

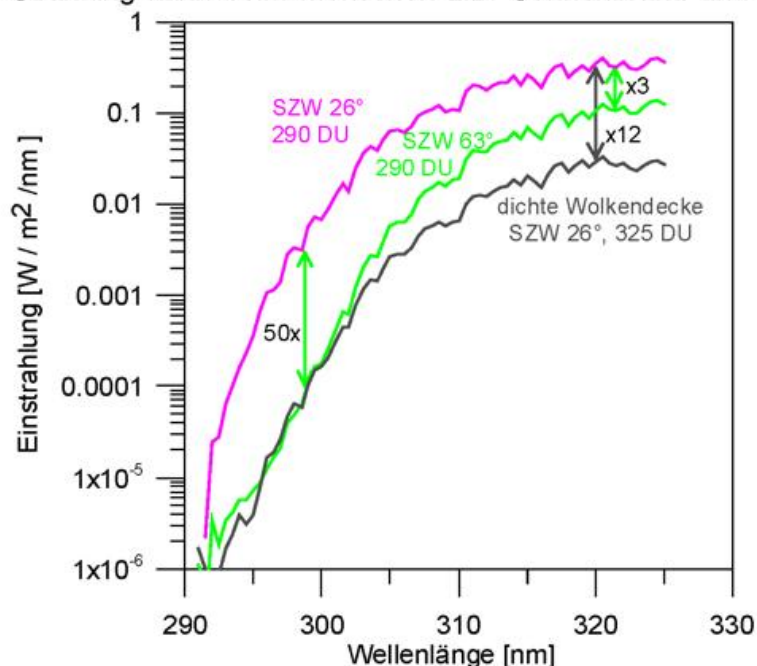


Wolfgang Steinbrecht, Ulf Köhler, Hans Claude
Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg
Wolfgang.Steinbrecht@dwd.de

17 Jahre UV Messungen am Hohenpeißenberg

Seit Anfang 1990 misst das Brewer-Spektrometer am Hohenpeißenberg zweimal pro Stunde die UV-Strahlung bei Wellenlängen zwischen 295 und 320 nm. 1997 wurde der Messbereich bis 325 nm ausgedehnt. Abb. 1 zeigt typische Spektren. Die höchsten UV-Werte treten bei hochstehender Sonne und klarem Himmel auf (rosa Kurve, SonnenZenitWinkel 26°). Bemerkenswert ist dabei die extreme Abnahme der UV-Einstrahlung zu kürzeren Wellenlängen hin. Während bei 325 nm noch etwa 0.4 Watt pro m² und nm auf die horizontale Messfläche treffen, fällt die Einstrahlung bei 300 nm schon auf 0.008 W/m²/nm ab, bevor bei 292 nm mit 10⁻⁶ W/m²/nm die Nachweisgrenze des Brewer-Spektrometers erreicht wird. Diese extreme Abnahme an der sogenannten UV-B Kante liegt an der ebenfalls extrem starken Zunahme der UV-Absorption von Ozon zu kürzeren Wellenlängen hin. Die stratosphärische Ozonschicht blockt kurzwellige UV-Strahlung (<≈300 nm) fast vollständig und wirkt so als „natürliche Sonnenbrille“. Bei tiefer stehender Sonne (grüne Kurve) fällt die Einstrahlung auf die horizontale Messfläche in erster Näherung mit dem Kosinus des Sonnenzenitwinkels ab. Zusätzlich verlängert sich aber auch der (schräge) Lichtweg durch die Atmosphäre, und damit die UV-Absorption durch Ozon. Während direkte und diffuse UV-Strahlung bei 320 nm durch die Sonnenstandsänderung von der rosa auf die grüne Kurve „nur“ um den Faktor 3 zurückgehen, nimmt wegen der verstärkten Ozonabsorption die Strahlung bei 298 nm bereits um den Faktor 50 ab. Größere Ozonsäulen verringern die kurzwellige UV-Strahlung um weitere Größenordnungen. Natürlich schwächen auch dichte Wolken die UV-Einstrahlung stark ab, wie die graue Kurve in Abb. 1 zeigt. Dabei ist jedoch die Wellenlängenabhängigkeit geringer. Im Beispiel reicht die Abschwächung von Faktor 12 bei 320 nm bis Faktor 50 bei 298 nm, letzteres auch wegen der etwas größeren Ozonsäule.

Ein wichtiger Aspekt von UV-Strahlung ist ihre Wirkung auf Pflanzen und Lebewesen. Zuviel UV-Strahlung kann beim Menschen z.B. Sonnenbrand und sogar Hautkrebs verursachen. Diese



Schadwirkung beginnt bei Wellenlängen kürzer als 400 nm und nimmt zu kürzeren Wellenlängen hin stark zu (Erythemwirkungsfunktion, CIE 1987). Die stärkste erythemwirksame Strahlung liegt bei Wellenlängen um 310 nm, wo die Wirkungsfunktion bereits hoch ist und noch viel UV-Strahlung vorhanden ist. Bei kürzeren Wellenlängen ist die Wirkungsfunktion zwar hoch, es ist aber nur wenig UV-Strahlung vorhanden. Bei längeren Wellenlängen nimmt dagegen die Strahlung zu, aber gleichzeitig die Wirkungsfunktion stark ab.

Als einfaches Maß für die Sonnenbrandwirkung verwendet man den UV-Index. Er ergibt sich durch Integration der UV-Spektren (wie aus Abb. 1) über die Wellenlänge, wobei die Spektren vorher noch durch Multiplikation mit der Erythemwirkungsfunktion gewichtet werden

Abb. 1: Am Hohenpeißenberg gemessene UV-B Spektren, bei klarem Himmel und unterschiedlichem Sonnenzenitwinkel (SZW, rosa, grün), sowie bei bedecktem Himmel (grau). Außerdem ist noch die Ozonsäule in Dobson Einheiten (DU) angegeben.

müssen. Wellenlängen zwischen 325 und 400 nm liefern dabei einen nicht unerheblichen Beitrag zum UV-Index (ca. 15% bei hohem Sonnenstand). Die vom Brewer bis 325 nm gemessenen Spektren müssen deshalb geeignet extrapoliert werden, hier auf der Basis von Berechnungen des STAR Modells der Universität München.

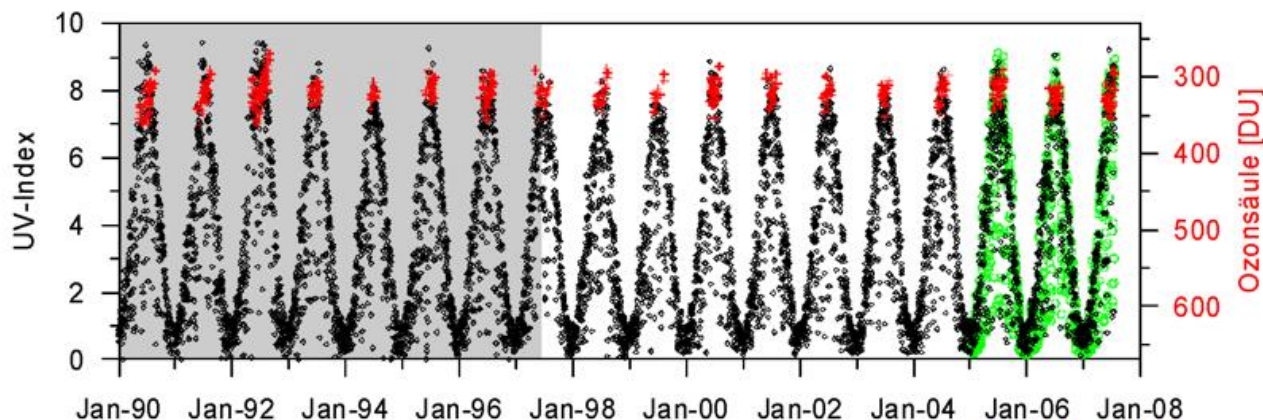


Abb. 2: Tagesmaxima des UV-Index am Hohenpeißenberg. Schwarz: Brewer-Messungen. Grün: UV-Index Vorhersage DWD-COSMO-Modell. Rot: Ozon-Mittelwerte für Tage mit UV-Index > 7. Ozonskala invertiert, +10% Ozon entsprechen -12% UV. Vor 1997 ist die Homogenität der UV-Daten noch nicht gesichert (graue Fläche)!

Die langjährigen Brewer-Messungen am Hohenpeißenberg können wertvolle Informationen über die Entwicklung der UV-Strahlung liefern. Für den integralen UV-Index zeigt Abb. 2 die Entwicklung der Tagesmaxima über Hohenpeißenberg in den letzten Jahren. Neben den Messungen (schwarze Symbole), sind auch die UV-Index Vorhersagen des DWD (grün, <http://www.uv-index.de>), sowie die Ozonsäule an Tagen mit hohem UV-Index dargestellt (rot, umgekehrte Skala). Entsprechend dem Jahresgang von Sonnenhöhe und Ozonsäule werden die höchsten UV-Indizes von Ende Mai bis Mitte August erreicht. Die Schwankung dieser UV-Maxima von Jahr zu Jahr folgt annähernd den invertierten Ozonsäulen, wobei nur Ozonwerte an Tagen mit hohem UV-Index (>7) überhaupt dargestellt sind. Auffällig sind die hohen UV-Indizes und niedrigen Ozonsäulen im Sommer 1992, nach dem Pinatubo-Ausbruch (1991), aber auch in den Sommern 2000 und 2007. Der Rekordsommer 2003 war beim UV unauffällig. In den beiden letzten Jahren wurden an einigen besonders klaren Tagen, oder bei zusätzlicher Reflexion an Einzel-Wolken, sehr hohe UV-Werte gemessen. Ozonschwankungen, Bewölkung und Trübung spielen alle eine Rolle bei der UV-Einstrahlung. Der wichtigste und am leichtesten zu bestimmende Einflussfaktor ist aber der Sonnenstand, wobei in den Hohenpeißenberger Messungen UV-Index Werte größer als 4 nur von Mitte März bis Anfang Oktober, und UV-Werte größer als 6 nur zwischen 10:30 und 15:50 MESZ, erreicht werden. Man sollte weiter beachten, dass auf senkrecht zur Sonne stehende Flächen mehr Strahlung auftrifft (vgl. Bulletin Nr. 111), dass wegen der λ^{-4} -Abhängigkeit der Rayleighstreuung auch im Schatten erheblich diffuse UV-Strahlung einfällt (z.T. mehr als 50% der gesamten Strahlung), und dass bei der kurzwelligigen UV-Strahlung (< 300 nm) infolge von Ozonänderungen wesentlich größere Schwankungen auftreten, als beim integralen UV-Index. Wir Menschen können aber gegen Haut- und Augenschäden vorbeugen, indem wir bei hochstehender Sonne Schatten suchen **und** uns durch Kleidung, Sonnenbrille und Sonnencreme schützen.

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR MÄRZ/APRIL/MAI/JUNI 2007

Station	Gesamtozonmittel in D.U. und Abweichung vom langjährigen Mittel in %							
	März		April		Mai		Juni	
Hohenpeißenberg	391	+7.42	355	-5.08	344	-3.91	336	-2.61
Lindenberg	391	+2.89	346	-10.59	349	-5.93	341	-4.48
Arosa (CH)	385	+4.62	348	-6.45	328	-8.89		
Hradec Kralove (CZ)	366	-3.17	353	-8.07	344	-6.52	335	-4.83
Uccle (B)	400	+11.42	346	-7.49	341	-5.80	340	-1.45

Bis auf den fast überall überdurchschnittlichen März verzeichneten alle Stationen teilweise erhebliche Ozondefizite bis zu -10,6% (Lindenberg, April).