nutzbare, süße Grundwasservorkommen werden durch eine fortschreitende Versalzung bedroht, deren Ursache zum einen im Meeresspiegelanstieg als Folge einer globalen Erwärmung und zum anderen in projizierten Zunahmen des Wasserbedarfs begründet liegt. Des Weiteren steigt der Beregnungsbedarf im Hinterland an, weshalb holistische Ansätze der Bewirtschaftung und Umnutzung von Wasser notwendig werden.

Das nun beginnende Pilotprojekt SiSchöMo (Siel- und Schöpfwerkmonitoring, eine Vereinbarung zwischen dem MU und der TU/LWI) ist eine Verwertungsinitiative des vom BMBF geförderten Verbundprojektes „GRoW - goCAM“⁽¹⁾, in dem wesentliche Erkenntnisse zur Salzwasserintrusion und zur Quantifizierung der Binnenentwässerung im Kontext von Klimaprojektionen bis 2100 erarbeitet wurden (Langmann et al. 2021, Schöniger et al. 2019; in Südafrika: Nolte et al. 2021).

Ziel und Gegenstand der Vereinbarung

Das SiSchöMo-Pilotprojekt ist eine CAM⁽¹⁾-Initiative zur Verwertung von F+E-Arbeiten. Ziel des Pilotprojekts ist es, die Klima- und Abflussprojektionen für die Fallstudienregion Nordwest-deutsche Küstenregion (GRoW-Verbundprojekt go-CAM) durch Messzeitreihen an ausgewählten Siel- und Schöpfwerken zu evaluieren (Validierung), Empfehlungen für Anpassungen durch ggf. notwendige Bauwerksertüchtigungen auszusprechen und Optionen für eine Rückführung von Hochwasser in die Wasserverfügungsmenge zu prüfen. Die geplante zusätzliche Messdatenerhebung und -bereitstellung hat die Wasserwirtschaft 4.0-Strategie im Blick (Lautenschläger et al. 2019), wie die Qualitätskriterien (Reihenlängen, Homogenität, lokale Einflüsse u.a.).

Das seit 1,5 Jahren laufende küstenhydrologische Monitoring am Maadesiel soll fortgeführt werden und um zwei weitere Messstandorte an Küstenregelbauwerken erweitert werden. Es sollen Wasserstände und Durchflüsse (und elektrische Leitfähigkeiten des Entwässerungswassers) in den nächsten 2 Jahren kontinuierlich registriert werden (s. Anlage: Abb. 3). Zielgruppen für die Rohdaten, die Auswertungen und die Interpretationen im Untersuchungsgebiet sind die Akteure der Küstenwasserwirtschaft, insbesondere die Entwässerungsverbände, der NLWKN und der Wasserverbandstag e.V. Bremen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt (WVT) mit einem Fokus auf eine operative und planende Projektbegleitung.

Ausblick

Den Akteuren des Wassersektors an der Küste sind wissenschaftliche Prognosen bekannt, wonach Extremwetter-Phänomene auch in Nord- und Ostdeutschland in Zukunft an Häufigkeit und Intensität zunehmen bei einem gleichzeitig steigenden Meeresspiegel. Zur Abschätzung der zukünftig zu erwartenden Änderungen von Randbedingungen der einzelnen miteinander verbundenen Küstenhydrosysteme ist eine holistisch ausgerichtete Modellierung auf „breiter“ Messdatengrundlage notwendig, um wissenschaftliche Erkenntnisse zur Wirkung von Klimawandelfolgen für unterschiedliche Szenarien auch in der Risikoanalyse dargelegt. Die Steigerung der Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels steht im Mittelpunkt - bis zur Risiko- und Krisenkommunikation. Eine weitere wissenschaftliche Herausforderung ist die engagierte disziplinübergreifende Identifizierung und Quantifizierung von Unsicherheiten unterschiedlicher Quellen (so verursachen eine Nichtberücksichtigung der menschlichen Anpassungsfähigkeit und der sozioökonomischen Entwicklungen eine Überschätzung der CFR im Jahre 2100).

-
- ¹⁾ CAM (Coastal Aquifer Management) GRoW - go-CAM (BMBF) Implementierung strategischer Entwicklungsziele im Küstenzonenmanagement (go-CAM)
<https://www.tu-braunschweig.de/lwi/hywag/forschung-projekte/gocam>
GRoW WATER AS A GLOBAL RESOURCE / An Initiative of the Federal Ministry of Education and Research: <https://bmbf-grow.de/en/grow-projects>

Schriftenverzeichnis:

Arns, A.; Dangendorf, S.; Jensen, J.; Talke, S.; Bender, J.; Pattiaratchi, C. (2017): Sea-level rise induced amplification of coastal protection design heights.- Scientific Reports Nature 7, Article no. 40171.

Deutschländer, T.; Dalelane, C. (2012): Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit.- Abschlussbericht, Offenbach.

Hinkel, J., Feyen, L., Le Cozannet, G., Lincke, D., Marcos, M., Mentaschi, L., Merkens, J.L., de Moel, H., Muis, S., Nicholls, R.J., Vafeidis, A.T., van de Wal, R.S.W., Vousdoukas, M.I., Wahl, T., Ward, P.J. & Wolff, C. (2021): Uncertainty and Bias in Global to Regional Scale Assessments of Current and Future Coastal Flood Risk.- Earth's Future, 9, e2020EF001882.
<https://doi.org/10.1029/2020EF001882>

Langmann, T., Schöniger, H.M. & Eley, M. (2022): Küstenwasserwirtschaft im Klimawandel.- Tag der Hydrologie 2022 „Im Wandel - Klima, Wasser und Gesellschaft. Prozesse - Methoden - Kommunikation, München, Poster im DRUCK.

Langmann, T., Schöniger, H.M., Schneider, A. & Sander, M. (2021): Managing coastal aquifers in climate and socio-economic change: An indicator-based multi-criteria decision system approach. Presentation. EGU General Assembly 2021, online, 19-30 Apr 2021, EGU21-12064, DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-12064>.

Lautenschläger, S., Holländer, R., Interwies, E. (2019): "Wasserwirtschaft 4.0" - Chancen und Herausforderungen der Verknüpfungen der Systeme in der Wasserwirtschaft.- In: Wasser Abfall 21, S. 50-55.

Nolte, A., Eley, M., Schöniger, H.M., Gwapedza, D., Tanner, J., Mantel, S.K. & Scheihing, K. (2021): Hydrological modelling for assessing spatio-temporal groundwater recharge variations in the water-stressed Amathole Water Supply System, Eastern Cape, South Africa.- Hydrological Processes, Vol. 35, Issue 6, 1-17. DOI: [org/10.1002/hyp.14264](https://doi.org/10.1002/hyp.14264).

Schöniger, H.M., Eley, M., Langmann, T., Schimmelpfennig, S., Kejo, H., Sander, M., Wiederhold, H., Ronczka, M., Schneider, A., Zhao, H., Koch, A. (2019): Salt water meets fresh water - scientific approach meets societal needs.- In: Water Connecting the World - Proceedings of the 38th IAHR World Congress, September 1-6, 2019, Panama City, Panama, 779-793, ISSN 2521-7119.

Spencer, T., Schuerch, M., Nicholls, R., Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A.T., Reef, R., McFadden, L. & Brown, S. (2016): Global coastal wetland change under sea-level rise and related stresses: The DIVA Wetland Change Model.- Global and Planetary Change, Volume 139, April 2016, Pages 15-30.

Anlage:

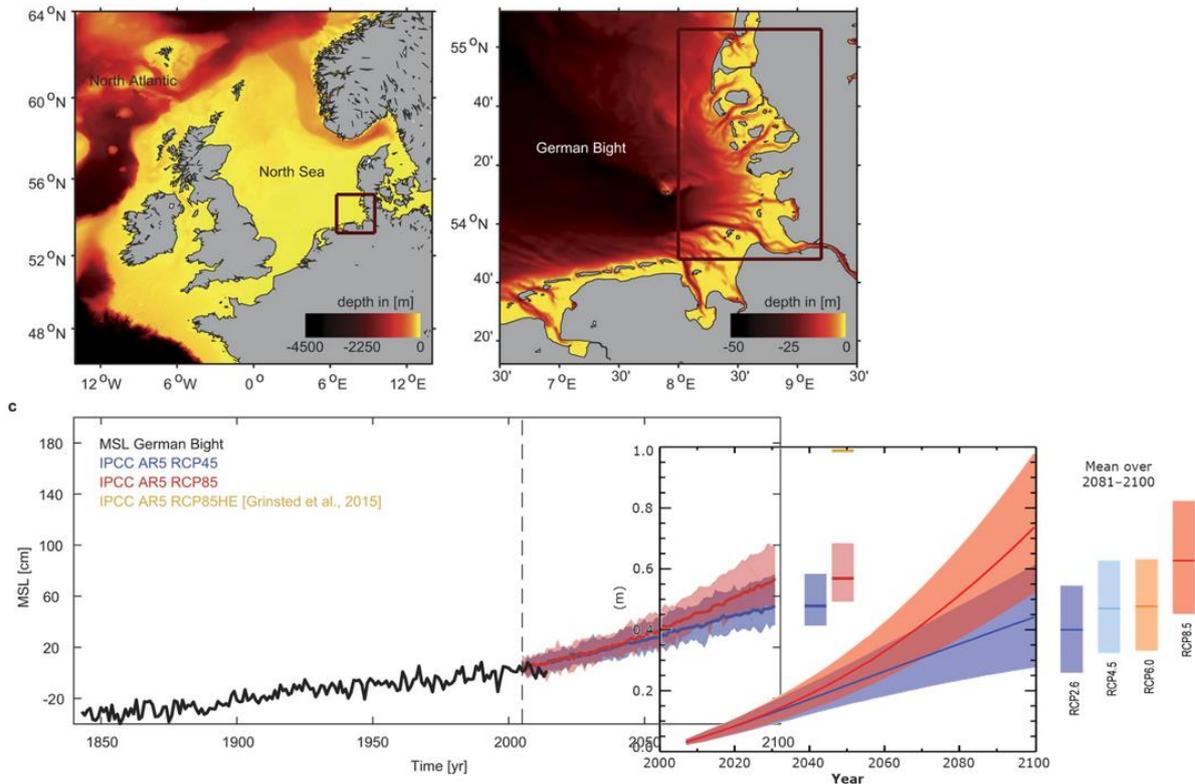


Abb. 1: (a) Geographical boundaries of the numerical model used to simulate storm tides and waves in the main study region. Our assessment specifically focuses on the shallow shelf areas of the German Wadden Sea, which is highlighted in (b). Colour contours in (a) and (b) represent the bathymetry. (c) Shown are observed (black) and modelled (coloured) sea-level changes from ref. 18 following RCP4.5, RCP8.5 and RCP8.5HE scenarios. The maps (a) and (b) are generated using MATLAB 2015b, Source: Arns et al. 2017, ergänzt um: Data sources IPCC SROCC data on sea level rise provided by Copernicus Marine Environment Monitoring Service, EEA.

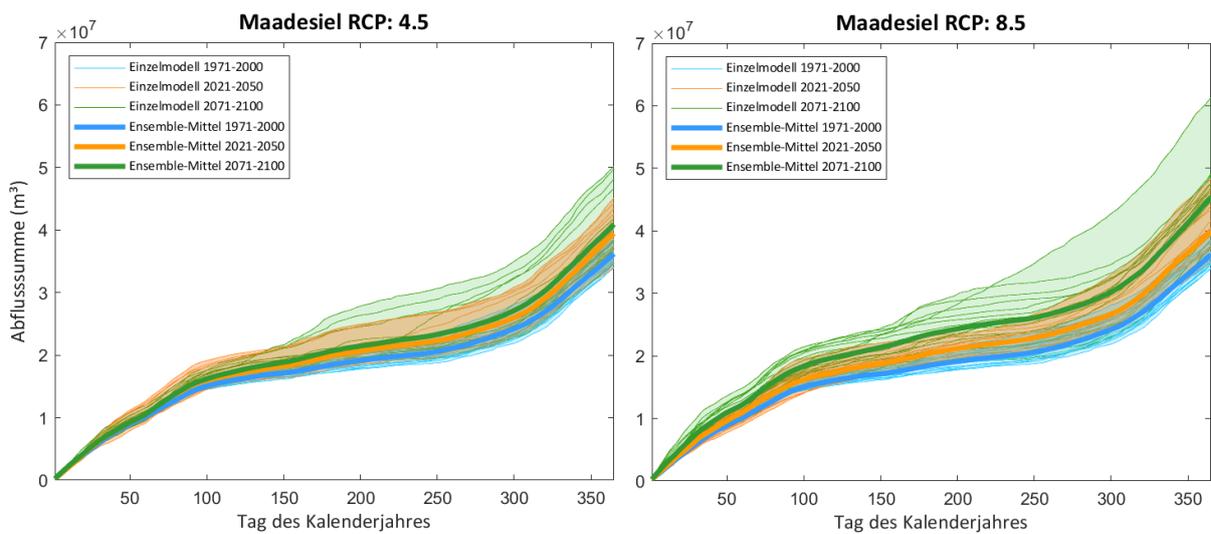
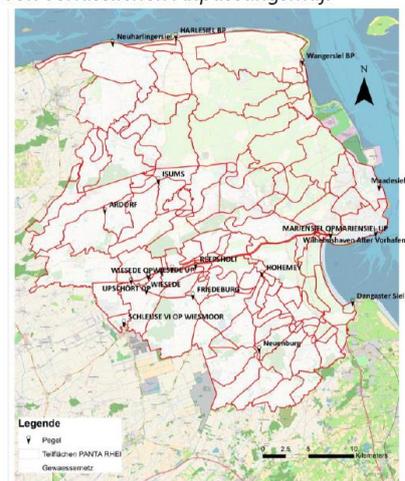
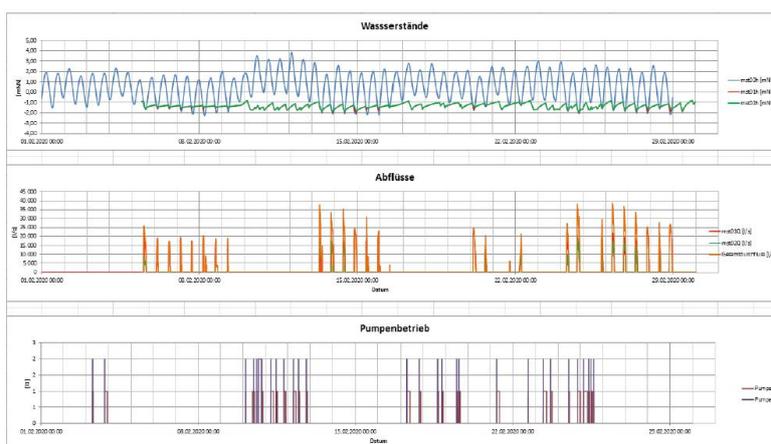


Abb. 2: Künftige Entwicklung der jährlichen Abflussvolumina am Auslass des Maade-Einzugsgebietes als Ausdruck des Entwässerungsbedarfs, Quelle: Langmann et al. 2022. Mittlere langjährige Abflusssummenkurven am Maadesiel für die drei Auswertungsperioden Z1, Z2 und Z3 der jeweils 17 Modellketten des RCP 4.5-Szenarios (links) und des Die Grundwasserneubildung als wesentliche Wasserhaushaltsgröße und Bindeglied zum dichtegetriebenen d3f+-Grundwassermodell wurde teilflächendifferenziert ausgewertet und als langjährige Mittelwerte für die drei Perioden 1961-1990, 1971-2000 und 1981-2010 berechnet (GRoW-go-CAM-Schlussbericht, 2022, in Vorbereitung).

Zweck der Initiative



Derzeit wird am Maadesiel ein Siel- und Schöpfwerkmonitoring durchgeführt, s. Beispiel Feb. 2020. Derartige Zeitreihen werden für die Validierung und Kalibrierung der Modelle und für die Generierung von verlässlichen Anpassungsmaßnahmen dringend benötigt.



Instrumentierung

Beispiele zur Instrumentierung Maadiesel:

Zentraleinheit unter der Treppe in der
Pumpenhalle (links)

(rechts) Wasserstandssensor auf der
Seeseite sowie im Siel- u. Schleusenlauf,
Radar Sensor Typ Vega WLS 61



Abb. 3: Erhobene Zeitreihen und Instrumentierung, Quelle: Anlage 1 der Vereinbarung zwischen MU und TU Braunschweig.