

## **Abschlussbericht Dual Degree-Programm an der University of Rhode Island, USA, vom 01.09.2021 bis 30.09.2022 von Elin Schuh und Felix Grötsch**

Im Rahmen des Dual Degree-Programms der Technischen Universität Braunschweig verbringen Studierende einen Teil ihres Studiums an einer Partnerhochschule im Ausland und erhalten aufgrund eines integrierten Curriculums den nationalen Abschluss beider Universitäten. Teilnehmer des Programms schreiben ihre Abschlussarbeiten im Ausland, die zusammen mit den im In- und Ausland erbrachten Studienleistungen von beiden Hochschulen anerkannt werden.

Wir, Elin Schuh und Felix Grötsch, sind Masterstudierende der TU Braunschweig in den Bereichen Bauingenieurwesen (Elin Schuh) und Umweltingenieurwesen (Felix Grötsch) und nahmen am Dual Degree-Programm 2021/2022 teil. Wir arbeiteten bereits während unseres Bachelorstudiums als studentische Hilfskräfte am Leichtweiß-Institut für Wasserbau (LWI) in der Abteilung Hydromechanik, Küsteningenieurwesen und Seebau, schrieben dort unsere Bachelorarbeiten und vertieften im Master die Fachrichtung Küsteningenieurwesen. Das Dual Degree-Programm bot uns die einmalige Gelegenheit, Ocean Engineering im Master mit dem Schwerpunkt Coastal Engineering an der University of Rhode Island (URI) zu studieren. Dort belegten wir mehrere Kurse, in denen wir uns unter anderem mit der Modellierung von Meereswellen, erneuerbaren Energien im Ozean und der physikalischen Ozeanographie auseinandersetzten.



*Abbildung 1: The Fascetti Center For Advanced Engineering auf dem Hauptcampus der University of Rhode Island*

Im Rahmen unserer Masterarbeiten arbeiteten wir in dem Modellierungs-Team des von NOAA geförderten Projektes “Modeling, Visualizing and Communicating Nor’easters and Hurricane Threats with Sea-level Rise to Support Coastal Management within New England” (Leitung: Ginis, Grilli A., Grilli S., Rubinoff, Walsh (URI); Stempel (Penn State University)). Der Fokus unserer Forschung bestand darin, Strategien für den Küstenschutz eines Strandabschnitts an der Südküste Rhode Islands mit dem numerischen Programm XBeach zu modellieren und zu bewerten. Küstenschutz spielt in dieser dicht besiedelten Region eine zunehmend wichtige Rolle, da diese im Zuge des Klimawandels in hohem Maße von einem steigenden Meeresspiegel, schwerwiegenden Stürmen und einer fortlaufenden Küstenerosion betroffen ist.



*Abbildung 2: Strandabschnitt des Untersuchungsgebietes - Bewuchs und Erosion einer Düne*

Als eine potenzielle Strategie für den Küstenschutz des gewählten Strandabschnitts untersuchte ich, Elin Schuh, die Wirkung künstlicher Riffe, die neben der Reduzierung von Wellenenergie am Strand und der Verringerung von Küstenerosion auch ökologische Vorteile bieten. Die Zielsetzungen dieser Arbeit waren, (1) die Wirksamkeit von künstlichen Riffen für das Untersuchungsgebiet zu bewerten und (2) die Anwendbarkeit eines aufgestellten Bemessungsansatzes von van der Baan (2013) für die Praxis zu überprüfen.

Für diese Zielsetzungen recherchierte ich sowohl die physikalischen Prozesse als auch die funktionalen Bemessungskriterien dieser Strukturen. Basierend auf dem Bemessungsansatz von van der Baan (2013) über mehrfache, küstenparallele, getauchte Wellenbrecher stellte ich neun unterschiedliche Konzepte mit verschiedenen Riff-Konstellationen auf. Mit XBeach untersuchte ich die hydro- und morphodynamische Wirkung dieser Konzepte. Dafür modellierte ich sowohl ein durchschnittliches als auch ein extremes Wellenklima und zusätzlich einen Anstieg des Meeresspiegels von 30 cm.

Auf die Anwendbarkeit des Bemessungsansatzes von van der Baan (2013) in der Praxis konnte ich zunächst nicht direkt schließen, da die Simulationen Zirkulationsmuster zeigten, die sich von jenen unterschieden, auf denen der Bemessungsansatz basiert. Diese Abweichung konnte ich vor allem auf den in der Masterarbeit schräg modellierten Wellenangriff zurückführen. Trotz der Abweichung zeigten die Simulationen mit schrägem Wellenangriff einen Zusammenhang zwischen zwei charakteristisch identifizierten Zirkulationsmustern und der langfristigen Sedimentbilanz (zunehmend oder abnehmend). Dieser Zusammenhang zwischen Zirkulationsmuster und Sedimentbilanz liegt auch dem Bemessungsansatz von van der Baan (2013) zugrunde. Ob der Bemessungsansatz folglich für einen schrägen Wellenangriff erweitert werden kann, steht als Frage für zukünftige Forschung offen.

Für die günstigste Riff-Konstellation zeigten die Simulationen eine erhebliche Reduzierung des Wellenüberlaufs an der Düne und der Stranderosion während extremen Wellenklimas sowohl mit als auch ohne Meeresspiegelanstieg. Bei durchschnittlichem Wellenklima resultierte dieses Konzept langfristig in einer zunehmenden Sedimentbilanz, während die ursprüngliche Küstenform erhalten blieb.

Obwohl diese Ergebnisse vielversprechend sind, ist eine Validierung der Simulationen mit bspw. einem 'phase-resolving' Wellenmodell erforderlich. Zudem sollten die Auswirkungen auf das Ökosystem geprüft und eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden, um zu prüfen, ob für das Untersuchungsgebiet eine solche Küstenschutzmaßnahme realisierbar ist.

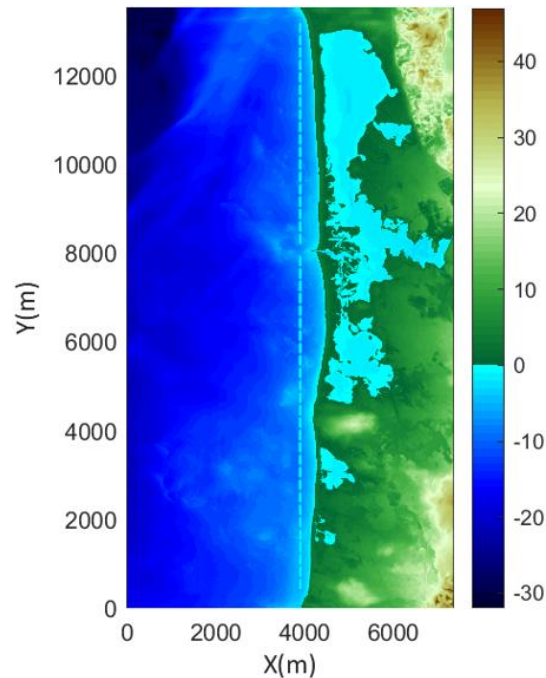


Abbildung 3: Beispiel eines Riff-Konzeptes, integriert in die Modell-Domain des Untersuchungsgebietes

Als weitere Strategie zum Küstenschutz untersuchte und bewertete ich, Felix Grötsch, den Einfluss von Küstenvegetation auf die Erosion und Anlandung von Sediment an dem gleichen Strandabschnitt. Vegetation wirkt sich in mehrfacher Weise positiv auf die Widerstandsfähigkeit einer Küste gegenüber Stürmen aus, beispielsweise indem sie Dünen stabilisiert, Strömungswiderstände induziert und Wellenauflauf reduziert. XBeach eignet sich gut dafür, diese komplexen Interaktionen numerisch zu modellieren. Dafür erzeugte ich zunächst Datensätze, die detaillierte Informationen über die Klassifizierung der Vegetationsbedeckung des Gebiets enthalten. Anschließend wertete ich verschiedene Methoden aus, mit denen sich die Wirkung von Vegetation in XBeach parametrisieren lässt. Zuletzt simulierte und analysierte ich, wie sich unterschiedliche Arten des Managements von Küstenvegetation auf den Schutz des Küstenstreifens auswirken. Hierbei spielte die Einbindung von Interessensgruppen wie der Einwohner, der lokalen Tourismusbranche und der Naturschutzverbände eine zentrale Rolle.

Basierend hierauf entwickelte ich acht Szenarien mit variierendem Küstenbewuchs, deren Wirkweise ich mit XBeach für einen extremen Sturm, jeweils mit und ohne Meeresspiegelanstieg von 30 cm simulierte. Die Ergebnisse zeigten einen entscheidenden Einfluss der Parametrisierung von Vegetation. Beispielsweise lieferte ein dynamisches Modell, das natürliche Prozesse während eines Sturms realistischer simuliert, bessere Ergebnisse als ein statischer Ansatz. Zudem spielten die Genauigkeiten der Datensätze, die die Vegetationsbedeckung klassifizieren eine wichtige Rolle, da sie zu lokalen Unterschieden in Bezug auf Erosion und Anlandung führten. Entscheidend waren jedoch



Erkenntnisse zu der schützenden Wirkungsweise von Vegetation. Wurde diese vollständig entfernt, führte das zu einer erheblichen Verstärkung der vorherrschenden Erosion, im Vergleich zum Normalzustand. Im Gegensatz dazu wirkten sich lokale Maßnahmen des Vegetationsmanagements nur geringfügig auf Erosionsraten aus. Daher ist vor allem der Erhalt der bereits vorhandenen Vegetation von entscheidender Bedeutung, um die schützende Wirkung zu sichern.

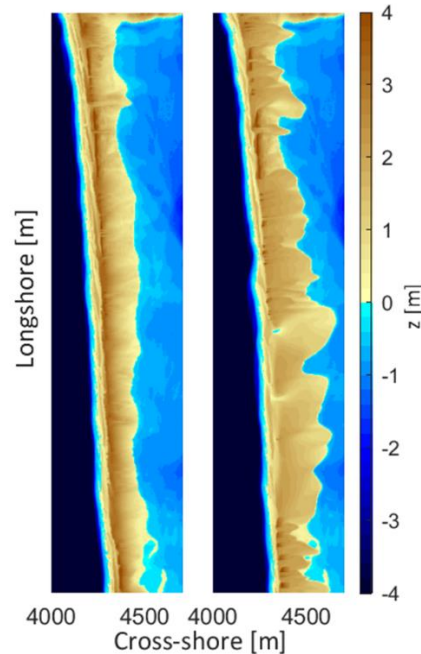


Abbildung 4: Modellierter Veränderung der Düne durch Sturmwindwirkung mit (links) und ohne (rechts) Vegetation

Das Studium an der URI hat uns tiefe Einblicke in den Bereich des Ocean Engineerings, insbesondere des Küstenschutzes, ermöglicht und unser Interesse verstärkt, in diesem Bereich zu arbeiten. Durch die Zusammenarbeit mit renommierten Wissenschaftlern und betroffenen Gemeinden haben wir gelernt, zielorientiert Lösungen für den Küstenschutz zu erarbeiten und diese realitätsnah zu bewerten. Neben dem zeitintensiven Studium und der vertiefenden Forschungsarbeit hat uns der Austausch zudem ermöglicht, sowohl die vielfältige Kultur als auch die einzigartigen Landschaften der USA auf einer Reise durch das Land kennenzulernen.

Die Förderung der HTG erleichterte uns die Finanzierung unseres Auslandsaufenthaltes und ermöglichte uns, dass wir unsere fachlichen und persönlichen Kompetenzen weiterentwickeln konnten. Hierfür bedanken wir uns bei der HTG und allen anderen, die uns den Auslandsaufenthalt ermöglicht haben.

#### Aufgeführte Literatur:

van der Baan, A. L. (2013): Developing a design criterion for the shoreline response to multiple submerged breakwaters. Master of Science Thesis in Coastal Engineering. Delft University of Technology, The Netherlands. Deltares.