

# Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes

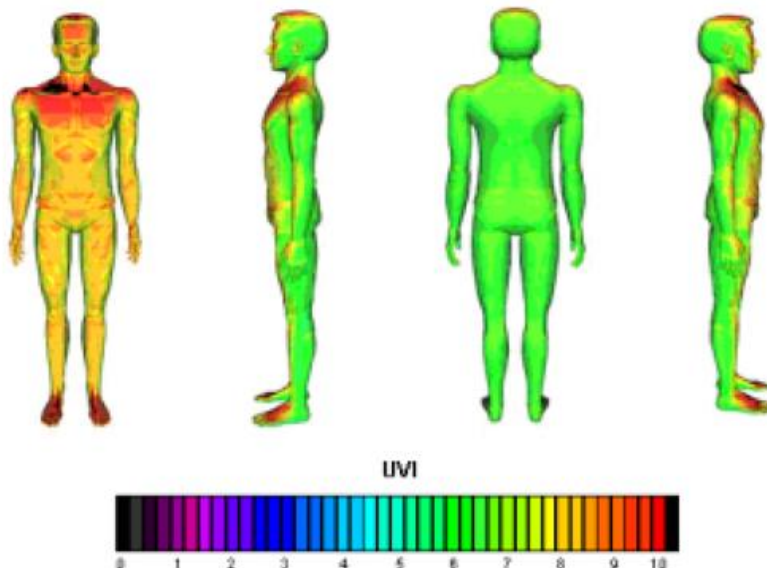


Ausgabe Nr. 111, Erscheinungstermin: 27. Juni 2006

## *Orientierungsabhängige UV-Bestrahlung des menschlichen Körpers*

Alle in der Meteorologie interessierenden Strahlungsgrößen werden als Strahlungsflussdichten angegeben und sind auf einen horizontal orientierten Empfänger bezogen. Dies gilt auch für die solare UV-Strahlung, wie sie routinemäßig gemessen und auch in Vorhersagen (z.B. des DWD) angegeben wird. Die menschliche Haut ist jedoch nur an den wenigsten Stellen horizontal ausgerichtet. Die größten Anteile der Flächen des menschlichen Körpers sind geneigt (Stirne, Nase, Schultern), senkrecht (Wangen, Hals, Rumpf) oder sogar nach unten (Kinn) orientiert. Die auf eine derartige, geneigte Fläche fallende Strahlungsflussdichte hat andere Werte und auch eine etwas andere spektrale Zusammensetzung als die auf einen horizontalen Empfänger. Dies liegt daran, dass die von oben kommende Strahlung zwar wesentlich zu der auf den geneigten Empfänger beiträgt, jedoch mit geänderter Kosinuswichtung, und zusätzlich Strahlung von der Erdoberfläche direkt auf den geneigten Empfänger reflektiert wird. Auch diese diffusen Anteile werden kosinus-gewichtet, wobei der jeweils zu berücksichtigende Zenitwinkel sich immer auf die individuelle Flächennormale bezieht.

Erythem-gewichtete UV-Strahlungsflussdichten auf unterschiedlich orientierte Flächen wurden mit dem ASCARATIS-Instrument des Meteorologischen Instituts der Ludwig-Maximilians-Universität in München während aller Jahreszeiten, an verschiedenen Orten und für viele meteorologische Bedingungen gemessen und als Bestrahlung des menschlichen Körpers dargestellt. Abbildung 1 zeigt als Beispiel die UV-Strahlung auf einen Menschen an einem wolkenlosen Sommertag, unter auf der Zugspitze herrschenden Bedingun-



*Abb. 1: Verteilung der UV-Strahlung, angegeben als UV-Index, auf den Körper eines nach Süden orientierten Mannes. Diese Strahlungsbedingungen wurden am 12 Juni 2001 am Schneefernerhaus (2800m über NN) bei Sonnenhöchststand (Elevation 66°) gemessen.*

gen. Deutlich erkennbar sind die „Sonnenterrassen“, auf die die Sonnenstrahlung verstärkt auftrifft, und somit die Bereiche mit der höchsten Gefahr für Sonnenbrand. Durch die starke Streuung in der Atmosphäre bei den kurzen Wellenlängen ist aber auch auf der sonnenabgewandten Seite die UV-Bestrahlung noch hoch. Bei langer Bestrahlungszeit kann diese UV-Himmelsstrahlung sogar zu einem Sonnenbrand führen, auch wenn man sich nur im Schatten aufhält.

Für flach stehende Sonne kann die Strahlungsflussdichte auf einen Empfänger in Richtung zur Sonne deutlich höher werden als die auf einen horizontalen Empfänger (Abb. 2). Für einen in Richtung Sonne geneigten Empfänger wird die direkte Strahlung nicht geschwächt, während sie für den horizontalen Empfänger reduziert ist, z.B. bei einer Sonnenhöhe von 20° auf 1/3. Allerdings erhält der geneigte Empfänger mit zunehmender Neigung einen immer größer werdenden Anteil der am Boden reflektierten Strahlung an Stelle von Himmelsstrahlung. Da die Bodenalbedo im UV für die meisten Oberflächen gering ist, führt dies normalerweise zu einer Reduktion der Strahlungsflussdichte. Bei Schnee jedoch, im frischen Zustand mit einer Albedo im UV von mehr als 80%, kann der Beitrag der Strahlung von unten größer sein als der der abgeschnittenen Himmelsstrahlung. Abb. 2 zeigt das Verhältnis der maximalen Strahlung auf eine geneigte Fläche zu der auf eine horizontale Fläche für verschiedene Sonnenzenitwinkel.

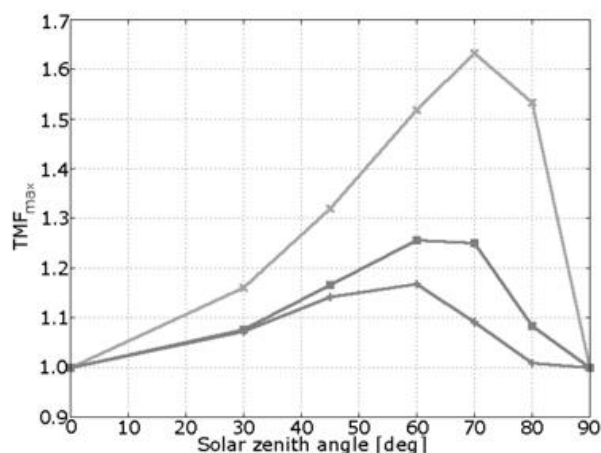


Abb.2: Maximale Werte des Tilt Modification Factors TMF (d.h. der Erhöhung der UV-Be-strahlung auf eine geneigte Fläche gegenüber der auf einen horizontalen Empfänger) als Funktion des Zenitwinkels der Sonne, für die Bedingungen:  
 -klare Luft und heller Schnee in 3000 m Höhe (grün),  
 -klare Luft am Strand (blau)  
 -getrübte Luft auf einer Wiese (rot)

Bei senkrechter Sonne ist der Wert natürlich 1 und bei ganz flacher Sonne geht er auch wieder auf 1 zurück, da dann die direkte Sonne zur Strahlungsflussdichte keinen Beitrag mehr leistet und die Hauptstrahlung aus dem Zenitbereich kommt. Für Schneebedingungen mit klarer Luft in einer Höhe von 3 km über NN (z.B. auf der Zugspitze) kann die Strahlung, z.B. auf das Gesicht, bis zu 60% höher sein als der Wert auf einen horizontalen Empfänger, wie er in der UV-Vorhersage angegeben wird. Bei Situationen mit Horizontüberhöhung durch reflektierende Schneeflächen kann der Wert sogar noch höher werden. Für Bedingungen im Flachland ist die Erhöhung nicht so ausgeprägt, da der relative Beitrag der direkten Sonne und der vom Boden hier geringer ist.

Die besonders intensive UV-Be-strahlung auf Hautpartien in Richtung zur Sonne gilt aber natürlich auch im Sommer, speziell am Strand bei klarer Luft, relativ hoher Albedo vom Sand und einer spiegelnden Komponente der Reflexion am Wasser. Da die Bestrahlung im Schattenbereich des Körpers aber immer abgeschwächt ist, ergibt sich im Mittel eine geringere Gesamtbestrahlung, wenn die Ausrichtung zur Sonne häufig variiert wird. Deshalb ist es zur Reduzierung des Sonnenbrandrisikos sinnvoll, sich in der Sonne zu bewegen. Diese Schutzmaßnahme gilt natürlich nur neben den übrigen Regeln zur Vermeidung von übermäßiger UV-Strahlung.

Peter Köpke, Mario Mech, Meteorologisches Institut München

### MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR MÄRZ/APRIL 2006

Der März lag durchweg über dem langjährigen Durchschnitt, während der April sich von der unentschlossenen Seite zeigte (Arosa -4%, Lindenberg +6%).

Station	Mittel 03/04.2006	langjährige Mittel	Max. Jahre	Min. Jahre	Sigma
Hohenpeißenberg	382/365	364/374	415/451 87/73	322/332 94/93	±25,0/23,2
Lindenberg (Brewer)	408/410	380/387	438/429 70/70	331/335 93/93	±26,1/21,1
Arosa (CH)	379/357	367/373	423/426 62/40	322/323 93/93	±24,0/20,4
Hradec Kralove (CZ)	387/379	378/384	445/447 70/73	335/335 90/93	±28,4/21,0
Uccle (B)	384/386	359/374	408/417 82/73	324/323 93/97	±22,0/20,6

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