

## Der Forschungsverbund KLIMZUG-NORD

- ist Gewinner der Ausschreibung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten. Regionen gewinnen im Wettbewerb - die Welt gewinnt mit!“
- möchte die Metropolregion Hamburg auf die langfristigen Folgen des Klimawandels vorbereiten.
- ist am 01.04.2009 gestartet und läuft bis zum 31.03.2014.
- wird gestaltet durch Mitarbeiter/innen aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Behörden, behördennahen Einrichtungen und Unternehmen.
- ist mit seinen Untersuchungen besonders in den Bereichen Klimawandel, Hochwasserschutz, Wasserhaushalt, Landwirtschaft, Stadt- und Regionalplanung, Naturschutz, Ökonomie und Bildung aktiv.
- fördert als Leitprojekt der Metropolregion Hamburg die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen und sucht den Austausch mit Betroffenen und der interessierten Öffentlichkeit.



**KLIMZUG-NORD**  
Strategische Anpassungsansätze  
zum Klimawandel in der Metropolregion Hamburg

## Robustheit von Klimaänderungsmustern und Rückwirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf das regionale Klima

### Unser Projektgebiet: Die Metropolregion Hamburg



[www.klimzug-nord.de](http://www.klimzug-nord.de)

Stand der Information: Mai 2011



Klimaneutral auf Recyclingpapier gedruckt

KLIMZUG-NORD 2 - 201106121 - vdo, © TuTech Innovation GmbH

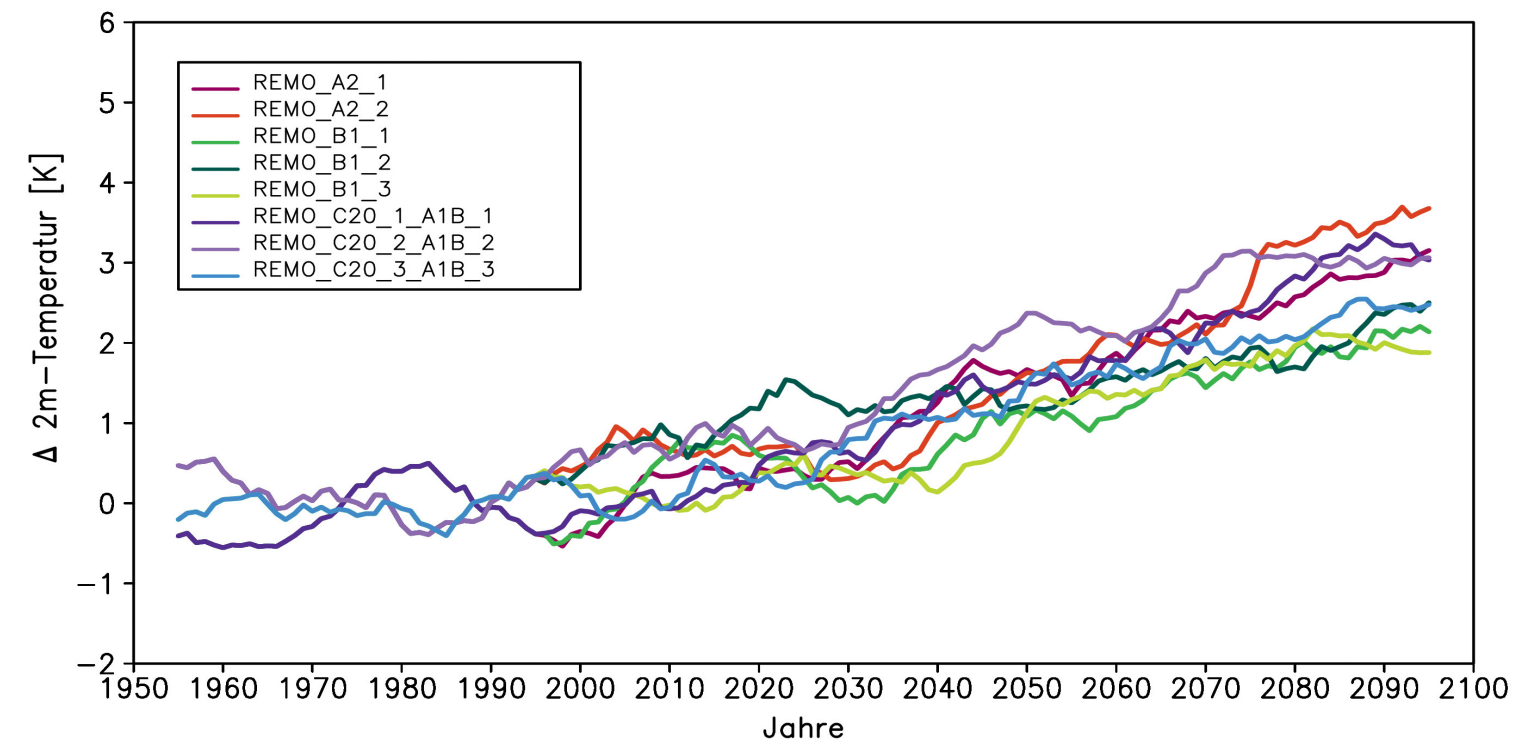


Abb. 1: Ensemble hochaufgelöster regionaler Klimasimulationen mit REMO: Jährliche Temperaturänderung in der Metropolregion Hamburg im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000 dargestellt im gleitenden 11-Jahresmittel.

KLIMZUG-NORD Teilprojekt 3.1 Robustheit von Klimaänderungsmustern und Rückwirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf das regionale Klima

Partner des Teilprojekts



**Ansprechpartnerinnen:**  
Prof. Dr. Daniela Jacob  
Dr. Diana Rechid  
Max-Planck-Institut für Meteorologie  
Tel.: 040 41173-433  
E-Mail: diana.rechid@zmaw.de

Gefördert durch das



Koordination



Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Entwicklung innovativer Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel mit der Fördermaßnahme KLIMZUG - Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten.

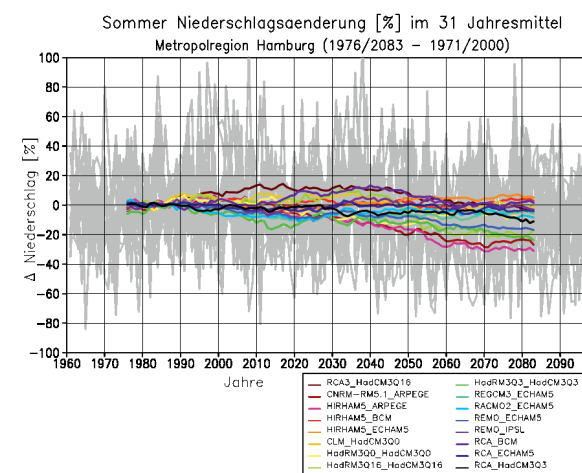
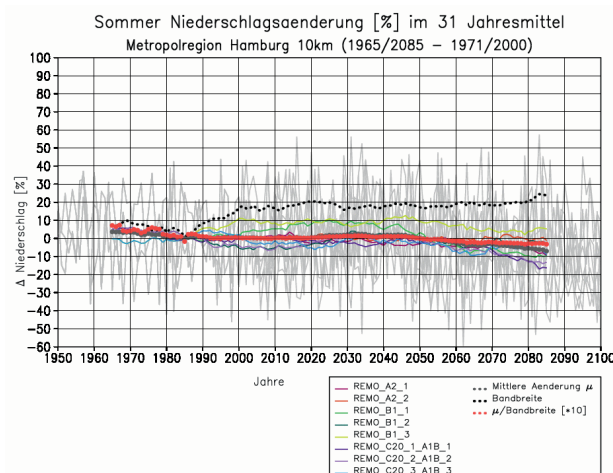
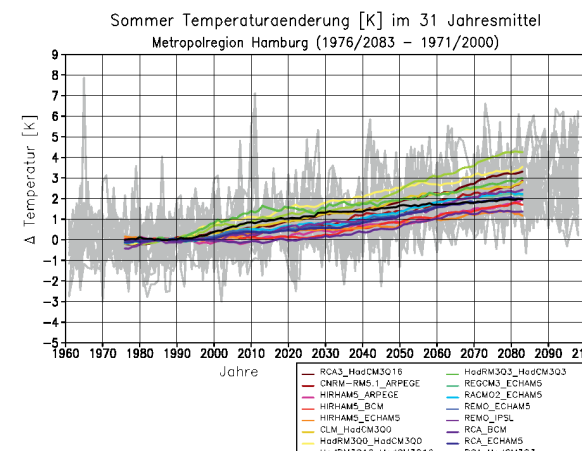
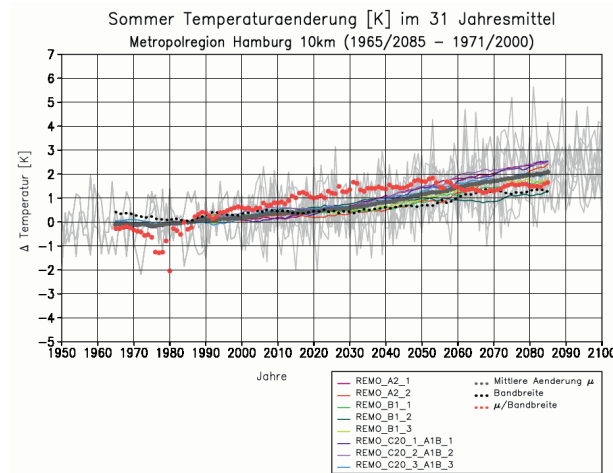
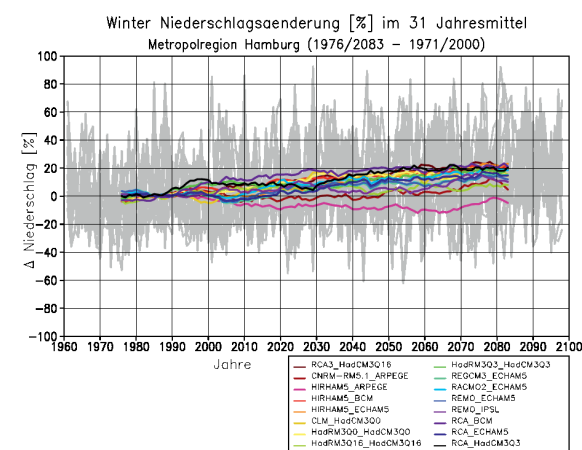
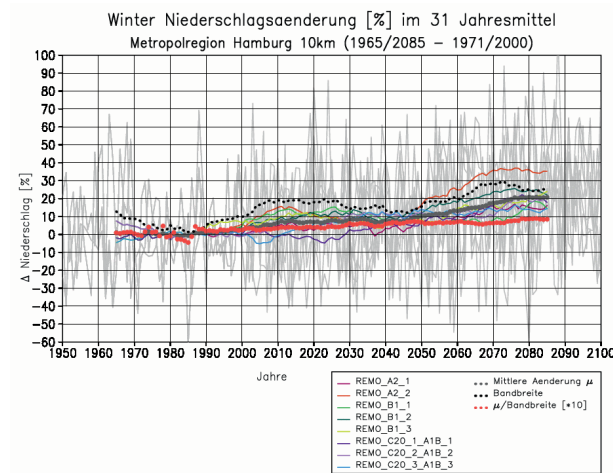
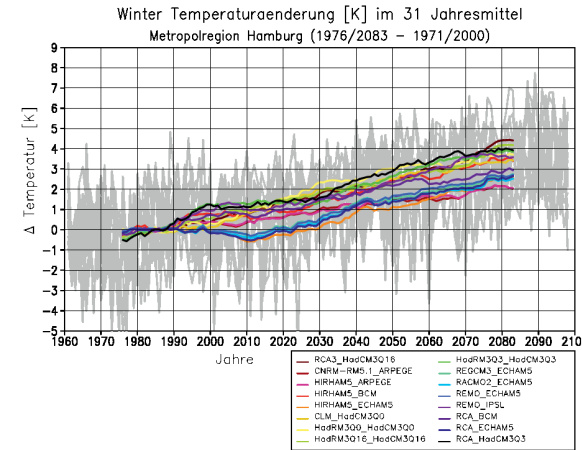
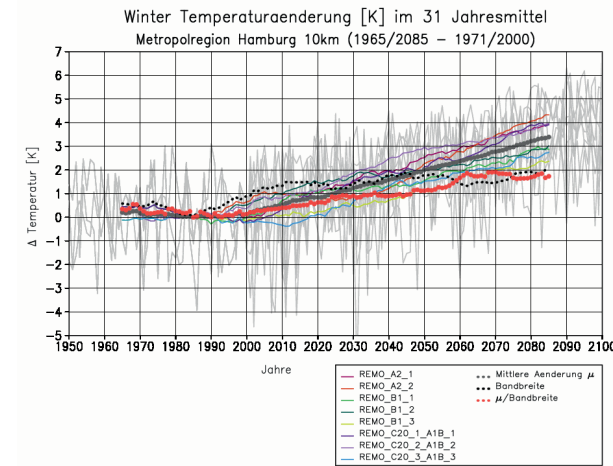
## Hintergrund

Die Projektionen der Klimaänderung für Europa und Deutschland bis zum Ende des 21. Jahrhunderts zeigen eine große Bandbreite der simulierten Temperatur- und Niederschlagstrends, verursacht durch 1. Unsicherheiten globaler und regionaler Klimamodellierung, 2. interne Variabilität des Klimas und 3. unterschiedliche Annahmen über die zukünftige Entwicklung von Treibhausgasemissionen. Diese Bandbreite wird im ersten Arbeitspaket von Teilprojekt T3.1 untersucht, um Unsicherheiten von Klimasimulationen auch in der Klimafolgenforschung sowie der Erforschung von Anpassungsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

## Intra-Modell-Studien mit REMO

Die Bandbreite möglicher Klimaänderungen in der Metropolregion Hamburg wurde für hochaufgelöste Simulationsergebnisse des dynamischen Regionalmodells REMO, angetrieben mit dem globalen Modellsystem ECHAM5/MPI-OM, untersucht. Die globalen Kontrollsimulationen (C20) wurden mit Vorgabe beobachteter Treibhausgaskonzentrationen für 1860-2000 in drei Realisierungen durchgeführt, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten eines 500 Jahre präindustriellen Kontrolllaufs initialisiert wurden. Diesen folgen je drei Realisierungen der Klimaszenarien A2, A1B, B1 bis 2100. Das globale Ensemble wurde mit REMO zunächst für Europa zu einer Auflösung von 0.44° (50 km) und im zweiten Nestungsschritt für Deutschland auf 0.088° (10 km) dynamisch regionalisiert. Die Bandbreiten der simulierten Temperatur- und Niederschlagsänderungen mit REMO in dieser Studie resultieren damit aus der Berücksichtigung mehrerer Emissionsszenarien sowie mehrerer Realisierungen eines Szenarios.

In Abb. 2. ist für die verschiedenen Klimaprojektionen die saisonale Änderung der bodennahen Lufttemperatur und des Niederschlags in der Metropolregion Hamburg (MRH) im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000 als gleitendes 31-Jahresmittel dargestellt. Diese sind mit den einzelnen Jahreswerten aller Simulationen in grau hinterlegt. Es zeigt sich eine deutliche Zunahme der Temperatur in allen Simulationen. Die Erwärmung im Winter mit 2.5 K bis 4.5 K zum Ende des 21. Jahrhunderts fällt dabei deutlich stärker aus als im Sommer mit 1 K bis 2.5 K, wobei auch die Bandbreite der Ergebnisse im Winter größer ist. Dies resultiert aus der im Winter deutlich höheren Variabilität der Temperatur von Jahr zu Jahr. Erst wenn die mittlere Änderung deutlich größer als die Bandbreite der Simulationsergebnisse ist, liegt ein robustes Änderungssignal vor. Zum Ende des 21. Jahrhunderts fallen die positiven Temperaturanomalien um bis zu 3 K höher aus als im Kontrollzeitraum, negative Abweichungen zum Referenzzeitraum treten fast nicht mehr auf. Die projizierten zeigen dagegen erst zum Ende des Jahrhunderts im Winter die Tendenz zu einer mittleren Zunahme um etwa 20% und im Sommer um 5%. Jedoch ist durch die hohe zeitliche Variabilität des Niederschlags und die unterschiedlichen Entwicklungen der einzelnen Klimaszenarien die Bandbreite höher als die mittlere Änderung. Unter der Annahme nur eines bestimmten Klimaszenarios werden auch für den Niederschlag robuste Änderungen simuliert (hier nicht gezeigt).



## Inter-Modell-Studien mit ENSEMBLES

Im Rahmen des EU Projekts ENSEMBLES wurden Ergebnisse globaler Klimaprojektionen für das A1B Emissionsszenario von mehreren gekoppelten Ozean - Atmosphären Modellen als Antrieb für regionale Klimaprojektionen für Europa mit einer Zielauflösung von 25 km verwendet. Hier wurden die simulierten Klimaänderungen von 16 verschiedenen Global-Regional-Modell-Kombinationen für die Metropolregion Hamburg (MRH) aufbereitet.

In Abb. 3. sind die saisonalen Änderungen der 2m-Temperatur und des Niederschlags in der MRH im Vergleich zum Mittelwert der Referenzperiode 1971-2000 als gleitendes 31-Jahresmittel dargestellt. Diese sind mit den einzelnen Jahreswerten aller Simulationen in grau hinterlegt, was die hohe Variabilität von Temperatur und Niederschlag von Jahr zu Jahr verdeutlicht. Für den Antrieb von REMO wurde hier die 3. Realisierung des Kontrollzeitraums C20 und des A1B Szenarios von ECHAM5-MPIOM verwendet. Es zeigt sich, dass die Bandbreite der simulierten Temperatur- und Niederschlagsänderungen unter Verwendung verschiedener Regionalmodelle in Kombination mit unterschiedlichen Globalmodellen deutlich größer ist. Da die Ergebnisse von REMO jeweils im unteren Bereich der Bandbreite liegen, kann daraus für die Intra-Modell-Studie mit REMO zumindest für die Temperatur abgeleitet werden, dass die Robustheit des Änderungssignals durch die Einbeziehung der methodischen Unsicherheit bestehen bleibt und eher unterschätzt wird.

## Ausblick

Bisher wurden schwerpunktmäßig die Bandbreiten mittlerer saisonaler Temperatur- und Niederschlagsänderungen untersucht. Derzeit beginnen Auswertungen zur Veränderung von Häufigkeitsverteilungen von Temperatur- und Niederschlagswerten auf Tagesbasis. Zudem werden im Rahmen des Arbeitspakets AP2 2011 erste Modellexperimente mit REMO zur Untersuchung der Rückwirkung von Feldbewässerung in der Landwirtschaft auf das regionale Klima durchgeführt. Die Modellregion umfasst den südöstlichen Teil der Metropolregion Hamburg, in der zunehmende Temperaturen und gleichzeitig abnehmende Niederschläge zur Verstärkung sommerlicher Trockenheit führen.

Abb. 2 (linke Seite): Mittlere Klimaänderung in der Metropolregion Hamburg simuliert mit REMO: Saisonale Änderung von Temperatur und Niederschlag im Vergleich zu 1971-2000 im gleitenden 31-Jahresmittel (einschließlich Mittelwert und Bandbreite) und grau hinterlegt mit 1-Jahreswerten der aller Simulationen.

Abb. 3 (diese Seite): Mittlere Klimaänderung in der Metropolregion Hamburg simuliert mit 16 ENSEMBLES Global-Regional-Modellkombinationen: Saisonale Änderung von Temperatur und Niederschlag im Vergleich zu 1971-2000 im gleitenden 31-Jahresmittel und grau hinterlegt mit den 1-Jahreswerten aller Simulationen.