



DOSIMETRIE DER NIGHTIONISIERENDE STRAHLUNG

1



Nichtionisierende Strahlung:

Elektrische und magnetische Felder, bzw.
Elektromagnetische Strahlung
in dem Frequenzbereich:

0 – $3 \cdot 10^{15}$ Hz

ab 100 nm $\rightarrow \infty$

2



Ultraviolettstrahlung

Die Aufteilung der UV Strahlung

UV-A: 315 - 400 nm

UV-A1: 340 - 400 nm

UV-A2: 315 - 340 nm

UV-B: 280 - 315 nm

UV-C: 100 - 280 nm

3



Ultraviolettstrahlung

Quelle

- natürliche
- die Sonne



- künstliche
- Hg-Dampflampen
- Xenon-Bogenlampen
- Leuchtstofflampen



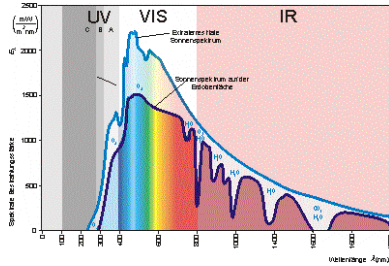
4



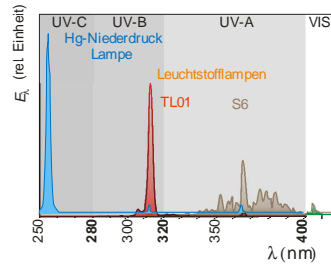
Ultraviolettstrahlung

Das Spektrum der Quellen

Die Sonne



- Hg-Dampflampen
- Leuchtstofflampe



5

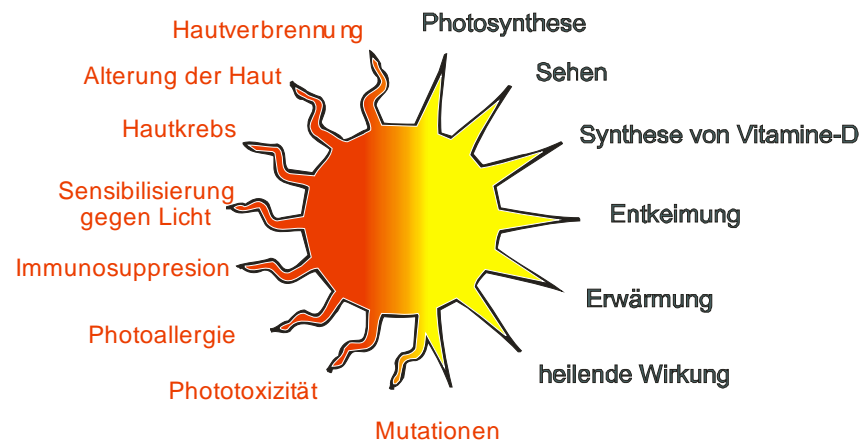


Die biologische Wirkung der Ultraviolettstrahlung

6



Wirkung der Sonne



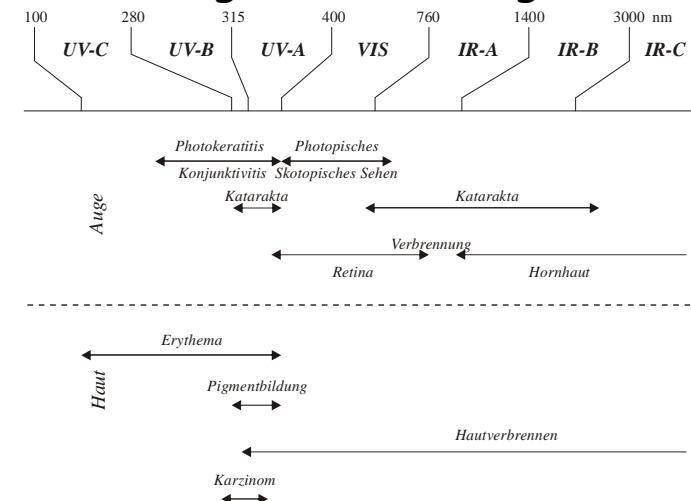
"Our sun has two faces,
one good and one bad,
like Janus"

A. Giese, 1978,
Living with Our Sun's Ultraviolet Rays, Plenum

7



Negative Wirkungen



8



Stochastische Schädigung



Deterministische Schädigung

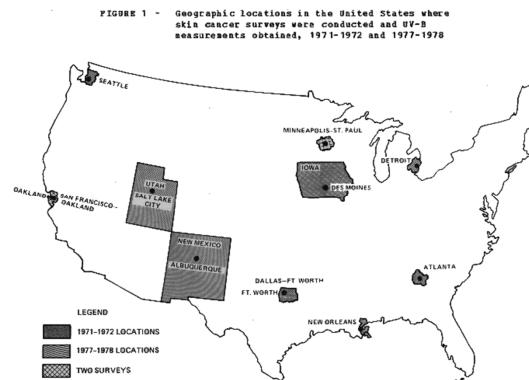


9



Scotto, J., T. R. Fears, and J. F. Fraumeni. 1981. *Incidence of non-melanoma skin cancer in the United States*. NIH Pub. no. 82-2433. Bethesda, MD: U.S. Dept. of Health and Human Services, National Institutes of Health.

<http://www.ciesin.org/docs/001-526/001-526.html>



10



FIGURE 3 - Annual age-adjusted incidence rates for nonmelanoma skin cancer among white males and females according to geographic areas of the United States, 1971-1972 and 1977-1978

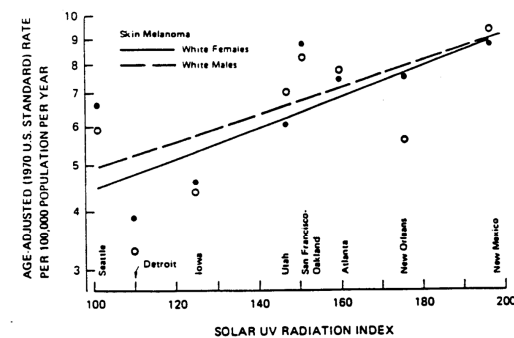
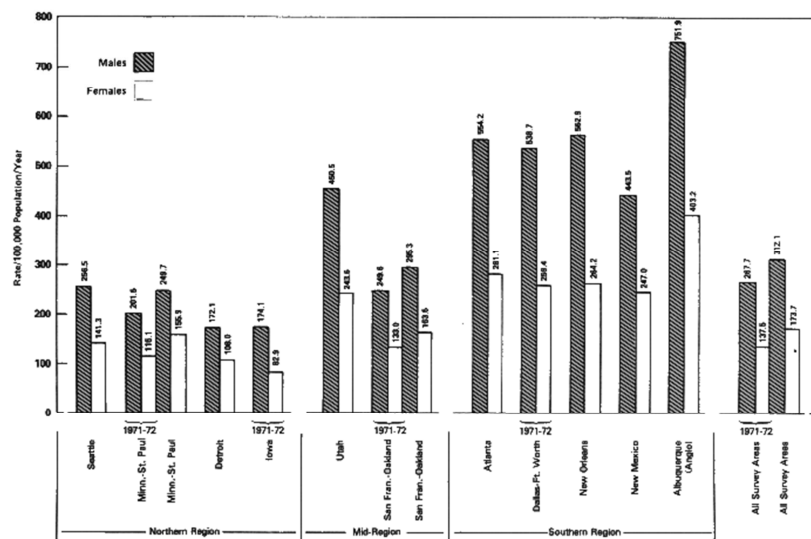


FIGURE 6-1
ANNUAL AGE-ADJUSTED INCIDENCE RATES FOR CMM (SEER DATA 1973-1976) AMONG WHITE FEMALES (OPEN SYMBOLS) AND MALES (CLOSED SYMBOLS), ACCORDING TO 1 YEAR'S UV MEASUREMENTS IN SELECTED AREAS OF U.S. ^{a/}

^{a/} The UV radiation index is the total R-B meter counts over a 1 year period multiplied by 0.0001. The meters read UV-B between 290 nm and 320 nm, as well as some UV-A.

Source: NRC 1982.

12



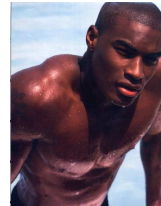
Was ist entscheidend in der biologischen Wirkung der UV-Strahlung?



Die Strahlung?



Das biologische Objekt?



13



1. Die Ultraviolettstrahlung



UV-Quelle →

- Gesamt emittierte Leistung
- Spektralverteilung

Auf Flächeneinheit auftreffende

- Strahlungsleistung → Gesamtbestrahlungsstärke E in W/m^2
- Spektralverteilung → spektrale Bestrahlungsstärke $E(\lambda)$ in $W/m^2 nm$

14

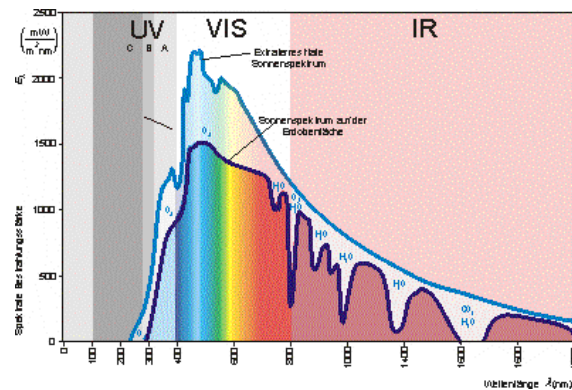


1. Die Ultraviolettstrahlung



z.B. die Sonne →

- Solarkonstante: $1368 W/m^2$
- Spektralverteilung:



15



1. Die Ultraviolettstrahlung der Sonne



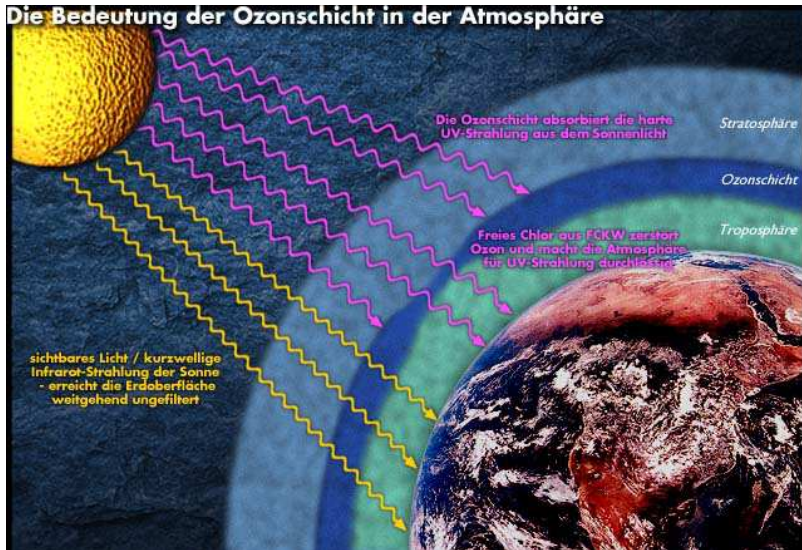
Abhängig von mehreren Faktoren

- Sonnenhöhe (Jahreszeit, Tageszeit, geographischer Ort)
- Meereshöhe
- Ozongehalt der Atmosphäre (TOC)
- Aerosolgehalt der Atmosphäre (schwebende Teilchen SO_2 , NO_x)
- Wolken

16



Die Bedeutung der Ozonschicht in der Atmosphäre

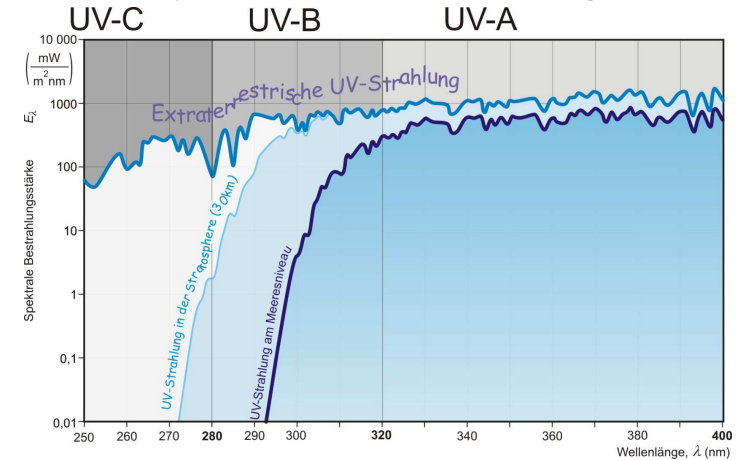


17



Funktion des Ozonschichtes

- Absorption der UV-C und UV-B Strahlung



- Schutz der Biosphäre vor harten UV-Strahlung

18



2. Das biologische Objekt

Empfindlichkeit des Objektes

- Wirkungsquerschnitt (σ)
- Spektralverteilung

Def.: **Wirkungsquerschnitt** ist die Fläche, die das biologische System bezüglich der fragten Wirkung einem einfallendem Photon zeigt.



$$\frac{\text{Fläche}}{\text{auftreffendes Photon}} \rightarrow \frac{\text{cm}^2}{\text{Photon}}$$



19



2. Das biologische Objekt

Empfindlichkeit des Objektes (\mathcal{S})

- Wirkungsquerschnitt (σ)
- Spektralverteilung ($\mathcal{S}(\lambda)$)

Def.: **Empfindlichkeit** ist der Reziprokwert der Energiedichte, die die betreffende biologische Wirkung hervorruft



$$\frac{\text{Fläche}}{\text{auftreffende Energie}} \rightarrow \frac{\text{cm}^2}{\text{mJ}}$$



20



2. Das biologische Objekt

Empfindlichkeit des Objektes (S)

- Wirkungsquerschnitt (σ)
- Spektralverteilung ($S(\lambda)$)

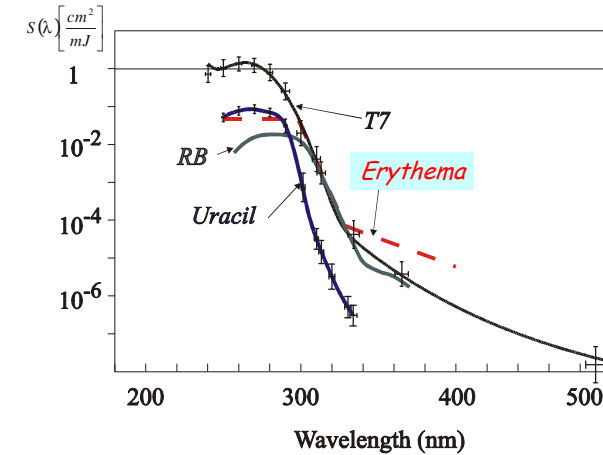
Def.: **Wirkungsspektrum** ist die Spektralverteilung der Empfindlichkeit

- in absolutem Wert:
z.B. 250 J/m² Energiedichte bei $\lambda = 280$ nm löst gerade die Hautröte (Erythem) bei Hauttyp II (germanischer Typ) aus
→ $S(280) = 1/250 \text{ m}^2/\text{J}$
- in relativem Wert:
bei der größten Empfindlichkeit $S_{rel} = 1$
dimensionslos

21



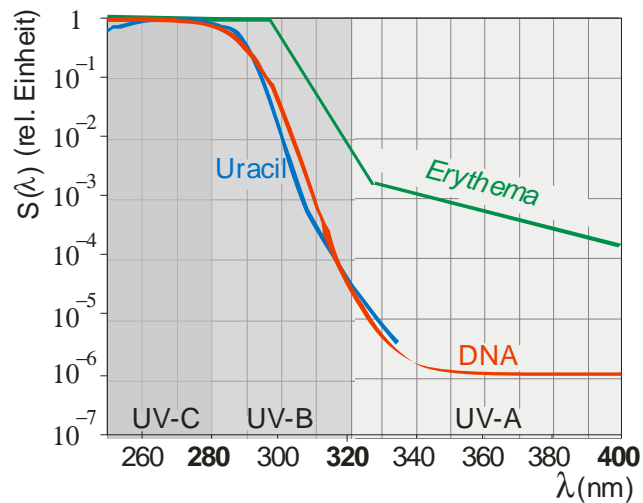
Interessante Wirkungsspektren gegeben in absoluter Empfindlichkeit



22



Interessante Wirkungsspektren gegeben in relativen Einheiten



23



UV - Dosimetrie

CIE - Commission Internationale de l'Eclairage
International Commission on Illumination
Internationale Beleuchtungskommission

1. Physikalische Dosis (D_{UV}):

$$D_{UV} = E \cdot t$$

Bestrahlungsstärke
Expositionszeit

$$[D_{UV}] = [E] \cdot [t] = \frac{W}{m^2} \cdot s = \frac{J}{m^2}$$

24



UV - Dosimetrie

CIE - Commission Internationale de l'Eclairage
International Commission on Illumination
Internationale Beleuchtungskommission

2. Biologisch wirksame Dosis (BED), H :

$$H = t \cdot \sum_{\lambda} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

Spektralverteilung der
Bestrahlungsstärke

Spektralverteilung der
Empfindlichkeit

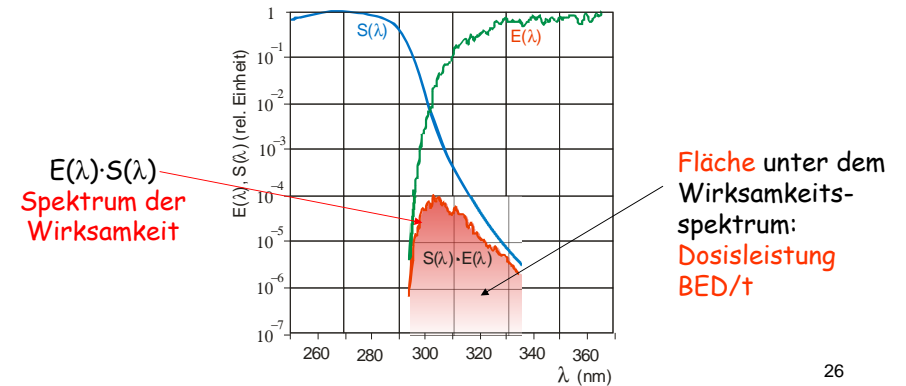
25



UV - Dosimetrie

2. Biologisch wirksame Dosis (BED), H :

$$H = t \cdot \sum_{\lambda} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$



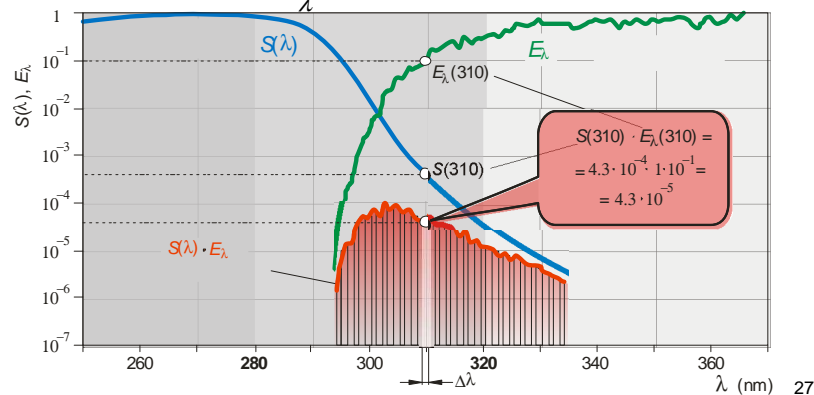
26



UV - Dosimetrie

2. Biologisch wirksame Dosis (BED), H :

$$H = t \cdot \sum_{\lambda} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$



27



UV - Dosimetrie

2. Biologisch wirksame Dosis (BED), H :

$$H = t \cdot \sum_{\lambda} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

Einheit:

• S in $\text{m}^2/\text{J} \rightarrow H$ dimensionslos

• $S_{\text{relativ}} \rightarrow [H] = (\text{J}/\text{m}^2)_{\text{eff}}$

28