

7 Zusammenfassung

Mit Hilfe der Matchmethode, bei der Ozonsondenstarts in einem Netz von Sondierungsstationen auf der Nordhemisphäre zeitlich so koordiniert werden, daß eine möglichst große Anzahl von Luftpaketen mehrfach beprobt wird, wurde der chemische Ozonabbau innerhalb des stratosphärischen Polarwirbels für die drei aufeinanderfolgenden Winter 1996/97, 1997/98 und 1998/99 quantifiziert.

Der nachgewiesene chemische Ozonverlust unterscheidet sich von Jahr zu Jahr erheblich, was auf die sehr unterschiedlichen meteorologischen Gegebenheiten zurückgeführt werden kann. Im kältesten der drei Winter, dem Winter 1996/97, wurde im Februar und März Ozonabbau detektiert, wobei die maximalen Raten von etwa 40 ppbv/Tag im Vortexmittel Anfang März erreicht wurden. Der Ozonverlust fand überwiegend im inneren Teil des Polarwirbels statt, wo die niedrigsten Temperaturen herrschten. Da nur ein Teil des Polarwirbels von starkem Ozonabbau betroffen war, fiel der Gesamtumfang des chemischen Ozonverlustes im Vergleich zu den Vorjahren 1994/95 und 1995/96 geringer aus. Daß trotzdem am Ende des Winters extrem niedrige Ozonsäulendichten gemessen wurden, deutet auf einen starken dynamisch bedingten Einfluß hin. Im Winter 1997/98 waren die Temperaturen deutlich höher als in den vorhergehenden Jahren, und es traten nur zeitweise in kleinen Teilen des Polarwirbels Temperaturen auf, die die Existenz polarer Stratosphärenwolken erlauben. In diesem Winter wurden nur geringe Ozonverluste detektiert, die mit dem Auftreten von orographisch angeregten Schwerewellen am Rand des Polarwirbels in Zusammenhang gebracht werden konnten. Im bisher wärmsten mit Match untersuchten Winter 1998/99 wurde kein chemischer Ozonabbau detektiert. Die Ergebnisse zeigen deutlich, daß es bei der momentanen Chlorbelastung der Stratosphäre in der Arktis nicht zwangsläufig zu hohen chemischen Ozonverlusten kommen muß. Während der nächsten Jahrzehnte, in denen die Chlorbelastung aller Voraussicht nach noch auf einem hohen Niveau bleiben wird, entscheiden die stratosphärischen Temperaturen über das Ausmaß des katalytischen Ozonabbaus.

Zum erstenmal wurde innerhalb dieser Arbeit der direkte Zusammenhang zwischen den chemischen Ozonverlustraten und der Temperaturgeschichte der Luftpakete untersucht. Dabei konnte aus den Daten der Jahre 1995-2000 gezeigt werden, daß in einer isentropen Höhe von 475 K im Februar genau in denjenigen Luftpaketen statistisch signifikanter Ozonverlust auftritt, die zwischen den beiden Sondierungen oder bis zu zehn Tage vor der ersten Sondierung synoptische Temperaturen unterhalb von 194 K erfahren haben. Auch die Ozonverlustraten im Januar zeigen eine starke Temperaturabhängigkeit, wobei hier die Ozonverlustraten tendenziell höher sind als im Februar. Auch ist im Januar oberhalb von 195 K noch leichter Ozonverlust zu beobachten.

Dieses Ergebnis untermauert das derzeitige Verständnis des saisonalen Ozonabbaus in den Polargebieten, wonach ein verstärkter Ozonverlust erst ausgelöst wird, wenn eine Schwellentemperatur unterschritten wird, die zu einem sprunghaften Anstieg der Konzentration des aktiven Chlors führt. Die innerhalb dieser Arbeit aus den Ozondaten bestimmte Schwellentemperatur für die betrachtete Höhe stimmt mit der in anderen Arbeiten experimentell bestimmten Schwellentemperatur für den Anstieg des aktiven Chlors überein.

Weiterhin wurde die Möglichkeit untersucht, das Matchverfahren auch außerhalb des Polarwirbels anzuwenden. Die dafür verwendeten Daten stammen aus den Kampagnen der Winter 1996/97 und 1998/99, die eine sehr unterschiedliche Dynamik zeigten. Für den dynamisch aktiveren Winter 1998/99 konnte eine Trennung der dynamisch bedingten Prozesse von chemischen Veränderungen mit der Matchmethode offensichtlich nicht erreicht werden. Der Winter 1996/97 hingegen war durch eine sehr stabilen Zirkulation in der nördlichen Stratosphäre gekennzeichnet. Die hier erzielten Ergebnisse zeigen statistisch signifikanten Ozonabbau nur im unmittelbaren Randbereich des Polarwirbels, und die Temperaturgeschichte der beteiligten Luftpakete deutet auf eine Chloraktivierung gemäß bekannter heterogener Reaktionen hin. Oberhalb von ca. 197 K ist der abgeleitete chemische Ozonverlust nicht signifikant von Null verschieden.