



# Herbsttagung 2019

*der*

Mathematischen Gesellschaft in Hamburg  
GEGRÜNDET 1690

## *Mathematik und Meteorologie*

Freitag und Samstag, 8. und 9. November 2019  
Geomatikum, Hörsaal H1  
Bundesstr. 55, 20146 Hamburg



## Herbsttagung 2019

# *Mathematik und Meteorologie*

### **Freitag, 8. November 2019, Hörsaal H1 (Geomatikum)**

16.00 – 16.05		<i>Grüßworte</i>
16.05 – 17.05	Jochem Marotzke	<i>Klimavorhersagen — was wissen wir, was wissen wir noch nicht und was können wir nicht wissen?</i>
17.05 – 17.30	Kaffeepause	
17.30 – 18.30	Nedjeljka Žagar	<i>Weather forecasting as an initial-value Problem</i>

ab ca. 19.00 Uhr Nachsitzung im Mövenpick Hotel Hamburg, Sternschanze 6  
Um Anmeldung bis 1.11.2019 wird dringend gebeten (Unkostenbeitrag: 35 Euro).

### **Samstag, 9. November 2019, Hörsaal H1 (Geomatikum)**

10:00 – 11:00	Björn Stevens	<i>Berechnung des Klimawandels</i>
11:00 – 11:30	Kaffeepause	
11:30 – 12:30	Christian-D. Schönwiese	<i>Globaler Klimawandel im Industriezeitalter - Phänomene und Analysen</i>

## **Jochem Marotzke**

Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg

### *Klimavorhersagen — was wissen wir, was wissen wir noch nicht und was können wir nicht wissen?*

Den Klimawandel bis zum Ende des 21. Jahrhunderts vorherzusagen stellt uns vor einige grundsätzlich schwierige und daher intellektuell reizvolle Herausforderungen, die ich in meinem Vortrag darstellen werde. Die globale Erwärmung aufgrund der anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen ist in ihren Grundzügen recht einfach und gut verstanden. Viel weniger klar ist, wie sich der zu erwartende Klimawandel in diesem Jahrhundert quantitativ und regional gestalten wird. Die Ungewissheiten lassen sich in mindestens drei erkenntnistheoretisch unterschiedliche Kategorien einteilen. Erstens können wir zur Zeit und vielleicht auch in Zukunft nicht vorhersagen, welche Klimaschutzmaßnahmen die Gesellschaft ergreifen wird; im Rahmen des Hamburger Exzellenzclusters "Klima, Klimawandel und Gesellschaft" arbeiten wir allerdings daran, die gesellschaftliche Plausibilität solcher Maßnahmen zu charakterisieren. Zweitens besteht noch immer eine erhebliche Ungewissheit in der Frage, wie empfindlich das Klima auf angenommene weitere Treibhausgasemissionen reagieren wird; diese Ungewissheit ist epistemisch und wird durch Hinzulernen reduziert werden. Drittens gibt es durch chaotische Prozesse im Klimageschehen eine aleatorische Komponente der Ungewissheit; diese kann durch Hinzulernen nicht reduziert, sondern lediglich besser quantifiziert werden. Bezüglich dieser Quantifizierung haben wir durch unsere jüngste Forschung am Max-Planck-Institut für Meteorologie erhebliche Fortschritte erzielen können.

\*\*\*\*\*

## **Björn Stevens**

Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburg

### *Berechnung des Klimawandels*

Die Berechnung des Klimawandels ist eine der intensivsten Herausforderungen für Hochleistungsrechner. Die Mathematik ist wichtig für die Entwicklung von Algorithmen, die es ermöglichen, diese Berechnungen effizient durchzuführen, aber ihre eigentliche Bedeutung für die Klimawissenschaften besteht darin, die Ergebnisse dieser Berechnungen zu verstehen und sie mit Messungen in Einklang zu bringen. Hier leisten Methoden der linearen Algebra, der Analysis sowie der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik wesentliche Beiträge um die Berechnungen sinnvoll zu interpretieren. In diesem Vortrag werde ich die mathematischen Grundlagen hervorzuheben, die bei der Beantwortung einiger praktischer Fragen der Klimawissenschaften eine Rolle spielen, und zwar am Beispiel, ob sich die Welt erwärmt, wie es unsere Theorien erwarten lassen.

**Nedjeljka Žagar**  
Universität Hamburg

*Weather forecasting as an initial-value problem*

It is commonly known that all weather forecasts are inevitably uncertain. In this seminar I will discuss characteristics of errors in weather forecasts. In particular, I will discuss the so-called short-term forecast errors and how we use observations to reduce them thereby preparing initial conditions for the next, improved forecast by the numerical weather prediction model.

The process of combining observations and the previous forecast is called “data assimilation” and it is at the heart of the operational weather forecasting. Several tenths of millions of observations are applied daily to prepare initial conditions for weather forecasts. Nevertheless, this is still much less than the number of degrees of freedom of the discretized prognostic equations describing the evolution of atmospheric processes.

The term “data assimilation” represents the process in which observational information is presented to the weather prediction model in a way in which it can be “absorbed” by the model. In the process of data assimilation, observations are combined with the previous forecast along with their error characteristics in such a way that their linear combination minimizes the variance of the error of the estimate, called analysis (i.e. initial condition for the next forecast). I will derive linear analysis equation for scalar and multiple-dimension problem and discuss challenges involved in its practical solution.

\*\*\*\*\*

**Christian-D. Schönwiese**  
Universität Frankfurt

*Globaler Klimawandel im Industriezeitalter - Phänomene und Analysen*

Als wichtigster Indikator des globalen Klimawandels gilt die bodennahe Lufttemperatur. Sie liegt seit 1850 in Form globaler Mittelwerte, aber auch Gitterpunkt-bezogen vor. Dies deckt sich weitgehend mit dem Industriezeitalter. Auffälligstes Phänomen ist dabei ein Temperaturanstieg von rund 1 °C, der jedoch von Fluktuationen überlagert ist. Begleitet ist diese Erwärmung von Niederschlagsumverteilungen und immer häufiger werdenden Extremereignissen u.a. in Form von Hitzewellen und Starkniederschlägen bzw. Dürren. Mathematisch-statistische Analysen dienen der Abschätzung der räumlichen Strukturen des Klimawandels und der zeitlichen Veränderung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Extremereignissen. Ursächliche Analysen mit Hilfe physikalischer Modellrechnungen, aber auch Regressionen und neuronaler Netze, zeigen, dass neben natürlichen Einflüssen der Klimafaktor Mensch immer dominanter geworden ist, vor allem was die Emission klimawirksamer Spurengase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, FCKW usw.) als Folge der Nutzung fossiler Energieträger, Waldrodungen, landwirtschaftlicher und industrieller Aktivitäten betrifft.