



lebensministerium.at



 Met

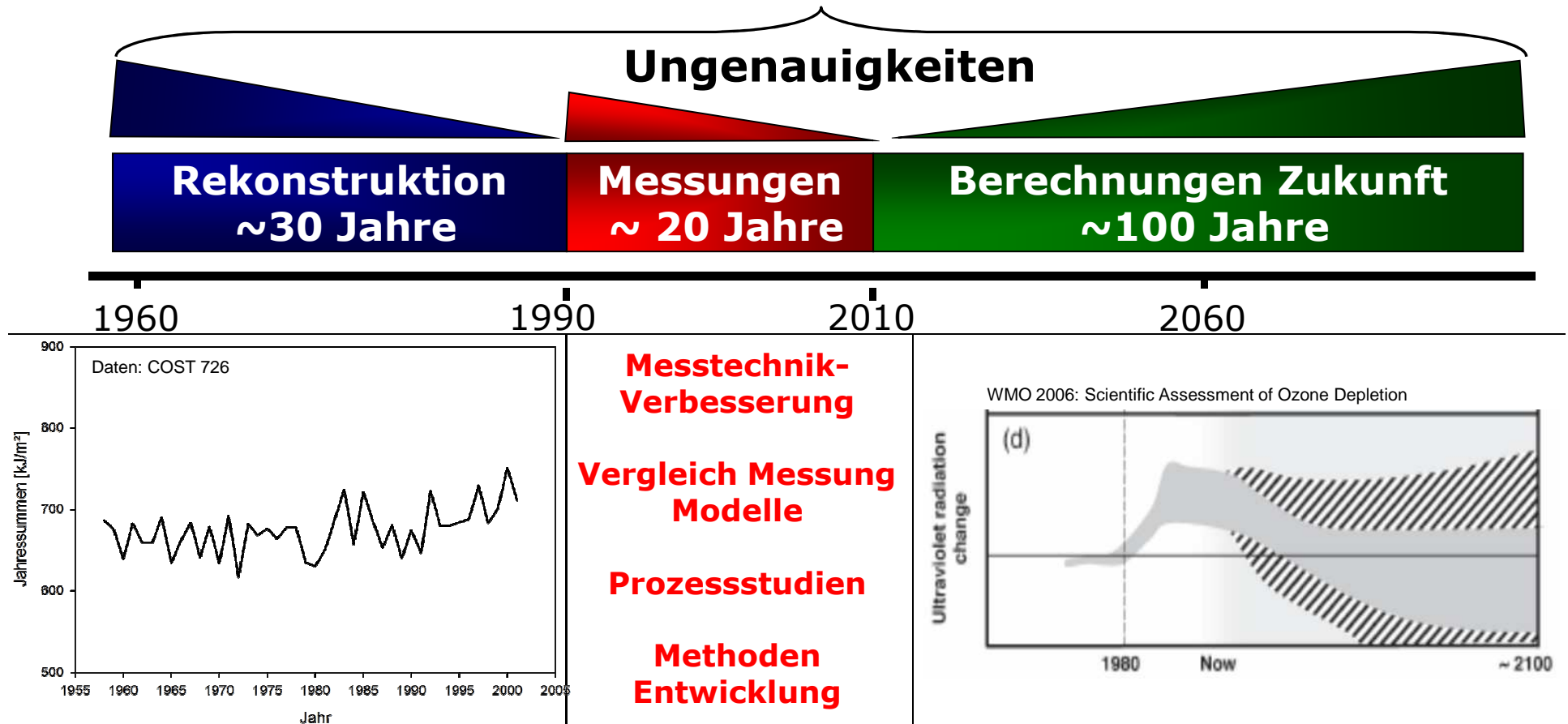
15 JAHRE SPEKTRALER UV- UND GESAMTOZON-MESSUNGEN AM HOHEN SONNBLICK

*Michael Fitzka, Stana Simic, Alois Schmalwieser,
Jochen Wagner, Philipp Weihs, Helga Kromp-Kolb*

Institut für Meteorologie
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien

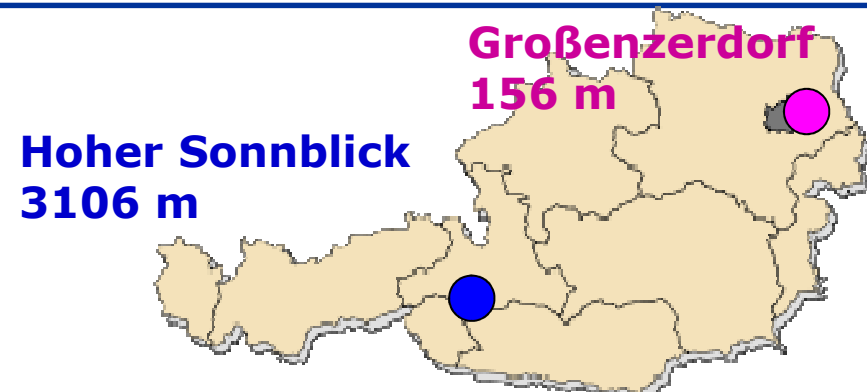


LANGZEIT-AUFZEICHNUNGEN UV



**Langzeitänderungen
Wirkungen der UV-Strahlung**

MONITORING SPEKTRALER UV-STRAHLUNG IN ÖSTERREICH – von 1994 verlängert bis 2019

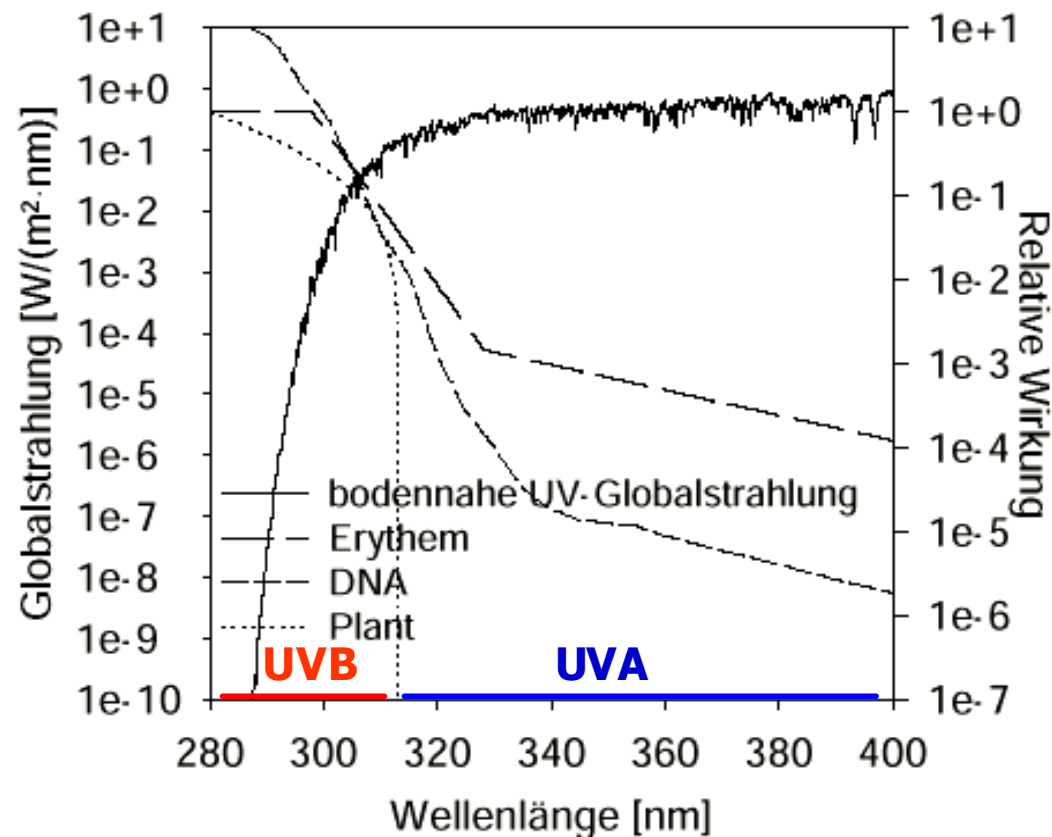


- **BREWER MkIV #093 Spektrophotometer**
 - eine der längsten Messreihen von spektraler UV Strahlung und Gesamtozon beginnend mit 1993
 - direkte und globale spektrale UV-Strahlung
 - Wellenlängenbereich 290-325 nm bei 0.5 nm Auflösung
- **BENTHAM Spektralradiometer**
 - globale spektrale UV Bestrahlungsstärke seit 1997
 - Messbereich 290-500 nm bei 0.5 nm Auflösung
 - vollständiges Spektrum alle 30 min



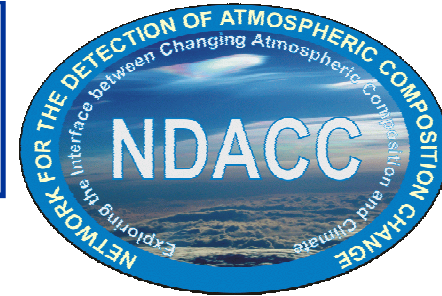
VORTEILE DES SPEKTRALEN MONITORINGS

- Durch spektrale Messung können verschiedene Wirkungen berechnet werden, indem jede Wellenlänge mit der entsprechenden Gewichtung berücksichtigt wird (Aktionsspektrum)



Spektrum der bodennahen UV-Globalstrahlung (linke Ordinate) zusammen mit verschiedenen biologischen Aktionsspektren (rechte Ordinate)

AUFBAU DER GERÄTE NACH NDACC VORGABEN



• Fehlerquellen

- Schwankungen in der absoluten Sensibilität
- Wellenlängenverschiebungen
- Temperaturschwankungen
- Kosinus-Fehler

• Verbesserung der Messgenauigkeit

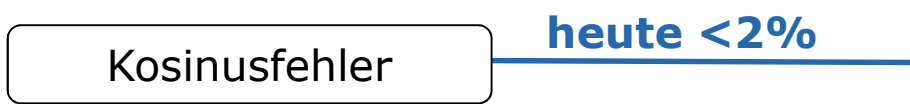
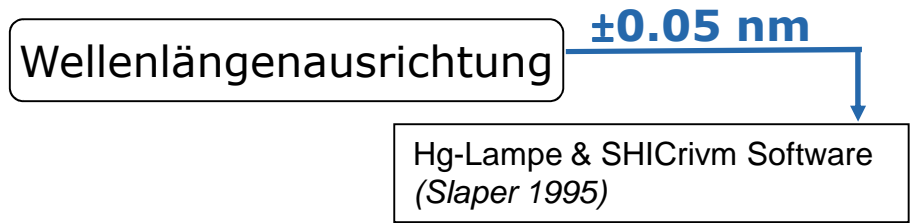
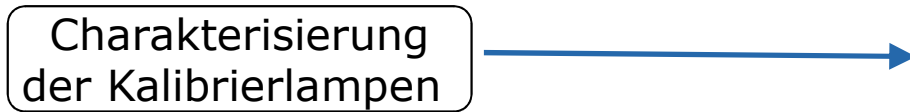
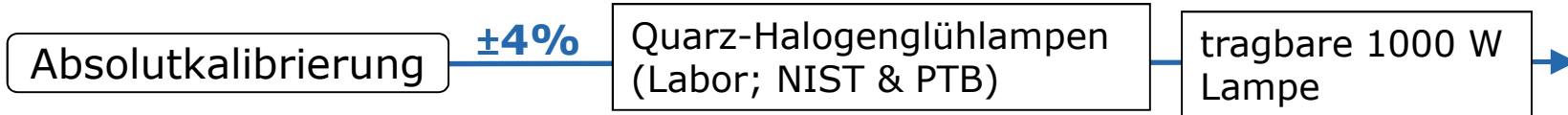
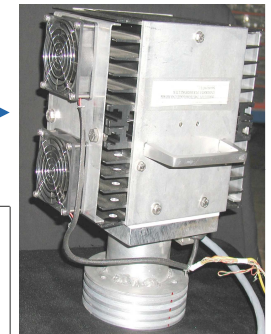
- Kalibrierung
- Wellenlängenausrichtung
- Temperaturstabilisierung
- Eingangsoptiken

• Weiterentwicklung der Geräte

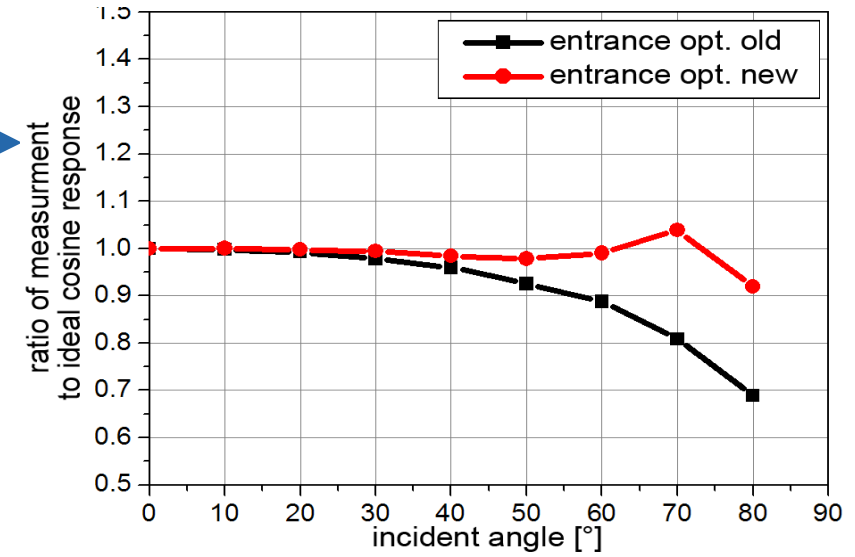
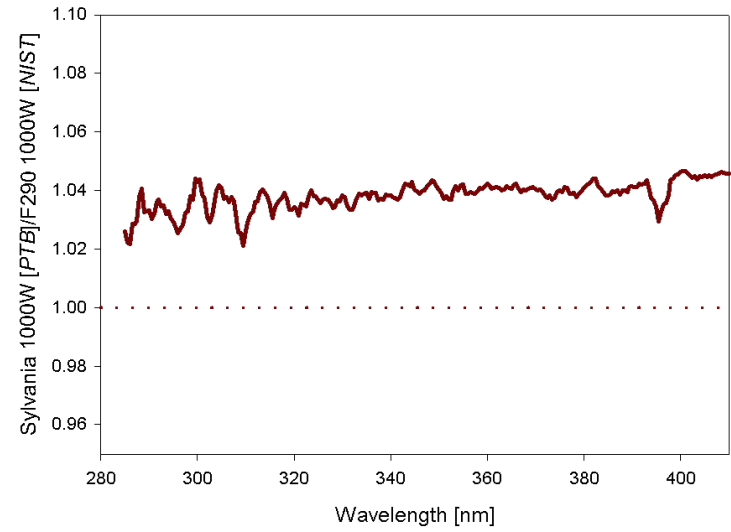
techn Spez. Bentham Spektroradiometer / Hoher Sonnblick

Type	Bentham DM150
Monochromator Design	Doppel-Monochromator, Czerny-Turner Konfiguration
Brennweite (gesamt)	300 mm
Gitter	holographisch, 2400 linien / mm
Bandbreite (FWHM)	0.77 nm
Wellenlängenbereich	290 – 500 nm
Auflösung (Routinebetrieb)	0.5 nm
Scan Dauer	ca. 360 s
Zeitplan	1 Scan jede 30 min
Diffuser	Schreder CMS, globale Irradianz, Teflon, Cosinusfehler <2% für Einfallswinkel <60°
Monochromator-Anbindung	Glasfaser
Detektor Type	PMT, EMI 9250Q, HV-Versorgung mit 650 VDC
Wetterschutz	ja
Temperatur-Stabilisierung	ja (25°C)
Automatischer Betrieb	ja
Dunkelstrommessung	ja
Irradianz-Standard	rückführbar auf NIST / PTB
Leistung Primärlampe	1000 W
Kalibrierter Bereich	290-500 nm

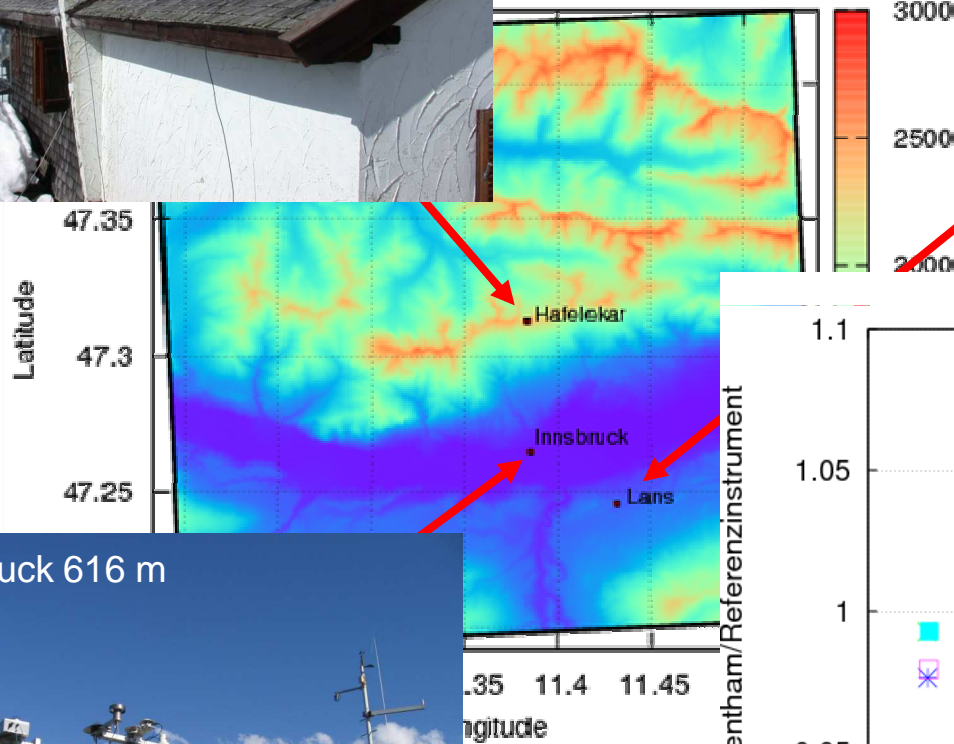
INSTRUMENTE - QUALITÄTSSICHERUNG



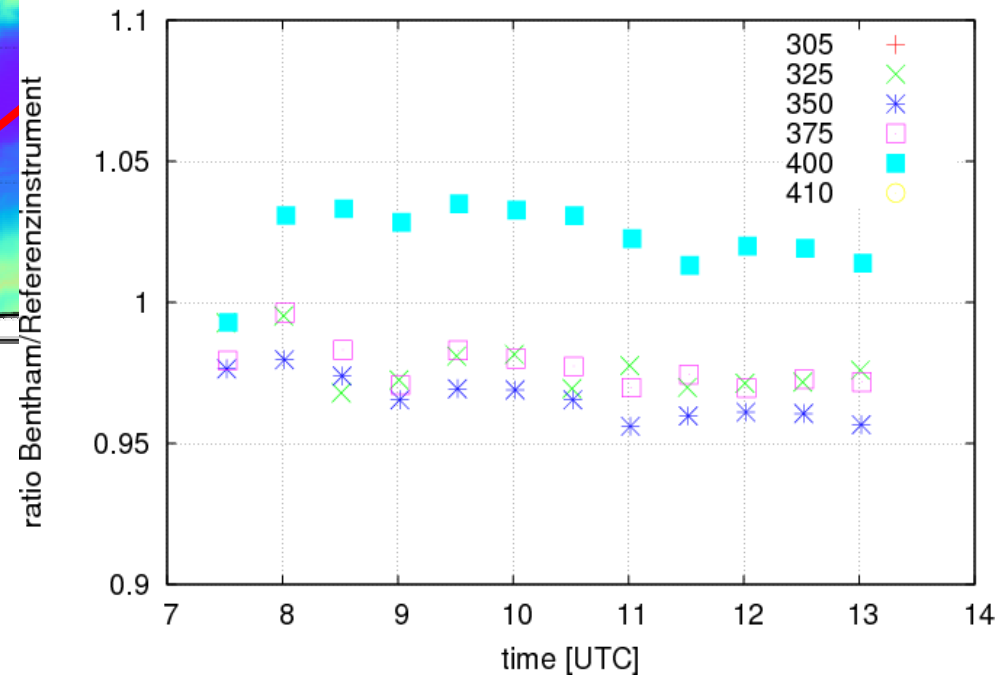
Qualitätssicherung
Geräte im internationalen Vergleich
EU-Projekte
SUSPEN, CUVRA, QASUME



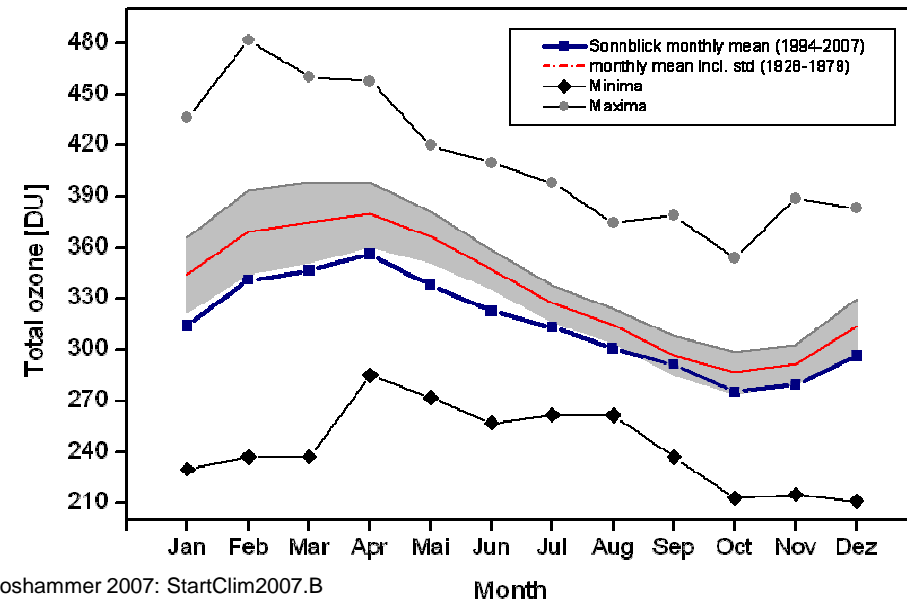
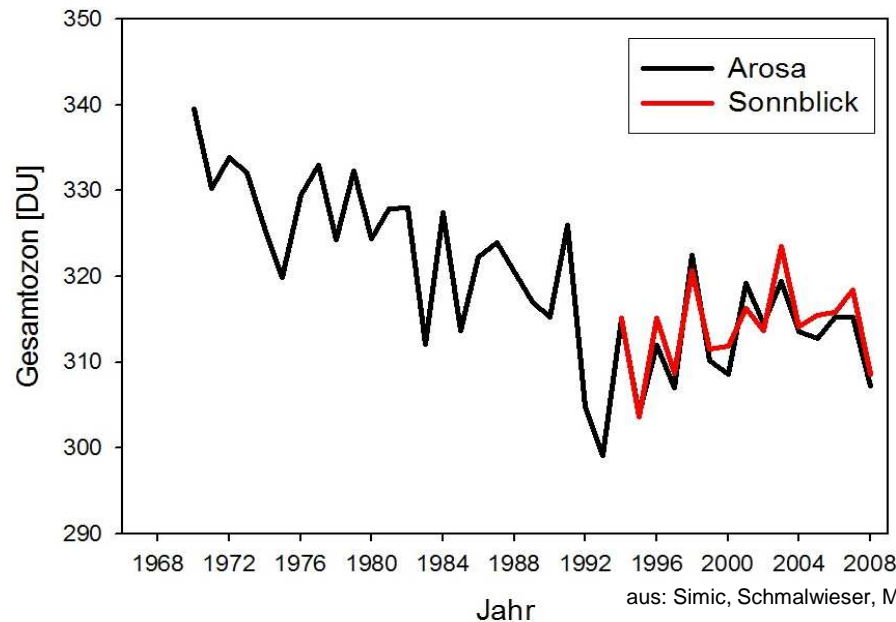
QUALITÄTSSICHERUNG-Gerätevergleiche 2008



Intercomparison at February 20th in Innsbruck



MONITORING DES GESAMTOZON

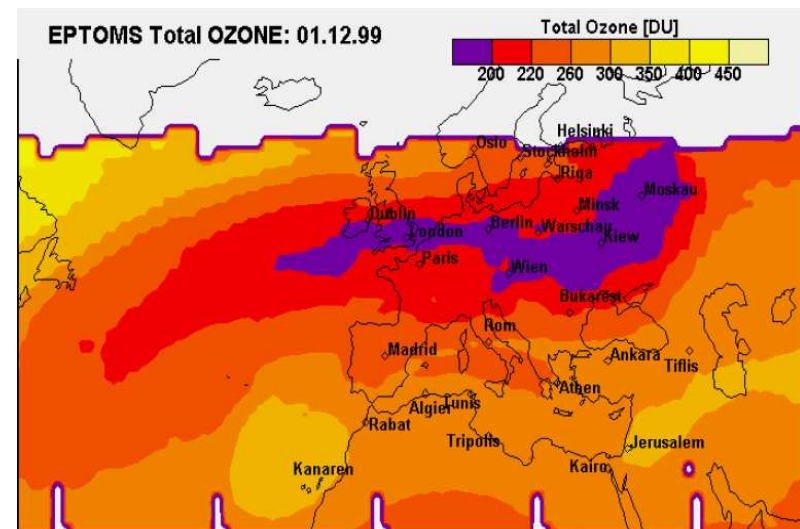
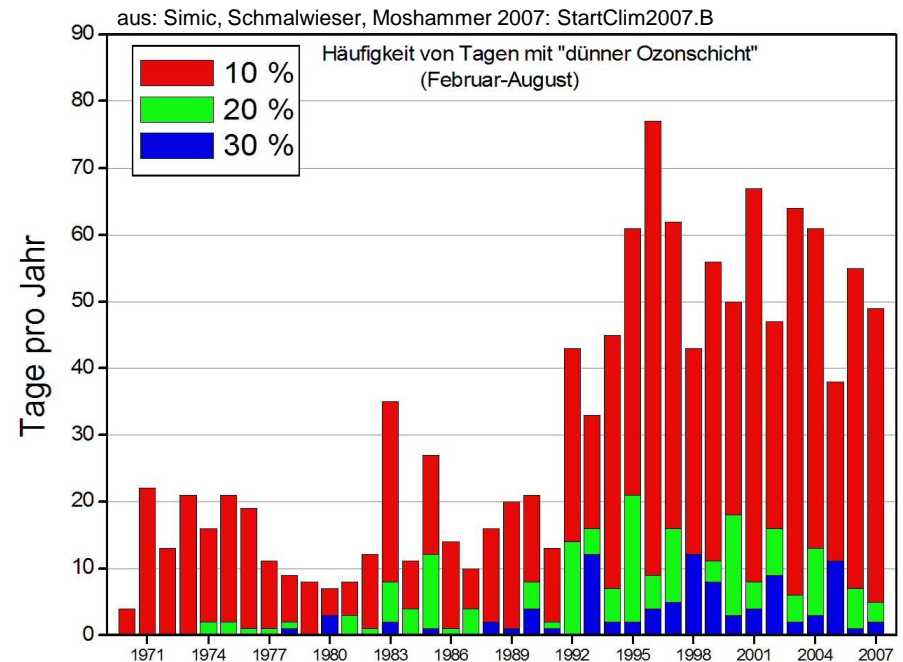
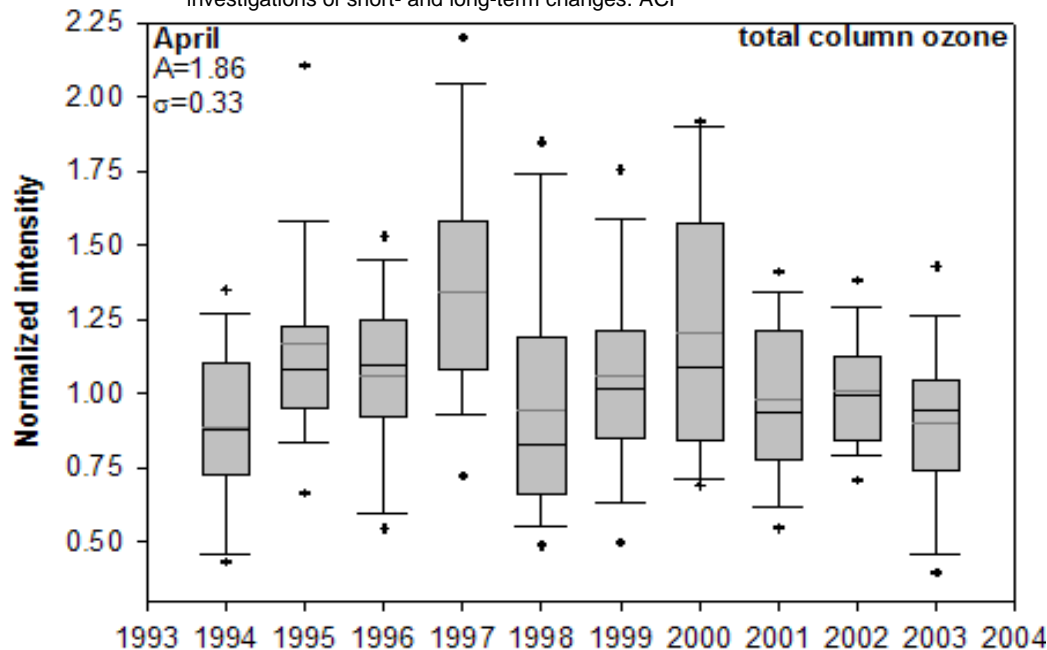


- **links:** Jahresmittel des Gesamtozons 1970-2008 (Arosa) und 1994-2008 (Sonnblick)
 - in den letzten Jahren leichter Anstieg interpretierbar
 - im Jahr 2008 wieder Niveau von 1997 (308 DU)
- **rechts:** Monatsmittelwerte des Gesamtozons der Periode 1994-2007, gemessen am Sonnblick
 - im Jahreszyklus treten die höchsten Werte im Winter und Frühling auf
 - gemessene Werte sind deutlich kleiner als während der Periode 1928-1979 (Arosa)
- Konzentration des Gesamtozons hat massiven Einfluss auf die UV-Bestrahlungsstärke am Boden

EINFLUSS DES GESAMTOZONS

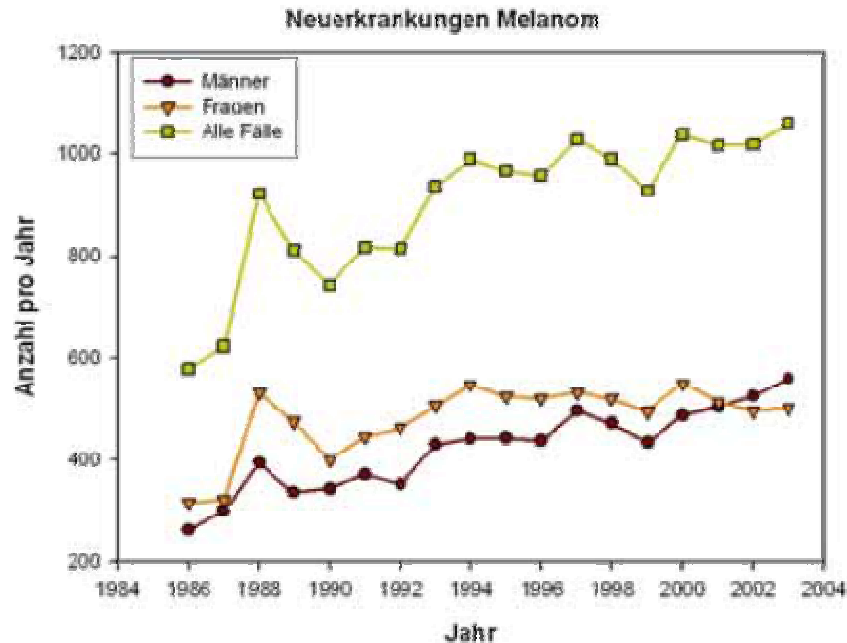
- Schwankungen der Bestrahlungsstärke von bis zu 200% auf Tagesbasis
- stärkste Variationen im Spätwinter und Frühling
- **Ozonminilöcher**
 - Auftreten häuft sich
 - Verdopplung der erythemwirksamen Bestrahlungsstärke
 - Vervierfachung DNA-schädigender UV-Strahlung

aus: Simic et al. 2008: Spectral UV measurements in Austria from 1994-2006 investigations of short- and long-term changes. ACP

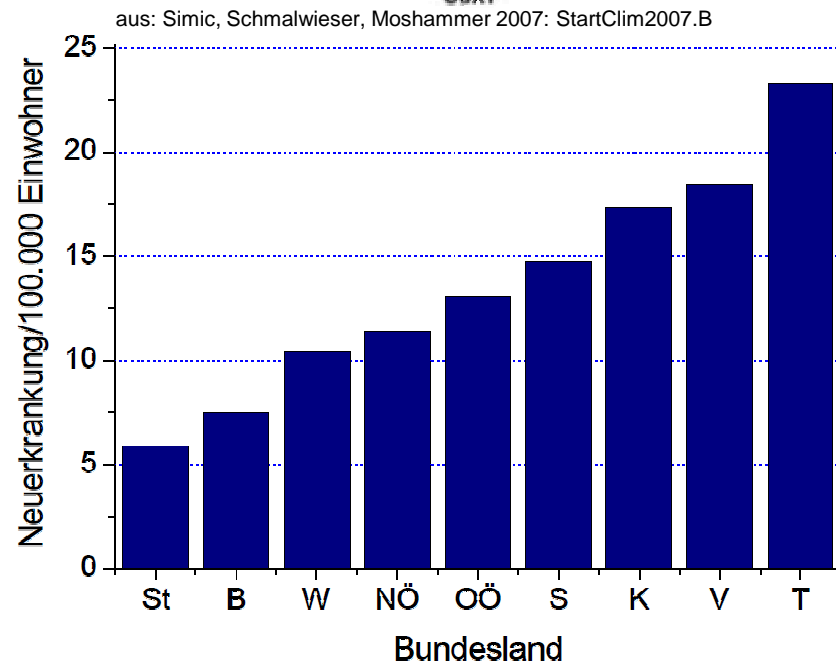


aus: Simic, Schmalwieser, Moshhammer 2007: StartClim2007.B

UV-STRAHLUNG UND HAUTKREBS

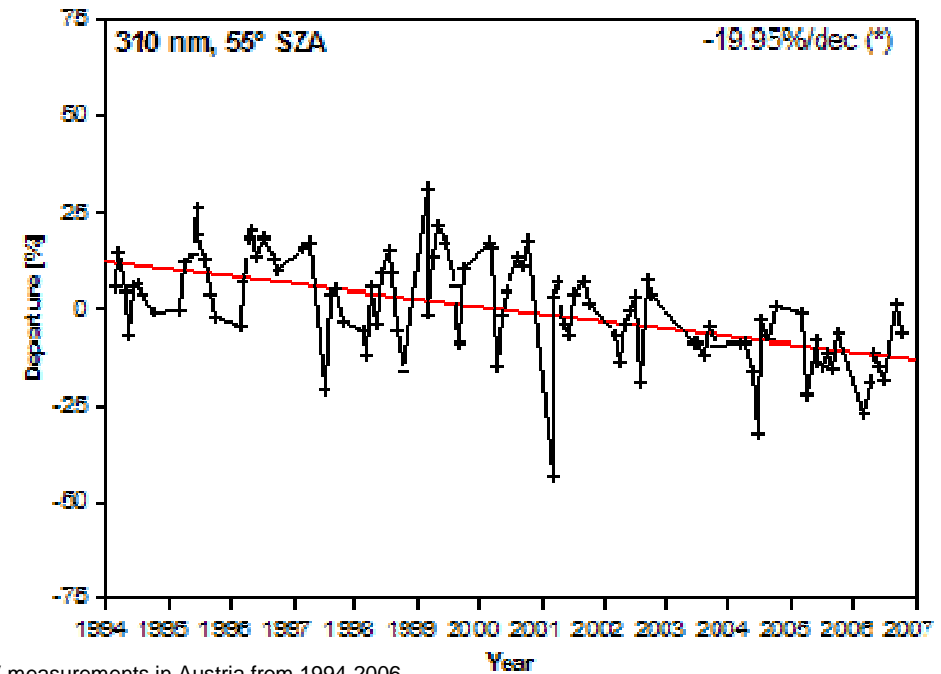
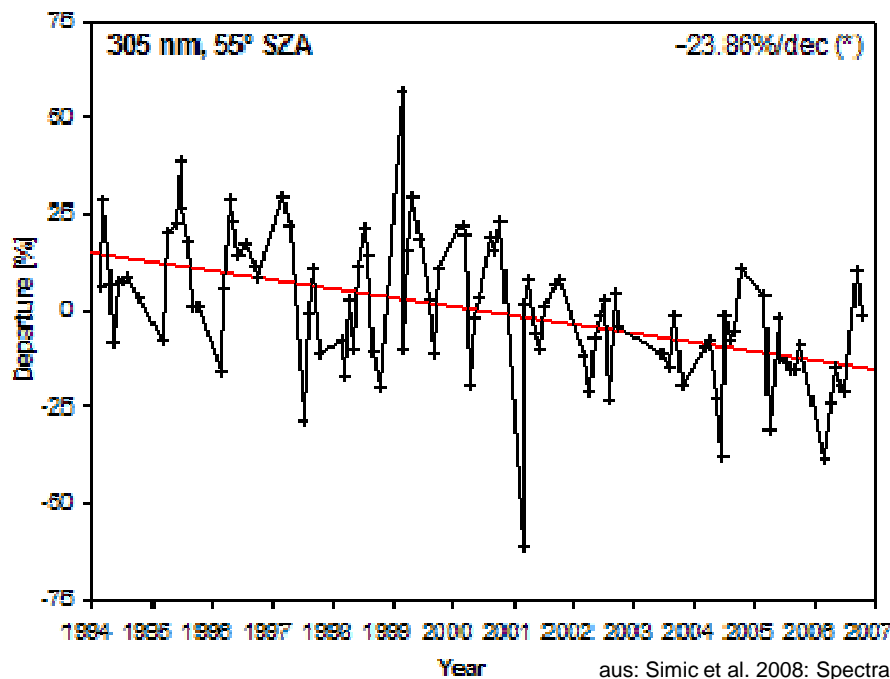


- Zunahme der Anzahl der Neuerkrankungen an Melanom von 1990-2004



- Deutliche Zunahme des Hautkrebsrisikos mit der Seehöhe
 - Zunahme zu stark, um nur durch Zunahme der UV-Strahlung mit der Höhe erklärbar zu sein
 - weitere Untersuchungen notwendig
 - Grundlagendaten für Beurteilung der langfristigen Wirkungen der UV-Strahlung notwendig

LANGZEITÄNDERUNGEN UV-STRABLUNG



aus: Simic et al. 2008: Spectral UV measurements in Austria from 1994-2006
investigations of short- and long-term changes. ACP

- Signifikante Abwärtstrends im Zeitraum 1996-2007 an wolkenlosen Tagen
 - + Zunahme der Sonnenscheindauer im ersten Halbjahr
 - + Im ersten Halbjahr treten die höchsten Ozonkonzentrationen auf
 - + Zunahme der Anzahl von Messungen unter wolkenlosen Bedingungen während Perioden hoher Ozonkonzentrationen

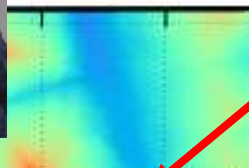
EINFLUSSFAKTOREN AUF UV-STRAHLUNG

- Solarkonstante, Abstand Sonne-Erde
- Sonnen-Zenitwinkel (erhöht Absorption und Streuung)
- gasförmige Hauptbestandteile der Atmosphäre (Streuung)
- Atmosphärisches Ozon (Absorption)
- Luftschadstoffe (z.B. SO_2 , NO_2 , O_3) (Absorption)
- Wolken (Streuung)
- Aerosole (Streuung und Absorption)
- Reflexion an der Erdoberfläche (Albedo)
- Höheneffekt (verringert Streuung und Absorption)

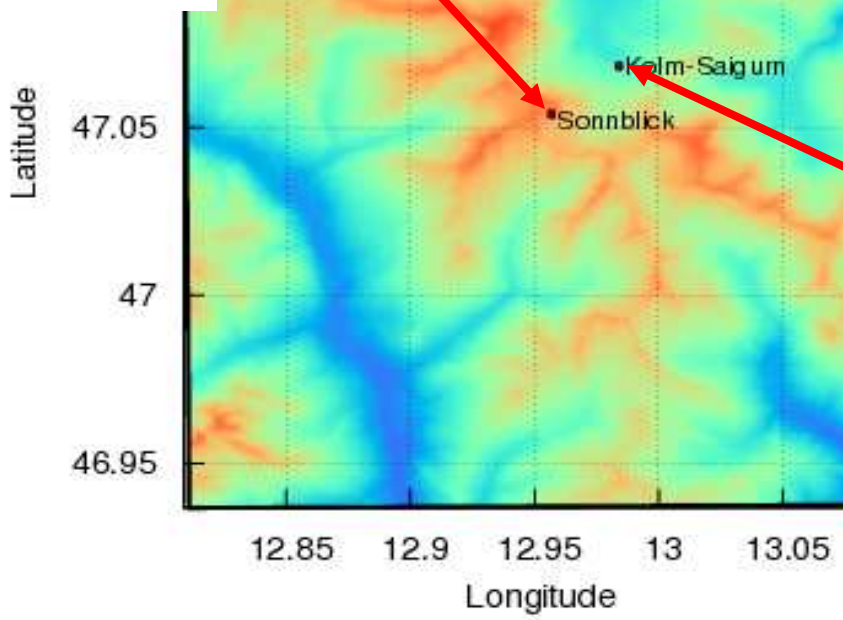
UV-STRAHLUNG IM ALPINEN GELÄNDE



Sonnblick 3106 m

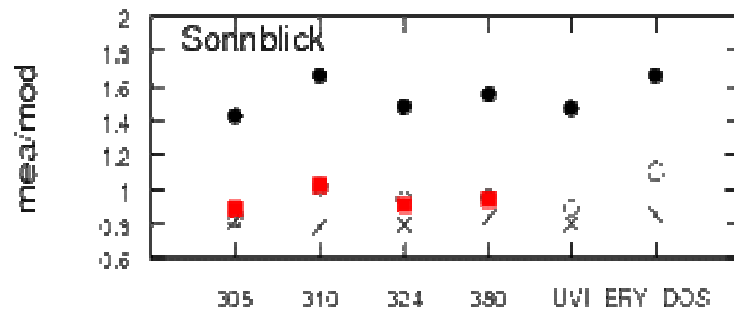
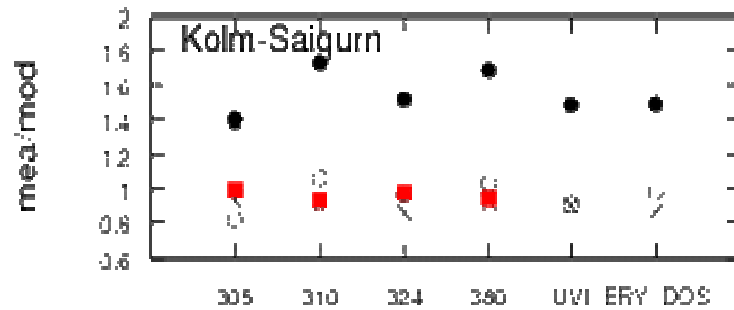
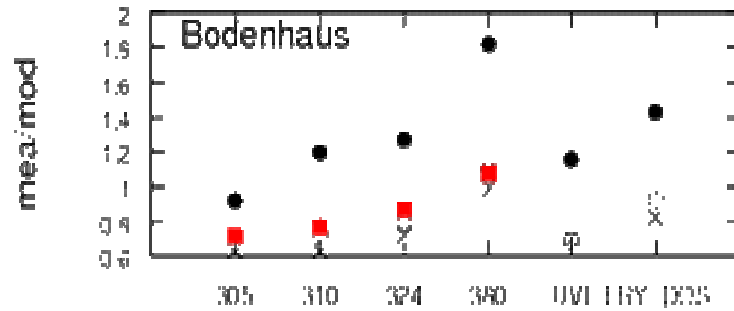


Bodenhaus 1296 m



Kolm-Saigurn 1600 m

VERGLEICH Satellitenmessungen (OMI) mit 1-D Model, 3-D Modell und Bodenmessung



- x 1-D Model
- 3-D-Modell
- OMI
- OMI wolkenlos

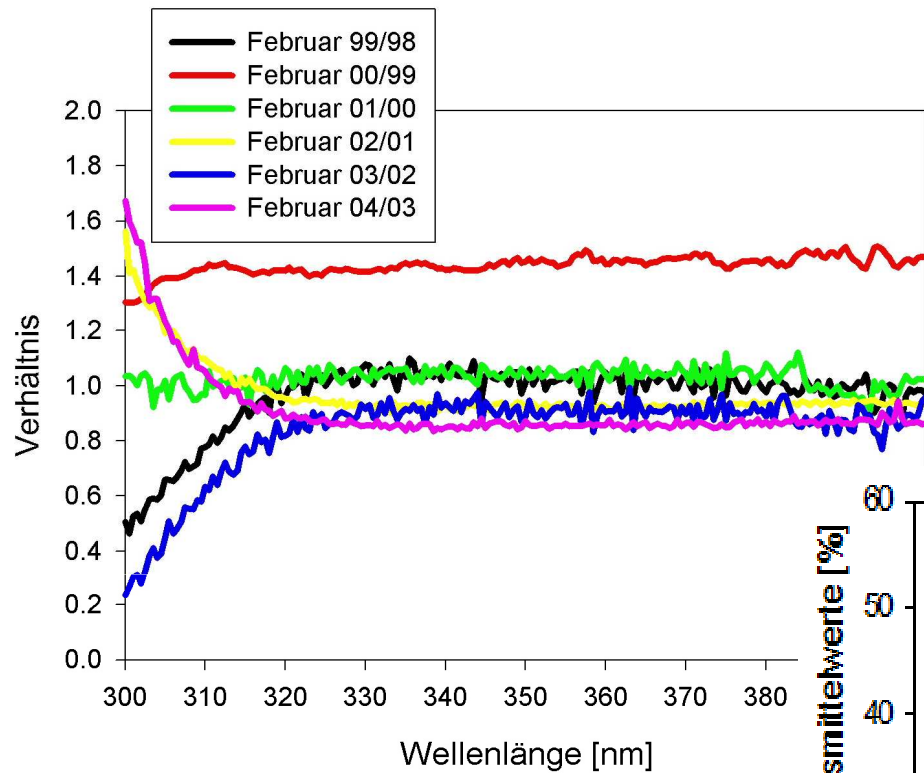
**OMI bei wolkenlosem Himmel:
Überschätzen um ca. 15%**

**1-D-Modell:
Überschätzen um 10-20%**

**3-D-Modell:
Übereinstimmung innerhalb 10%**

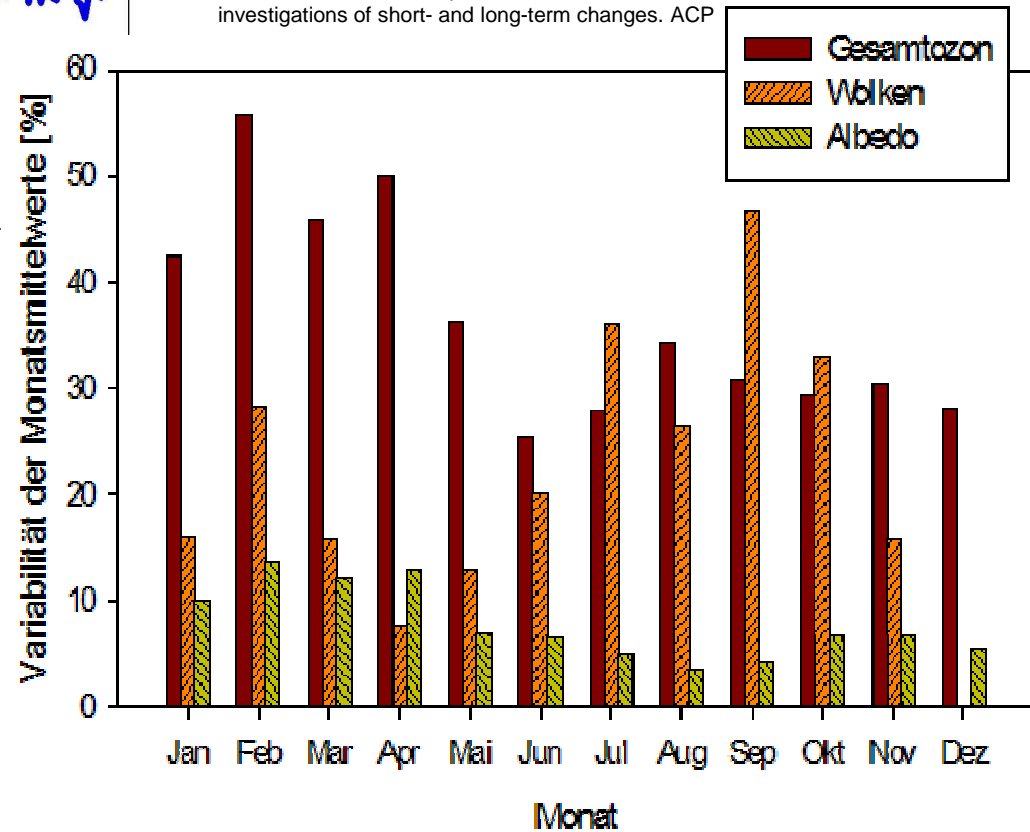
aus: Wagner et al. 2009: Evaluation of ground UV-irradiance calculation methods in mountainous terrain, eingereicht MetZet

VARIABILITÄT DER UV-STRAHLUNG

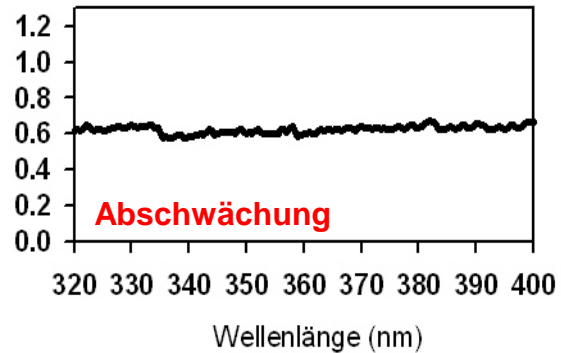
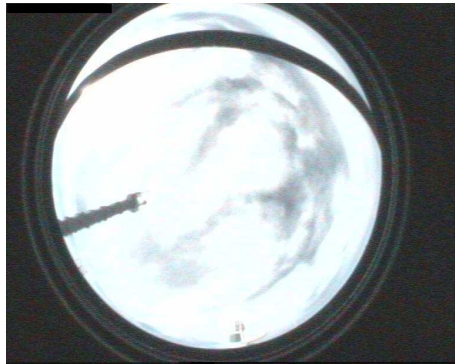


aus: Simic et al. 2008: Spectral UV measurements in Austria from 1994-2006 investigations of short- and long-term changes. ACP

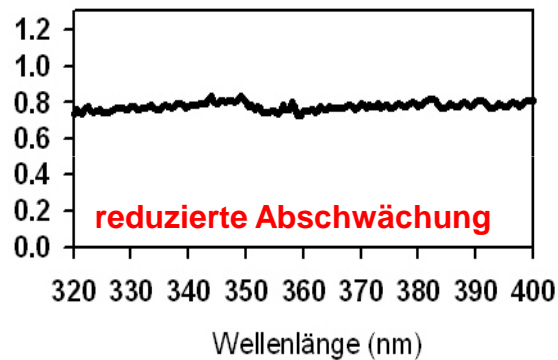
Variabilität in den Monatsmittelwerten der UVB-Bestrahlungsstärke



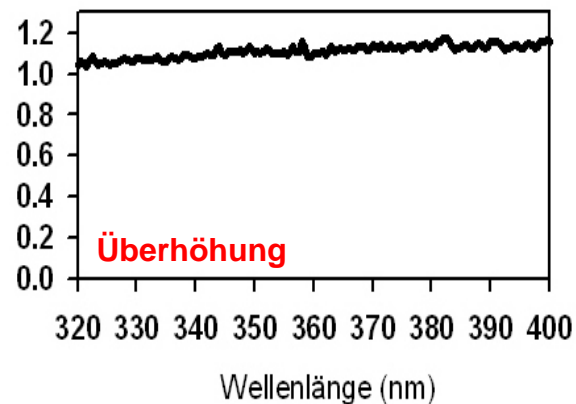
EINFLUSS VON WOLKEN



- **Abschwächung**
Reduktion um bis zu 95% gegenüber wolkenlosem Himmel



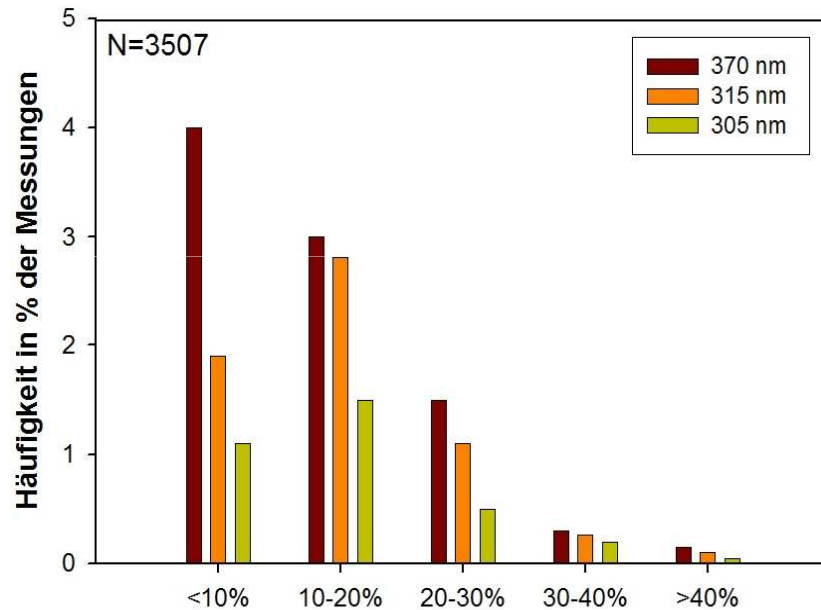
- **Strahlungsüberhöhung**
Strahlung höher als bei wolkenlosem Himmel
- Wechselwirkung zwischen Albedo und Wolken



- Wellenlängenabhängigkeit des Wolkeneinflusses

STRAHLUNGSÜBERHÖHUNG DURCH WOLKEN

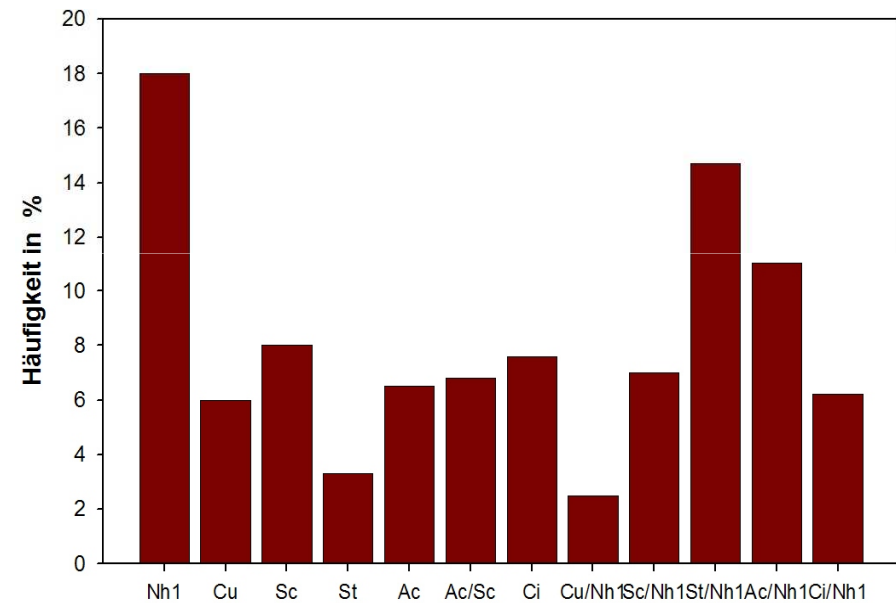
Häufigkeit des Auftretens von Strahlungsüberhöhungen bei verschiedenen Wellenlängen



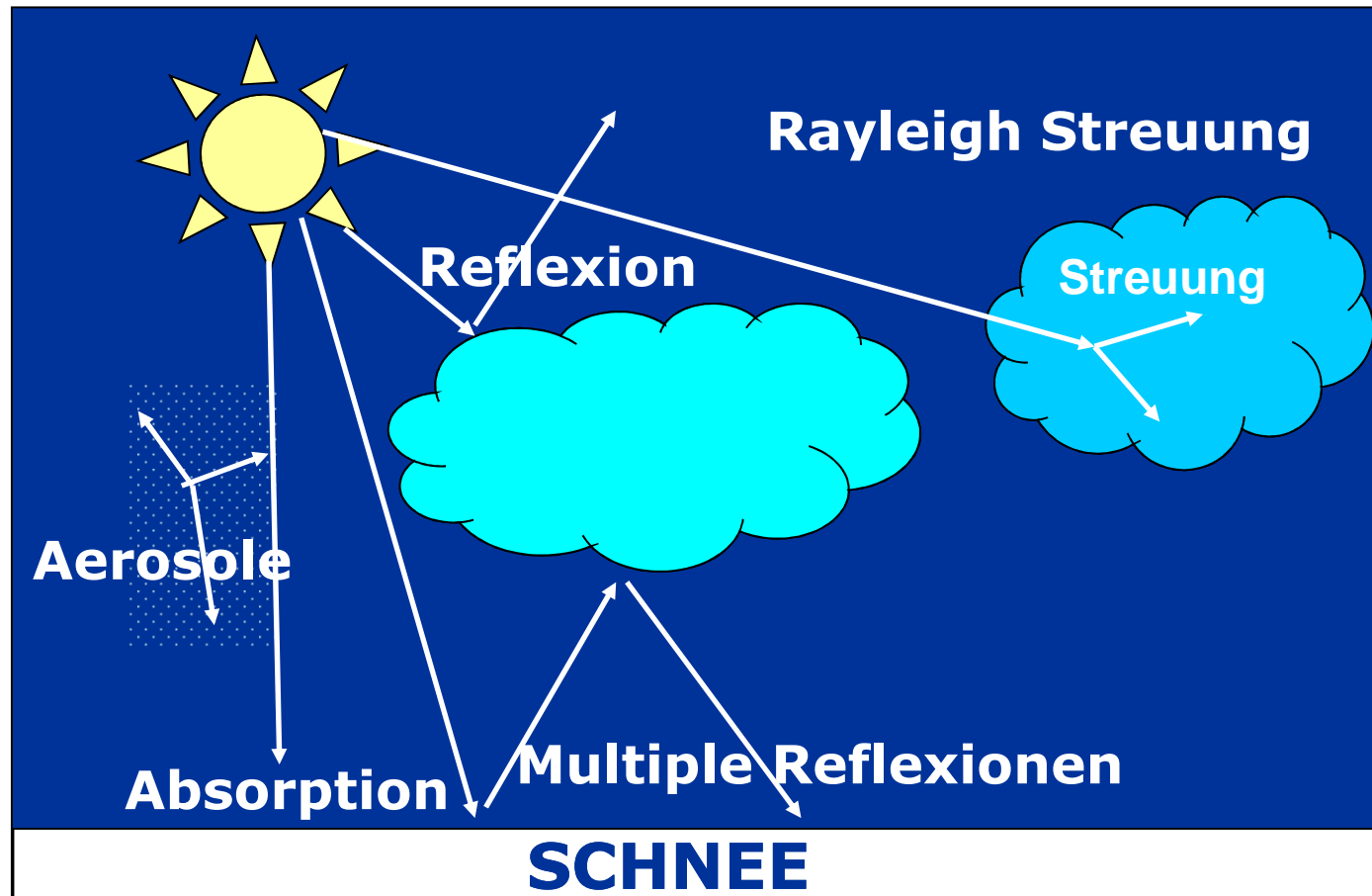
Wolkenüberhöhung

aus: Simic, Schmalwieser, Moshhammer 2007: StartClim2007.B

in Abhängigkeit des Wolkentyps

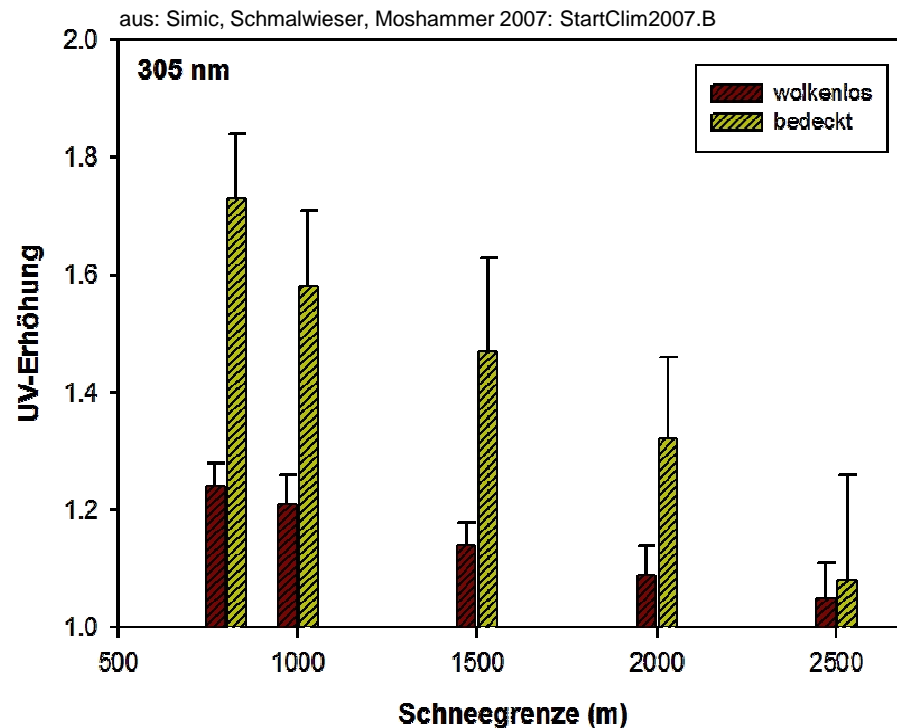


WECHSELWIRKUNG STRAHLUNG MIT WOLKEN UND HOHER OBERFLÄCHENALBEDO



- Wolken und Bodenalbedo beeinflussen die UV-Bestrahlungsstärke wesentlich
- Bodenalbedo am Sonnblick sehr komplex (Topographie), Wolken unter der Station häufig
- Zusammenwirken von hoher Albedo und Wolken kann zu überhöhter UV-Bestrahlungsstärke führen

WECHSELWIRKUNG STRAHLUNG MIT WOLKEN UND HOHER OBERFLÄCHENALBEDO



- **Hohe Bodenalbedo** kann Abschwächung durch Wolkenbedeckung reduzieren
 - Mehrfachreflexionen zwischen Boden und Wolkenuntergrenze
 - UV-Erhöhung bei wolkenlosem Himmel um 1.24
 - UV-Erhöhung bei bedecktem Himmel um 1.73

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Langzeitmessung der spektralen UV-Strahlung

- **Qualitäts-Kontrolle und –Sicherung essentiell für Langzeitmessungen**
 - Messtechnik konnte spürbar verbessert werden
- **Messunsicherheiten liegen unter 10%**
- **Gerätevergleiche zeigen Übereinstimmung von $\pm 5\%$ bei spektraler Bestrahlungsstärke**

UV-Strahlungstransfer

- **Großteil der Einflussparameter auf die UV-Strahlung sind quantifiziert und verstanden**
- **Verbesserungen in Messverfahren und Modellen spielen wichtige Rolle**
- **Quantifizierung der Effekte für einige Einflussfaktoren ist noch eine schwierige Frage (z.B. Wolken, Aerosole)**



lebensministerium.at



 Met

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

