

Press release

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZe

Josef Zens

07/03/2024

<http://idw-online.de/en/news836438>

Research results, Scientific Publications
Geosciences, Oceanology / climate, Zoology / agricultural and forest sciences
transregional, national



Mächtige Überschwemmungen des Nils in wärmerem und feuchterem Klima

Sedimentkerne geben Aufschluss über die Auswirkungen und Ursachen starker Regenfälle in einem feuchteren Klima vor etwa 9.000 Jahren. Das zeigen Analysen eines Forschungsteams um Cécile Blanchet vom Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ in Potsdam, die heute im Fachmagazin Nature Communication veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse werden helfen, sich auf Wetterextreme in einem sich ändernden Klima vorzubereiten.

Zusammenfassung

Die globale Erwärmung sowie jüngste Dürren und Überschwemmungen bedrohen große Bevölkerungsgruppen entlang des Nils. Es ist daher von großer Bedeutung zu verstehen, wie ein so großer Fluss auf einen verstärkten Wasserkreislauf reagieren wird. Einblicke geben die Untersuchungen eines Sedimentbohrkerns durch ein Forschungsteam des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ unter der Leitung von Cécile Blanchet gemeinsam mit Kolleg:innen der Universität Innsbruck (Österreich) und des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (Deutschland). Die jährlich laminierten Sedimente umfassen 1500 Jahre aus der nordafrikanischen Feuchtperiode vor elf- bis sechstausend Jahren. Die Studie ist heute im Fachmagazin Nature Geoscience erschienen. Sie zeigt, dass feuchteres Klima zu sehr starken, aber auch schwachen Überschwemmungen und einem äußerst instabilen Flusssystem geführt hat, wodurch das Niltal möglicherweise unbewohnbar wurde. Obwohl die Variabilität der Überschwemmungen stärker wurde, unterlag sie ähnlichen klimatischen Einflüssen wie heute, die auf mehrjährigen – wie El Niño – bis mehrdekadischen Zeitskalen wirken. Dies deutet darauf hin, dass das Auftreten solcher Extremereignisse vorhersehbar sein könnte, was dazu beitragen würde, die Risiken für die lokale Bevölkerung zu verringern.

Hintergrund: Überschwemmungen am Nil und Klimawandel

Die legendären Überschwemmungen des Nils werden oft mit der Entwicklung der Bewässerung und der Landwirtschaft im pharaonischen Ägypten in Verbindung gebracht. Auch heute noch sind saisonale Niederschläge und Überschwemmungen entscheidend für die Versorgung großer Bevölkerungsgruppen im Niltal vom Äquator bis zur Mittelmeerküste.

Klimamodelle sagen für alle Szenarien aufgrund der globalen Erwärmung eine starke Zunahme der Monsunregenfälle in dieser Region voraus. Die jüngsten Dürre- und Überschwemmungsepisoden in Äthiopien, Sudan und Ägypten haben die Besorgnis geweckt, dass eine Zunahme der Niederschlagsvariabilität zu solchen Georisiken führen könnte. Da Äthiopien eines der am dichtesten besiedelten Gebiete der Erde ist, ist es von entscheidender Bedeutung, zuverlässige Prognoseinstrumente zu entwickeln und eine angemessene Infrastruktur zu planen, die auf fundierten Kenntnissen und dem Verständnis von Veränderungen bei Niederschlägen und Überschwemmungen beruht.

Um diese Probleme anzugehen, ist es wichtig zu verstehen, wie große Flusssysteme auf verstärkte Regenfälle reagieren werden. Erkenntnisse können aus der Untersuchung vergangener Zeiträume gewonnen werden, die bekanntermaßen

feuchter und wärmer waren als die heutige Zeit. Ein bekanntes Beispiel ist die nordafrikanische Feuchtperiode während des frühen Holozäns, vor etwa 11 bis 6 Tausend Jahren, die durch eine starke Zunahme der Niederschläge im Nordosten Afrikas gekennzeichnet war.

Einziger Sedimentkern gibt jährlichen Einblick in die alten Nilüberschwemmungen

Um Zugang zu diesen alten Zeiten zu erhalten, haben Cécile Blanchet und Kolleg:innen vom Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ zusammen mit Arne Ramisch (Universität Innsbruck) und Monica Ionita (Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, AWI) einen einzigartigen Sedimentkern analysiert, der direkt an der Nilmündung erbohrt wurde und in dem Überschwemmungen aus vergangenen Zeiten aufgezeichnet sind. Diese saisonalen Überschwemmungen brachten unterschiedliche Mengen an fluvialen Partikeln mit sich, die in Form feiner Schichten erhalten blieben. Der Sedimentkern wurde im Jahr 2008 entnommen und auf die nordafrikanische Feuchtperiode datiert.

„Solche Relikte aus geologischen Zeiten bieten den Forschenden ein natürliches Labor, um Vorhersagen von Klimamodellen zu testen und zu verbessern“, erläutert Cécile Blanchet. „Diese Art von Schichtsedimenten findet man häufig in Seen, und das GFZ ist international bekannt für die technische und wissenschaftliche Expertise zu ihrer Analyse. Dieses Sediment ist einzigartig, weil es sich um marine Sedimente handelt, die vergangene Nilüberschwemmungen mit einer jährlichen Auflösung aufzeichnen. Deshalb habe ich mich entschlossen, ans GFZ zu kommen, um dieses wunderbare Klimaarchiv zu untersuchen.“

Analyse der Sedimentbohrkerne

Die Analyse der Bohrkerne umfasste das Betrachten der Schichten, das Zählen und Ausmessen unter dem Mikroskop – ein Teil davon wurde während der Covid-Pandemie auch zu Hause durchgeführt. Die Chronologie wurde durch eine Kombination aus jährlicher Schichtzählung und Radiokohlenstoffdatierung von fossilem Plankton aus den Schichten ermittelt.

Blanchet stellte schnell fest, dass die Dicke der Überschwemmungsschichten in Zeitspannen von 30-40 Jahren drastisch variierte, von sehr gering (0,3 mm) bis sehr dick (10 mm). „Das klingt vielleicht nicht viel, aber mehrere Millimeter, die vor der Küste abgelagert werden, sind enorm“, sagt Blanchet. „Wir wissen jedoch, dass große Flüsse komplizierte Systeme sind, die unabhängig von der Abflussmenge, d.h. der Wassermenge im Fluss, Sedimente zurückhalten oder abgeben können. Daher ist es nicht immer möglich, das Volumen der transportierten Sedimente, das sich in unseren Aufzeichnungen als Dicke der Schichten ausdrückt, mit der Stärke des Hochwassers in Verbindung zu bringen. Aber wir haben auch festgestellt, dass die Größe der Partikel in dickeren Schichten zunimmt, sodass die Dicke der Schichten dennoch ein zuverlässiger Indikator für die Stärke vergangener Überschwemmungen ist.“

Aus ihren Beobachtungen schloss Blanchet, dass die nordafrikanische Feuchtzeit durch das Auftreten extrem starker und variabler Nilfluten gekennzeichnet war. Vor allem zwischen 9.200 und 8.600 Jahren zeigt die Dominanz dicker Überschwemmungsschichten eine Periode starker Erosionsaktivität und der Ablagerung großer Mengen körnigen Materials vor der Küste, etwa zwei- bis dreimal so viel wie in späteren Jahren.

Einfluss der El Niño Klimaschwankung

Durch die Zusammenarbeit mit Statistiker:innen und Modellierer:innen des GFZ und des AWI konnte das Team nicht nur die Auswirkungen, sondern auch die Triebkräfte der Hochwasservariabilität ermitteln. Mit Hilfe von Modellen vergangener Meeresspiegelveränderungen, die am GFZ erstellt wurden, konnten die Forschenden ausschließen, dass die beobachteten Effekte durch Meeresspiegelveränderungen und nicht durch die fluviale Aktivität des Nils verursacht wurde.

Die Analyse der Daten mit statistischen Methoden ergab mehrere charakteristische Schwankungen: auf einer kürzeren Zeitskala mit Periodizitäten von 2-7 Jahren und auf einer längeren Zeitskala von mehreren Jahrzehnten. Dies deutet darauf hin, dass die Überschwemmungen auf mehrjährigen Zeitskalen durch die El Niño Southern Oscillation (ENSO) und die auf mehrdekadischen Zeitskalen durch einen noch nicht identifizierten Einflussfaktor moduliert wurden.

„ENSO hat seinen Ursprung in der Pazifikregion und wird durch atmosphärische Telekonnektionen auf andere Teile der Welt übertragen“, sagte Mitautorin Monica Ionita vom AWI. „Es war faszinierend zu sehen, dass wir diese Variabilität sowohl im Modell als auch in den Daten finden konnten.“

Vergleich mit Hochwasserdaten der vergangenen 2000 Jahre

Die Forschenden verglichen ihre Hochwasserdaten aus der Zeit zwischen 9.470 und 7.940 Jahren vor unserer Zeitrechnung zudem mit Daten der alten Ägypter, die zwischen 622 und 1922 n. Chr. aufgezeichnet wurden, insbesondere im Hinblick auf die Oszillationen:

„Die Tatsache, dass die alten Ägypter Jahr für Jahr den Pegel des Nils in speziellen Gebäuden, den sogenannten 'Nilometern', gemessen haben, ist wirklich faszinierend, und sie haben uns eine einzigartige Aufzeichnung der vergangenen Nilüberschwemmungen in den letzten 2000 Jahren geliefert“, sagt Mitautor Arne Ramisch, früher am GFZ und jetzt an der Universität Innsbruck. „Da die Auflösung und die Länge der beiden Aufzeichnungen ähnlich sind, konnten wir ähnliche statistische Methoden anwenden und die wichtigsten zeitlichen Schwankungen ableiten. Das hat uns gezeigt, dass die Einflussfaktoren recht ähnlich sind, obwohl die klimatischen Bedingungen unterschiedlich waren.“

Dieser Vergleich zeigt, dass ähnliche Klimatreiber sehr unterschiedliche Auswirkungen haben können, nämlich eine viel höhere Amplitude des Hochwasserausmaßes unter feuchteren und wärmeren Klimabedingungen. Dies ist eine der wichtigsten Erkenntnisse der Studie. Und sie hat wichtige Auswirkungen auf die Entwicklung zuverlässiger Instrumente zur Vorhersage und Verringerung von Hochwasserrisiken.

„Ich bin mir sicher, dass unsere Ergebnisse direkte Anwendungen haben werden, und wir arbeiten bereits daran, auf der Grundlage der uns vorliegenden Aufzeichnungen Einschränkungen für das Ausmaß von Überschwemmungen zu berechnen. Das ist nicht trivial, aber ich bin zuversichtlich, dass wir mit Hilfe von Modellierern und Geomorphologen diese neue Herausforderung meistern werden“, sagt Blanchet.

Förderung: Diese Arbeit wurde durch das Wiedereingliederungsstipendium „Annual Nile floods during the African Humid Period“ des GFZ Potsdam gefördert.

contact for scientific information:

Dr. Cécile Blanchet
Wissenschaftlerin Sektion 4.6 Geomorphologie
Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Tel.: +49 331 6264-1355
E-Mail: cecile.blanchet@gfz-potsdam.de

Original publication:

Blanchet, C.L., Ramisch, A., Tjallingii, R. et al. Climatic pacing of extreme Nile floods during the North African Humid Period. Nat. Geosci. (2024). <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01471-9>



Wasserfall am Blauen Nil in West Gojjam, Region Amhara, Äthiopien. Diese Region ist durch Naturgefahren wie Überschwemmungen aufgrund des Klimawandels bedroht.

Giustino / Wikimedia Commons

Copyright: CCBY 2.0 Giustino