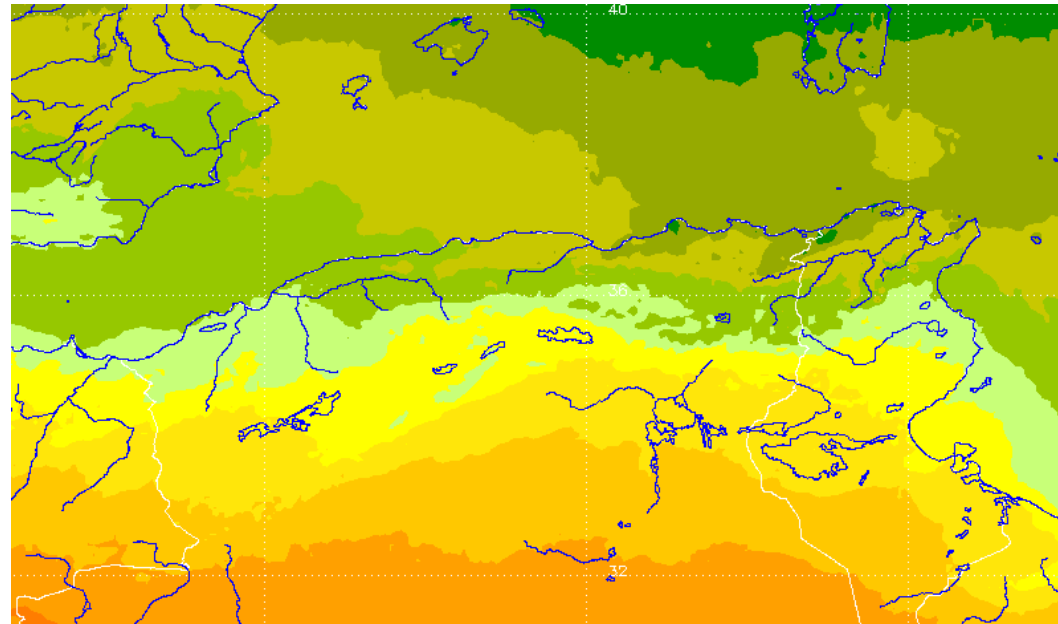


Modellierung der Unsicherheit in meteonorm 7

Jan Remund
Meteotest
Fabrikstrasse 14
3012 Bern
Switzerland

jan.remund@meteotest.ch

www.meteonorm.com



Einleitung

- meteonorm: weltweite Klimadatenbank für Solarplanung
- Unsicherheit ist wichtiger Aspekt für Planung
 - neu in meteonorm 7 enthalten (ab Ende Mai 2011)
- Untersuchte Parameter:
 - **Global/Direktstrahlung**, Globalstr. geneigt und Temperatur
 - langjährige Jahreswerte
 - Bodenmessungen / interpolierte Werte
 - Satellitendaten (für Globalstrahlung)
- “Herkunftsnachweis” Datenquelle: GEBA und BSRN

Modell

- 3 Teile:
 - Unsicherheit der Bodenmessungen
 - Interpolationsunsicherheit
 - Unsicherheit der Aufteilung Diffus/Direkt aus Globalstrahlung

Unsicherheit Bodenmessungen

- Hängt ab von:
 - Messungenaugigkeit:
 - Länge der Messperiode
 - jährliche Standardabweichung
 - Trend
 - Aktualität
 - Langzeitvariabilität (10 oder 20 Jahre)

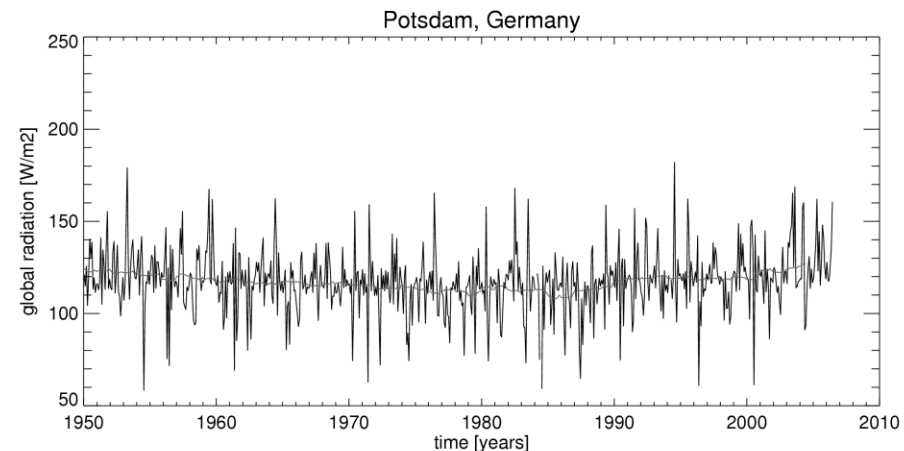
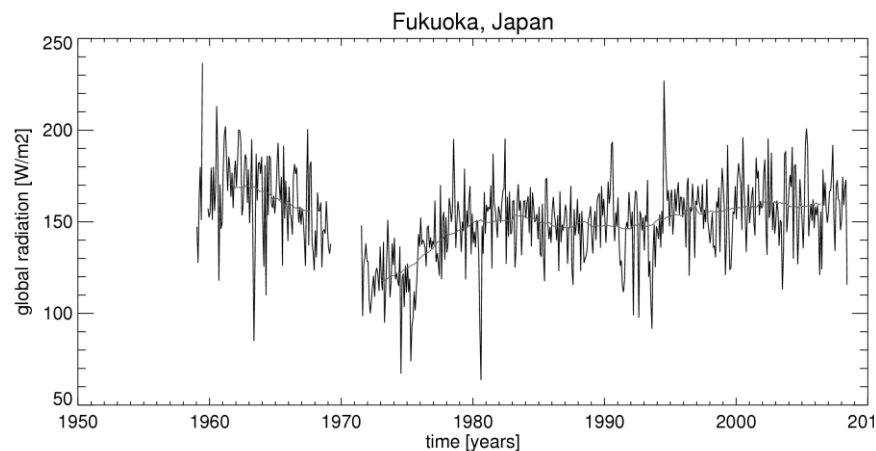
Messungenauigkeit

- Dauer: je länger, desto besser

Nr	Name	1 Jahr [%]	5 Jahre [%]	10 Jahre [%]	20 Jahre [%]
1	Braunschweig, DE	5.8	3.1	2.3	1.5
3	Salzburg, AT	5.9	3.2	2.5	1.9
5	Uccle, BE	7.5	4.0	2.4	1.5
6	Würzburg, DE	5.2	3.0	2.3	1.4
12	Locarno-Monti, CH	6.6	4.9	4.2	3.2

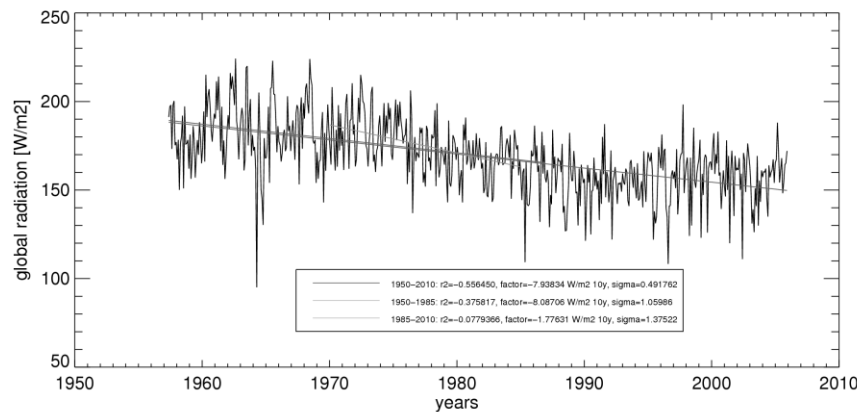
Messungenauigkeit

- Variabilität: je stabiler, desto besser

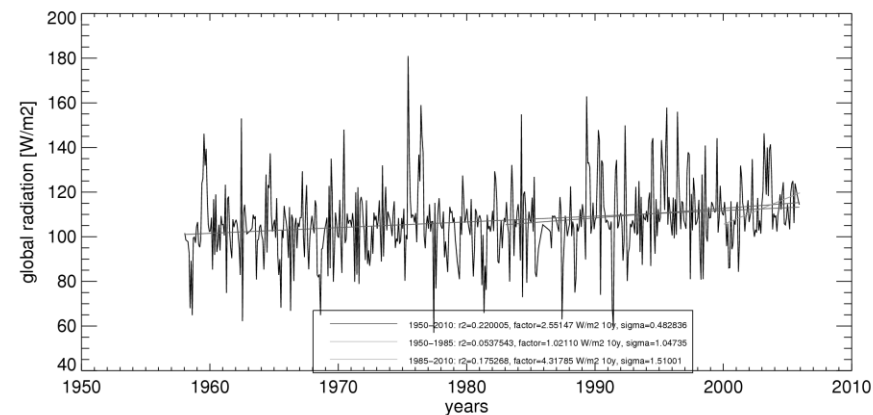


Messungenauigkeit

- Trend: je kleiner, desto besser



Peking, China



London, England

Unsicherheit Bodenmessung

- Zuordnung von Qualitätskategorien (QK 1-3):
 - Dauer: 1 < 10 J.; 2 < 20 J.; 3
 - Std. Abw.: 1 > 7 W/m²; 2 > 4 W/m²; 3
 - Trend: 1 < 3 W/m²Dekade; 2 < 6 W/m²Dekade; 3
 - Aktualität: 1 < Ende < 1980, 2 < 2000; 3
 - Total: Summe der Kategorien = 1 - 12
- Unsicherheit = Langzeitvariab. + (QK-12)/3*
- * Messqualität fließt mit 0 – 4% ein

Unsicherheit Bodenmessungen

- Rating (770 Stationen, GEBA): **1.0 – 10.1%**
 - Tiefste Variabilität: 1.0 %
 - Malin Head (Irland), Innsbruck (AT), Lichinga (Mozambique)
 - Höchste Variabilität:
 - Mocamedes (Angola): 7.1%
 - Pleven (Bulgarien): 7.6%
 - Hirado (Japan): 10.1%
 - Messtechnische und Klimatologische Gründe!

Unsicherheit Interpolation

- Bodendaten:
 - Distanz zur nächsten Station
 - Genauigkeit der Messungen
- Satellitendaten:
 - Unsicherheit der Satellitenmethode

Unsicherheit Interpolation Bodendaten pro Kontinent

Globalstrahlung

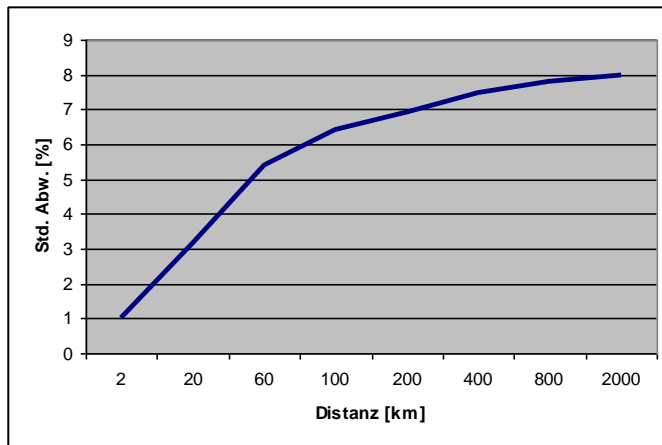
Berechnet mit
Kreuzkorrelation

Region	Average	mb	sd	sd relative
	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[%]
World	170.98	-0.2	12.13	7.09
Europe	140.94	-0.25	8.53	6.05
Western Europe	142.88	-0.49	7.89	5.52
Switzerland	138.17	0.11	8.53	6.17
Germany	118.68	-0.14	4.58	3.86
France	150.5	-0.5	6.46	4.29
Near East	232.82	-1.81	17.63	7.57
SE-Asia	171.94	-1.05	12.62	7.34
Japan	152.16	-0.48	8.54	5.61
Africa	228.56	1.33	17.14	7.5
North America	167.77	-0.11	9.13	5.44
Central America	212.97	-1.76	13.96	6.56
South America	197.29	0.34	21.39	10.84
Australia/Pacific	212.27	0.98	12.63	5.95

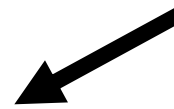
Unsicherheit Interpolation Bodendaten / Distanz

Globalstrahlung

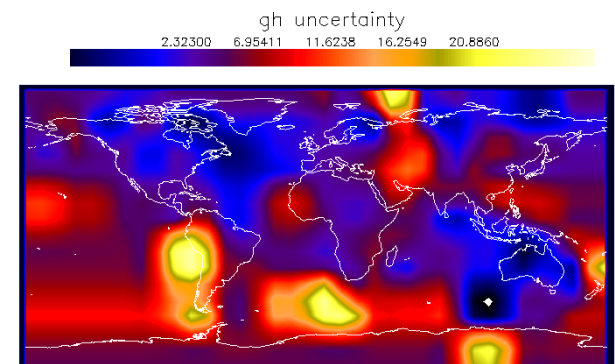
Berechnet mit
Kreuzkorrelation



Distance	Average	mbe	sd	sd relative
20-60 km	155.81	-0.43	8.43	5.41
60-100 km	163.5	-0.04	10.49	6.42
100-200 km	171.42	0.24	11.88	6.93
200-400 km	183.45	-0.8	14.68	8
400-800 km	184.37	-0.23	13.83	7.5
800-1600 km	171.71	-1.72	11.32	6.59



Für flächige
Analyse zu
wenig
Datenpunkte



Mess- und Interpolations- unsicherheit Globalstrahlung

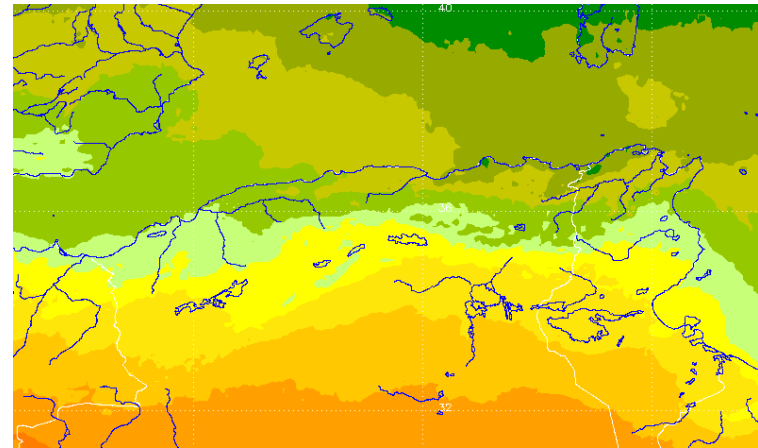
- Nicht interpoliert:
 - Unsicherheit Bodenmessung
- Interpoliert:
 - Gewichtung der Unsicherheit der Bodenmessung, Interpolation und Satellitendaten:

$$Gh_{sd} = (Gh_{sd\ mess}^2 + GH_{sd\ ip}^2)^{0.5}$$

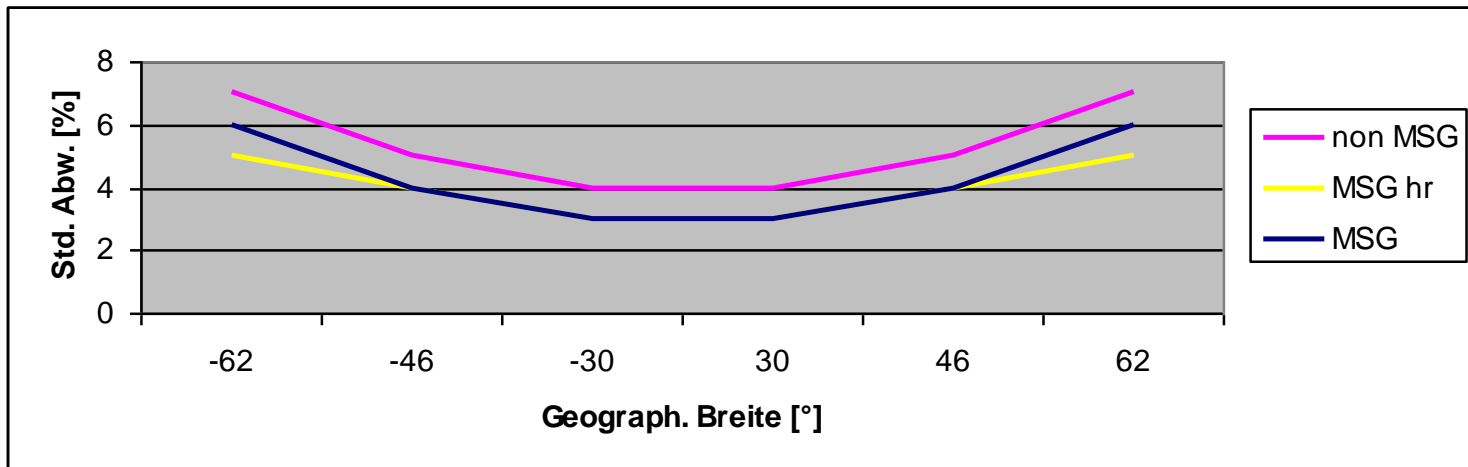
Unsicherheit Satellitendaten

- Modell abhängig von:
 - Satellit (5 geostationäre Satelliten)
 - räumliche Auflösung („high/low res.“)
 - Geographische Breite
 - Albedo (Jahresmittel)

Neue Satellitenstrahlungsdatenbank mit
Berücksichtigung der Albedo (MeteoSchweiz)



Unsicherheit Satellitendaten



Geograph. Breite:
Unsicherheit: 3 – 7%

Albedo (additiv):
Unsicherheit: 0 - 7%*

Hinweis: ausserhalb MSG hr einfaches
Heliosat-Modell verwendet.

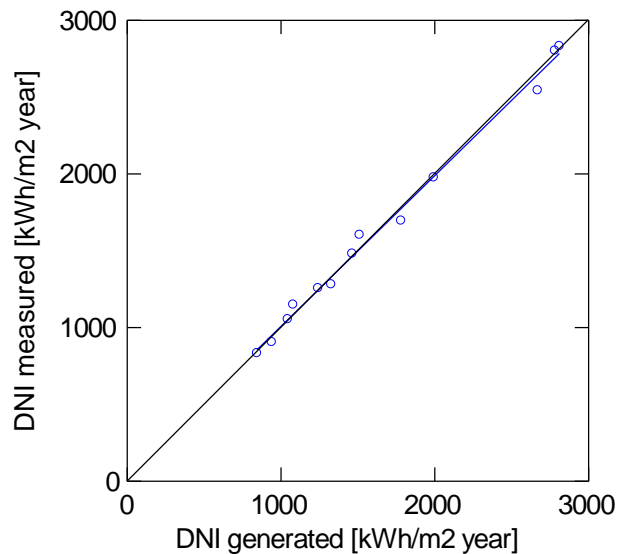
$$Gh_{\text{sdalb}} = (\text{albedo} - 0.2) * (0.14 / 0.6)$$

*um 50% reduziert für MeteoSchweiz-Karten

Unsicherheit Direktstrahlung

Modelle: Perez und Ridley et al. (BRL)

Unsicherheit: 3.5%



Station	Years	Meas.	Rel. Beam difference	Rel. Beam difference
		[kWh/m ²]	Perez [%]	BRL [%]
Bondville (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	1482	-1.3	-2.4
Boulder (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	1978	0.8	2.6
Desert Rock (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	2803	-0.8	-2.2
Fort Peck (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	1697	4.9	0.9
Goodwin Creek (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	1604	-5.8	-4.6
Penn State Univ. (USA, SURFRAD)	1999 – 2008	1257	-1.3	-1.8
Geneva (CHE, IDMP)	1993 – 2007	1150	-6.2	-8.6
Payerne (CHE, BSRN)	1993 – 2005	1282	3.4	1.6
Camborne (GBR, BSRN)	2001 – 2006	834	1.2	-0.2
Lindenberg (GER, BSRN)	1995 – 2002	906	3.8	3.5
Toravere (BSRN)	1999 – 2007	1055	-1	-6.4
Alice Springs (AUS, BOM)	1974 – 2004	2833	-0.8	1.2
Geraldton (AUS, BOM)	1971 – 2004	2545	4.9	4.5
Mean			-0.2 / 3.4	-0.4 / 3.5

Unsicherheit Direktstrahlung

- Direktstrahlung:
 - abhängig von Globalstr.
 - Analyse via „künstliche Verfälschung von Inputdaten“
 - $Dir_{sd} = 3.5 + (Gh_{sd} - 2) * 2$
 - Bei 2% Gh_{sd} liegt Dir_{sd} bei 3.5%
 - Bei 5% Gh_{sd} liegt Dir_{sd} bei 9.5%
 - $Dir_{sd} \sim 2 \times Gh_{sd}$

Resultat

- Unsicherheiten (Standardabweichung) für Jahreswerte liegen bei:
 - Globalstrahlung: 2 – 10%
 - Direktstrahlung: 3.5 – 20%
 - Beispiele in Deutschland:
 - Bremerhaven: 6% Globalstr., 11% Direktstrahlung
 - Würzburg: 3% Globalstr., 6% Direktstrahlung
 - Potsdam: 3% Globalstr., 5% Direktstrahlung
 - Andasol: 6% Globalstr., 12% Direktstrahlung
- Unsicherheiten weisen selbst Unsicherheit auf!

Ende

- Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

The logo for 'meteonorm 7' features the text 'meteonorm 7' in a white, lowercase, sans-serif font on a blue background. To the left of the text is a colorful grid of squares in shades of red, yellow, cyan, and grey. A red, hand-drawn rectangular stamp with the words 'COMING SOON' in red, uppercase letters is overlaid on the left side of the logo.

- E-mail: jan.remund@meteotest.ch

