
Deutsche Mathematiker dem antarktischen Eis auf der Spur

Fleurianne Bertrand und Marcel Moldenhauer

Dieses Jahr durften auch zwei Mathematiker der Universität Duisburg-Essen mit auf die Winter-Expedition der S.A. Agulhas II zur Antarktis. Wie es dazu kam, realisieren Fleurianne Bertrand und Marcel Moldenhauer auch heute noch nicht vollständig. Es begann im Seminar numerische Mathematik und Mechanik von u. a. Prof. Jörg Schröder und Prof. Gerhard Starke. Prof. Schröder lud zum Vortrag von Sebastian Skatulla, welcher von der University of Captown ist, mit dem Titel *Introduction to a Study of the Antarctic Ocean Cryosphere*. Eine Präsentation und viele Fragen später, durften auch Frau Bertrand und Prof. Dr.-Ing Tim Ricken (TU Dortmund, bzw. seit August 2017 Universität Stuttgart) am Antrag zur Expedition mitwirken. Sie erhielten gemeinsam mit den Doktoranten Carla Henning (TU Dortmund), André Mielke (TU Dortmund), Carolin Mehlmann (Philipps-Universität Magdeburg) und Marcel Moldenhauer (Universität Dusiburg-Essen) die Möglichkeit an der Antarktisexpedition auf dem Forschungsschiff S.A. Agulhas II teilzunehmen.



Noch lächeln Fleurianne und Marcel.

Zwischen Mathematik und Mechanik

Koordiniert wurde der Antrag an der *National Research Foundation of South Africa* zur Expedition durch Marcello Vichy, Professor für Ozeanographie an der University of Capetown. Im Mittelpunkt des Forschungsvorhaben stand die Analyse des sogenannten Pfannkucheneises, im englischen Pancake Ice. Das Pfannkucheneis bildet einen Teppich von kreisrunden Eisstücken mit einem Durchmesser von 30cm bis zu 3m und wurde bisher nur wenig erforscht.

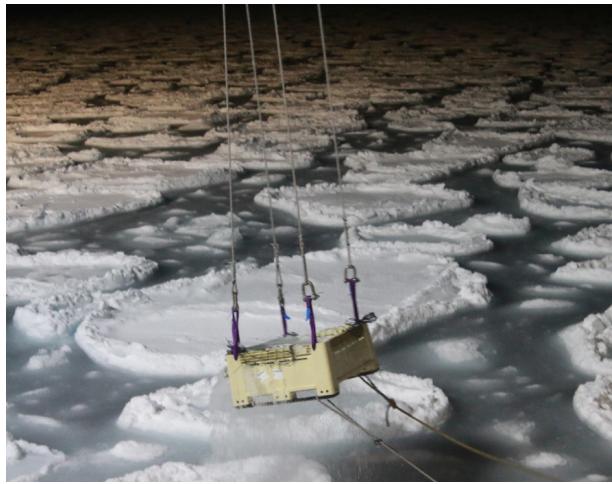


Pfannkucheneis bei ruhigem Wellengang.

Die Notwendigkeit zur wissenschaftlichen Erforschung dieser Eisschicht, welche die Grenze zwischen der gefestigten Eisschicht und dem offenen Ozean darstellt, besteht darin, dass dies eine der größten Grenzflächen zum Austausch zwischen Atmosphäre und Ozean ist und einen signifikanten Einfluss auf das Klima hat. Um klimatische Einflüsse des Pfannkucheneises zu messen, müssen die physikalischen und mechanischen Eigenschaften bestimmt werden.



Fleurianne erklärt die Herausforderungen in Numerik.



Fischen nach Pfannkucheneis.

Zu den Aufgaben der Expedition gehört deshalb auch das Sammeln von Eisproben zur Bestimmung von Materialeigenschaften des Pfannkucheneises sowohl die Erstellung eines Modells für die Dynamik. An dem Zusammenspiel von Mathematik und Mechanik sind die Essener Mathematiker schon länger interessiert und arbeiten insbesondere unter der Leitung von Prof. Gerhard Starke an dem Schwerpunktprogramm 1748 *Reliable Simulation Techniques in Solid Mechanics. Development of Non-standard Discretization Methods, Mechanical and Mathematical Analysis* an der Entwicklung von zuverlässigen Simulationstechniken in der Festkörpermechanik. Auf dem Schiff griff das interdisziplinäre Arbeiten aber noch weiter, da auch Ozeanographen, Physiker, Chemiker, Biologen, Ornithologen, Geowissenschaftler und auch Künstler mit an Bord waren. Abendlich wechselten sich die Gruppen der einzelnen Projekte am Schiff ab und stellten in kurzen Vorträgen ihre Arbeit vor.



Wohnraum, Speisesaal, Fitnessraum und Auditorium.

Ein modernes Schiff

Die S.A. Agulhas II ist ein neues und modernes Schiff und lief im Mai 2012 zum ersten Mal in ihren Heimathafen Kapstadt ein. Die Wissenschaftler sind in Einzel- oder Zweierkabinen untergebracht, die mit Schreibtisch, Sofa und Bad eingerichtet sind. An Bord soll es an nichts fehlen, es gibt einen kleinen Fitnessraum mit Sauna, einen Vortragssaal, Speiseraum, Krankenstation, Kiosk, Befreiungsraum und sogar eine Bar. Zum Wohn- und Arbeitsbereich des Schiffs gehören große Aufenthaltsräume, welche mit Sesseln und gemütlichen Sitzgelegenheiten ausgestattet sind. Gegessen wird in zwei Schichten jeweils Morgens, Mittags und Abends. Dabei gab es zu jeder Mahlzeit eine Auswahl an verschiedenen Speisen. Das Essen war sehr abwechslungsreich und unerwartet gut. All diese Räumlichkeiten sind wohl temperiert und machen keinen Anschein der harschen Wittersituation, in der sich das Schiff befindet.



Auch nachts schlugen die Wellen.

All dieser Luxus könnte einen fast vergessen lassen, wo man sich da genau rumtreibt, wenn da nicht der andauernde Wellengang wäre. Die Wellen waren allgegenwärtig, man hörte das Schiff ständig gegen die Wellen arbeiten was sich im Knacken der Wände äußerte. Selbst bei ruhigem Wetter musste man sich beim Treppengehen festhalten und in den Gängen aufpassen, nicht gegen die Wände zulaufen. Bei schlechterem Wetter musste sich das Schiff gegen bis zu 18 Meter hohe Wellen behaupten, egal was man an Bord machen wollte, wurde zu einer äußerst schwierigen Aufgabe. Das Schlagen der Wellen und Wassers gegen das Schiff wird *slammen* genannt. Durch *slammen* entsteht ein so großer Schlag gegen das Schiff, dass die Vibrationen überall spürbar sind und teils mehr als zehn Sekunden anhalten. Die S.A. Agulhas II ist als Eisbrecher optimiert und nicht für ein solch starken Wellengang ausgelegt. Doch gerade das Ziel dieser Reise die Breitengrade jenseits der sechzig Grad führen vorbei an den *roaring forties, furious fifties* zu den *screaming sixies*, welche Bezeichnungen für die jeweiligen Breitengrade sind, da sie bekannt für ihren starken Wellengang und unbeständiges Wetter sind. Aber dies erfuhren die Essener Mathematiker erst, als sie schon auf dem Weg Richtung Süden waren. Als sie erfuhren, dass die Werft, die das Schiff baute, insolvent ging und alle Berechnungsunterlagen verlorengegangen sind, stimmt sie nicht besser.



Fleurianne beim Eisbohren, gehalten von ihre Kollegen.



Marcel hilft beim Bestücken des Karussells.

Experimente

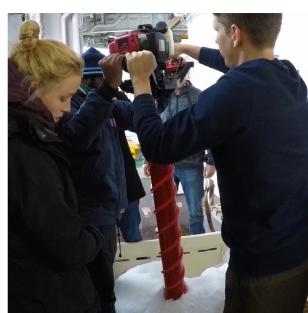
Die verschiedenen Arbeitsgruppen begangen ihre Arbeit direkt nach dem Ablegen in Kapstadt. Eine Gruppe nahm an verschiedenen Messpunkten auf der Expedition Wasserproben in einer Tiefe von bis zu vier Kilometern. Damit die Wasserproben nicht kontaminiert wurden, mussten die Behälter in einem Reinraum gelagert werden und in sterilen Overalls auf einem Karussell befestigt werden, was dann ins Wasser gelassen wurde. Das Laden bzw. Entladen des Karussells wurde während der Expedition über zwei dutzendmal vorgenommen und dies teils um vier Uhr nachts. Wenn die Messstation erreicht wurde, musste schnell gearbeitet werden, alles lief nach einem strengen Zeitplan.



Wissenschaftler beim Absetzen einer Boye

Die Gruppe der Ornithologen verbrachte jeden Tag bei Wind und Wetter von Sonnenaufgang bis -untergang auf der Beobachtungsplattform (*monkey island*), welche extra dafür gebaut wurde. Auch die Gruppe, um die Essener Wissenschaftler, musste sich vorbereiten, je näher sie dem Eis kamen. Schon vorher wurden Handgriffe auf dem Schiff geübt und besprochen, damit dann am Eis alles schnell gehen würde. Als es dann soweit war und man nach mehrtägiger Reise im Eis ankam, hatte die Gruppe etwa nur 1 1/2 Tage bevor man das Eis wieder verlassen würde mit Kurs Richtung Kapstadt. In dieser kurzen Zeit sollten an verschiedenen Punkten Pfannkucheneis gesammelt und an Bord verarbeitet werden. Das bedeutete für die Wissenschaftler lange Schichten und wenig Schlaf. Geschlafen wurde nur falls nötig für wenige Stunden, es würde genug Zeit geben wenn man das Eis wieder verlässt. An den einzelnen Messpunkten wurde mithilfe eines speziellen Körbes und der Crew Pfannkucheneis gefischt und an Bord gehoben. An Bord wurden die Eisstücke dann vermessen und an verschiedenen Punkten angebohrt, um z.B. Temperatur zu messen.

Die Eisstücke wurden dann katalogisiert und in einen großen Kühlraum im Inneren des Schiffs transpotiert zur späteren Analyse. Andere Eisstücke wurden sofort an Deck mithilfe eines speziellen Bohrers angebohrt, um Bohrkerne zugewinnen und um später mechanische Materialeigenschaften in Laboren an Land zu ermitteln. Auch diese Bohrkerne wurden katalogisiert und in den Kühlraum gebracht. Neben der Arbeit in ihrer Gruppe halfen die Deutschen Mathematiker auch bei der Gruppe zur Eisobservation mit, deren Ziel es war, die marginale Eiszone zu bestimmen. Zur Arbeit in dieser Gruppe gehörte es in Schichten ein Logbuch über den zusehenden Zustand des Eis zuführen und eine Kamera an Deck, die eine Zeitrafferaufnahme der kompletten Zeit im Eis aufzeichnete zu wechseln, da in diesen Wetterbedingungen Akkus nur eine geringen Lebensdauer aufweisen. Erst später merkten die Mathematiker wie gefährlich das wechseln der Kamera, die an der Reling von *monkey island* befestigt war, gewesen ist, da das Wetter im Eis schlecht und es oftmals dunkel war. Die gesammelten und ausgewerteten Daten werden die beiden Mathematiker in ihren Modelle einbauen können, um dann ihre Simulationen im nächsten Jahr bei der nächsten Expedition gegen die Realität zu testen.



Von links oben nach rechts unten: Eisbeobachtung mit Marcel, Auswerten der Eisstücke (André Mielke), Vogelbeobachtung, Eisbohren (mit Carla Henning) ■