



Änderungen der Auftrittswahrscheinlichkeiten von Extremereignissen in modellierten Temperatur- und Niederschlagszeitreihen des 21. Jahrhunderts

K. Bülow (1), D. Jacob (1)

(1) Max-Planck-Institut für Meteorologie

Deutschland war 2003 von einer sehr außergewöhnlichen Hitzewelle und einer langen Trockenperiode betroffen. Dies hatte vernichtende Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt. Seitdem ist das Interesse an Extremereignissen und deren Auftrittswahrscheinlichkeiten in der Zukunft stark gewachsen. Um dies zu untersuchen wurden monatliche Temperatur- und Niederschlagszeitreihen des regionalen Klimamodells REMO verwendet. Es wurden die mittleren Klimaänderungen und die Änderungen der Klimavariabilität untersucht.

Für die zukünftigen Treibhausgaskonzentrationen wurden die drei Szenarien A1b, B1 und A2 des "International Panel on Climate Change" den Modellrechnungen zugrundegelegt. Das dreidimensionale hydrostatische regionale Klimamodell REMO wird verwendet um die Temperatur- und Niederschlagszeitreihen für Deutschland mit einer horizontalen Auflösung von 10 km zu berechnen. Mit einer doppelten dynamischen "downscaling" Methode erhält man mit dem gekoppelten globalen Atmosphären-Ozean Zirkulationsmodell ECHAM5/ MPI-OM mit einer 200 km horizontalen Auflösung Ergebnisse für REMO mit 50 km horizontaler Auflösung, die wiederum als Antrieb für REMO mit einer horizontalen Auflösung von 10 km dienen.

Die Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen werden mit der Methode der strukturorientierten Zeitreihenzerlegung berechnet. Dabei werden die Zeitreihen jeder einzelnen Gitterbox durch zeitabhängige Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen beschrieben. Die monatlichen Temperaturzeitreihen werden durch die Gauß Verteilung und die monatlichen Niederschlagszeitreihen durch die Gumbel Verteilung beschrieben. Diese Verteilungen werden durch zwei Parameter charakter-

isiert: die Gauß Verteilung durch den Mittelwert und die Standardabweichung und die Gumbel Verteilung durch den Lage- und den Streuparameter. Die Wahrscheinlichkeitsdichte der Gumbel Verteilung ist linkssteil und im Gegensatz zur Gauß Verteilung nicht symmetrisch. Beide Parameter, die die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion charakterisieren, variieren zeitlich. Die Art der zeitlichen Variation wird vorgegeben. Es handelt sich dabei um Trends und saisonale Variationen, die durch Polynome und trigonometrische Funktionen beschrieben werden.

Für die drei Temperaturzeitreihen von 1950 bis 2100 konnten unterschiedliche Trend Funktionen gefunden werden. Für die Szenarien A1b und A2 steigt der Mittelwert der Temperatur ab 2000 exponentiell bis 2100 um 5 K an. Für das Szenario B1 steigt der Mittelwert mit 3.5 K geringer. Diese Trendfunktionen für den Mittelwert konnten flächendeckend für ganz Deutschland gefunden werden. Die Standardabweichung unterliegt einem Jahresgang mit den maximalen Werten im Winter und den minimalen Werten im Sommer. Bezogen auf die Gauß Verteilung ist diese breiter im Winter als im Sommer. Die Variabilität der Temperaturen von Dezember bis März ist größer als die von Juni bis September. Die herausragendste Funktion bei der Bestimmung der Standardabweichung war die Änderung des Jahresganges der Standardabweichung ab 2070 in Szenario A1b und abgeschwächer in A2. Diese Änderung tritt regional begrenzt in Süddeutschland auf. Das Resultat ist eine Abnahme der Variabilität der Wintertemperaturen und eine Zunahme der Variabilität der Sommertemperaturen und somit steigt auch die Wahrscheinlichkeit für extreme Sommertemperaturen am Ende der 21. Jahrhunderts stark an.

Bei der Bestimmung des Lage- und Streuparameters aus den monatlichen Niederschlagszeitreihen konnte keine für ganz Deutschland flächendeckende Trend Funktion gefunden werden. Der Jahresgang des Lageparameters ändert sich in allen drei Szenarien. Er ändert sich horizontal und zeitlich auch innerhalb der einzelnen Szenarien etwas unterschiedlich. Generell wird deutlich, dass in der 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts die Wahrscheinlichkeit für das Unterschreiten des 5 % Quantils in den Sommermonaten zunimmt und in den Wintermonaten abnimmt.