

Andreas Reiner: Synoptische Wellenstörungen und mesoskalige Konvektionsniederschläge in der westafrikanischen Sahel- und Sudanzone. 2003

In der vorliegenden Arbeit wird fuer das tropische Westafrika der Zusammenhang zwischen den synoptischskaligen "African Easterly Waves" (AEWs) und den mesoskaligen "Squall Lines" (SLs) fuer die zwei sechsmonatigen Perioden Mai bis Oktober 1998 und 1999 untersucht. Die Erforschung der Entstehungsursachen der SLs ist von besonderer Bedeutung, da gerade in der semiariden Sahelzone der wesentliche Teil der Niederschlaege auf diese Systeme zurueckzufuehren ist. Insbesondere ist bis heute nicht voellig verstanden, auf welche Art und Weise, die AEWs Einfluss auf die Genese und Dissipation der SLs nehmen. Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der statistischen und physikalischen Analyse der raum-zeitlichen Variabilitaet des Einflusses der AEWs auf den Lebenszyklus der SLs. Fuer den gesamten Untersuchungszeitraum konnten 81 AEWs an Hand der operationellen Analysen des "European Centre for Medium-Range Weather Forecasts" (ECMWF) und 344 SLs ueber die Lokalisierung ihrer Vorderkante mit Hilfe von fernerkundeten Regenraten identifiziert werden. Zur Bestimmung der Regenraten ist ein passives Mikrowellenverfahren verwendet worden, welches fuer die westafrikanische Region angepasst wurde. Diese Studie zeigt, dass sich SLs im gesamten tropischen Westafrika bevorzugt in der Region westlich des AEW-Troges bilden. In der Sahelzone tritt zudem eine Haeufung von SL-Entstehungen im Bereich der staerksten Suedwinde auf. In diesen beiden Wellenregionen entstehen insgesamt 42% aller SLs, wobei dieser Prozentsatz in der Sahelzone groesser ist als in der Sudan- und Guineakuestenzone. Die erhoehete Anzahl von SLs in diesen beiden Wellenregionen ist mit grosser statistischer Sicherheit signifikant und da die Entstehung dieser SLs auch aus physikalisch Gruenden sehr wahrscheinlich auf die Passage einer AEW zurueckzufuehren ist, wurden diese als "AEW-SLs" definiert. Die Untersuchung der raum-zeitlichen Variabilitaet des Einflusses der AEWs auf die SL-Entstehung ergibt, dass zum einen der Anteil der AEW-SLs an der Gesamtzahl der entstandenen SLs kontinuierlich von 20% in der Region zwischen 15oE und 20oE auf 68% an der Westkueste (10-15W) ansteigt. Zum anderen organisieren sich zum Hoehepunkt der Sahelregenzeit (Juli bis September) haeufiger SLs in Folge einer AEW-Passage als zu ihrem Beginn und Ende (Mai, Juni und Oktober). Damit verbunden, treten im letztgenannten Zeitraum auch oeffter trockene AEWs auf. Viele der nachts und in den Morgenstunden entstandenen SLs koennen auf AEWs zurueckgefuehrt werden. Da sich herausgestellt hat, dass die AEW-SLs im Vergleich zu den restlichen SLs keine besonderen Eigenschaften bezueglich ihrer Lebensdauer, Geschwindigkeit, Groesse oder mittleren Regenrate aufweisen, ist zu vermuten, dass der Einfluss der AEWs auf die SL-Entstehungs- bzw. Organisationsprozesse beschraenkt ist. Die Analyse der SL-Auflösungen zeigt zwar eine Haeufung der Dissipationen im Wellenruecken, diese kann jedoch nicht zweifelsfrei auf einen fuer die SL-Entwicklung unguenstigen Einfluss des AEW-Rueckens auf die atmosphaeerischen Bedingungen zurueckgefuehrt werden. Die Ergebnisse dieser Studie lassen somit vermuten, dass die SL-Auflösung im Rucke eher eine untergeordnete Rolle spielt. Des Weiteren wurde mit Sondierungen von vier Radiosondenstationen und mit Hilfe der ECMWF-Analysen untersucht, worin die Ursachen trockener und feuchter AEWs liegen. Das heit, es wurde der Frage nachgegangen, warum einige AEWs westlich des Troges eine SL organisieren koennen und andere nicht. Es zeigt sich, dass trockene AEWs keine ausreichende Feuchtekonvergenz in der Region westlich des Troges verursachen. Damit verbunden, verhindert bei der Passage dieses Wellenbereichs der trockenen AEWs eine groessere Stabilitaet der Atmosphaere wirkt sich vermutlich eine durch Wellen hervorgerufene trockene Schicht in der mittleren Troposphaere sowie die mit den herrschenden Windrichtungen verbundene guenstige vertikale Windscherung aus. Diese letzteren beiden Eigenschaften der AEWs stellen aber keine notwendige Bedingung fuer die Organisation von SLs dar, sondern wirken in einigen Faelen eher unterstuetzend.

This study investigates the relationship between the synoptic-scale African Easterly Waves (AEWs) and the meso-scale Squall Lines (SLs) over West Africa for the two six-month periods May-October

1998 and 1999. The examination of the physical causes of SL generation is of particular interest, since in the Sahel a considerably portion of the annual rainfall is related to these systems. To date, the impact of AEWs on SL generation and decay is not well understood. This study emphasis on the analyses of the spatio-temporal variability of the influence of AEWs on the life cycle of SLs. For the entire investigation period, 81 AEWs have been tracked using analyses from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) and 344 SLs have been identified by localizing their leading edges mainly from passive microwave rain rate retrievals. The passive microwave algorithm used has been adapted for West Africa. It is found that the area west of the AEW trough is a favourable location for SL generation over the entire tropical West Africa. In the Sahel, a second peak around the region of maximum AEW-related southerlies is observed. In these wave phases, 42% of all SLs were identified, with a greater percentage in the Sahel than in the Soudanian/Guinea Coast region. The greater number of SLs in these wave regions is statistically significant and since the generation of these SLs due to a passage of an AEW is also physically reasonable, they were defined as "AEW-forced". The examination of the spatio-temporal variability of the influence of AEWs on SL genesis shows that the contribution of AEWs to SL generation increases from 20% between 15E and 20E to 68% at the West African coast (10-15W). Furthermore, the impact of AEWs on SL generation is larger at the height of the Sahelian rainy season (July-September) than in the remaining early and late monsoon months (May, June, and October) when many AEWs move dry over West Africa. SLs, which formed after midnight and in the morning hours, often owe their existence to wave forcing. Since AEW-forced SLs exhibit no extraordinary characteristics with respect to lifetime, propagation speed, size, and rain rate compared to the remaining SLs, it is suggested that the impact of AEWs is largely restricted to SL initiation and organization processes. The analyses of SL decay shows a preferred region of SL lysis in the AEW ridge, but this maximum can not be unequivocally attributed to unfavourable environmental conditions for SL development in this phase of the wave. Therefore, the results of this study suggest that the wave dynamics play a minor role for SL lysis in the wave ridge. Further examinations of the physical causes of wet and dry AEWs have been accomplished using soundings of four radiosonde stations and the analyses of the ECMWF. In particular, it has been investigated, why some AEWs are able to organize a SL west of the trough and others do not. The results show that dry waves are associated with an insufficient convergence of moisture in the region west of the trough, where, additionally, a greater stability of the atmosphere inhibits the triggering of SLs. Advantageous for SL generation west of the trough are probably an AEW induced dry layer at middle levels and the vertical wind shear associated with the prevailing wind directions. These latter two properties of AEWs are not necessary conditions for SL generation, but seem to support their genesis in some cases.