

Welche „Driver“ steuern den Afrika-Regen?



Ausreichender Niederschlag ist die Grundbedingung für ertragreiche Landwirtschaft und eine gesicherte Ernährung der Bevölkerung. Bis vor kurzem war es jedoch nicht möglich, den Regen zuverlässig mehrere Monate im Voraus vorherzusagen, was immer wieder zu unerwarteten Ernteausschlägen führte. Seit einigen Jahren zeichnen sich jedoch Fortschritte ab. Die Literatur berichtet immer wieder über spannende Korrelationen der Temperatur- und Luftdruck-Muster auf den Weltozeanen mit Regenfällen, aber auch Dürren, in Afrika und auf anderen Kontinenten.

Eine Forschergruppe von 2 deutschen Klimaforschern, einer Statistikerin und einem US-Kollegen wollte es genauer wissen und hat nun die monatlichen Regendaten von 49 afrikanischen Ländern für den Zeitraum 1901 bis 2017 mit statistischen Methoden akribisch nach Mustern durchforstet. Dabei verglichen die Wissenschaftler die Regen-Schwankungen mit fünf in der Wissenschaft fest etablierten ozeanischen Indizes natürlichen Ursprungs ([hier](#), [hier](#), [hier](#), [hier](#), [hier](#)) sowie der Sonnenaktivität ([hier](#)).

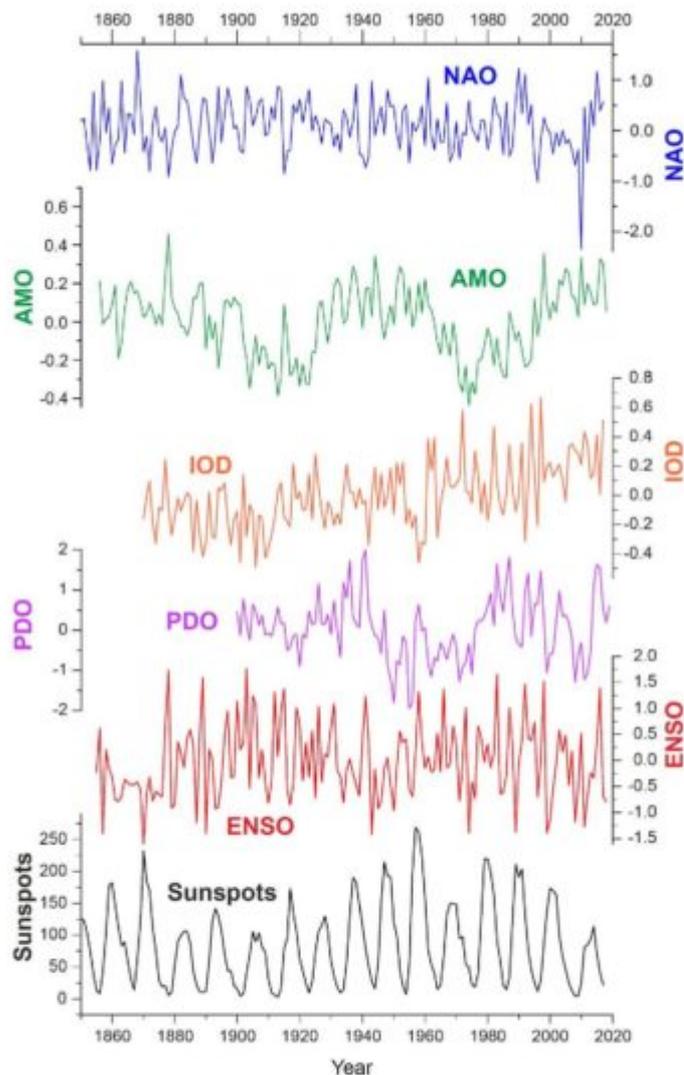


Fig. 1. Time Series of NAO, AMO, IOD, PDO, ENSO and Sunspots during the last 160 years. Shown are annual mean values, unsmoothed. Please note that the unsmoothed annual values shown here serve only for illustration purposes and were not used in the correlational analysis. Examples of monthly time series smoothed by using a Savitzky-Golay filter are shown in Figs. S7-S18.

Die Auswertung ergab eine Vielzahl von robusten Korrelationen quer über den afrikanischen Kontinent mit charakteristischen saisonalen Verläufen. Seit längerem war bekannt, dass der Atlantik über die sogenannte Atlantische Multidekadenoszillation (AMO) und Nordatlantische Oszillation (NAO) Einfluss auf die Niederschläge in Marokko sowie der Sahelzone nimmt. In Ostafrika wurden bislang Einflüsse aus dem Indik und Pazifik berichtet. Diese Zusammenhänge konnte das Forscherteam bestätigen und viele weitere Relationen hinzufügen, zeitlich hochauflösend nach Monaten unterschieden.

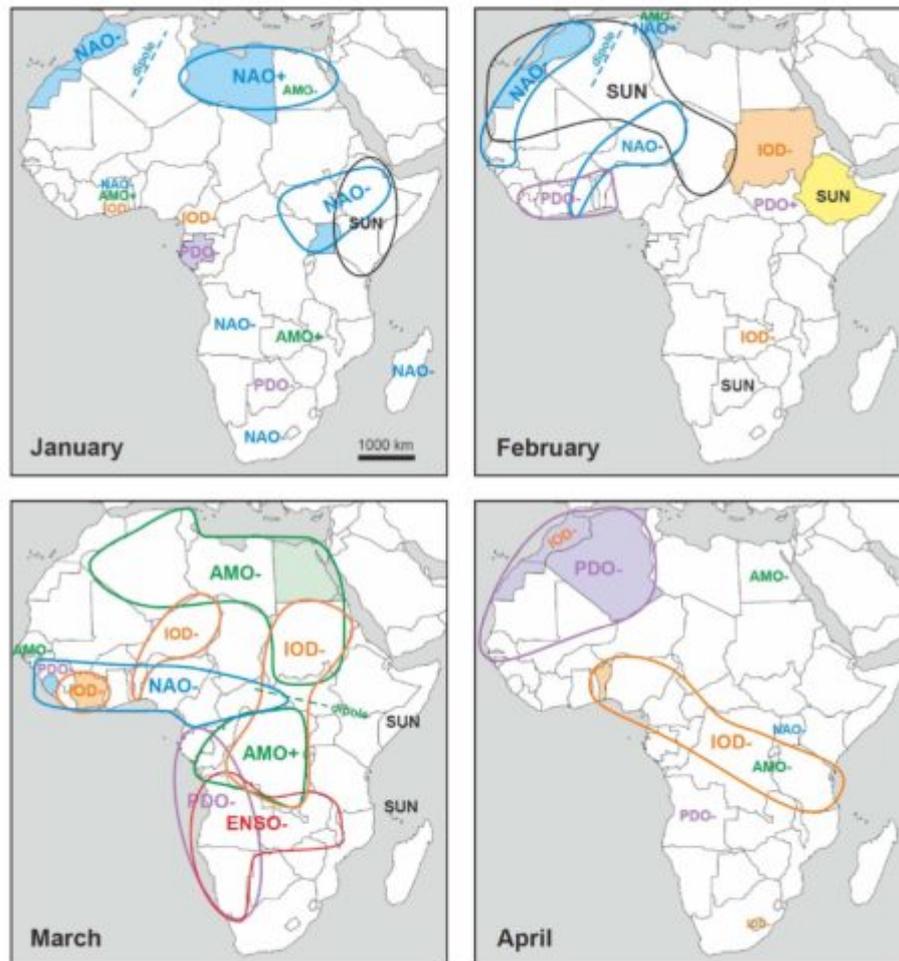


Fig. 3. Monthly maps showing regions in which rainfall correlates with oceanic modes of variability or with solar activity changes for r values ≥ 0.40 and ≤ -0.40 . Positive and negative correlations with rainfall are shown (e.g. NAO+ and NAO-). Shading highlights countries in which correlations are particularly good (≥ 0.50 and ≤ -0.50). Modes of variability and solar activity changes are colour-coded: NAO = blue, AMO = green, IOD = orange, ENSO = red, PDO = purple, solar activity = black outlines and yellow fill pattern. Detailed correlation maps and statistical results tables are in Figs. S1–S6 and Tabs. S2, S4, S6, S8, S10, S12.

Da einige der Zusammenhänge einen zeitlichen Versatz von bis zu 11 Monaten besitzen (beim Sonneneinfluss kennt dagegen die Forschung inzwischen Verzögerungszeiten von bis zu mehreren Jahren, ohne die Gründe dafür zu kennen), eröffnen sich jetzt wertvolle Vorhersagemöglichkeiten. Diese sind für die landwirtschaftliche Planung sowie für den Schutz vor Dürren und Starkregen von hohem praktischem Nutzen.

So kam es „Anfang des Jahres beispielsweise in Teilen Namibias zu starken Regenfällen, die zerstörerische Fluten verursachten. Die Auswertung der hier besprochenen Studie ergab, dass sich die Niederschlags-Intensität im Südwesten Afrikas regelmäßig beim Vorliegen eines negativen NAO-Ozeanzklus steigert. In Zukunft können also entsprechende Vorkehrungen in der Region getroffen werden, wenn sich wieder einmal eine solche Konstellation andeutet.“

Ein weiteres Beispiel: *„Der Wasserstand des Viktoriasees in Ostafrika fiel 2006 auf einen historischen Tiefststand, was damals Grund zur Besorgnis gab. In der Folge stieg der Seespiegel jedoch wieder und erreichte Ende 2020 einen historischen Höchststand. Heute wissen wir: Der Antrieb der Veränderungen ist offenbar der sogenannte Indische Ozean-Dipol. Wenn der Index positiv ist,*

steigt der Seespiegel des Viktoriasees typischerweise an und fällt bei negativem Index dann wieder. Eine solche Relation haben wir auch im Rahmen unsere Studie für die Regenzeit im Oktober und November nachweisen können.“

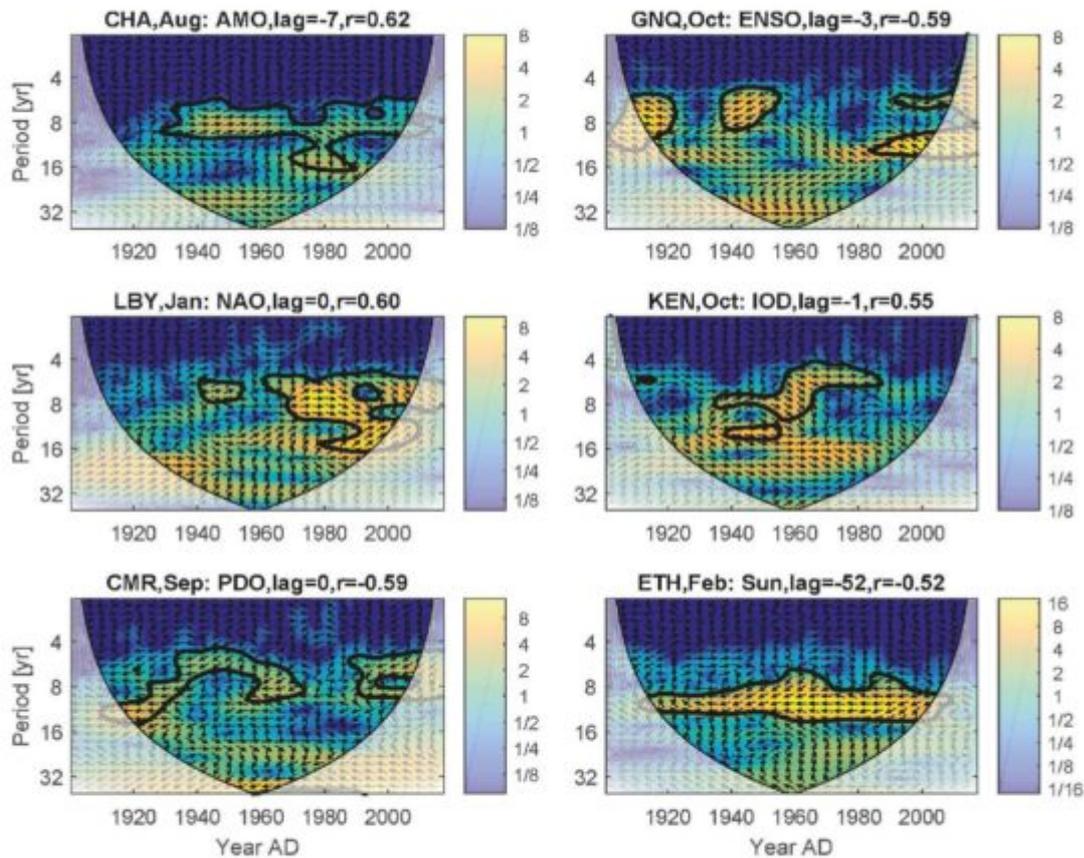


Fig. 5. Cross wavelet transforms in time-frequency space according to Grinsted et al. (2004) of six correlation examples conducted for the month and country with the strongest correlation with the respective rainfall time series: AMO (Chad August rain), ENSO (Equatorial Guinea, October rain), NAO (Libya, January rain), IOD (Kenya, October rain), PDO (Cameroon, September rain), and solar activity (Ethiopia, February rain). The power spectrum is indicated by the colour code at the right. The 5% significance level against red noise is shown as a thick contour. The relative phase relationship is shown as arrows (with in-phase pointing right, anti-phase pointing left).

Besonders bemerkenswert in Fig. 5 rechts unten ist der Gleichlauf des Februarregens von Äthiopien mit der Sonnenaktivität, der seit über 100 Jahren ununterbrochen anhält.

Das Autorenteam der Studie hofft, dass die Ergebnisse **einheimischen** und **humanitären** Planern ein Werkzeug an die Hand geben, um das von Jahr zu Jahr wechselnde Dürreerisiko besser einschätzen zu können. Dies ermöglicht die rechtzeitige Schaffung zusätzlicher Bewässerungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft oder den Zukauf von Nahrungsmitteln in besonders trockenen Jahren.“

Die Studie erschien Anfang März im renommierten Fachblatt „**Journal of Hydrology: Regional Studies**“ und ist kostenfrei downloadbar. Dies war den Autoren besonders wichtig, da die Ergebnisse so auch allen Fachkollegen an afrikanischen Universitäten und Forschungsinstitutionen frei zur Verfügung stehen. Die „Open“-Publikationsgebühr von knapp 3000 Euro wurde dankenswerterweise vom Förderer Jens Kröger übernommen.

Die Originalpublikation, hier die erste Seite

Journal of Hydrology: Regional Studies 34 (2021) 100795

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology: Regional Studies

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhr

Decadal and multidecadal natural variability of African rainfall

Horst-Joachim Lüdecke^a, Gisela Müller-Plath^b, Michael G. Wallace^c,
Sebastian Lüning^{d,*}

^a University of Applied Sciences HTW, Saarbrücken, Germany
^b Technische Universität Berlin, Berlin, Germany
^c Michael Wallace & Associates, Albuquerque, NM, USA
^d Institute for Hydrography, Geomatics and Climate Sciences, Hauptstrasse 67, 8015, Aargau, Switzerland

ARTICLE INFO

Keywords:
Precipitation
Natural variability
Modes of variability
Sahel
Atlantic Multidecadal Oscillation
North Atlantic Oscillation
Indian Ocean Dipole
Solar forcing
Floods
Droughts

ABSTRACT

Study region: Africa
Study focus: African rainfall shows significant year-to-year natural fluctuations that in part are linked to teleconnections associated with modes of variability in the Atlantic, Pacific and Indian oceans. A better understanding of African rainfall variability and potential drivers would help to better prepare African societies for anticipated droughts and floods by taking early precautionary action. Here we are presenting the first continent-wide analysis of African rainfall variability on a month-by-month and country-by-country basis. We have calculated Pearson r values for smoothed monthly rainfall data of 49 African countries over the period 1901–2017 which we compared to six potential climatic drivers of natural variability, namely AMO, NAO, ENSO (El Niño Southern Oscillation), Pacific Decadal Oscillation (PDO), Indian Ocean Dipole (IOD) and solar activity changes. We allowed time lags of up to 11 months for each potential driver (96 months for solar activity).
New hydrological insights for the region: The dynamic temporal-spatial evolution of the seasonal Pearson correlation was mapped out across the continent, tracking the gradual or abrupt expansion, displacement and subsequent waning of the various effects over the course of the year. Relationships are complicated by characteristic time lags, non-stationary correlations and occasional phase shifts. Our empirical results may help to further improve short- to medium-term rainfall prognoses in Africa and provide important calibration data for the further improvement of climate models.

1. Introduction

African rainfall varies significantly on year-to-year to multi-decadal time-scales. In some years an over-abundance of rain causes dangerous floods, whilst in other years the same region may suffer from drought conditions. Water forms the basis for life, as it provides both drinking water and irrigation for agricultural food production. Water resources management and protection efforts against hydrological natural hazards require a good understanding of natural variability of rainfall and its potential drivers. Significant efforts have been made over the past 25 years to unravel the systematics behind African rainfall dynamics and its relation with oceanic

* Corresponding author.
E-mail addresses: zsharlock@t-online.de (H.-J. Lüdecke), gisela.mueller-plath@tu-berlin.de (G. Müller-Plath), mwall@obspm.com (M.G. Wallace), luning@fhnw.org (S. Lüning).

<https://doi.org/10.1016/j.jhr.2021.100795>
Received 7 August 2020; Received in revised form 15 February 2021; Accepted 17 February 2021
Available online 26 February 2021
2214-5818/© 2021 The Author(s). Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

kann vollständig [hier kostenfrei heruntergeladen werden](#), auch als pdf . Einen weiteren Link zum Anhang mit zahlreichen zusätzlichen Auswertungen und Daten findet man im Online Artikel in Appendix A.