



El Niño im Winter 2014/15 wahrscheinlich

Eine Analyse des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zum möglichen Auftreten von El Niño im Winter 2014/15 und dessen möglichen Folgewirkungen.

Autorinnen und Autoren:

Kristina Fröhlich (DWD), Andreas Becker (DWD), Axel Andersson (DWD), Wolfgang Müller (MPI für Meteorologie, Hamburg), Johanna Baehr (Institut für Ozeanographie der Uni Hamburg)

Vier Jahre nach Ende des letzten El Niño-Ereignisses im Sommer 2010 deutet vieles darauf hin, dass es im kommenden Winter wieder ein El Niño-Ereignis geben wird. Deshalb geht der Deutsche Wetterdienst der Frage nach, was El Niño ist und welche Auswirkungen dieses Phänomen weltweit und in Deutschland aufgrund unserer Erfahrungen mit vorausgegangenen Ereignissen haben könnte. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie gut ein El Niño-Ereignis überhaupt vorhergesagt werden kann. Schließlich ermöglicht die Analyse von El Niño es dem Deutschen Wetterdienst und seinen Kooperationspartnern, die Vorhersagegüte ihres im Aufbau befindlichen Jahreszeitenvorhersagesystems zu überprüfen.

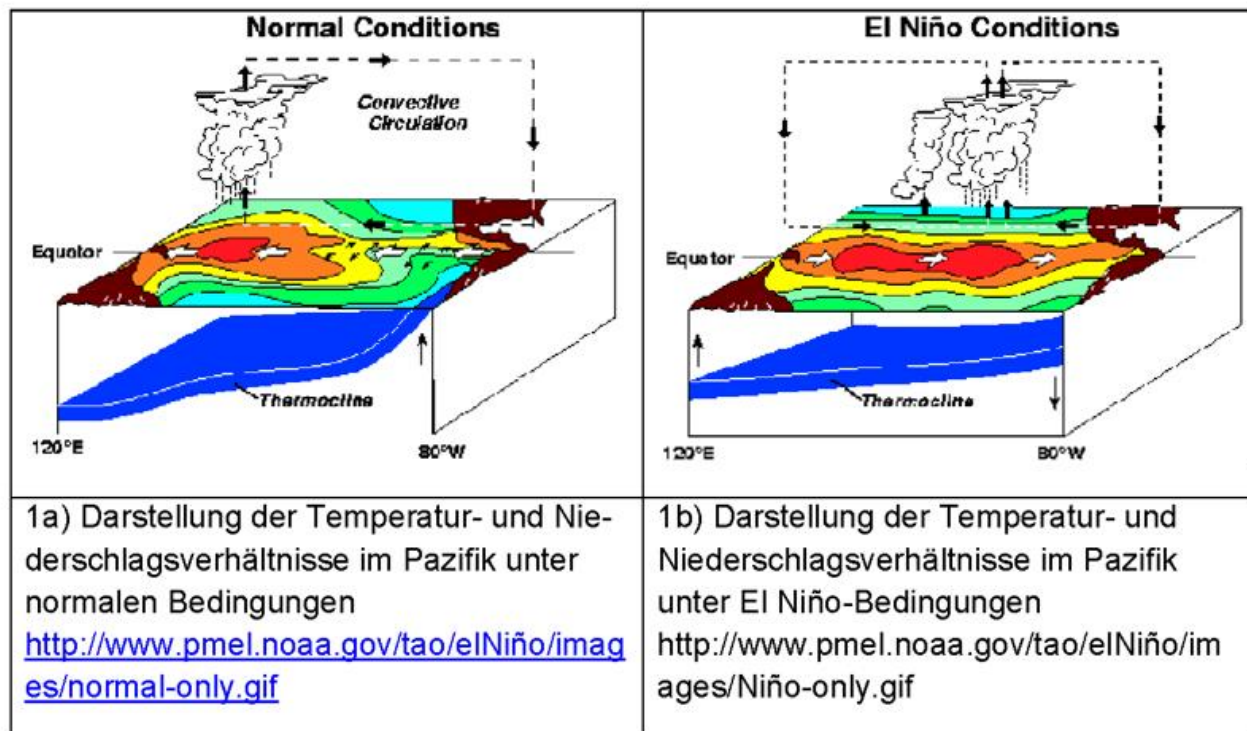
Inhalt:

- Was ist El Niño?
- El Niño und die Klimaerwärmung
- Auswirkungen von El Niño auf Niederschlag und Temperatur
- Europäische Jahreszeitenvorhersagen und der Beitrag des Deutschen Wetterdienstes
- El Niño-Vorhersagen und die aktuelle Vorhersagesituation
- Literaturangaben

Was ist El Niño?

El Niño ist ein Teil eines großräumigen Klima-Phänomens (ENSO- El Niño Southern Oscillation) im tropischen Pazifik.

Unter normalen Bedingungen ist das Klima über dem tropischen Pazifik geprägt von Passatwinden, die das warme Oberflächenwasser von der amerikanischen Küste an die asiatische Küste treiben. Über den warmen Ozeanregionen führt das zur Ausbildung von starken Niederschlägen während es über den kalten Ozeanregionen an der Küste Südamerikas durch das Absinken der Luftmassen trocken bleibt. Man spricht auch von der Walker-Zirkulation (englischer Meteorologe G. Walker 1868-1958). Der permanent wehende Nordostwind verursacht im Ozean an der Küste Südamerikas das Aufsteigen kalter Wassermassen wie in Abb. 1a) zu sehen. Dies sorgt durch die guten Bedingungen für Planktonwachstum für riesige Fischbestände.



Bei einem El Niño-Ereignis kommt es zu einer Abschwächung der Passatwinde und damit zu einem Rücklauf des warmen Oberflächenwassers in Richtung Osten. Die Niederschlagsysteme wandern mit dem warmen Wasser in den zentralen Pazifik und weiter ostwärts, wodurch es in Indonesien zu Regenausfällen kommt, während Ekuador, Peru und Chile mit ungewöhnlich hohen Niederschlagsraten zu kämpfen haben. Die Abweichungen von der Oberflächentemperatur des Pazifiks erreichen meist um Weihnachten herum ihr Maximum, was zum Namen El Niño (das Christkind, der Junge) führte. Der Fischfang vor Südamerikas Pazifikküste geht dann dramatisch zurück.

El Niño und die Klimaerwärmung

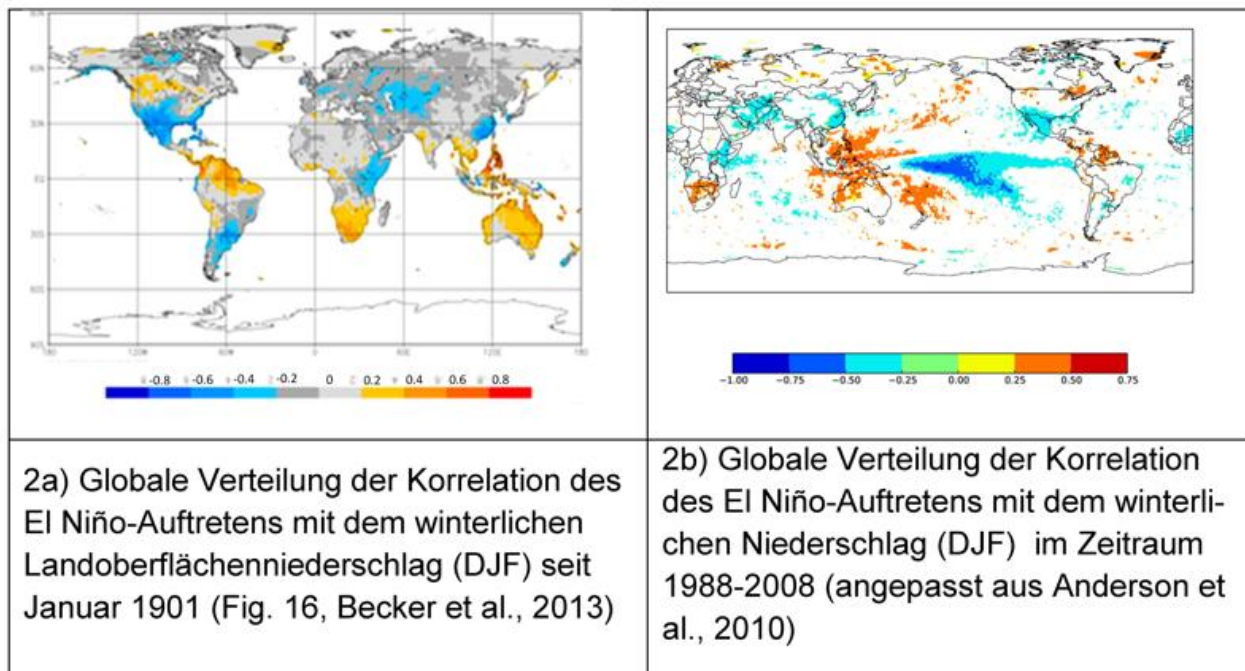
Seit dem letzten sehr starken El Niño 1997/98 gab es nur noch relativ schwach ausgeprägte El Niños, zuletzt Anfang 2010. In der übrigen Zeit waren die Bedingungen entweder neutral, oder die ENSO befand sich sogar in der kalten La Niña-Phase. 1998 war auch ein Rekordjahr in der globalen Mitteltemperatur. Danach stieg diese nur noch sehr langsam an (etwa 0.5 Grad pro Dekade), obwohl der Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen und -Emissionen unvermindert stattfand.

Dies hat zu Diskussionen darüber geführt, ob oder warum die Klimaerwärmung eine Pause – auch als Hiatus bezeichnet - macht. Studien (Kosaka and Xie, 2013) und Reanalysen (Balmeseda et al., 2013) zeigen, dass seit dieser Zeit verstärkte Passatwinde über den Ozeanen und besonders im Pazifik auftreten, die viel von der atmosphärischen Wärme in den (tiefen) Ozean eingebracht haben. Diese permanent wehenden Winde haben zudem zu einem „Warmwasserstau“ auf der Westseite des Pazifiks geführt. Die Taifune der Saison 2013 konnten damit länger ungebremst Energie aus dem Ozean aufnehmen und erreichten im Fall von Hayan Rekordwindgeschwindigkeiten beim Landfall auf den Philippinen.

Sollte dieses Jahr ein El Niño auftreten, könnte das die „Pause“ in der Klimaerwärmung unterbrechen (Palmer, 2014) und sich der Temperaturanstieg wieder beschleunigen.

Auswirkungen von El Niño

Das Besondere am El Niño ist, dass nicht nur die unmittelbaren Küsten und Küstenländer des Pazifiks sondern auch entferntere Regionen betroffen sind. Man spricht dabei von Fernwirkungen oder Telekonnektionen.



Die betroffenen Regionen werden von den Experten auch ENSO-sensitive Regionen genannt. Die über mehr als 110 Jahre reichenden Analysen des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN), das der DWD im Auftrag der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) betreibt, können zum Beispiel zur genauen Bestimmung der ENSO sensitiven Niederschlagsregionen herangezogen werden. Auf Basis dieses Wissens ist können bei einer El Niño-Vorhersage rechtzeitige Vorbereitungen in den betroffenen Regionen getroffen werden.

El Niño verändert großräumig die Niederschlagsmengen

So hat das WZN für den globalen Landoberflächenniederschlag auf Basis seiner Analyse der globalen Verteilung des Niederschlages für die Monate von Dezember bis Februar (DJF) sensitive Regionen ermittelt. Der monatliche Niederschlag seit Januar 1901 und dessen Korrelation mit dem El Niño sensitiven Index SOI (Southern Oscillation Index) wurden für jede 0.5 Grad große Gitterzelle (ca. 50 km) über den Zeitraum DJF gemittelt, siehe Abb. 2a).

Demzufolge gibt es bei El Niño mehr Niederschlag (blaue Regionen in Abb. 2a) in Argentinien, Nord-Mexiko, Süd-USA, Iran, Ostafrika (Nord-Tansania, Kenia, Süd-Somalia) und weniger Niederschlag (orange Regionen) in Nord- und Ostaustralien, Indonesien, Malaysia, Papua-Neuguinea, Südafrika (mit RSA, Sambia, Simbabwe, Mozambik und Botswana) und der südlichen Karibik mit den nördlichsten Ländern Südamerikas (Nord-Kolumbien, Venezuela, Guyana, Surinam, Franz. Guyana).

Durch Kombination der WZN-Analysen mit den satellitengestützten Analysen der vom DWD im Auftrag von EUMETSAT betriebenen Satellite Application Facility on Climate Monitoring CM-SAF, kann diese Untersuchung auch auf den Ozean ausgedehnt werden (Abb. 2b). Dort ergibt sich für die Wintermonate (DJF) für den Zeitraum 1988 – 2008 eine enorme positive Anomalie in den pazifischen Regionen mit starkem Wolkenauftrieb (den Innertropischen Konvergenz-Zonen), und es wiederholen sich über Land im Wesentlichen die Muster der ENSO-Sensitivität, die auch die Abb. 2a aufweist. Das ist nicht selbstverständlich angesichts der unterschiedlichen Bezugsperioden beider Analysen (1901-2011 vs. 1988-2008). Unterschiede in verschiedenen Regionen über Land treten deshalb auch wegen fehlender statistischer Signifikanz auf.

Die weitgehende Kongruenz bestätigt, dass eine natürliche Klimavariabilität wie das ENSO-Phänomen, sich eher indifferent gegenüber der Bezugsperiode verhält. Sie zeigt auch, dass die klimatologische Auswertung des satellitengestützten Datensatzes trotz der relativ kurzen Bezugsperiode auch in vielen Landregionen der Erde bereits valide ist, und natürlich über dem Ozean eine exklusive Information bereitstellt.

Temperaturanomalien können Fischerei massiv beeinträchtigen

Die von El Niño ausgelösten Temperaturanomalien haben Auswirkungen auf viele Lebensbereiche. Aufgrund des warmen Wassers vor der Küste Südamerikas fehlen die Lebensbedingungen für das Plankton und damit die Fische mit deutlich negativen Auswirkungen für die Fischerei. Ungewöhnlich warm wird es ebenso an der nord-

amerikanischen Pazifikküste, wo es trotz des Plus an Niederschlag im Südwesten der USA dennoch zu verstärktem Auftreten von Dürren kommen kann, weil das Mehr an Niederschlag dort sofort verdunstet.



Besonders dramatisch für die Trinkwasserversorgung sind die in Abb.3a gezeigten Gebiete, die mit „dry and warm“ bezeichnet sind, weil dort sowohl die Temperatur als auch der Niederschlag Anomalien aufweisen, die das Auftreten von Dürren massiv begünstigen. Hier ist insbesondere Südafrika zu nennen, wo die ENSO für rund 50 Prozent der Variabilität des Niederschlages verantwortlich ist. Bei einer El Niño-Warnung für den kommenden Süd-Sommer sind die verantwortlichen Länder dieser Region gerade jetzt besonders aufgefordert für die Trinkwasserversorgung durch entsprechende Anpassungsmaßnahmen rechtzeitig Vorsorge zu tragen.

Auffällig an allen Abbildungen ist außerdem, dass für Europa und weite Teile Asiens kein direkter Zusammenhang zu bestehen scheint. Dennoch wird unter Wissenschaftlern diskutiert, ob und wie sich El Niño-Signale bis nach Europa ausbreiten können, sei es über den subtropischen Jet entlang der Breitengrade (z.B. Graf und Zanchettin, 2012) oder über die polare Stratosphäre ebenso mit Hilfe von planetaren Wellen (Butler et al., 2014).

DWD unterstützt europäische Jahreszeitenvorhersage

El Niño ist also ein Phänomen von immenser gesellschaftlicher Bedeutung und deshalb ist das Interesse an El Niño-Vorhersagen sehr groß. Vorhersagen dieser Art sind in die Zeitskala von Jahreszeiten einzuordnen. Im Unterschied zur Wettervorhersage macht die Jahreszeitenvorhersage keine Aussage über die detaillierte Entwicklung des Wettergeschehens der nächsten Monate, sondern sie liefert eine statis-

tische Auswertung des Wetters über einen mehrmonatigen Zeitraum. Dabei werden anhand von Modellrechnungen Wahrscheinlichkeiten des Auftretens von jahreszeitlichen Anomalien bestimmt.

Jahreszeitemvorhersagen sind eine besondere Herausforderung für die dabei verwendeten Modelle, da für einen Vorhersagezeitraum von einem halben bis ganzen Jahr insbesondere Prozesse mit längerfristigen (saisonalen und inter-annualen) Variabilitäten eine wichtige Rolle spielen und vom Modell abgebildet werden müssen. Langzeitprognosen sind daher nur mit einem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis-Modell möglich, da vor allem Ozean und Meereis Träger dieser langfristigen Informationen sind. Um die Unsicherheiten auf Grund der hohen Komplexität und der Modellfehler abzubilden, werden Jahreszeitemvorhersagen als Ensemblevorhersagen gerechnet. Vor jeder aktuellen Prognose werden lange Zeitreihen in der Vergangenheit gerechnet, die als Grundlage zur Qualitätsprüfung des Modells dienen. Typischerweise werden Jahreszeitemvorhersagen der vergangenen 30 Jahre nachgerechnet.

Seit etwa 20 Jahren werden am Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) globale Jahreszeitemvorhersagen erstellt und inzwischen gibt es weltweit einige weitere Wetterdienste, die ebenfalls Jahreszeitemvorhersagen produzieren. Zur Erhöhung der Qualität der saisonalen Prognosen werden die Vorhersagen verschiedener Modelle im Ensemble bewertet. Beim EZMW ist das EUROSIP (European Seasonal to Inter-annual Prediction) Projekt angesiedelt. Das Konsortium betreibt derzeit Modelle des EZMW, des britischen und französischen Wetterdienstes und des nationalen Zentrums für Umweltvorhersagen (NCEP) der Vereinigten Staaten von Amerika.

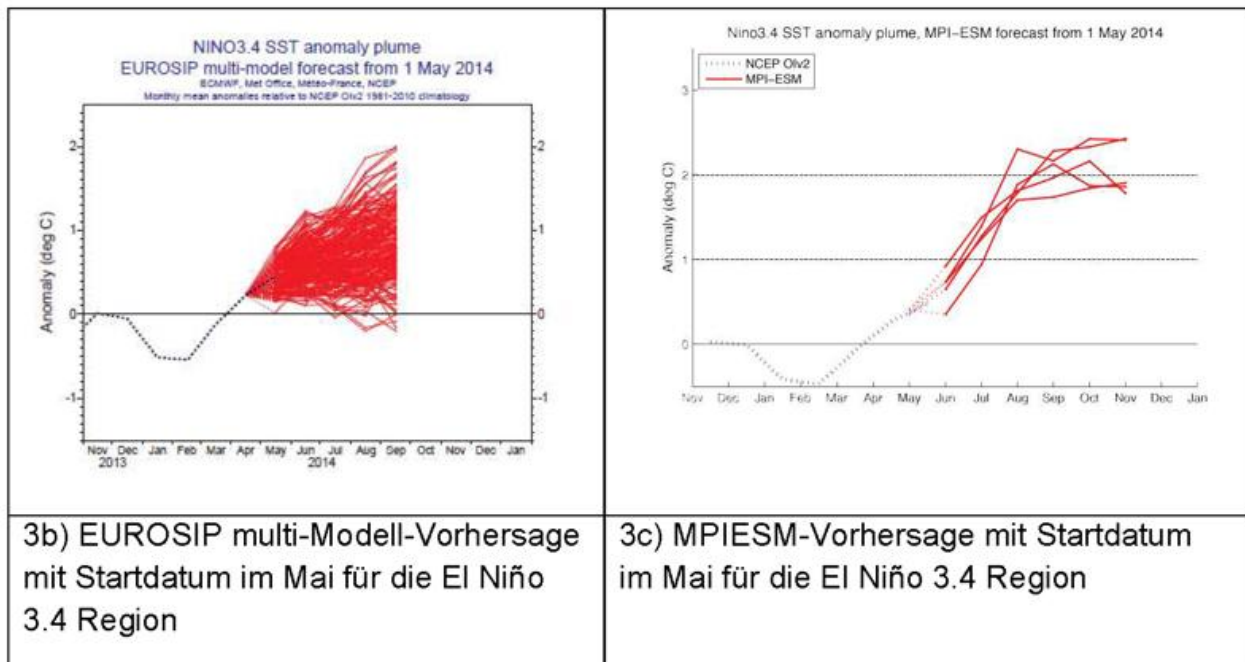
Beim DWD wird seit Herbst 2011 gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg und der Universität Hamburg am Aufbau eines eigenen Ensemblevorhersagesystems auf Basis des Erdsystemmodells MPI-ESM gearbeitet. Dies bedeutet, ein gutes Klimamodell für langfristige Projektionen nun für operationelle Vorhersagen auf deutlich kürzeren zeitlichen Skalen, z.B. Jahreszeiten, zu ertüchtigen. Aufbauend auf Arbeiten in Hamburg wurden ein Testsystem aufgesetzt und zwei Sets für Winter- und Sommerprognosen der Jahre 1981-2010 gerechnet. Nach der erfolgreichen wissenschaftlichen Bewertung der Daten wurde beschlossen, dieses System am EZMW zu installieren mit dem Ziel operationelle Jahreszeitemvorhersagen zu rechnen, um sich somit für eine Aufnahme in das EUROSIP-Ensemblesystem zu bewerben.

El Niño-Vorhersagen sind grundsätzlich möglich

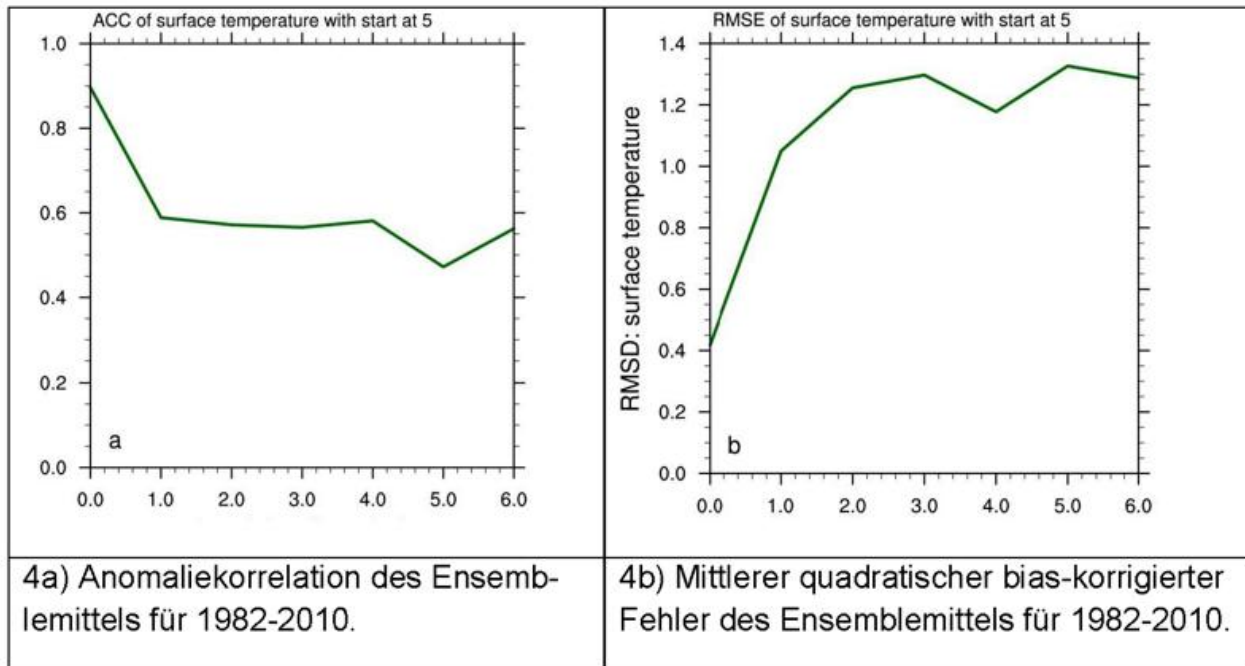
Durch die bereits vorliegenden historischen-Daten für den Startzeitpunkt Mai waren der DWD und seine Partner in der Lage, eine im Mai startende erste Prognose für die kommenden Monate 2014/2015 zu erstellen.

Um nun zu sehen, ob diese Daten ein El Niño-Signal enthalten, muss man für eine spezielle ENSO sensitive Temperaturregion im tropischen Pazifik Anomalien der Meeresoberflächentemperatur berechnen und auf einen Schwellenwert untersuchen. Abb. 3b) und 3b) zeigen die sogenannten El Niño-Plumes (Fahnen der Ensemblerealisierungen). In Abb. 3b sind die zahlreichen Realisierungen des aktuellen EUROSIP-Ensembles dargestellt und in Abb.3c) die fünf zusätzlichen des MPI-Erdsystemmodells (ESM). Ein El Niño-Ereignis ist dadurch definiert, dass über mindestens fünf aufeinanderfolgende Monate die mittlere Meeresoberflächentemperatur (gleitendes 3-Monatsmittel über die sog. Niño 3.4-Region) um über 0.5°C von der 30-jährigen Referenzperiode (1981-2010) abweichen muss.

Das EUROSIP-Ensemble zeigt einen großen Realisierungsraum, der fast nur positive Anomalien mit vielen Lösungen über 0.5°C zeigt. Dagegen liegen alle fünf Realisierungen des Mini-MPI-ESM Ensembles sogar oberhalb der 1°C-Schwelle, was ein sehr starkes Ereignis prognostizieren würde. Wie vorsichtig man mit dieser Aussage umgehen muss, zeigt ein Blick auf Abb. 4a), welche die Anomaliekorrelation der Oberflächentemperatur in der Region mit Reanalysedaten^{1*} über die vergangenen 30 Jahre darstellt. Man kann damit abschätzen, wie gut die prognostizierten Abweichungen mit den tatsächlich eingetretenen Ereignissen übereinstimmen. Für einen Prognosestart im Mai bekommt man leider kein sehr gutes Verhältnis von Vorhersage zu Beobachtung, immerhin treffen die Prognosen für die kommenden Monate noch in 60 Prozent aller Fälle ein.



¹ Eine Reanalyse vereinigt Beobachtungsdaten mit Modellrechnungen. Damit wird ein konsistenter Datensatz von hoher Qualität erzeugt.



Bei der Betrachtung der Anomalien ist ebenso der mittlere bias-korrigierte Fehler zu beachten. Alles zusammengenommen kann man für das Test-Ensemble des MPI-ESM und dessen erste Prognose in die Zukunft schließen, dass - auf Basis der Mai-Anfangsbedingungen - ein El Niño Ereignis durchaus wahrscheinlich ist. Wie die nächsten Aktualisierungen dieser Jahreszeitvorhersage aussehen werden, wird sich zeigen, sobald das Modellsystem auf dem neuen Rechner am EZWM in einem quasi-operationellem Setup läuft.

Aktuelle Vorhersagesituation ist ein Warnhinweis für betroffene Regionen

Die Jahreszeitenvorhersagen des EZMW im Juni und auch im Juli bestätigen die im Mai prognostizierte Situation für einen kommenden El Niño. Auch hier müssen alle verfügbaren Unsicherheiten berücksichtigt werden, aber zugleich sollte dieses konsistente Signal als Warnhinweis für eventuell betroffene Regionen dienen.

Literatur:

Andersson, A., S. Bakan, H. Graßl, 2010: Satellite derived North Atlantic precipitation variability and its dependence on the NAO index, *Tellus A*, 62(4), 453-468, doi:10.1111/j.1600-0870.2010.00458.x.

Balmaseda, M. A., K. E. Trenberth, and E. Källén (2013), Distinctive climate signals in reanalysis of global ocean heat content, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 1754–1759, doi:10.1002/grl.50382.

Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., Schamm, K., Schneider, U., and Ziese, M. (2014), A description of the global land-surface precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901–present, *Earth Syst. Sci. Data*, 5, 71–99, doi:10.5194/essd-5-71-2013

Butler, A. H., Lorenzo M Polvani and Clara Deser: Separating the stratospheric and tropospheric pathways of El Niño–Southern Oscillation teleconnections, *Environ. Res. Lett.* 9 02 4014. doi:10.1088/1748-9326/9/2/024014

Graf, H.-F., and D. Zanchettin (2012), Central Pacific El Niño, the “subtropical bridge,” and Eurasian climate, *J. Geophys. Res.*, 117, D01102, doi:10.1029/2011JD016493.

Kosaka, Y; Xie, SP: Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling (2013). *NATURE* Volume: 501 Issue: 7467 Pages: 403. DOI: 0.1038/nature12534

Li, Ying, Ngar-Cheung Lau, 2013: Influences of ENSO on Stratospheric Variability, and the Descent of Stratospheric Perturbations into the Lower Troposphere. *J. Climate*, 26, 4725–4748. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00581.1>

Palmer, T.: Record-breaking winters and global climate change. *Science* 23 May 2014: Vol. 344 no. 6186 pp. 803-804 DOI: 10.1126/science.1255147