

Newsletter

Dekadische Klimavorhersagen

Nr. 2

Februar 2017

Hintergrund:

Der Bedarf an dekadischen Klimavorhersagen auf der Zeitskala von 1-10 Jahren entwickelt sich zunehmend. Das beim Deutschen Wetterdienst laufende **Projekt SUPPORT** im Forschungsprogramm MiKlip II ermittelt den Nutzerbedarf dekadischer Klimavorhersagen und entwickelt nutzerorientierte Vorhersageprodukte. Im April 2016 wurde der 1. Nutzerworkshop Dekadische Klimavorhersagen in Offenbach durchgeführt. Der 2. Workshop ist von 04.-05. Mai 2017 in Stahnsdorf (bei Berlin) geplant. Dieser und kommende Newsletter informieren über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung im Bereich dekadischer Vorhersageprodukte und stellen die Basis für einen Austausch zwischen Klimawissenschaftlern und Nutzern dar. Wünsche und Kritik sind möglich via E-Mail an Klima.Nutzerworkshop@dwd.de.

Stand der internationalen Forschung:

Folgende Auswahl zusammengefasster wissenschaftlicher Veröffentlichungen gibt einen Einblick in den aktuellen Stand internationaler Forschung zu dekadischen Klimavorhersagen:

Die erste Projektphase des MiKlip-Forschungsprojekts:

Das Forschungsprojekt MiKlip entwickelte in der ersten Projektphase (2011-2015) drei Generationen des globalen dekadischen Klimavorhersagesystems MPI-ESM mit unterschiedlichen Initialisierungsstrategien für die Anfangswerte der Simulationen. Anhand eines zentralen Evaluierungssystems wird das Modell auf seine Vorhersagegüte im Vergleich mit Beobachtungen in der Vergangenheit geprüft. Dekadische Vorhersagegüte ergibt sich für europäische Sommertemperaturen, Zugbahnen außertropischer Wirbelstürme, die quasi-zweijährige Schwingung der stratosphärischen Winde (QBO) und die ozeanische Kohlenstoffaufnahme. Das regionale Vorhersagesystem COSMO-CLM weist dekadische Vorhersagegüte von europäischen Temperaturen und Windenergieoutput sogar auf höherer Auflösung auf. Ein Vulkanmodul erlaubt eine zeitnahe Anpassung dekadischer Vorhersagen im Fall zukünftiger Vulkanausbrüche. Als offene Fragen bleiben der optimale Ausgleich zwischen Modellauflösung und Ensemblegröße, die geeignete Methode zur Ensembleerstellung und die Entscheidung zwischen unterschiedlichen Initialisierungsstrategien. Die zweite Projektphase strebt bis 2019 die operationelle Anwendung des dekadischen Vorhersagesystems mit einem Generationszyklus von 2-3 Jahren an.

Marotzke et al. (2016): MiKlip – a National Research Project on Decadal Climate Prediction. Bull. Amer. Meteor. Soc. doi:[10.1175/BAMS-D-15-00184.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00184.1)

Dekadische Vorhersagen der Met Office-Webseite:

Die Webseite des englischen Wetterdienstes Met Office bietet jährlich dekadische Vorhersagen des Vorhersagesystems DePreSys in der Entwicklungsphase, aktuell ab 2017. Die 5-Jahresmittel über 2017-2021 sagen eine verstärkte Erwärmung über Land, den nördlichen hohen Breiten und dem südlichen Atlantik und kühle Bedingungen im südlichen Pazifik voraus. Der relativ kühle Nordatlantik soll zu normalen Bedingungen zurückkehren. Neben der wahrscheinlichsten Vorhersage definieren untere und obere Abschätzungen (10%- und 90%-Perzentile) die Spannweite der Vorhersage. Die global gemittelte Temperatur wird im Zeitraum 2017-2021 vermutlich auf dem hohen Niveau von 0,42-0,89°C (90%-Konfidenzintervall) über der Klimatologie von 1981-2010 bleiben. Die Vorhersage liegt im mittleren bis oberen Bereich der Spannweite von Klimaprojektionen, deren Anfangswerte nicht mit Beobachtungen initialisiert wurden, und wird durch Einflüsse von Treibhausgasen, El Niño und des Ozeans erklärt. Die Verifikation der Vorhersagen im Zeitraum September 2011-August 2016 zeigt eine generelle Übereinstimmung mit Beobachtungen trotz Differenzen in der exakten Stärke und Lage der Anomalien. Das Met Office organisiert den Austausch dekadischer Vorhersagen von 10 dynamischen und statistischen Modellen verschiedener Institute weltweit, z.B. dem deutschen MPI-ESM-System, bezüglich Temperatur, Niederschlag und Luftdruck.
www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/decadal-fc,
www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/decadal-multimodel

Dekadische Vorhersagen im 5.Sachstandsbericht des IPCC:

Der 5. Sachstandsbericht des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) beschäftigt sich im Kapitel „Near-term Climate Change: Projections and Predictability“ des Bandes „The Physical Science Basis“ mit dem neuen Forschungsbereich der dekadischen Vorhersagen. Im Rahmen des „Coupled Model Intercomparison Project Phase 5“ (CMIP5) wurden nahe Klimavorhersagen der kommenden 1-10 Jahre mit Modellsystemen durchgeführt, die mit Beobachtungen initialisiert wurden, um die Vorhersagbarkeit von interner Variabilität und externem Antrieb zu nutzen. Modellstudien testen die durch das chaotische Klimasystem definierten Grenzen der Vorhersagbarkeit von Mittelwerten über 1-10 Jahre und untersuchen physikalische Mechanismen. Temperaturmittel zeigen Vorhersagbarkeit für Vorhersagezeiten von bis zu 10 Jahren für viele Regionen der Erde und das globale Mittel. Bei Niederschlag wird Vorhersagbarkeit über manchen Landregionen gefunden. Die Initialisierung mit Beobachtungen liefert den Hauptanteil der Vorhersagbarkeit von Temperaturmitteln der ersten Jahre sowie von global gemittelten Temperaturen und solchen über einigen Ozeangebieten für längere Zeiträume. Aus dem Strahlungsantrieb ergibt sich Vorhersagbarkeit für Temperatur- und Niederschlagsmittel über die ersten Jahre hinaus.
www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter11_FINAL.pdf

Das Decadal Climate Prediction Project:

Das „World Climate Research Programme“ definiert die nahen Klimavorhersagen als eine große Herausforderung aktueller Klimaforschung. Das „Decadal Climate Prediction Project“ (DCPP) koordiniert die Produktion eines dekadischen Hindcast-Experiments (Vorhersagen in der Vergangenheit) unterschiedlicher Institute und Vorhersagesysteme zur Verifikation der Modellergebnisse und quasi-operationeller dekadischer Vorhersagen zur Anwendung in gesellschaftlichen Fragen. Weiterhin werden Studien zu dekadischer Vorhersagbarkeit und erklärenden Mechanismen sowie Fallstudien zu besonderen Klimaveränderungen (verstärkte/ abgeschwächte globale Erwärmung, Erwärmung des Nordatlantiks, Vulkanausbrüche) organisiert. Die DCPP-Ergebnisse stellen eine Weiterführung der dekadischen Vorhersagen von CMIP5 dar. Sie leisten einen Beitrag zum aktuellen CMIP6-Modellvergleich, zum 6. IPCC-Sachstandsbericht, zum „Global Framework for Climate Services“ und zur Entwicklung eines „Global Decadal Climate Outlook“ der „World Meteorological Organization“.
www.wcrp-climate.org/dcp-overview, Boer et al. (2016): *The Decadal Climate Prediction Project (DCPP) contribution to CMIP6*, *Geosci. Model Dev.*, doi:[10.5194/gmd-9-3751-2016](https://doi.org/10.5194/gmd-9-3751-2016)

Entwicklung von Vorhersageprodukten:

Die **Webseite** www.fona-miklip.de/1/dekadisches-klimavorhersagesystem/dekadische-klimavorhersage-fuer-2017-2026/ wurde im MiKlip-Projekt entwickelt, um beispielhafte Forschungsergebnisse zu dekadischen Vorhersagen für die Öffentlichkeit zu präsentieren. Sie basiert auf Vorhersagen der Temperatur des globalen Vorhersagesystems MPI-ESM-LR im Vergleich zu Beobachtungen von HadCRUT.

Die Vorhersagen umfassen den Zeitraum 2017-2026 und werden als 4-Jahresmittel auf einem Raumbgitter von 5° geographischer Länge und Breite betrachtet. Im **Steuerungsmenü** können Informationen zu dekadischen Vorhersagen abgerufen und Einstellungen zu Gebiet (aktuell Global, Nordatlantik) und Vorhersagezeitraum (2017-2020, ... , 2023-2026) getroffen werden. Als Vorhersageart kann zwischen einer Vorhersage des Ensemble-Mittelwerts und einer probabilistischen Vorhersage der Ensemble-Verteilung gewählt werden. Zur Bewertung der Vorhersagegüte werden die Abweichungen der dekadischen Vorhersage von Beobachtungen in der Vergangenheit bestimmt. Die Vorhersagegüte der dekadischen Vorhersage wird verglichen mit denjenigen zweier Referenzvorhersagen (Klimatologie, Klimaprojektion), die auch im Vergleich mit Beobachtungen definiert wurden. In einem Ampelsystem wird eine dekadische Vorhersage der Kategorie grün/ gelb/ rot zugeordnet, wenn ihre Vorhersagegüte besser als beide/ eine/ keine Referenzvorhersage ist.

Die **Vorhersage des Ensemble-Mittelwerts** zeigt eine Zeitreihe von 4-Jahresmitteln der beobachteten und vorhergesagten globalen Mitteltemperatur als Anomalien zu HadCRUT im Referenzzeitraum 1981-2010 (Abb. 1, oben). Der vorhergesagte Ensemble-Mittelwert wird in der Farbe der Ampelbewertung und die Ensemble-Bandbreite vom 10%- bis 90%-Perzentil in grau dargestellt. Die Vorhersage zeigt eine stete Zunahme der Globaltemperatur um 0,56-0,72°C bis zum Ende der Dekade und wird in die Ampelkategorien grün bis gelb eingestuft.

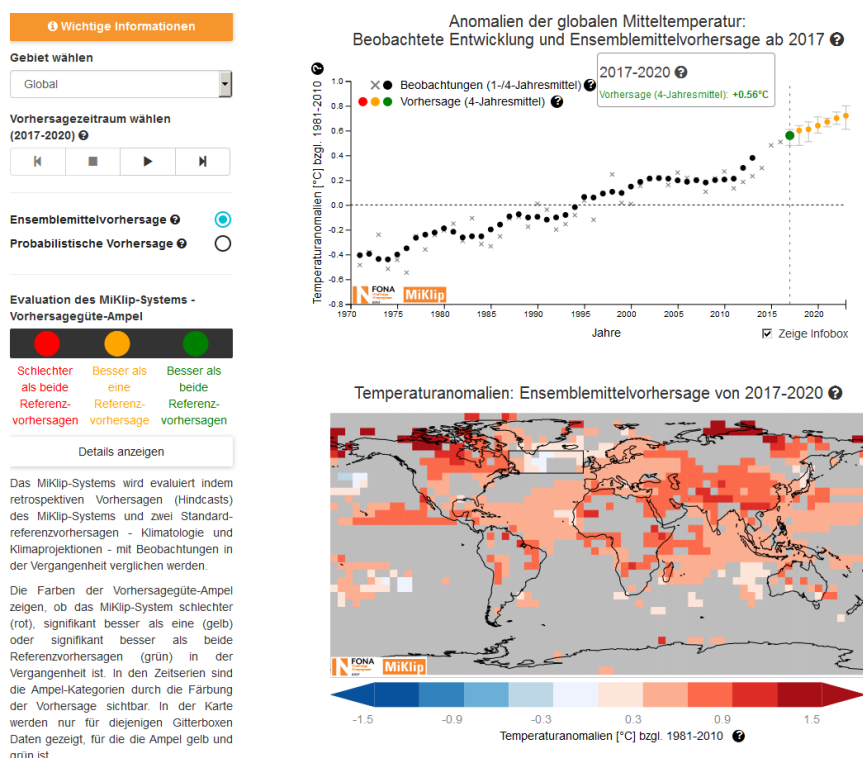


Abb. 1: Vorhersage des Ensemble-Mittelwerts von MPI-ESM-LR für die globale Mitteltemperatur im Vergleich zu Beobachtungen von HadCRUT (Quelle: MiKlip-Webseite).

Die Karte präsentiert die globale Verteilung der Temperaturvorhersage des Ensemble-Mittelwerts für einen bestimmten Vorhersagezeitraum, hier 2017-2020, als Anomalien zu HadCRUT im Referenzzeitraum auf einem 5°-Gitter (Abb. 1, unten). Nur die grüne und gelbe Ampelbewertung wird dargestellt, die rote ausgegraut. Die Ergebnisse zeigen meist positive Temperaturanomalien von bis zu +1,5°C über den hohen nördlichen Breiten. Negative Anomalien von bis zu -0,6°C ergeben sich vereinzelt über dem Ozean.

Bei der **probabilistischen Vorhersage** werden die 4-Jahresmittel der beobachteten und vorhergesagten Temperatur, hier für den Nordatlantik, als Anomalien zu HadCRUT im Referenzzeitraum in drei Kategorien höher als normal/ normal/ niedriger als normal eingeteilt (Abb. 2, oben). Die Grenzen der gleich häufigen Kategorien werden mittels HadCRUT im Referenzzeitraum definiert. Bei den Beobachtungen wird die eingetretene Kategorie markiert. Bei den Vorhersagen wird die Wahrscheinlichkeit jeder Kategorie, basierend auf der Ensemble-Verteilung, in der Farbe der Ampelbewertung dargestellt. Die Vorhersage der Nordatlantiktemperatur weist außer im ersten Zeitraum 2017-2020 („normal“) über die ganze Dekade die höchste Wahrscheinlichkeit in der Kategorie „höher als normal“ auf. Die Vorhersagegüte erreicht in der ersten Dekadenhälfte nur die rote Ampelbewertung, in der zweiten jedoch die gelbe.

Wichtige Informationen

Gebiet wählen
Nordatlantik (60°-10°W, 50°-65°N)

Vorhersagezeitraum wählen
(2017-2020)

Ensemblemittelvorhersage

Probabilistische Vorhersage

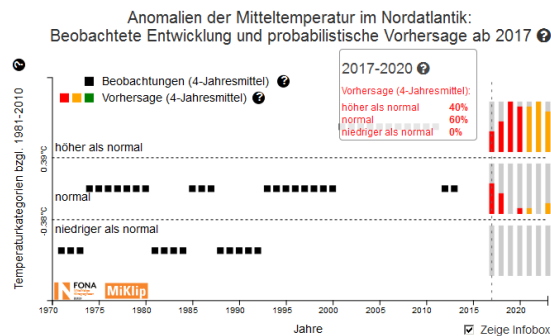
Evaluation des MiKlip-Systems -
Vorhersagegüte-Ampel

Schlechter als beide Referenzvorhersagen (rot) Besser als eine Referenzvorhersagen (gelb) Besser als beide Referenzvorhersagen (grün)

Details anzeigen

Das MiKlip-System wird evaluiert indem retrospektiven Vorhersagen (Hindcasts) des MiKlip-Systems und zwei Standardreferenzvorhersagen - Klimatologie und Klimaprojektionen - mit Beobachtungen in der Vergangenheit verglichen werden.

Die Farben der Vorhersagegüte-Ampel zeigen, ob das MiKlip-System schlechter (rot), signifikant besser als eine (gelb) oder signifikant besser als beide Referenzvorhersagen (grün) in der Vergangenheit ist. In den Zeitserien sind die Ampel-Kategorien durch die Färbung der Vorhersage sichtbar. In der Karte werden nur für diejenigen Gitterboxen Daten gezeigt, für die die Ampel gelb und grün ist.



Temperaturanomalien: Probabilistische Vorhersage von 2017-2020

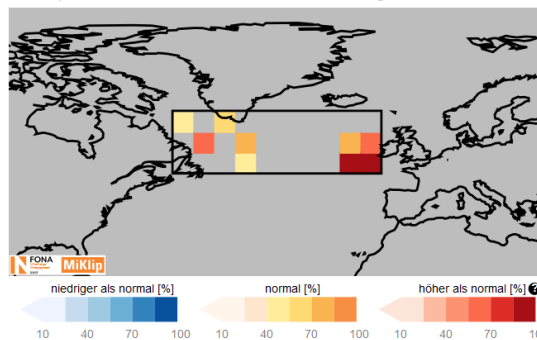


Abb. 2: Probabilistische Vorhersage der Ensemble-Verteilung von MPI-ESM-LR für die Mitteltemperatur im Nordatlantik im Vergleich zu Beobachtungen von HadCRUT (Quelle: MiKlip-Webseite).

Die Karte präsentiert pro Gitterbox von 5° geographischer Länge und Breite die Wahrscheinlichkeit der wahrscheinlichsten Kategorie der Temperaturvorhersage für einen bestimmten Vorhersagezeitraum, hier 2017-2020 (Abb. 2, unten). Die Farbe gibt sowohl die Kategorie als auch die Wahrscheinlichkeit der Kategorie an. Nur Gitterboxen der grünen und gelben Ampelbewertung werden dargestellt und solche der roten ausgegraut. Die Nordatlantik-Vorhersage zeigt als wahrscheinlichste Kategorien der Ensemble-Verteilungen der einzelnen Gitterboxen mit Werten von über 40-85% die Klassen „normal“ und „höher als normal“ an.

Um eine stete Verbesserung der Webseite zu ermöglichen, möchten wir Sie motivieren, Inhalt, Darstellung und Anwendbarkeit der dekadischen Vorhersagen auf der MiKlip-Webseite zu bewerten. Dazu werden wir in den nächsten Wochen einen **Fragebogen** entwickeln, den Sie von der Webseite aus erreichen und ausfüllen können. Sobald er fertig gestellt und verfügbar ist, werden wir Ihnen das mitteilen.

2. Nutzerworkshop Dekadische Klimavorhersagen:

Im April 2016 führte der **1. Nutzerworkshop Dekadische Klimavorhersagen** in Offenbach in das Forschungsprojekt MiKlip II ein. 30 Vertreter von Universitäten, Forschungseinrichtungen, Behörden und Unternehmen diskutierten den Nutzerbedarf sowie Möglichkeiten und Grenzen globaler und regionaler dekadischer Klimavorhersagen und Vorhersageprodukte.

Der **2. Nutzerworkshop Dekadische Klimavorhersagen** wird am 04.-05. Mai 2017 in der DWD-Niederlassung in Stahnsdorf bei Potsdam stattfinden. Der erste Tag wird sich mit dem aktuellen Stand der Entwicklung dekadischer Klimavorhersagen und Vorhersageprodukte beschäftigen, insbesondere mit der zuvor beschriebenen Vorhersage-Webseite und der internationalen Forschung zu saisonalen und dekadischen Klimavorhersagen. Der zweite Tag wird nutzerspezifische Beispiele zur Verwendung von Vorhersageprodukten vorstellen, zu meist auf der bekannteren saisonalen Zeitskala mit Ausblick auf die dekadische Skala. Dabei werden deutsche Behörden sowie internationale Organisationen zu Wort kommen. Der Workshop wird ausreichend Zeit für Diskussionen bieten, um Inhalt und Darstellung der präsentierten dekadischen Vorhersageprodukte, Vergleiche zu bisher genutzten Referenzvorhersagen wie Klimatologie oder Klimaprojektion und Themenbereiche weiterer Vorhersageprodukte thematisieren zu können. Die Veranstaltung ist kostenfrei. Eine Anmeldung unter Klima.Nutzerworkshop@dwd.de ist erforderlich. Weitere Informationen finden Sie unter www.dwd.de/SharedDocs/termine/DE/klima/170504_workshop_dekad_klimavorhersage.html
Am 03. Mai 2017 wird der 3. Nutzerworkshop Regionale Klimaprojektionen stattfinden. Unter www.dwd.de/SharedDocs/termine/DE/klima/170503_workshop_reg_klimaprojektionen.html können Sie nähere Informationen zu Inhalt und Anmeldung erhalten.

Impressum:

Herausgeber: Deutscher Wetterdienst
Zentrales Klimabüro
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach
www.dwd.de

Der Deutsche Wetterdienst ist eine teilrechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Wenn Sie den Newsletter abonnieren oder abbestellen wollen, schicken Sie uns bitte eine E-Mail an: Klima.Nutzerworkshop@dwd.de