

# Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 77, Erscheinungstermin: 4. Oktober 2000

## Ozonvariabilität und ihr Einfluß auf atmosphärische Heizraten

Die atmosphärische Ozonverteilung ist räumlich und zeitlich hoch variabel (siehe Ozonbulletin Nr. 61 und 72). Da Ozon durch Absorption von solarer Strahlung die vertikale Temperaturverteilung mitbestimmt, hat diese Variabilität eine Modulation der Heizungsrate zur Folge, dies insbesondere in der Stratosphäre. Die Absorption von Solarstrahlung im ultravioletten und sichtbaren Wellenlängenbereich führt oberhalb der Tropopause bis zur Stratopause zu einer Zunahme der Temperatur mit der Höhe; die Ozonschicht wirkt somit wie eine Heizplatte und ist neben der Erdoberfläche eine weitere wichtige Energieeinnahmequelle. Die Quantifizierung der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Heizraten spielt insbesondere bei der Verbesserung der mittelfristigen Wettervorhersage eine zunehmend große Rolle. Zudem beeinflussen Ozontrends empfindlich den Strahlungshaushalt und tragen so zur Klimaänderung bei.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Ozonheizraten in einer vertikalen Auflösung von 1 km aus Druck-, Temperatur- und Ozonvertikalprofilen, Sonnenzenitwinkel und Bodenalbedo, unter Berücksichtigung der Mehrfachstreuung, abgeleitet. Abb. 1 zeigt, daß neben der Ozonkonzentration im wesentlichen auch der Sonnenzenitwinkel den Verlauf und die Stärke der Aufheizung bestimmt. Für die angege-

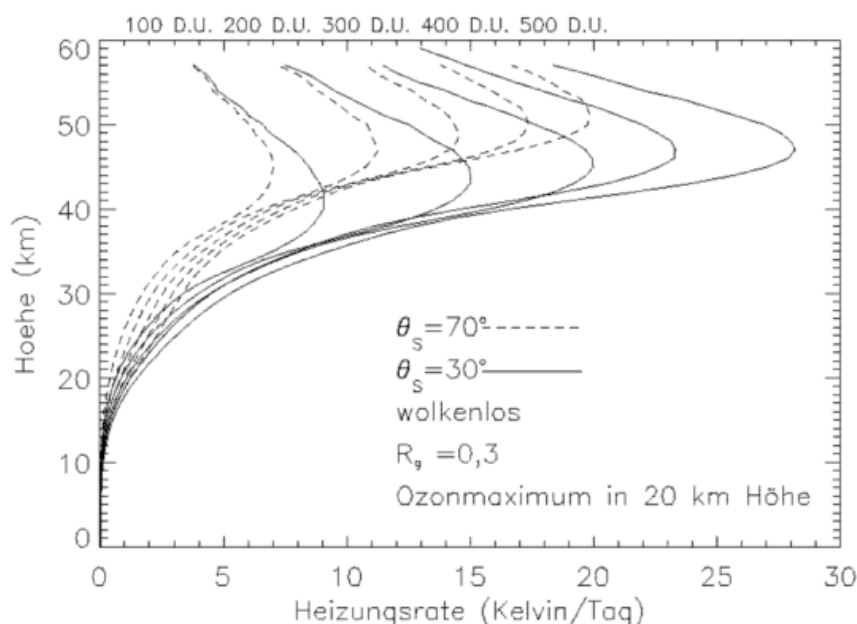


Abb.1: Errechnete Heizungsraten nach LACIS & HANSEN (1974) für unterschiedliche Ozonschichtdicken (100 bis 500 Dobson Einheiten [DU], für Mitteleuropa typisch sind 330 DU) und Sonnenzenitwinkel ( $\theta_s = 30^\circ$  und  $70^\circ$ ). Es wurde eine Bodenalbedo von 0,3 und wolkenloser Himmel angenommen.

benen Bedingungen variiert die maximale Heizrate zwischen 7 und 28 Kelvin/Tag. Das Maximum der Heizrate liegt generell weit oberhalb des Ozonmaximums zwischen 40 und 50 km Höhe. Es verlagert sich mit zunehmender Ozonkonzentration und abnehmendem Sonnenzenitwinkel in größere Höhen. In diesem Zusammenhang ist es von besonderer Bedeutung, daß langjährige LIDAR Messungen am Hohenpeissenberg und SAGE Messungen gerade für den Höhenbereich um 40 km die stärksten Ozonverluste von ca. -7 % pro Dekade aufzeigen.

Für die Bestimmung der entsprechenden Ozonheizraten ist also insbesondere die möglichst genaue Kenntnis der vertikalen Verteilung des stratosphärischen Ozons erforderlich. Hierfür werden am DLR-DFD GOME Ozonmessungen in das 3D Chemie-Transport-Modell ROSE assimiliert.

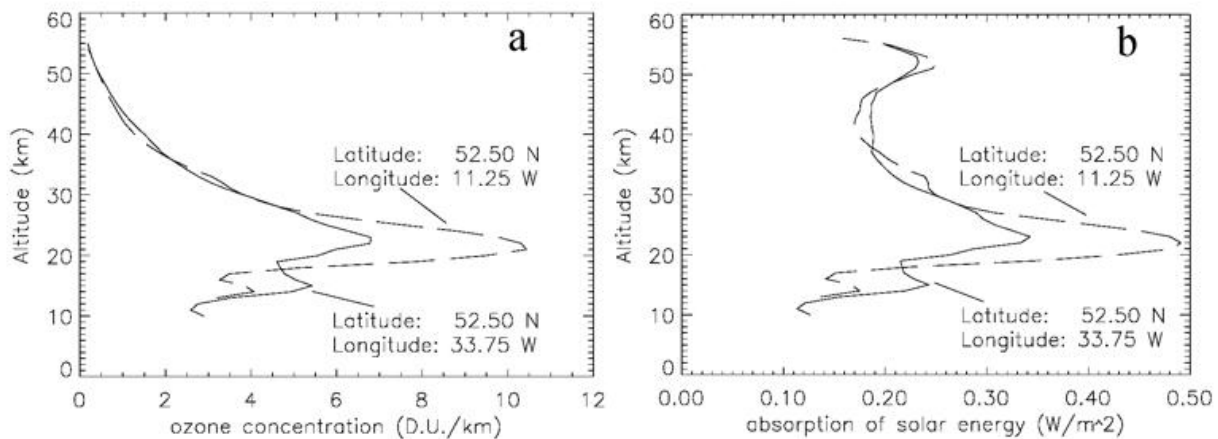


Abb. 2a-b: Vertikalprofile im Bereich eines Streamers (durchgezogen) und außerhalb davon (gestrichelt) (14.12.1995, 12 UT). Gezeigt sind links die Ozonprofile und rechts die dazugehörige Energieabsorption durch Ozon in  $W/m^2$ .

Die Abbildung 2a zeigt winterliche Ozonvertikalverteilungen über dem Nordatlantik (14. Dezember 1995, 52.5 N). Ein fingerförmiger Ausläufer subtropischer Luftmassen (Streamer) über dem Atlantik (bei ca. 33.75 W) führt dabei zu Ozonverlusten im Höhenbereich zwischen 17 und 23 km. Die Verluste betragen hierbei in 20 km Höhe ca. 42 % (Abb. 2a – durchgezogene Linie). Das gestrichelte Profil in Abbildung 2a liegt außerhalb des Streamers. Diese Modulationen in der vertikalen Ozonverteilung spiegeln sich deutlich im Vertikalprofil der solaren Energieabsorption durch Ozon wider (Abbildung 2b). Ozonmaxima und Maxima der absorbierten Energie liegen in beiden Fällen im Gegensatz zur Heizrate (Abb. 1) im selben Höhenbereich, da die Energieabsorption im Wesentlichen von Ozonkonzentration und vorhandenem Strahlungsangebot abhängt. Innerhalb des Streamers reduziert sich die durch Ozon absorbierte Energie in 19 km gegenüber dem „ungestörten“ Fall um bis zu 44%. Das Sekundärmaximum der Absorption in etwa 50 km Höhe ergibt sich trotz der dort geringen Ozonkonzentration durch die noch nahezu ungefilterte, sehr energiereiche, kurzweilige solare Einstrahlung und erklärt damit auch das Maximum in der Heizrate.

Die Fallstudie verdeutlicht, daß die vertikale Ozonverteilung signifikant die Energieverteilung mitsteuert, wodurch auch mittelfristige Witterungsabläufe beeinflusst werden. Die langfristige Abnahme des stratosphärischen Ozons und die damit verbundenen geringeren Heizraten stören den Strahlungshaushalt der Erde. Inwieweit dieser Mechanismus an den beobachteten Klimaänderungen beteiligt ist, ist derzeit wichtiger Forschungsschwerpunkt.

A. Schmitt, T. Erbertseder, M. Bittner, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum des DLR, Oberpfaffenhofen

### MONATSSTATISTIK GESAMT-OZON JULI/AUGUST 2000

Der nicht sehr sommerliche Juli war in diesem Jahr bisher der einzige Monat mit durchschnittlichem Gesamt ozon an allen Stationen, der August setzte mit Rückkehr des Sommerwetters die Reihe von ozonarmen Monaten fort.

Station	Mittel 07/08.2000	langjährige Mittel	Max.	Jahre	Min.	Jahre	Sigma
Hohenpeißenberg	332/301	330/316	350/336	80/69	312/293	92/92	±8,9/9,6
Potsdam	348/305	340/323	365/340	80/87	313/295	95/92	±13,5/10,6
Arosa (CH)	325/297	326/313	345/332	58/41	288/284	30/92	±10,5/9,9
Hradec Kralove (CZ)	332/304	336/320	367/337	80/69	316/295	95/92	±10,6/9,7
Uccle (B)	334/310	334/313	347/330	98/82	318/298	76/92	±7,7/7,6

Die Angaben sind in Dobson Einheiten [DU]; 300 D.U. entsprechen 3 mm Ozonschichtdicke (reduziert).