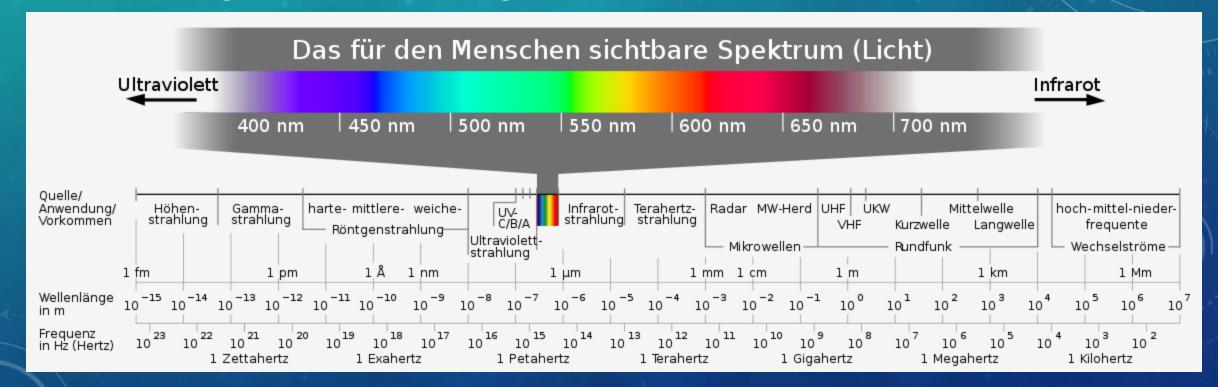


INHALT

- Was ist UV Strahlung
- Wie wirkt UV Strahlung auf den Menschen
- Was misst mein UV Messgerät
- Wie breitet sich Strahlung aus
- Wie kann ich Strahlung filtern

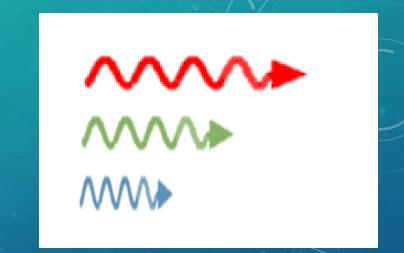
WAS IST (UV) STRAHLUNG?

Elektromagnetische Strahlung



WAS IST LICHT – EIN PHOTON?

- Photon = "Lichtteilchen"
- Energie eines Teilchens abhängig von Frequenz:



$$E = h \cdot \nu$$

E ... Energie [J]

h ... Konstante (Planck'sche Wirkungsquantum)

ν ... Frequenz [Hz]

Je höher die Frequenz, desto mehr Energie pro Teilchen

Frequenz und Wellenlänge indirekt abhängig:

$$\lambda = \frac{c}{v}$$

ν ... Frequenz [Hz]

c... Konstante (Lichtgeschwindigkeit)

 λ ... Wellenlänge [m]

Je höher die Frequenz, desto geringer die Wellenlänge, desto mehr Energie pro Teilchen

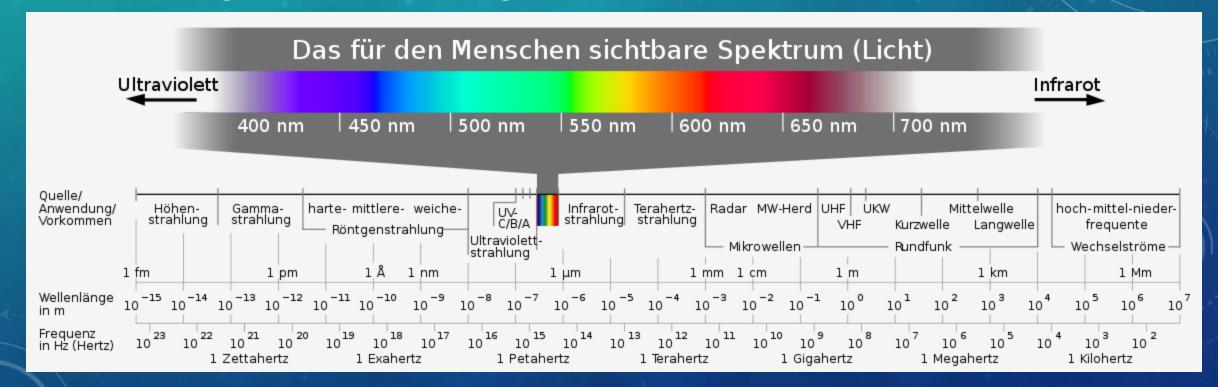
HELLIGKEIT?

Helligkeit ~ Anzahl der Photonen

- Photonen mit mehr Energie (höherer Frequenz) sind nicht "heller"
- Helligkeit läßt nicht auf Energie der Photonen schließen!

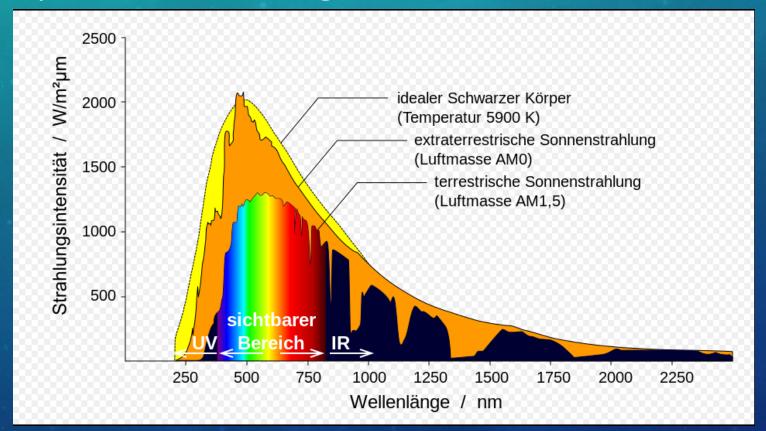
WAS IST (UV) STRAHLUNG?

Elektromagnetische Strahlung



STRAHLUNG VON DER SONNE

Welche Frequenzen/Wellenlängen kommen von der Sonne auf der Erde an?



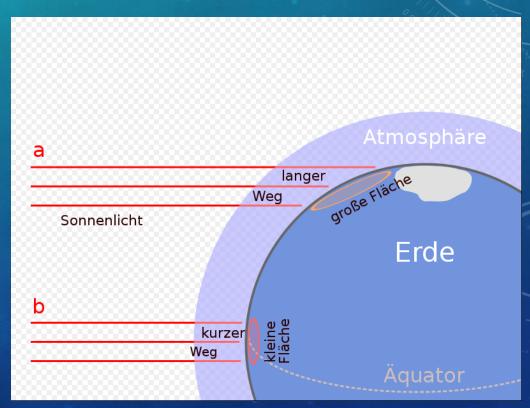
STRAHLUNG VON DER SONNE

Über das gesamte Spektrum 1347W/m² (Solarkonstante)

Sonnenleistung zu Mittag auf der Erde

• In Mitteleuropa im Sommer ca. 700W/m²

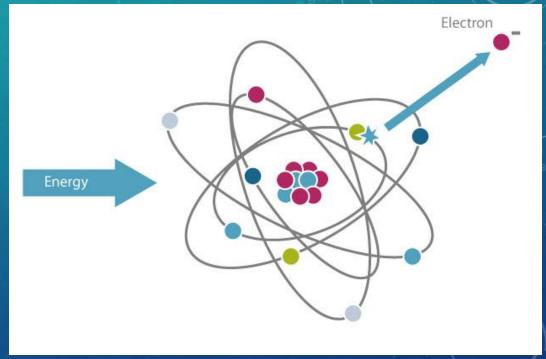
• In Mitteleuropa im Winter ca. 250W/m²



WIE WIRKT UV STRAHLUNG AUF DEN MENSCHEN?

UV STRAHLUNG = IONISIERENDE STRAHLUNG

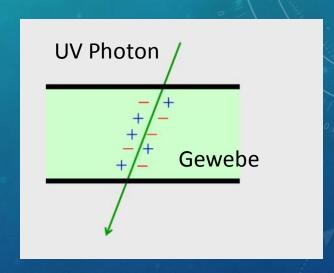
- Ionisation: ein elektrisch neutrales Atom/Molekül wird durch Energiezufuhr von außen elektrisch geladen – d.h. "reaktionsfreudig"
- Ionisierende Strahlung: Strahlung, die Ionen (d.h. elektrisch geladene Teilchen) erzeugt
 - Radioaktive Strahlung, UV Strahlung, Neutronenstrahlung,...



Es kann der Frömmste nicht in Frieden leben, wenn es dem Nachbarn nicht gefällt! F. Schiller

UV STRAHLUNG = IONISIERENDE STRAHLUNG

- UV Strahlung: niedrigst energetische ionisierende Strahlung
 - Photonen mit weniger Energie (=größerer Wellenlänge) können nicht ionisieren – egal wieviele kommen!
 - Wenige UV Photonen können Schaden anrichten – ganz viele "rote" Photonen nicht



...der Rest ist Biologe/Medizin!

Analogie:

1000 Fliegen auf der Windschutzscheibe – oder 1 Elch

UV STRAHLUNG MESSEN

WIE KÖNNEN WIR STRAHLUNG MESSEN?

- Augen (sichtbares Licht)
- Haut (IR Strahlung)

Kochen von Wasser (Mikrowellenstrahlung)

Messgeräte

WAS MISST SO EIN MESSGERÄT?

- μW/cm² Mikrowatt pro Quadratzentimeter
- mW/cm² Milliwatt pro Quadratzentimeter
- 1 Watt...Einheit der Leistung
 1W=1.000 Milliwatt = 1.000.000μW
- Leistung der Sonne: ca. 1000 W/m² = 0,1 W/cm² oder 100mW/cm² oder 100.000 μ W/cm²
- In voller Sonne zeigt so ein UV Messgerät ca. 5mW=5000μW/cm² an
 - Weniger als 1/20 der Leistung der Sonne ist im UV Bereich



WARUM ZEIGEN UNTERSCHIEDLICHE MESSGERÄTE UNTERSCHIEDLICHE WERTE AN?

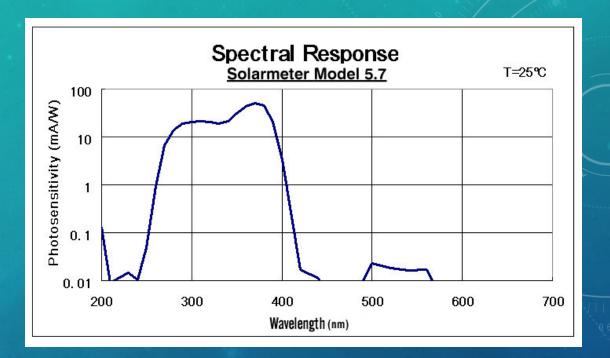
- Unterschiedlicher Empfindlichkeitsbereich
- Unterschiedliche Empfindlichkeitskennlinie
- Unterschiedliche Messtoleranzen
- Serienstreuung

- Je empfindlicher, desto genauer aber desto weniger große Werte kann ich messen:
 - Briefwaage Küchenwaage Badezimmerwaage Brückenwaage

SOLARMETER MODEL 5.7







Solarmeter Specifications Radiometer	
Model	5.7
Irrad. Range	0-1999 μW/cm² Total UV
Response	280-400 nm (UVB thru UVA)
Resolution	1 μW/cm²
Conv. Rate	3.0 Readings/Sec
Display	3.5 Digit LCD
Digit Size	0.4 inch high
Oper. Temp	32° F to 90° F
Oper. Humid.	5% to 80% RH
Accuracy	±10% REF.NIST

PEAKTECH 5085

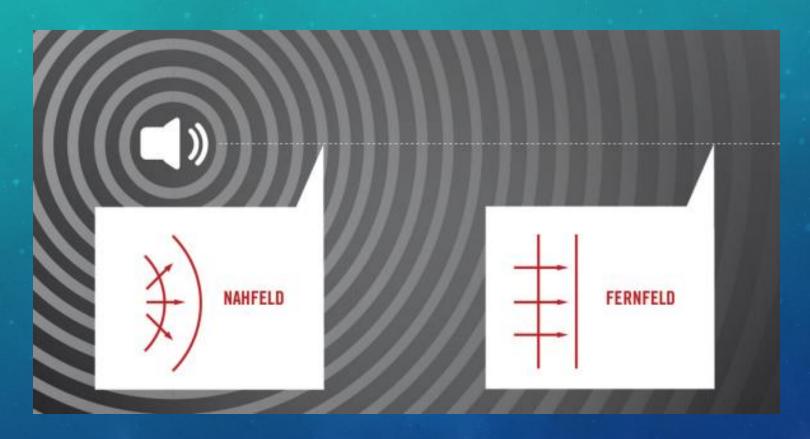


4. Technische Daten

Anzeige	LCD-Anzeigegröße: 51 x 37 mm
	Maximale Anzeige 1999
Messbereiche / Auflösung	2mW/cm ² ; 0,001mW/cm ²
	20mW/cm ² ; 0,01 mW/cm ²
UV-Sensor Spektrum	Bandbreite 290nm - 390nm
Genauigkeit	± 4% Skalenendwert + 2 Stellen
	 * Kalibrierung wurde durchgeführt mit einem UVA- Leuchtmittel und verglichen mit einem Standard UVA-Messgerät
	 * Spezifikationen getestet mit einer hochfrequenten Umgebungsfeldstärke von 3V/m und einer Frequenz <30 MHz

WIE BREITET SICH (UV) STRAHLUNG AUS?

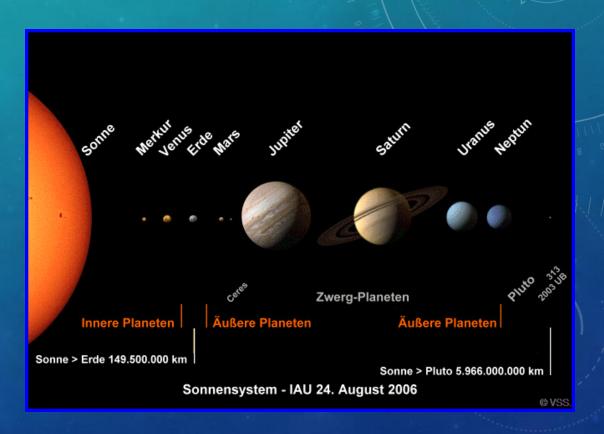
WELLENAUSBREITUNG



In der Nähe der Quelle: kugelförmige Ausbreitung In weiter Enfernung: parallele Ausbreitung

BEISPIEL FÜR PARALLELE AUSBREITUNG

- Licht von der Sonne: 150 Mio.
 Kilometer zur Erde
- D.h. Sonnenstrahlung bei uns parallel
- D.h. egal ob ich 1000m näher bei der Sonne bin, oder nicht



BEISPIEL FÜR KUGELFÖRMIGE AUSBREITUNG

- Licht von einer Lampe: wenige cm Abstand
- Ausbreitung folgt "1 durch Radius Quadrat" Gesetz: 1/r²
 - doppelter Abstand ¼ der Strahlung
 - Dreifacher Abstand 1/9 der Strahlung
 - Zehnfacher Abstand 1/100 der
 Strahlung



BEISPIEL



4cm Abstand = ca. 80 μ W/m²

BEISPIEL



8cm Abstand = ca. 20 μ W/m²

Doppelter Abstand= 1/4 der Strahlung (1/r²)

BEISPIEL



16cm Abstand = ca. $5 \mu W/m^2$

4-facher Abstand= 1/16 der Strahlung (1/r²)

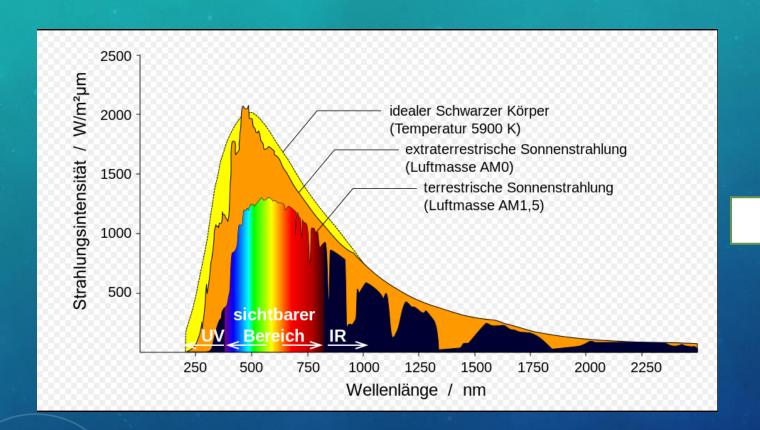
BEISPIEL FÜR KUGELFÖRMIGE AUSBREITUNG

ACHTUNG: ein Reflektor verändert die Abstrahlung – dann gilt 1/r² nicht mehr!

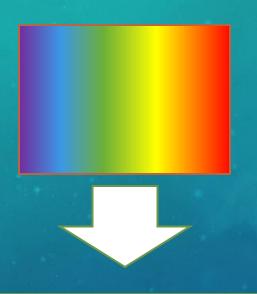


WIE KANN ICH (UV) STRAHLUNG FILTERN

(FILTERN VON) WEISSES LICHT



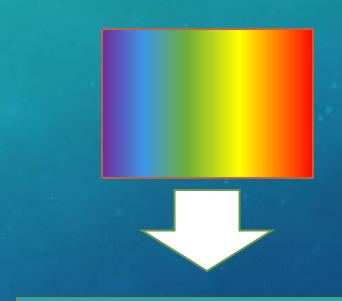
WIE KÖNNEN WIR LICHT FILTERN?



Roter Filter



Es bleibt rotes Licht über

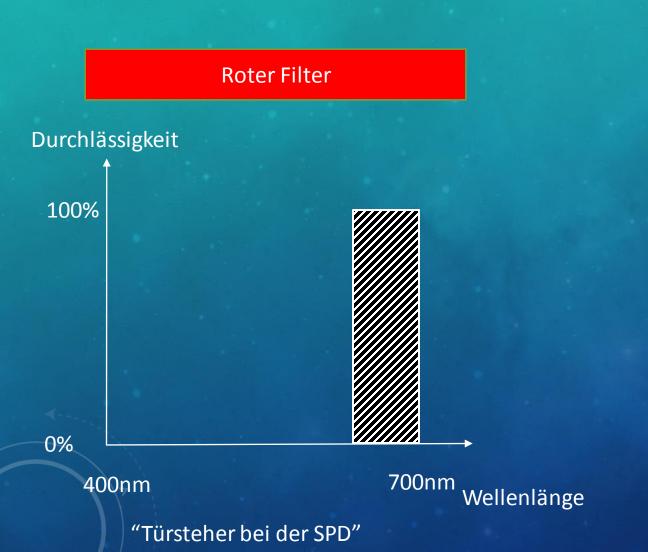


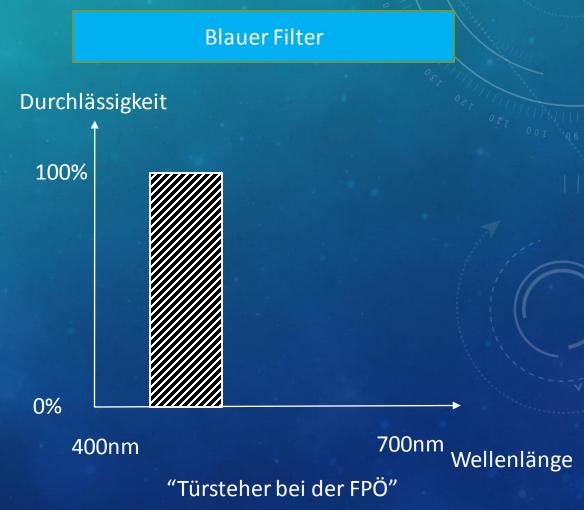
Blauer Filter

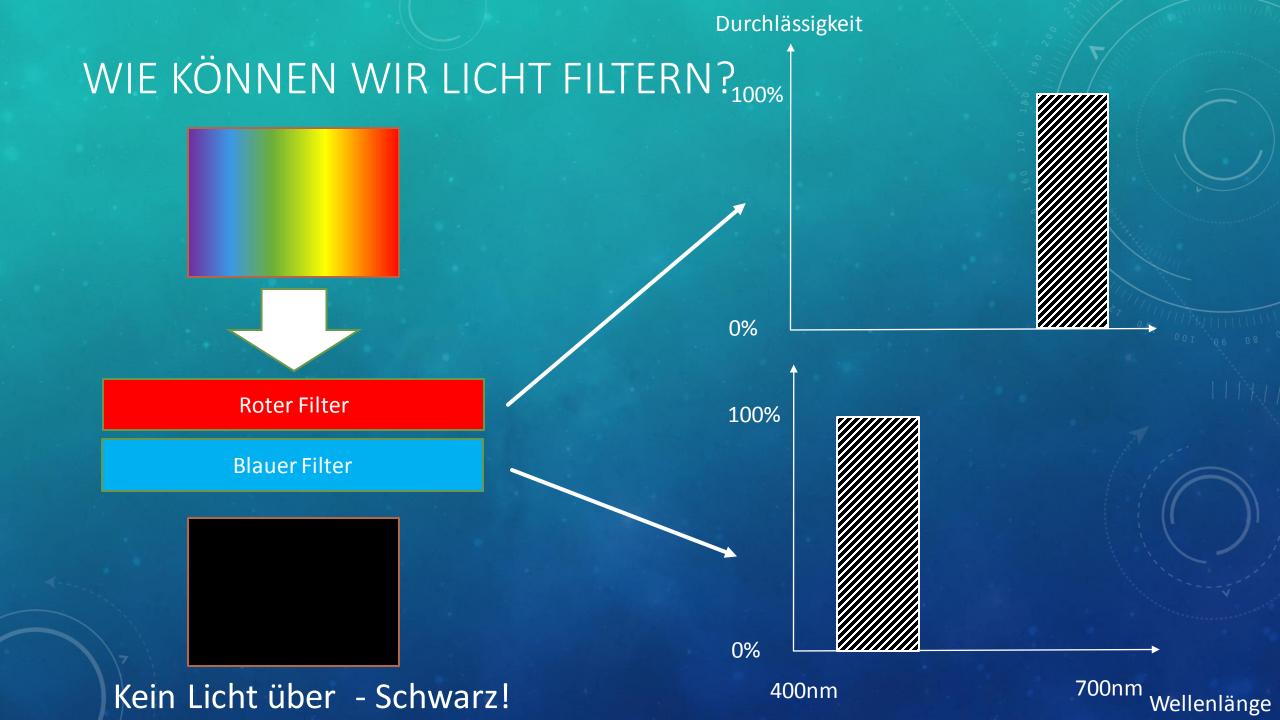


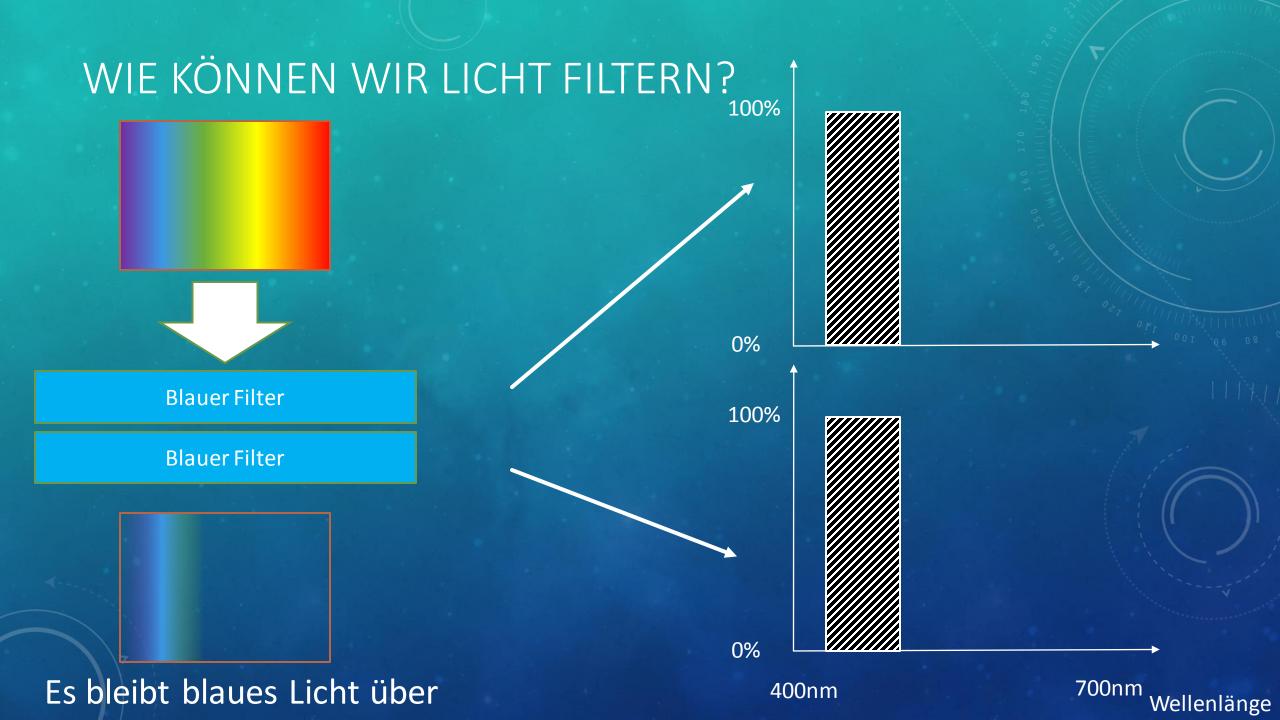
Es bleibt blaues Licht über

"FILTERKURVE"



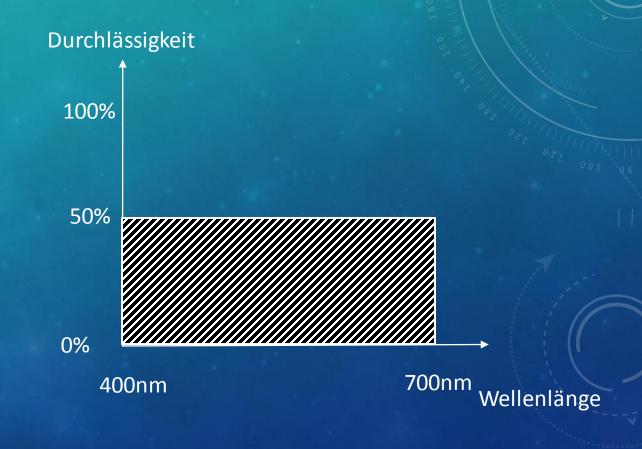






WAS PASSIERT WENN WIR EINEN GRAUFILTER NEHMEN?



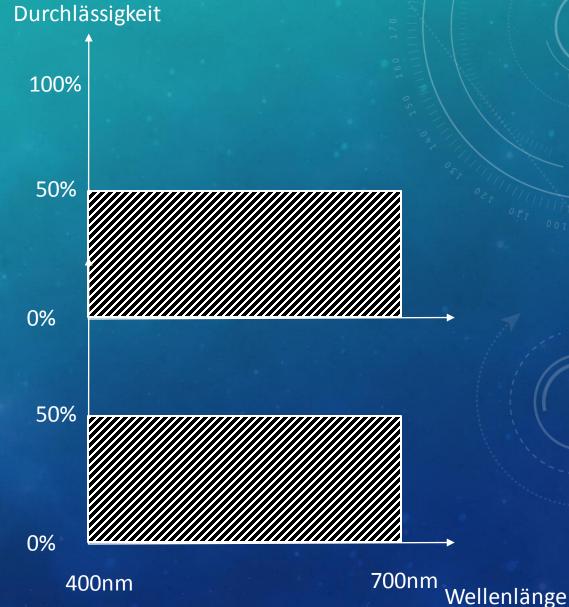


"Türsteher der jeden 2. Gast reinlässt"

Es bleibt halb helles Licht über

UND WENN WIR JETZT 2 DAVON NEHMEN?

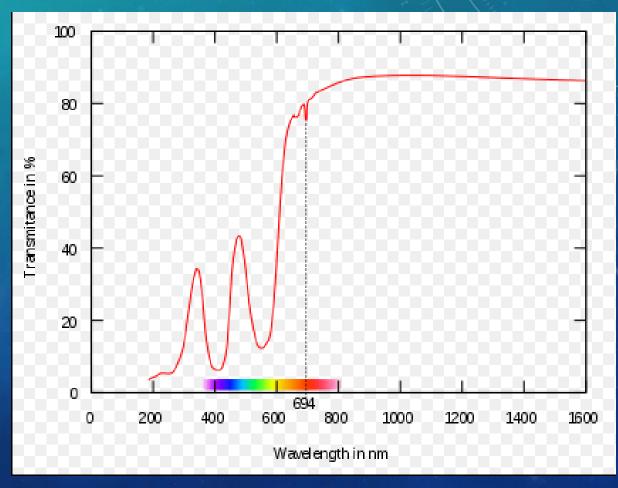




EIN FILTER IM ECHTEN LEBEN: RUBIN

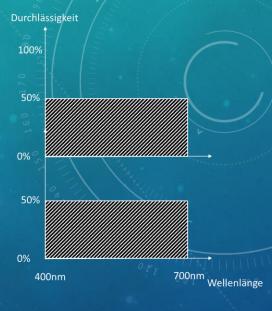


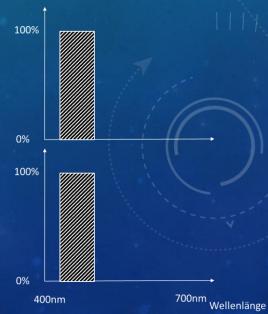
- Nie 100% Durchlässigkeit
- Lässt auch nicht-rotes Licht durch
- Was passiert, wenn ich den verdopple?



UND UV FILTERUNG?

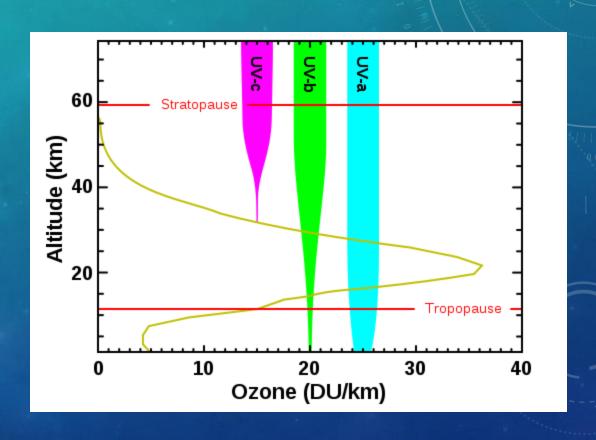
- Gleiche Regeln: Ich muss die Filterkurve kennen, um sagen zu können, was passiert.
- Im Idealfall:
 - 1mm UV Filter X hat 99% UV Filterung (i.e. 1% Durchlässigkeit)
 - 2mm UV Filter X haben 99,99% UV Filterung (0,01*0,01=0,0001= 0,01% Durchlässigkeit)
- Im schlechtesten Fall:
 - 1mm UV Filter Y hat 99% UV Filterung (i.e. 1% Durchlässigkeit)
 - 2mm UV Filter Y hat 99% UV Filterung (i.e. 1% Durchlässigkeit)
- Schwächen in einem Filter lassen sich nicht durch Vervielfachung beseitigen!
- MESSEN!





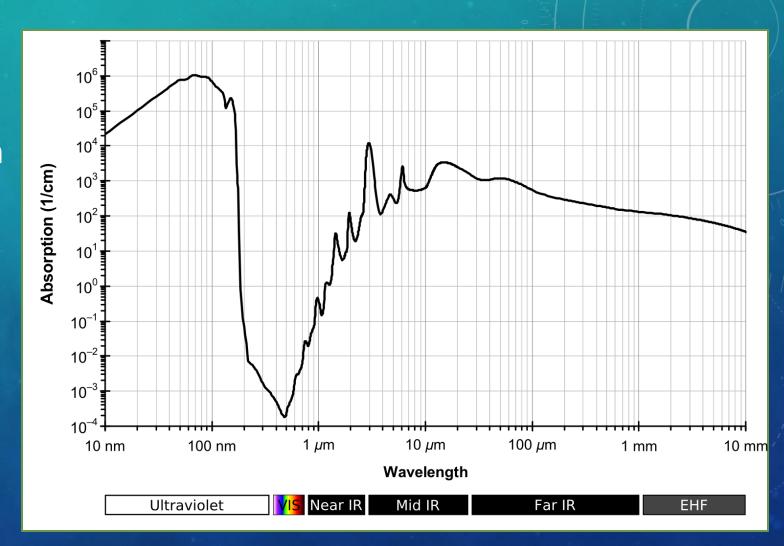
UV FILTERUNG IN DER ATMOSPHÄRE

Zunahme der Strahlung um ca. 20% pro 1000m Seehöhe



WIEVIEL FILTERT WASSER?

- Maximale Durchlässigkeit im grünblauen Licht
- Lässt auch relativ viel UV
 Licht durch "Schutzfaktor"
 z.T. unter 10!



ZUSAMMENFASSUNG

- Je kurzwelliger die Strahlung, desto mehr Energie pro Photon (Lichtteilchen)
- UV Licht = schwächste ionisierende Strahlung. Längerwelliges Licht kann nicht ioniseren (und dadurch Schaden anrichten)
- Wir messen eine (sehr kleine) Leistung
 - nimmt von der Sonne mit dem Abstand bei uns quasi nicht mehr ab parallele Ausbreitung
 - Bei Lampen 1/r² Gesetz der Ausbreitung doppelter Abstand, ¼ der Leistung
 - Messgeräte mit unterschiedlichen Charakteristika & Serienstreuung drum unterschiedliche Anzeigen
- Durchlässigkeit von Filtern kann im besten Fall multipliziert werden (10%*10%=1%) im schlechtesten Fall bringen 2 gleiche Filter nicht mehr als 1 Filter.
- Leichter Anstieg in der Höhe; Wasser schützt nicht!
- Messen, Messen, Messen!