

# Die arktische Atmosphäre und Meereis

## - Das komplexe Zusammenspiel -

Annette Rinke

Klaus Dethloff, Rüdiger Gerdes, Wolfgang Dorn



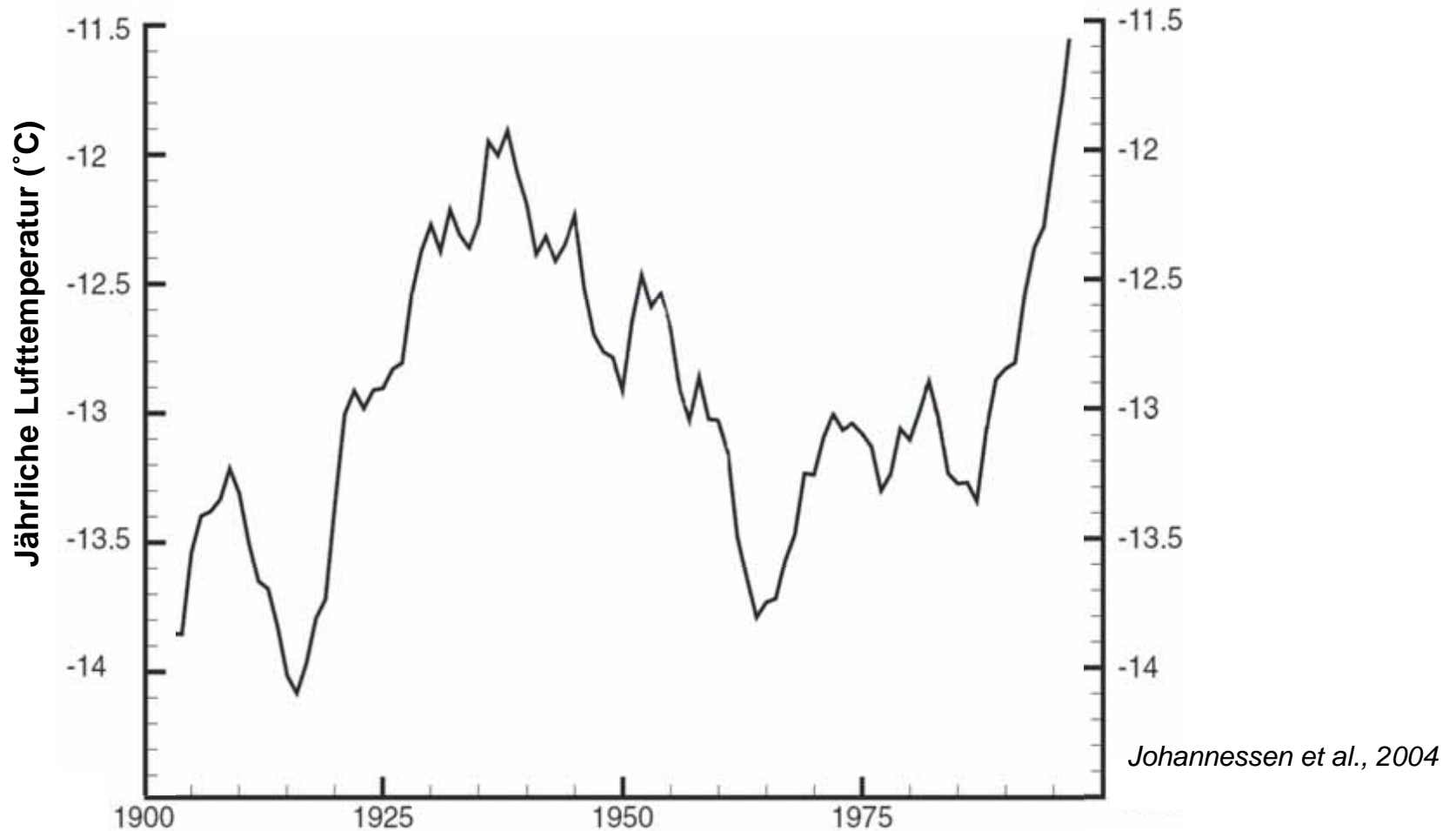
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

  
THE CHANGING EARTH

Konferenz  
Klima im System Erde  
Berlin 2. - 3. November 2009

## Beobachtete Lufttemperatur in der Arktis

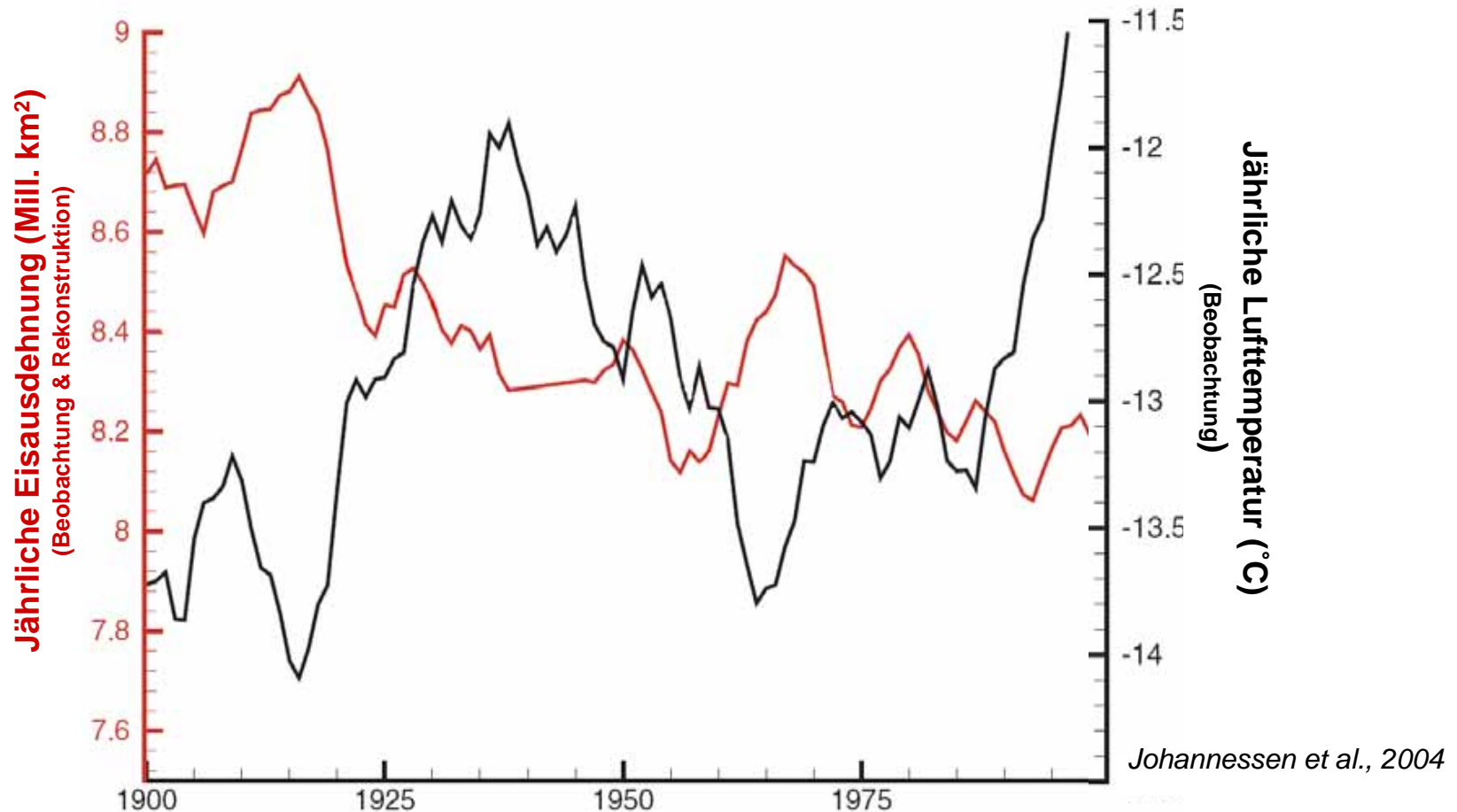
(seit 1900; 70°-90°N; Jahresmittel)



- Ausgeprägte Variabilität auf interannuellen, dekadischen und multi-dekadischen Zeitskalen

## Zusammenhang Lufttemperatur & Meereisausdehnung in der Arktis

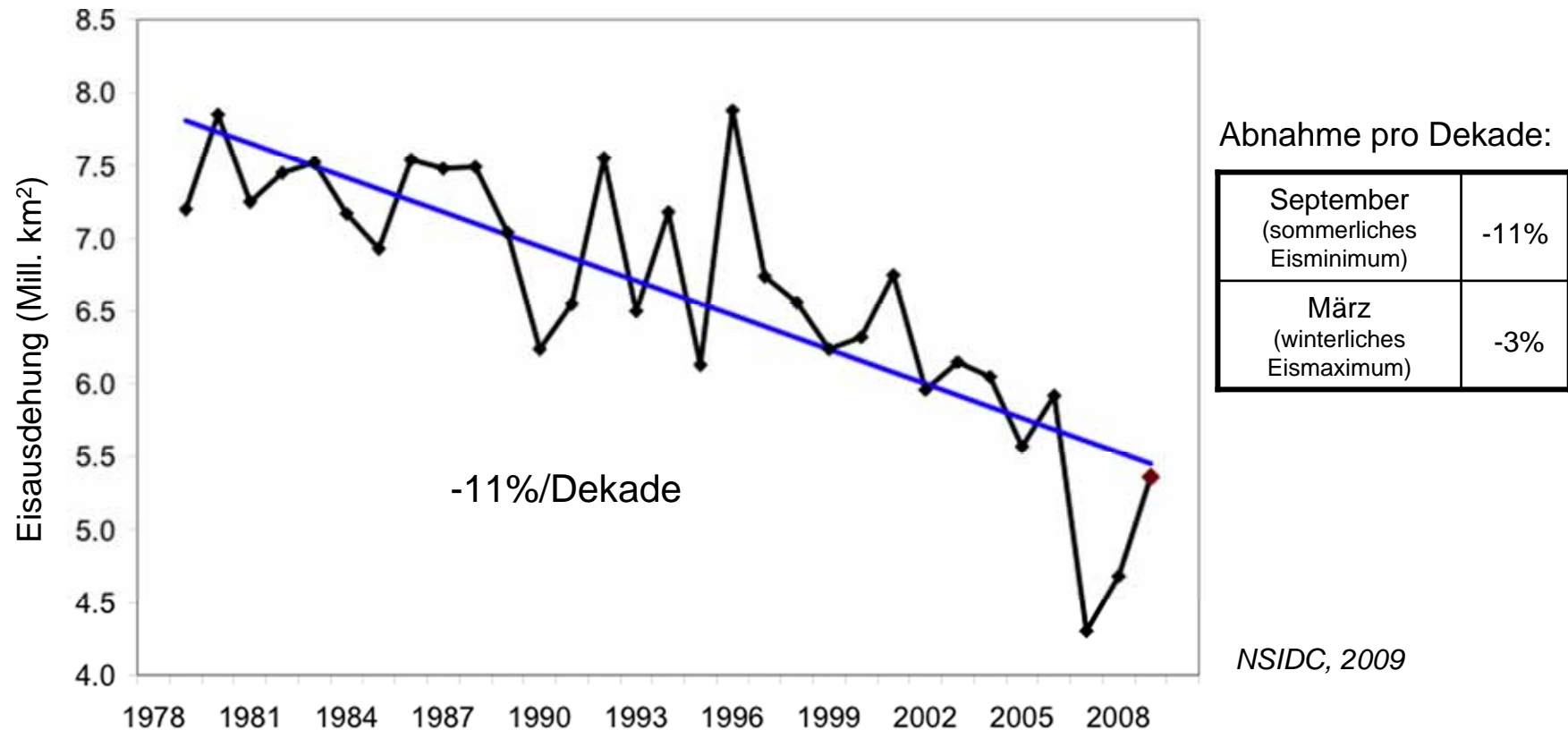
(seit 1900; 70°-90°N bzw. Nordhalbkugel; Jahresmittel)



- Beide warme Events sind mit entsprechenden Meereis-Minima verbunden
- Reduzierte Meereisbedeckung ist für Erwärmung entscheidend

## Abnahme und Variabilität der Meereisausdehnung in der Arktis

(1979-2009; September-Eis; Satellitendaten)



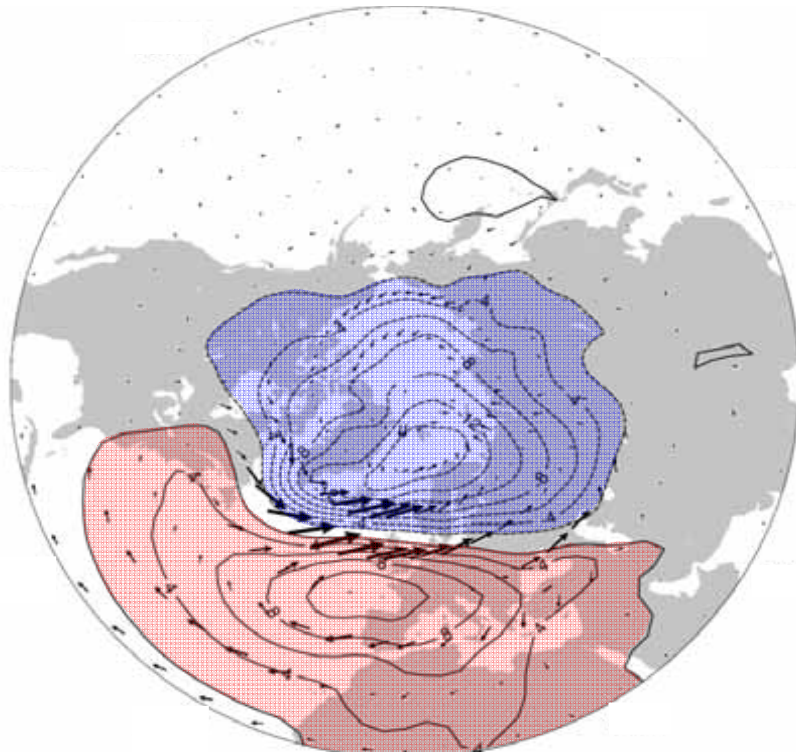
- **Thermodynamische Prozesse** (Lufttemperatur, Strahlung, Eisalbedo, ozean. Bedingungen)
- **Dynamische Prozesse** (Eiszirkulation angetrieben durch Wind & ozean. Strömungen, atmosph. & ozean. Wärmetransporte, Telekonnektionen)
- **Natürlich** und **anthropogen** bedingte Veränderungen

Wie groß ist der jeweilige Anteil dieser Faktoren am Meereisrückgang?

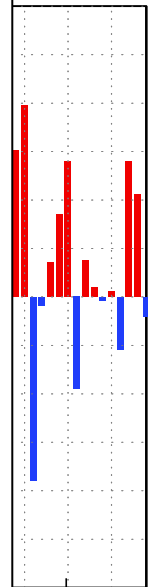
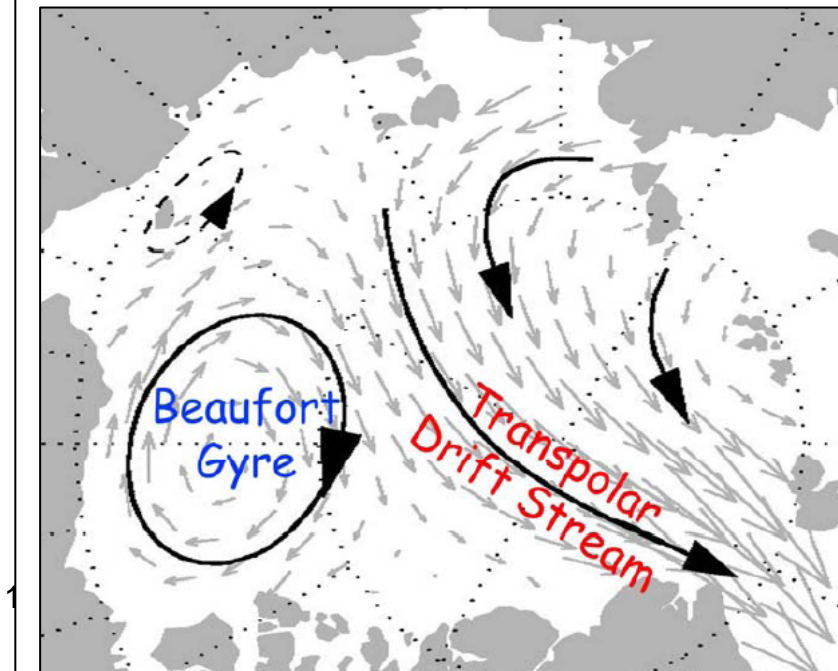
## Veränderungen in der atmosphärischen Dynamik als wichtige dynamische Ursache für Eisveränderungen

### Nordatlantische Oszillation (NAO)

NAO-Muster



Meereisdrift

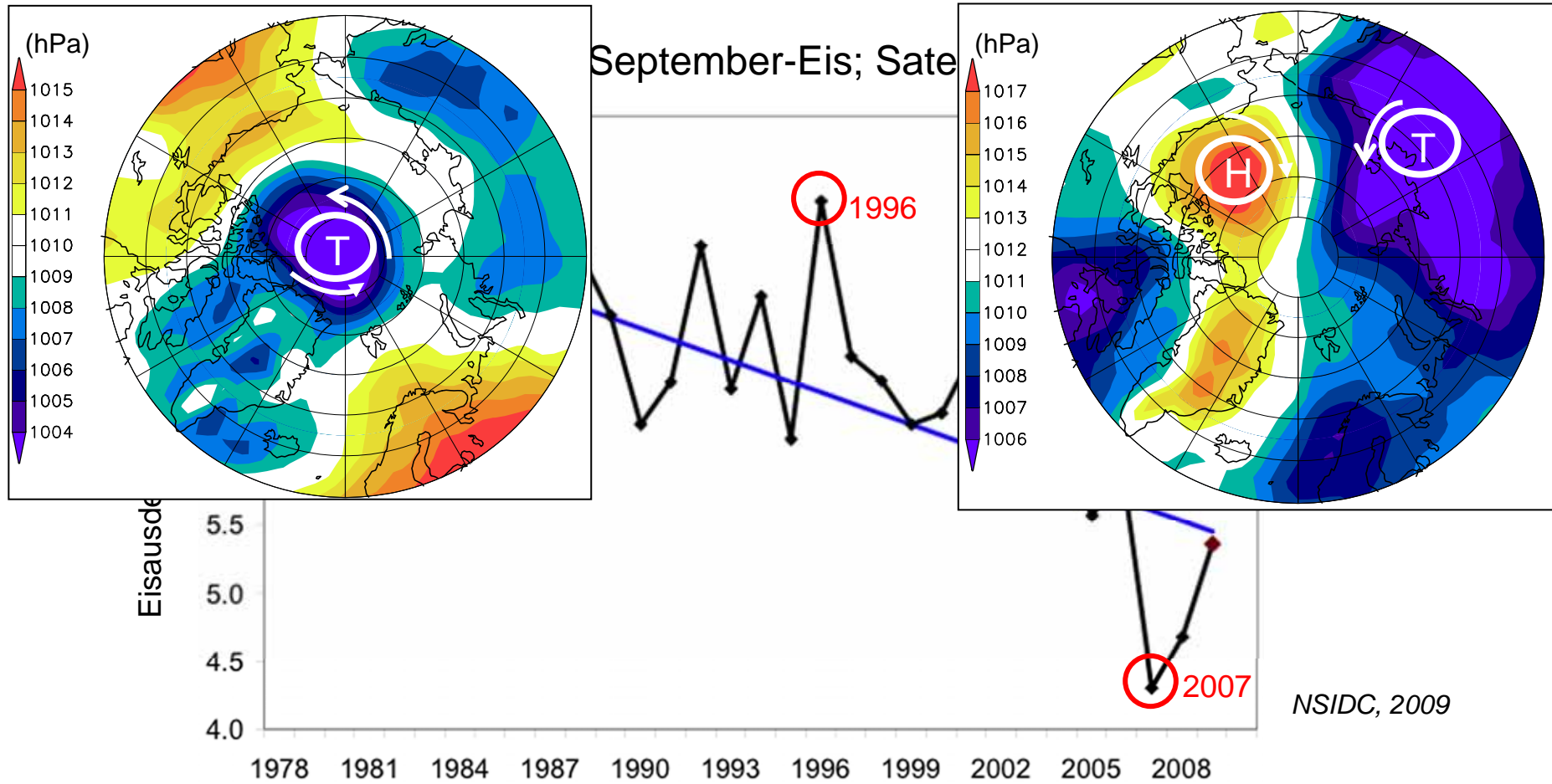


2000 2009



## Variabilität der Meereisausdehnung in der Arktis

### Antrieb durch die Atmosphäre: 1996 vs. 2007



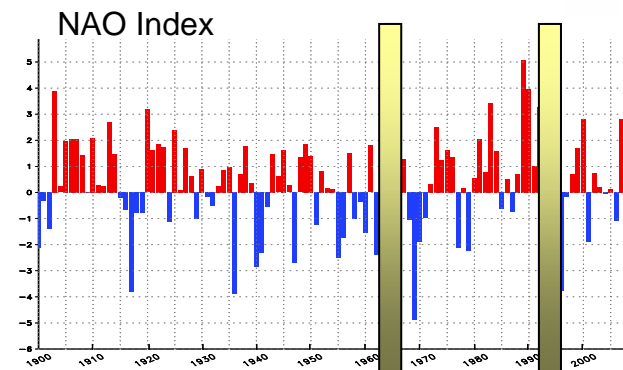
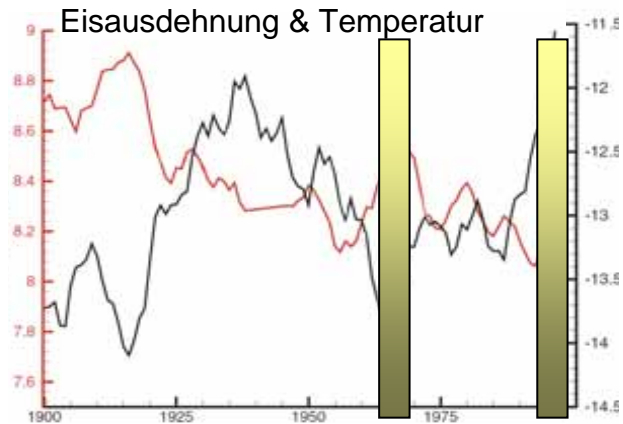
- Starke interannuelle Variabilität infolge des atmosphärischen Antriebes

## Atmosphärische Reaktion auf Änderungen in Meereisausdehnung und –dicke

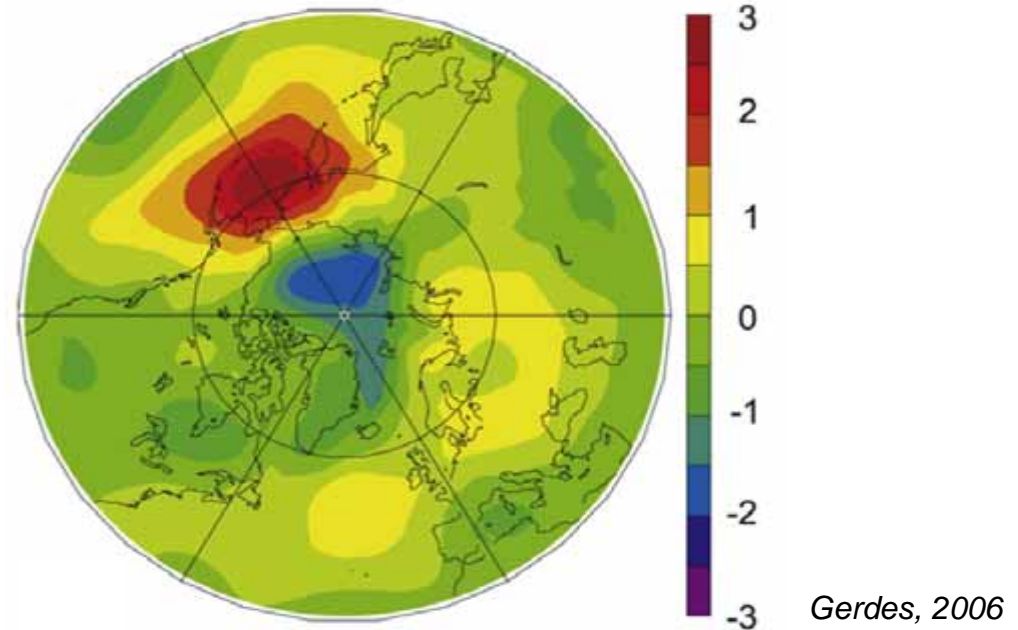
- 1) Welche Rückkopplung hat die Eisabnahme auf das Klima?
- 2) Welche Rolle spielen dabei nichtlineare Prozesse innerhalb des arktischen Klimasystems?

## Atmosphärische Reaktion auf Änderungen in Meereisausdehnung und -dicke

(Winter; Differenz "90er Jahre Eis" minus "60er Jahre Eis"; Atmosphären-Modell)



Simulierte Bodenluftdruck-Änderung (hPa)  
infolge Änderung in Eisausdehnung und -dicke



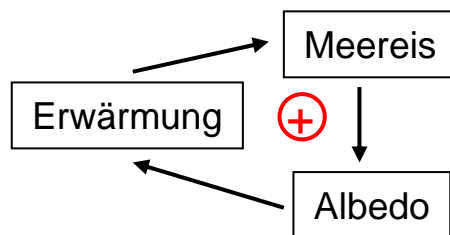
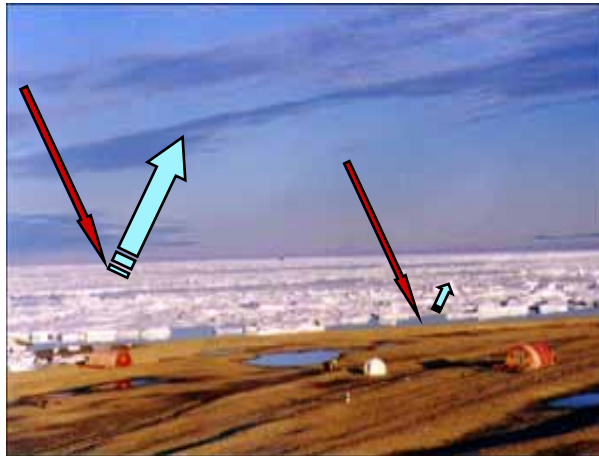
▪ Atmosphärische Reaktion auf gesamte Eisänderungen mit **positiver NAO-Phase**

▪ Hinweis auf **positive Atmosphäre-Eis-Rückkopplung**:  
positive NAO → Eisexport, Eisanomalien → positive NAO

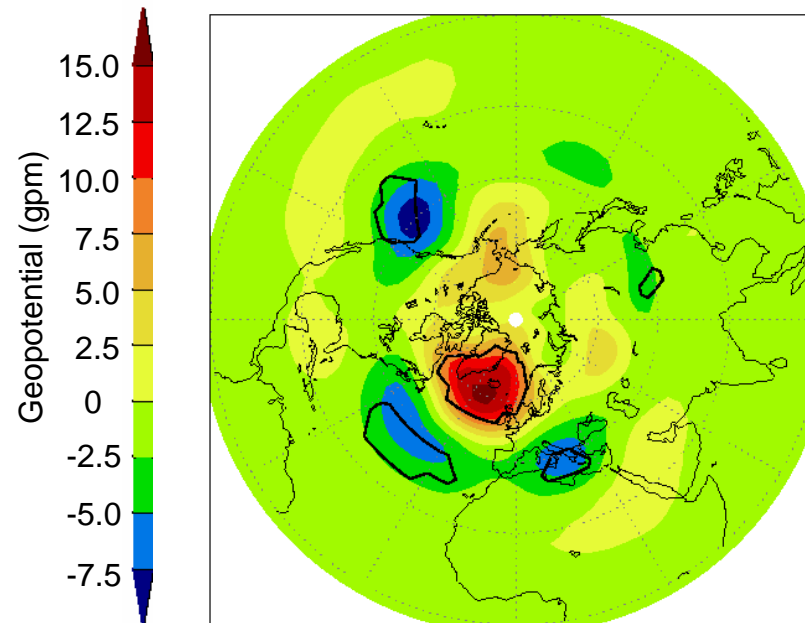


## Atmosphärische Reaktion auf Verbesserung in Meereis- und Schneealbedo

(Winter; Differenz "neue Albedo" minus "alte Albedo"; Atmosphären-Ozean-Modell)



Simulierte Druckänderung in mittl. Troposphäre (5 km Höhe)



*Dethloff et al., 2006*

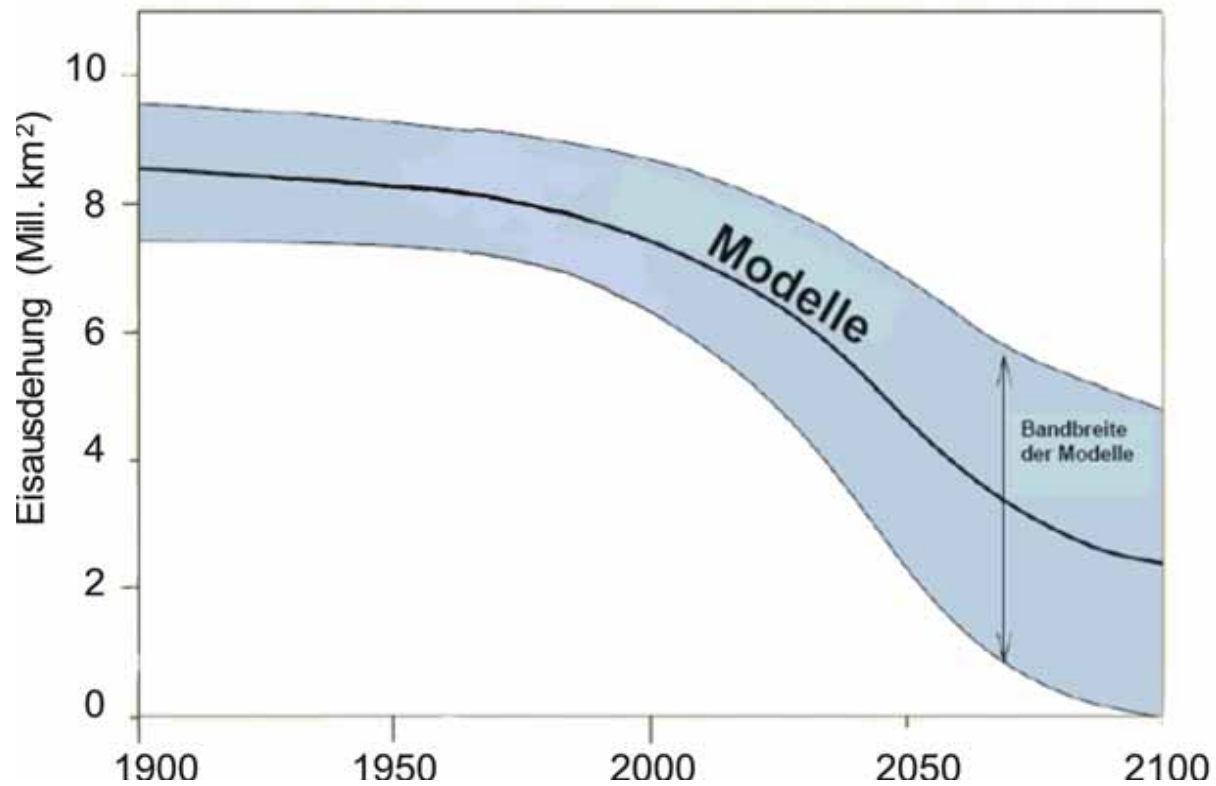
- Änderungen in arktischen Meereis- und Schneealbedo erzeugen Änderungen in der grossräumigen atmosphärischen Zirkulation
- Reaktion auf Albedoänderung mit **negativer NAO-Phase**

**Große Modellunsicherheiten bzgl. Rückkopplungen zwischen Atmosphäre-Eis-Ozean!**

## Abnahme der Ausdehnung des arktischen Meereises

### Klimamodelle

(1900-2100; September-Eis; 21 Modelle des IPCC Reports 2007)

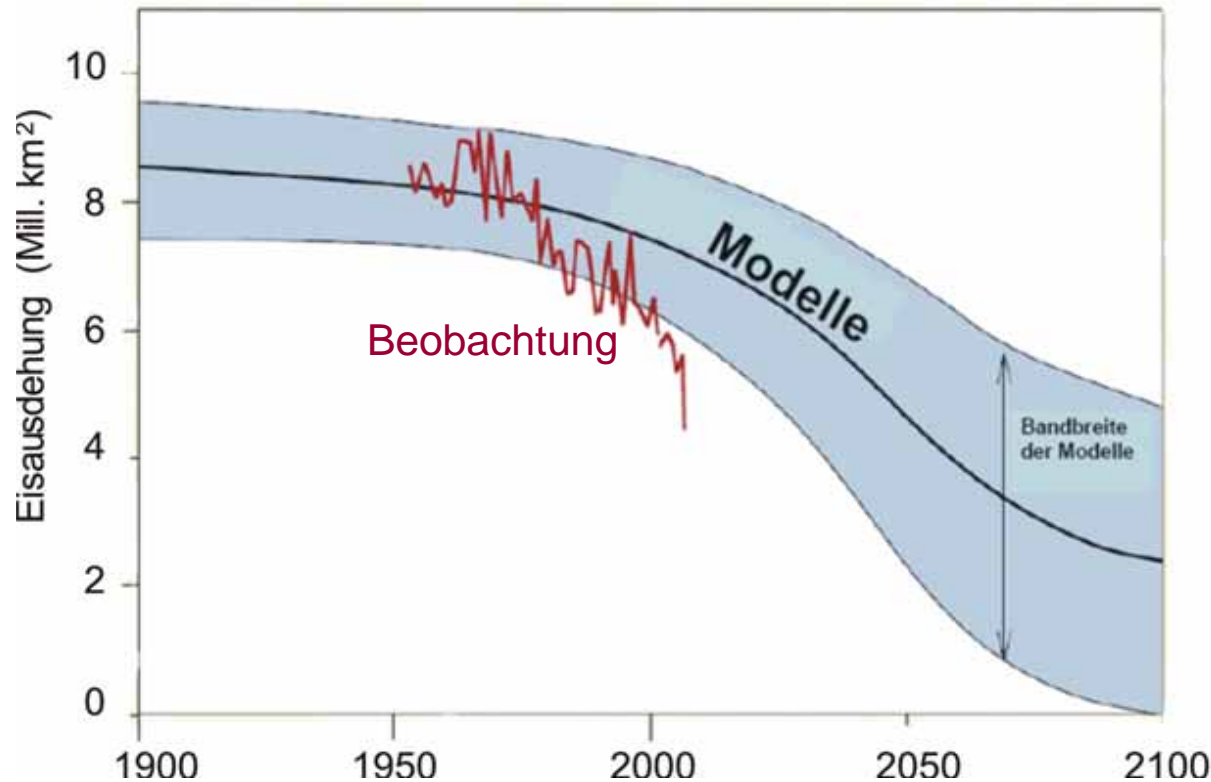


Notz, 2008;  
basierend auf Stroeve et al., 2007

## Abnahme der Ausdehnung des arktischen Meereises

### Klimamodelle vs. Beobachtung

(1900-2100; September-Eis; 21 Modelle des IPCC Reports 2007)



Abnahme pro Dekade:

	Modelle	Beobachtung
1979-2006	-4%	-9%
1995-2006	-7%	-18%

Notz, 2008;  
basierend auf Stroeve et al., 2007

- **Unterschätzte dekadische Klimavariabilität?**
- **Stärkeres anthropogenes Signal?**
- **Fehlende Prozesse und Rückkopplungen?**

# ENDE



Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung



THE CHANGING EARTH

Konferenz  
Klima im System Erde  
Berlin 2. - 3. November 2009