

# Detektion und Attribution von anthropogenen Klimaauswirkungen auf phänologische Phasen in Deutschland

Sebastian Lehner<sup>1,2</sup>, Christoph Matulla<sup>2</sup>, Helfried Scheifinger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien, Wien

<sup>2</sup>Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Eine wichtige Konsequenz des Klimawandels ist der Einfluss auf die phänologischen Frühlingsphasen. Obwohl allgemein bekannt ist, dass anthropogene Mechanismen eine wesentliche Rolle in der Erwärmungstendenz des Klimas spielen und dass phänologische Frühlingsphasen sehr stark von der Temperatur abhängen, muss dieser Zusammenhang auf regionaler Skala noch quantitativ gezeigt werden. Das Ziel dieser Studie ist es, dies für Deutschland mit dem Mann-Whitney U Test und einem darauf basierten, neu definierten Konsistenzfaktor zu zeigen.

Diese Methode fällt in die Kategorie ‚Detection and Attribution‘. Im ersten Schritt wird eine Diskrepanz zwischen Klimabedingungen ohne jeglichen anthropogenen Einfluss und Beobachtungen gesucht und auf statistische Signifikanz untersucht (Ablehnen der Null-Hypothese, dass die beobachteten Änderungen durch natürliche Variabilität oder natürlich forcierte Klimabedingungen alleine erklärbar sind). Ist dies erfolgreich geschehen, wird der Grad des anthropogenen Ausmaßes auf die Beobachtungen ermittelt und auf konsistente Konfidenz geprüft. Die Beobachtungen dürfen hierbei nur dann rekonstruierbar sein, wenn anthropogenes Forcing im Klimazustand berücksichtigt wird (Konsistenz-Hypothese).

Die Studie gilt genau dann und nur dann als erfolgreich, wenn die Null-Hypothese abgelehnt wird (‚Detection‘) und die Konsistenz-Hypothese akzeptiert wird (‚Attribution‘). Um die Variabilität des Klimas ohne jegliches Forcing (weder natürlich, noch anthropogen) abzuschätzen, werden piControl (pre-industrial Control) Läufe von globalen Klimamodellen (General Circulation Model – GCM) benötigt. Um die Auswirkungen von natürlichem und anthropogenem Forcing zu untersuchen, werden historische Läufe mit den jeweiligen Forcings benötigt. Insgesamt werden mehrere Modelle mit mehreren Läufen je Modell verwendet, um ein Ensemble an GCM Läufen zu erhalten.

Um die jeweiligen Temperaturen der GCMs mit den phänologischen Daten (Eintrittsdatum der jeweiligen Phase als ‚yearday‘) vergleichen zu können, müssen diese zuerst auf dieselbe Skala übertragen werden. Hierzu wird eine Quantil Mapping Bias Korrektur angewendet. Folgend wird ein phänologisches Temperatursummenmodell verwendet, welches anhand von Beobachtungen kalibriert wird und mit den Bias korrigierten GCM Temperaturreihen gefüttert wird. Anschließend werden aus den modellierten phänologischen Eintrittszeitreihen 50-jährige Trends berechnet, welche mit den eingangs erwähnten Mitteln auf statistische Signifikanz untersucht werden.

Die erfolgreiche Detektion sowie Attribution konnte für alle Phasen gezeigt werden.