

**DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT**  
**TEKNISK RAPPORT**

**01-16**

**Evaluering af Soltimer**

**Maja Kjørup Nielsen**

**Juni 2001**



**København 2001**

**ISSN 0906-897X**  
**(Online 1399-1388)**

## Indholdsfortegnelse

Indledning .....	1
Beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata .....	2
Resultater .....	5
Datagrundlag .....	5
Månedssummer .....	6
Døgnsummer .....	10
Konklusion .....	13
Litteratur .....	14

## Indledning

I Danmark er solskinstimer traditionelt blevet målt med solautografer. Der er dog de seneste år opstået ønske om at gå over til automatisk registrering af solskinstimer.

Derfor blev der for et par år siden iværksat en undersøgelse på DMI omkring en metode til beregning af solskinstimer ud fra automatiske målinger af globalstråling. Undersøgelsen er beskrevet i rapporten "Måling af Soltimer" [Nielsen, 1999] .

I undersøgelsen blev der foretaget sammenligninger af antallet af registrerede solskinstimer med solautografen Casella og 4 automatiske instrumenter: en solskinsdetektor og 3 pyranometre af forskellige mærker.

Resultaterne fra rapporten bekræfter, at det kan lade sig gøre, at registrere antallet af solskinstimer ud fra målinger af den direkte indstråling med et pyranometer.

Det viste sig, at Casella generelt registrerer 14-21% flere solskinstimer end de automatiske instrumenter. Forskellen mellem resultaterne skyldes hovedsageligt, at de automatiske instrumenter registrerer mindre sol i timerne midt på dagen, pga. en finere tidsopløsning og pga. afregistreringsmetoden for Casella-målepapiret. Der ses ingen systematik i forskellen mellem Casella og pyranometrene når der er lav solhøjde.

På denne baggrund begyndte DMI i efteråret 1999 at registrere solskinstimer automatisk ud fra målinger af globalstråling med pyranometre. Metoden benyttes foreløbigt på fire vejrstationer i Danmark.

Denne rapport er en evaluering over resultaterne fra den periode, på ca. halvandet år, den nye metode er blevet benyttet.

I rapporten evalueres resultaterne af den nye måde at registrere solskin på ved sammenligning med målinger fra nærmeste solautograf. Samtidig sammenholdes resultaterne fra denne undersøgelse med resultaterne fra [Nielsen, 1999].

## Beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata

Metoden til registrering solskinstimer vha. et pyranometer benytter, at global indstråling og antallet af solskinstimer er godt korrelerede, hvilket gør det muligt at måle antallet af solskinstimer med et pyranometer. Der kan opstilles en model for den globale indstråling på en skyfri dag på en bestemt lokalitet. Modellen sammenlignes med den globale indstråling målt med et pyranometer, og på den måde kan det bestemmes om solen skinner på det pågældende tidspunkt.

Definitionen på om solen skinner er iflg. [WMO-No. 590, 1981], at den direkte indstråling er højere 120 W/m<sup>2</sup>.

I det følgende benyttes en metode til beregning af antallet af solskinstimer ud fra den globale stråling, som er beskrevet af Olivieri i 1998 [Olivieri, 1998]. Iflg. denne metode er den direkte indstråling højere end 120 W/m<sup>2</sup> hvis

$$E_M > F_C \cdot E_G \quad (1)$$

hvor

$E_M$  er den målte globale stråling

$F_C$  er en dimensionsløs empirisk konstant tæt på 0.7, se (3)

$E_G$  er den globale stråling på en skyfri dag.  $E_G$  afhænger af solhøjden

Solskinstiden defineres som summen af intervaller indenfor et tidsrum hvor (1) er opfyldt.

Ifølge [Olivieri, 1998] kan den globale stråling beregnes som:

$$E_G = 1080W / m^2 (\sin(h + \alpha))^{\beta} \quad (2)$$

hvor

$h$  er solhøjden

$\alpha$  er en empirisk parameter mellem 0 og 0.15

$\beta$  er en eksponent tæt på 1.22, ligeledes empirisk

I denne undersøgelse benyttes de samme empiriske konstanter, som blev brugt i [Olivieri, 1998], dermed sættes  $\alpha$  til 0 og  $\beta$  til 1.22.

Denne model er testet i [Olivieri, 1998], og de bedste resultater sammenlignet med referencen blev fundet når faktoren  $F_C$  varierede afhængende af både tid på året og tid på døgnet.  $F_C$  blev således fundet til:

$$F_C = (A + B \cos q) \cdot (ah + b) \quad (3)$$

$$q = 2p \frac{d}{365} \quad (4)$$

hvor

$A = 0.74$

$B = 0.04$   
 $a = -0.0028$   
 $b = 1$   
 $d$  betegner dagens nummer regnet fra 1. januar

Solhøjden er fundet ved [WMO-No. 8, 1996]:

$$\sinh = \sin d \sin j + \cos d \cos j \cos t \quad (5)$$

hvor

$\delta$  er solen deklination

$\varphi$  er breddegraden

$\tau$  er timevinklen

Solens deklination er givet ved [WMO-No. 8, 1996]:

$$d = 0.006918 - 0.399912 \cos q + 0.070257 \sin q - 0.006758 \cos 2q + 0.000908 \sin 2q \quad (6)$$

og timevinklen  $\tau$  er givet ved:

$$t = \begin{cases} p\left(\frac{t}{12} + 1\right) & \text{for } t < 12 \\ p\left(\frac{t}{12} - 1\right) & \text{for } t \geq 12 \end{cases} \quad (7)$$

hvor

$t$  betegner tidspunktet på dagen [0:24].

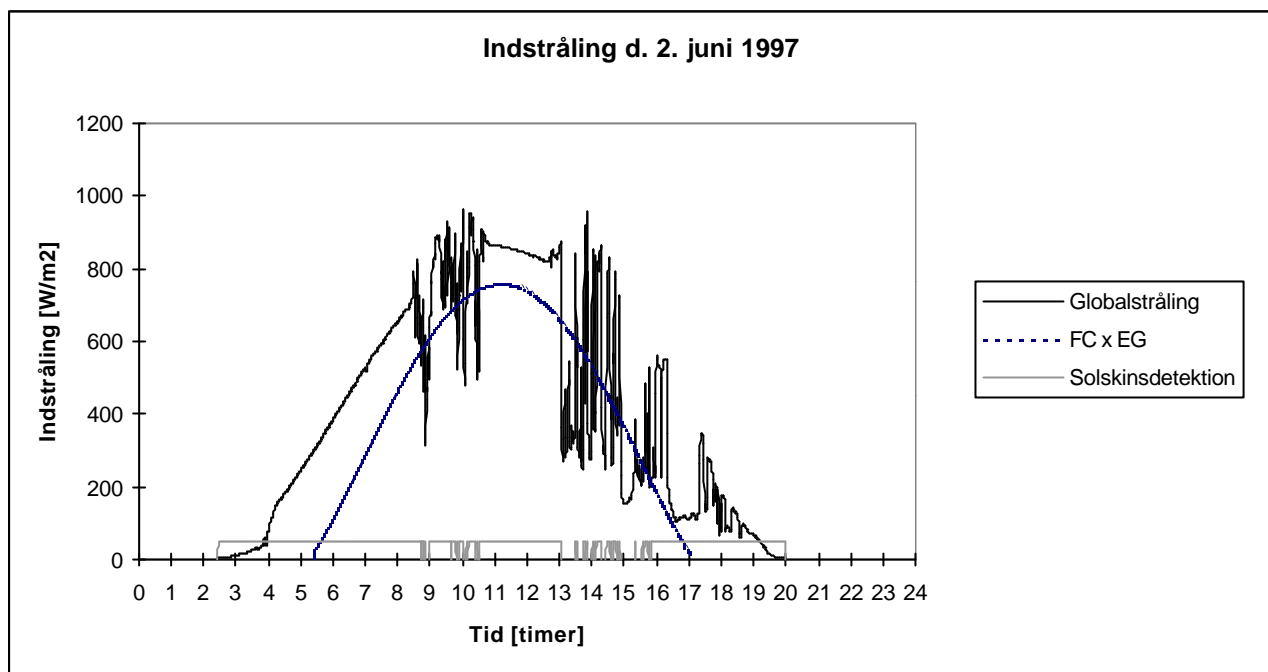
Ved sammenligningen af den målte globale stråling og modellen gælder, at resultatet automatisk sættes til 0, hvis solhøjden er mindre end 3 grader.

For at illustrere metoden er vist et eksempel fra Jægersborg d. 2 juni 1997.

På figur 1 er optegnet globalstrålingen over døgnet målt med et pyranometer og produktet  $F_C \times E_G$ .

Linien "Solskindetektion" er beregnet og angiver om solen iflg. metoden skinner eller ej.

"Solskindetektion" er sat til 50 hvis solen skinner og 0 hvis solen ikke skinner ud fra metoden. Altså hvis værdien for "Globalstråling" er højere end værdien for  $F_C \times E_G$  sættes "Solskindetektion" til 50, solen skinner, omvendt hvis "Globalstråling" er lavere end for  $F_C \times E_G$  sættes "Solskindetektion" 0, altså solen skinner ikke.



Figur 1: Illustrering af metode til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata.

## Resultater

DMI registrerer solskinstimer ud fra globalstråling med pyranometre på fire vejrstationer: Abed, Foulum, Holbæk og Skagen. Skagen har dog kørt så kort tid, at datagrundlaget ikke er tilstrækkeligt til at indgå i en undersøgelse. Resultaterne fra vejrstationerne sammenlignes med nærmeste solautograf.

Pyranometrene på vejrstationerne er af mærket Star og solautograferne er af mærket Casella.

I bilag 1 er et teknisk datablad for Starpyranometret inklusiv en specifikation af målenøjagtigheden.

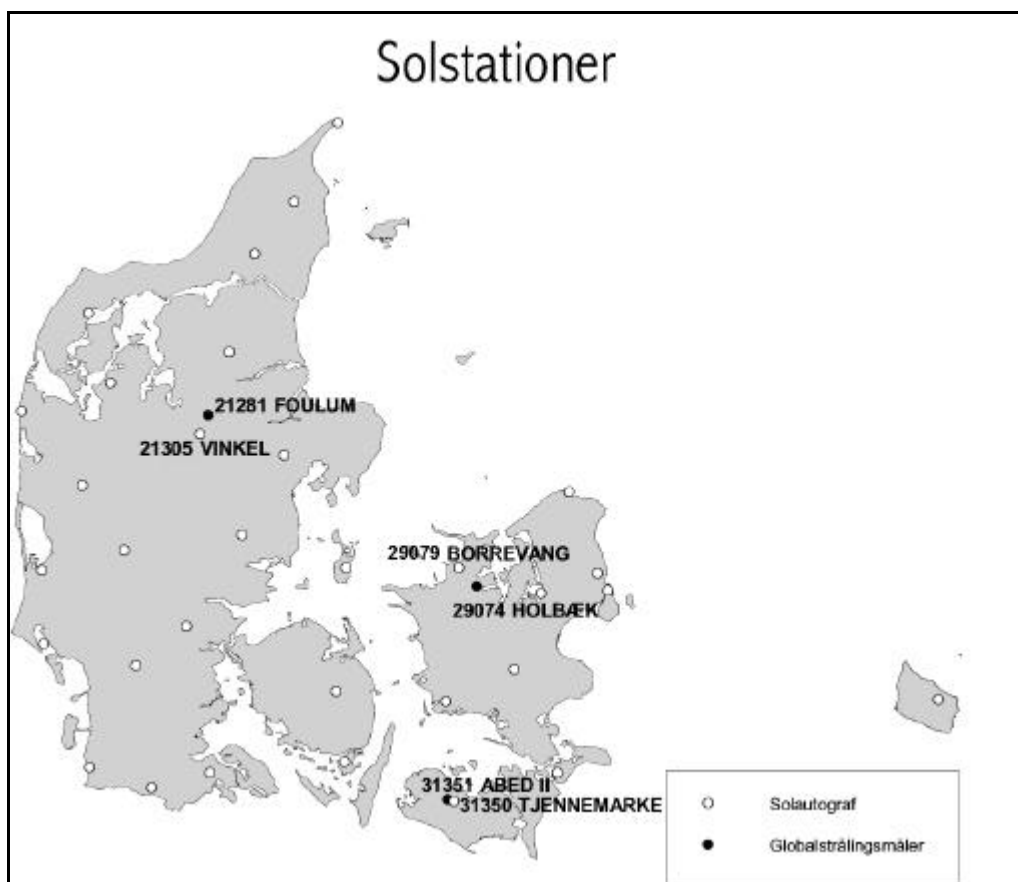
I bilag 2-4 er kalibreringsblad for hvert pyranometer. Pyranometrene er alle helt nye, derfor må det antages at kalibreringen er som beskrevet på kalibreringsbladene. Af disse blade fremgår det, at alle tre pyranometre lever op til WMOs krav til første klasses pyranometre mht. kalibreringen.

## Datagrundlag

I undersøgelsen indgår altså 3 stationer: 31351 Abed, 29074 Holbæk og 21281 Foulum. Abed har målt soltimer siden januar 2000, Holbæk og Foulum siden oktober 1999.

Afstanden til solautografen fra Abed er kun 3 km, mens der for Holbæk og Foulum er hhv. 12 km og 10 km til nærmeste solautograf. Dette betyder, at det bedste sammenligningsgrundlag haves for Abed.

På nedenstående kort ses placeringen af de tre stationer med globalstrålingsmålere samt placeringen af DMI's solautografer i Danmark. Solautograferne, som er med i denne undersøgelse er angivet med stationsnummer og -navn. Det drejer sig om solautograferne 31350 Tjennemarke, 29079 Borrevang og 21305 Vinkel.



Figur 2: Kort over Solstationer i Danmark

Vejrstationerne måler globalstråling hvert halve minut, og hver gang en måling foretages sammenlignes resultatet med produktet  $F_C \times E_G$ . Soltimer summeres på denne baggrund, og data sendes ind til DMI hvert 10. minut.



### **Mangler**

Mangler i data fra vejrstationerne er håndteret på følgende måde: Hvis der kun mangler en enkelt observation, og observationen før og efter er tilgængelig er værdien for den manglende observation sat til et gennemsnit af observationen før og efter.

Hvor der mangler flere observationer i træk er det vurderet om manglerne har nogen betydning for den samlede døgnsum: hvis de manglende observationer har været om natten er værdierne sat til nul, ellers er data fra hele det pågældende døgn taget ud af undersøgelsen.

Hvor data fra et helt døgn er taget ud af undersøgelsen er data fra samme døgn fra solautografen ligeledes udeladt.

Dette har resulteret i, at fra Abed mangler 8 døgn svarende til: 1,6% af data, fra Holbæk mangler 62 døgn svarende til 10,7% af data og fra Foulum mangler 7 døgn svarende til 1,2%.

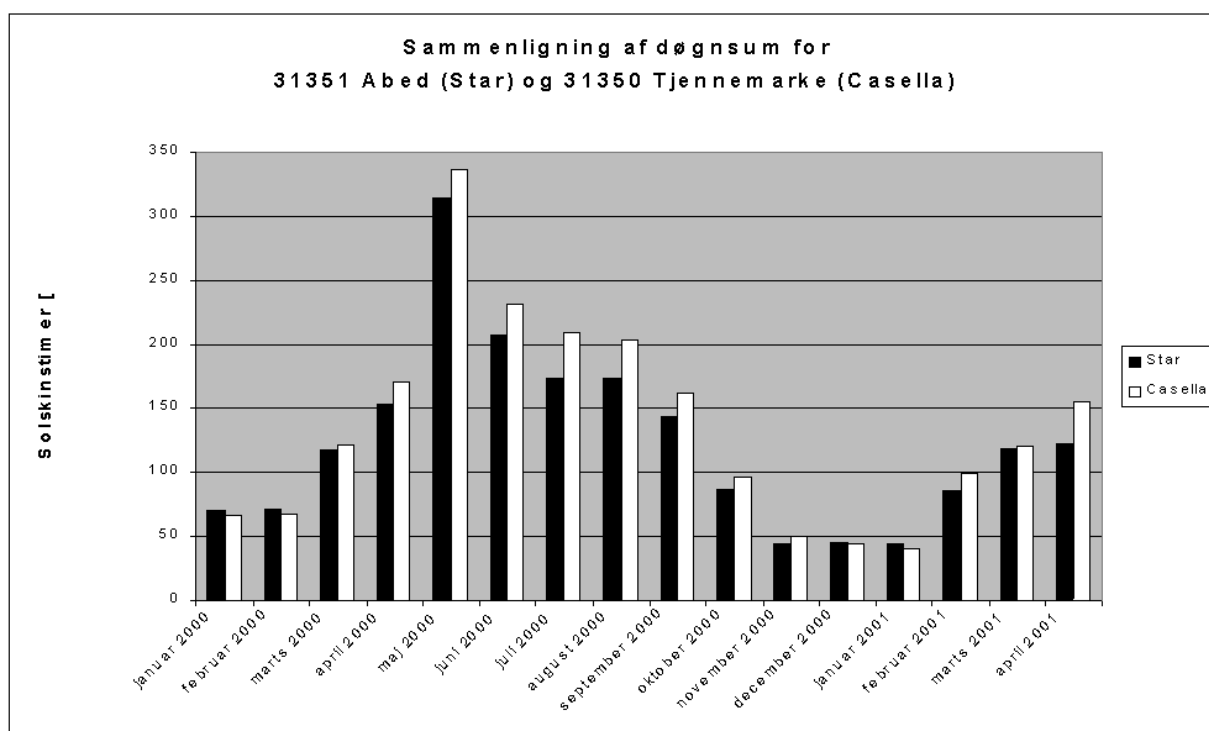
### **Månedssummer**

På figurene 3 til 5 er vist antal solskinstimer målt med pyranometer og målt med solautograf, summeret op på hver måned for hver station.

I tabellerne 1 til 3 er månedssummerne er ligeledes vist. I Højre kolonne ses den procentvise afvigelse i forhold til solautografen.

Nederst i tabel 1 til 3 er angivet den totale forskel over hele testperioden. Totalsummer for procentvise

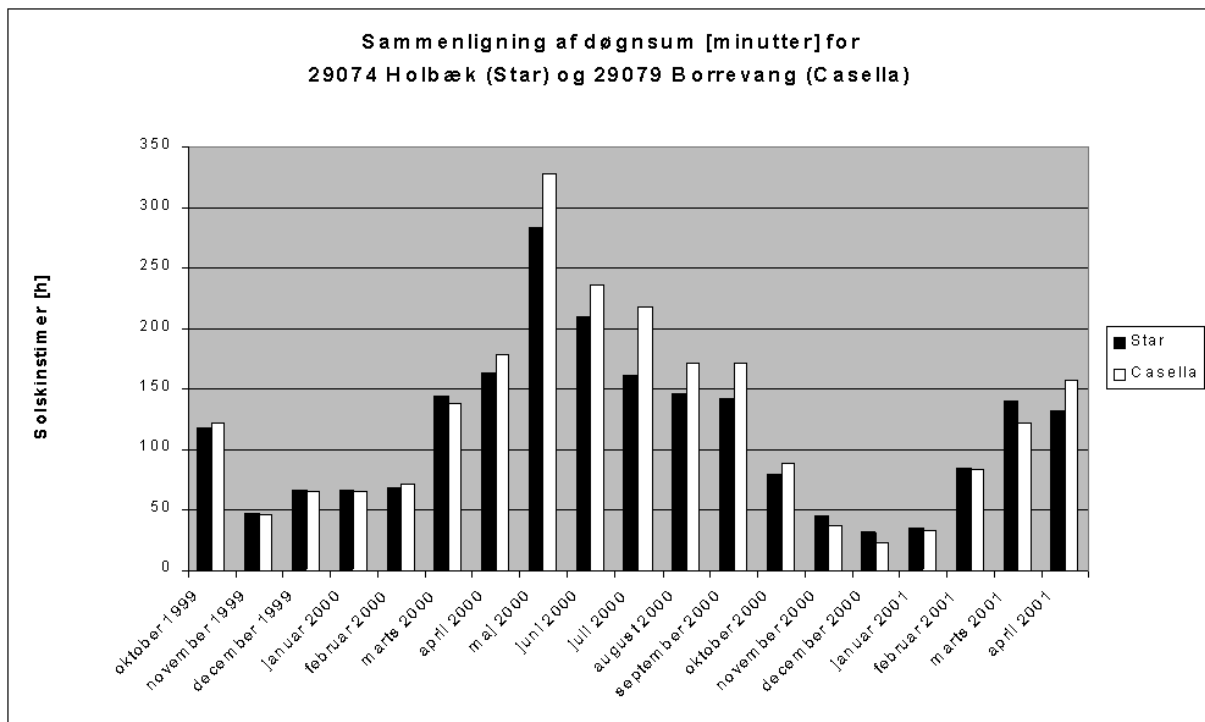
afvigelser er udregnet som  $\frac{1}{n} \sum_1^n |x|$ .



Figur 3: Månedssum for Abed

	Månedssum [timer]	Afvigelse i forhold til Casella [%]	
		Casella	Star
2000			
januar	66	70	-6,9
februar	67	72	-6,3
marts	121	118	3,1
april	170	153	10,1
maj	336	314	6,5
juni	231	207	10,4
juli	210	174	17,2
august	203	173	14,8
september	162	144	11,3
oktober	97	86	10,5
november	51	44	13,9
december	45	45	-1,3
2001			
januar	41	44	-9,1
februar	99	86	13,2
marts	120	118	1,3
april	156	122	21,6
Total	2173	1970	9,8

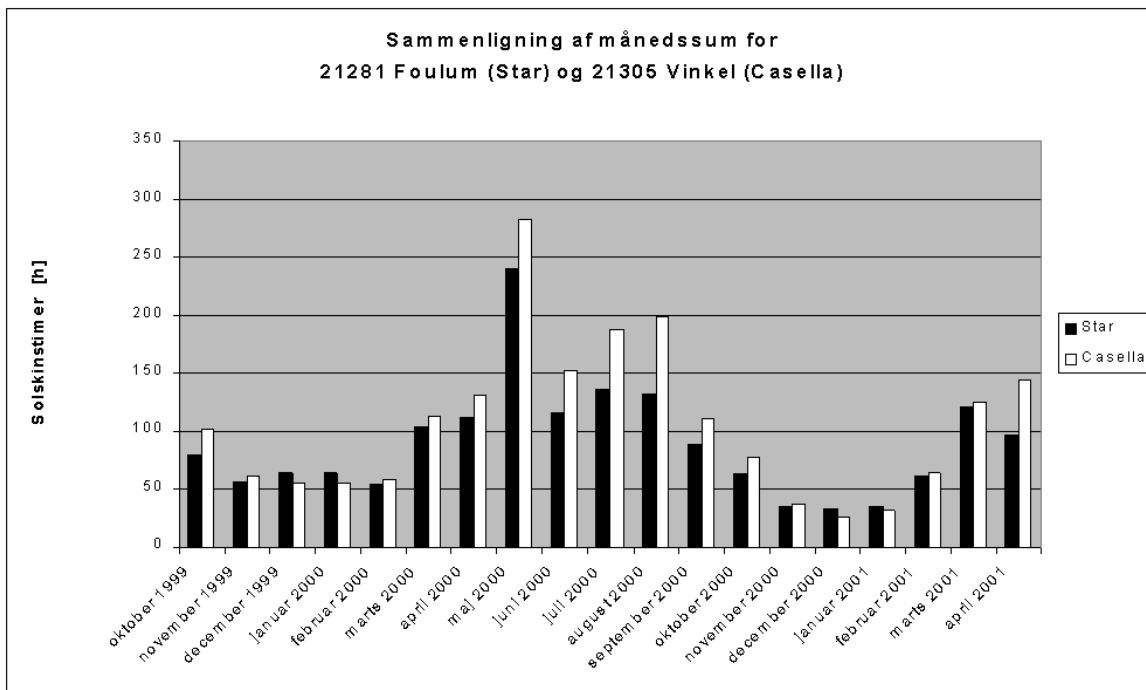
Tabel 1: Månedssum for Abed



Figur 4: Månedssum for Holbæk

		Månedssum [timer]		Afvigelse i forhold til Casella [%]
		Casella	Star	Star
1999	oktober	122	118	3,7
	november	46	47	-2,3
	december	66	67	-1,8
2000	januar	66	67	-1,8
	februar	72	69	5,0
	marts	138	144	-4,1
	april	179	163	8,7
	maj	329	284	13,7
	juni	236	210	10,7
	juli	218	162	25,8
	august	172	146	15,2
	september	172	142	17,6
	oktober	88	80	9,3
	november	38	45	-20,0
	december	23	32	-35,3
2001	januar	33	35	-6,2
	februar	83	85	-1,7
	marts	122	140	-15,3
	april	157	133	15,6
	Total	2359	2167	11,2

Tabel 2: Månedssum for Holbæk



Figur 5: Månedssum for Foulum

		Månedssum [timer]		Afvigelse i forhold til Casella [%]
		Casella	Star	Star
1999	oktober	102	79	22,1
	november	61	56	8,3
	december	55	64	-15,1
2000	januar	55	64	-15,1
	februar	58	54	6,5
	marts	113	104	7,8
	april	131	111	15,1
	maj	283	239	15,2
	juni	152	116	24,0
	juli	187	136	27,2
	august	199	133	33,5
	september	110	88	20,0
	oktober	77	63	18,5
	november	37	35	4,5
	december	26	33	-27,2
2001	januar	32	35	-9,3
	februar	65	62	4,4
	marts	124	120	3,1
	april	143	97	32,5
	Total	2009	1687	16,3

Tabel 3: Månedssum for Foulum

Overordnet set er der god sammenhæng mellem månedssummerne for alle 3 stationer sammenlignet med Casella.

For Abed ligger afvigelsen på månedssummerne på mellem -9,1% og 21,6%, og den totale forskel over hele måleperioden er på 9,8%.

For Holbæk er afvigelsen på månedssummerne på mellem -27,2% og 33,5%, og den totale forskel over hele måleperioden er på 16,3%.

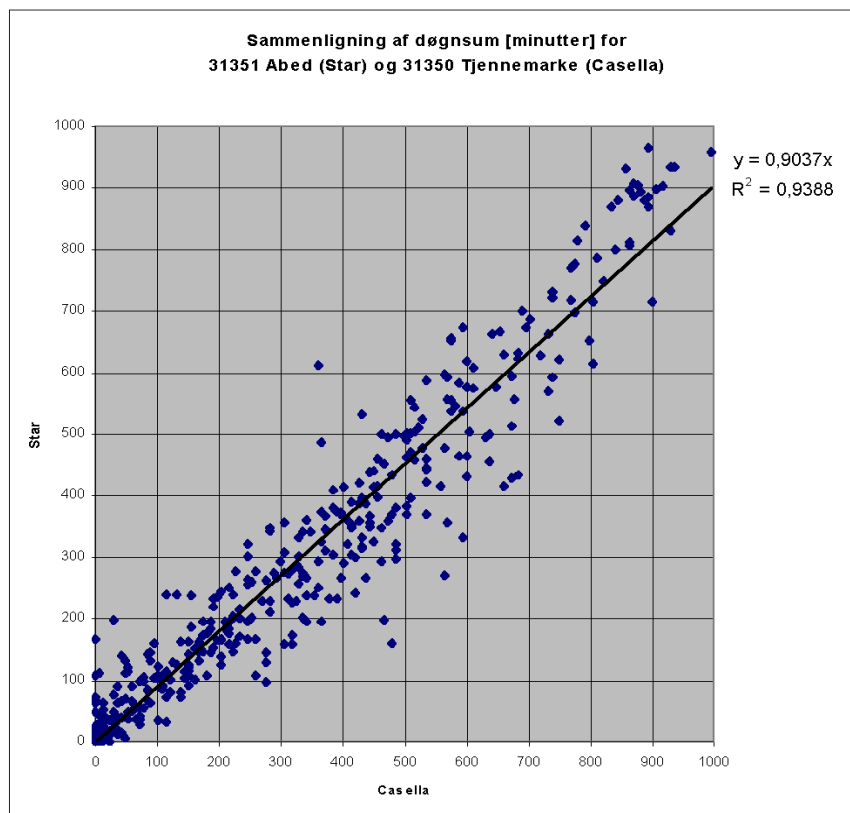
For Foulum er afvigelsen på mellem -35,3% og 25,8%, og den totale forskel over hele måleperioden er på 11,2%.

Det ses, at der generelt registreres flere solskinstimer med Casella end med Star. Dette er ikke overraskende da det også blev vist i [Nielsen, 1999], her lå forskellen på Casella og Star i gennemsnit 14,1%.

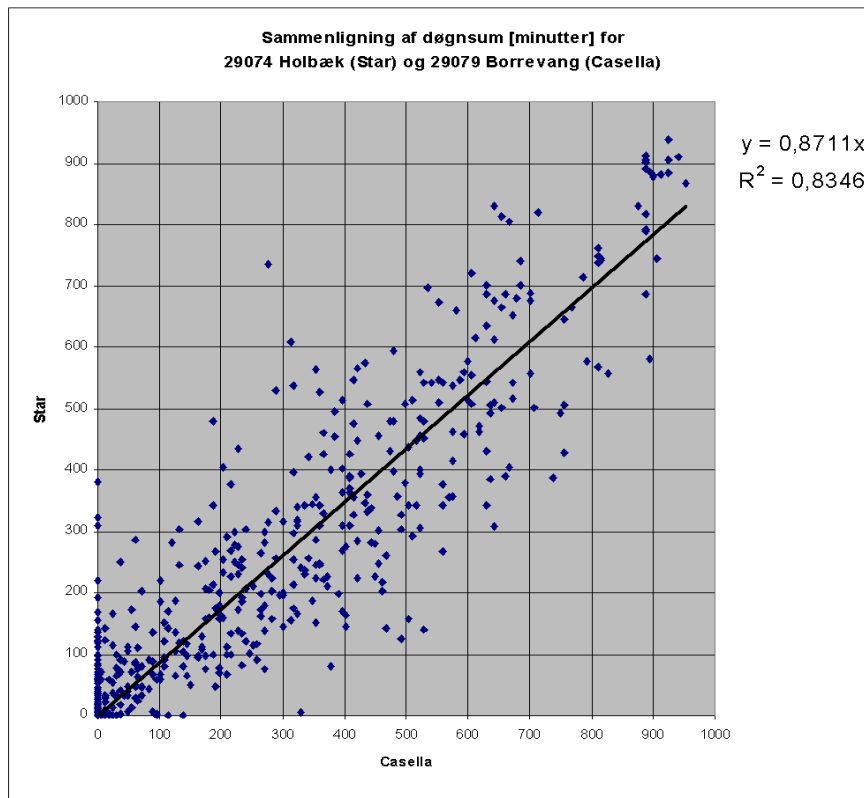
Abed er altså den station hvor der er mindst forskel på månedssummerne i forhold til solautografen. For alle tre stationer ligger den største absolutte forskel på månedssummerne i forårs- og sommermånederne. Det er også i disse måneder, der er mest solskin. Derfor er den procentvise forskel ikke større i disse måneder, hvilket er det samme som blev vist i [Nielsen, 1999].

## Døgnsommer

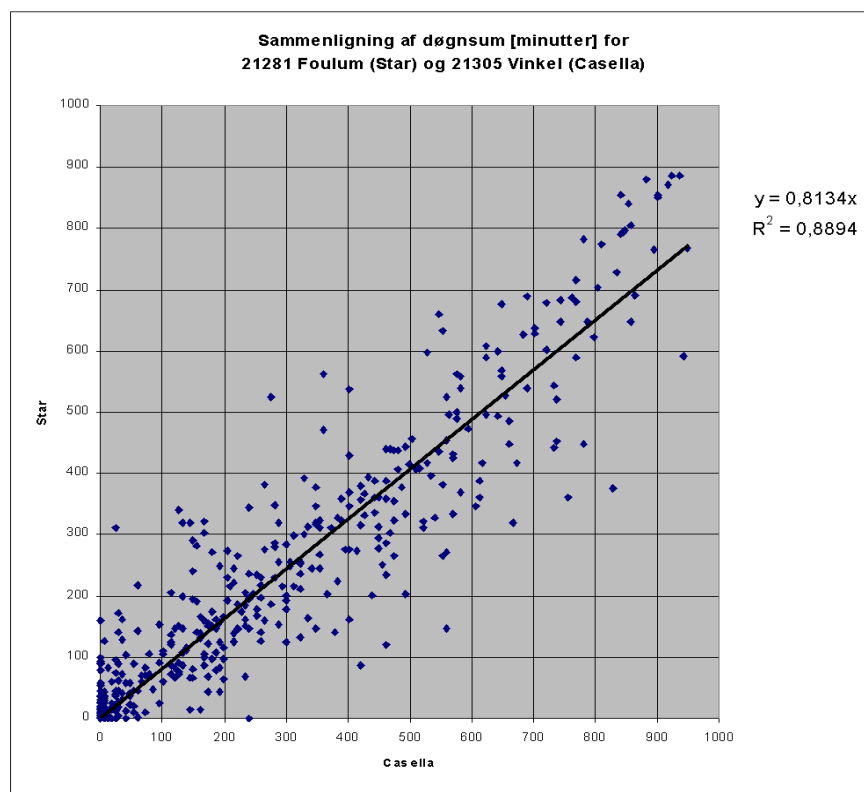
Figurene 6 til 8 viser døgnsommer for hver af stationerne sammenlignet med Casella.



Figur 6: Døgnsommer for Abed



Figur 7: Døgnsum for Holbæk



Figur 8: Døgnsum for Foulum

På figurene er indtegnet en lineær tendenslinie, ligningen for linien er vist i diagrammet. De rette linier er tvunget gennem (0,0).

Betragtes hældningerne på linierne ligger de mellem 0,83 og 0,94, hvilket viser, at Star generelt måler ca. 10-20% færre solskinstimer end Casella for alle stationer. Dette sås også i afsnittet med sammenligning af månedssummer.

Den lineære sammenhæng mellem døgnsummerne fra vejrstationerne og fra Casella er undersøgt ved udregning af kvadratet på korrelationskoefficienten  $R$ .

Idet det antages, at data er normalfordelt er benyttet Pearsons korrelationskoefficient.

Pearsons korrelationskoefficient er givet ved:

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (8)$$

hvor  $n$  er antallet af datapunkter.

$R^2$  er angivet på hver figur, og kan antage værdier mellem 0 og 1. Jo nærmere  $R^2$  er på 1 jo bedre er den lineære sammenhæng mellem data.  $R^2$  er således et mål for hvor tæt data ligger op ad den rette linie angivet på figurene.

Ikke overraskende er tilnærmelsen til den rette linie er bedst for Abed hvor  $R^2$  er 0,94. Hvilket er ganske godt taget i betragtning, at den station Abed sammenlignes med står i en afstand af 3 km.

For Holbæk og Foulum er  $R^2$  hhv. 0,83 og 0,89. Det vil altså sige, at der er en udemærket lineær sammenhæng mellem data fra vejrstationerne og fra solautograferne, korrelationen er dog ikke så god som den der blev fundet for Abed.

Dvs. at  $R^2$  antager større værdier jo mindre den geografiske afstand er mellem de sammenlignede stationer. Ved en tidligere undersøgelse [Laursen, 1999] er korrelationen mellem månedssummer af solskinstimer i København og solskinstimer i resten af landet blevet studeret. Her blev det vist, at korrelationen er større jo mindre afstand, der er mellem måle stationer, der sammenlignes.

Dette understøtter forklaringen på korrelationerne fundet i denne rapport altså, at korrelationerne bliver større jo mindre afstanden er mellem to sammenlignede stationer.

I forrige afsnit ved sammenligning af månedssummer blev det ligeledes vist, at Abed er den station hvor der er den mindste procentvise afvigelse i forhold til Casella på månedsbasis.

## Konklusion

Der er foretaget en evaluering af resultaterne af automatisk solskinstimemåling på tre vejstationer. Data fra de tre stationer er sammenholdt med data fra nærmeste solautograf.

Generelt er der en god overensstemmelse mellem solskinstimer målt på vejstationerne og målt med solautograferne. Resultaterne er især gode for Abed, som er den af de tre stationer, der har den korteste afstand til en solautograf.

Der registreres generelt færre solskinstimer med den automatiske metode end med solautograferne. Dette var dog også forventet, da det også blev fundet i *[Nielsen, 1999]*.

Der er foretaget en sammenligning af månedssummerne for de to målemetoder.

Overordnet set er der god sammenhæng mellem månedssummerne for alle 3 stationer sammenlignet med solautograferne.

Den gennemsnitlige afvigelse i forhold til solautograferne ligger mellem 10% og 16%, med Abed som den station, der har den mindste afvigelse i forhold til solautografen.

For alle tre stationer ligger den største absolutte forskel på månedssummerne i forårs- og sommermånederne.

Det er også i disse måneder, der er mest solskin. Derfor er den procentvise forskel ikke større i disse måneder, hvilket er det samme som blev vist i *[Nielsen, 1999]*.

Der er også foretaget en sammenligning af resultater for de to målemetoder for døgnsummer. Her giver Abed også de bedste resultater, men generelt er der en god overensstemmelse mellem den samlede solskinstid summet over et døgn med de to forskellige metoder.

Alt i alt ser det ud til, at metoden til automatisk registrering af solskinstimer på de tre vejstationer fungerer fint.



## Litteratur

1. Nielsen, M.K.: Måling af Soltimer, Teknisk Rapport Nr. 99-8, DMI, 1999
2. Oliviéri, J. C.: Sunshine Duration Measurement Using a Pyranometer, World Meteorological Organisation, Instruments and Observing Methods report No. 70, WMO/TD – No. 877, 1998.
2. World Meteorological Organisation: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, 6. Edition, Geneva, Switzerland, 1996.
3. Dobesh, H. and Mohnl, H.: Comparison of Time Series of Sunshine Duration Measured by the Campell-Stokes Recorder and the Haenni Solar System. World Meteorological Organisation: Instruments and Observing Methods report No. 49, Papers presented at the WMO technical conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-92), Vienna, Austria, 11-15 May 1992, WMO/TD - No.462, 1992.
4. World Meteorological Organisation: Commission for Instruments and Methods of Observation. Abridged final Report of the Eighth Session, Mexico City, 19-30 October 1981, WMO-No. 590, 1981.
5. Laursen, E. V.: 13 Danske Solstationers Korrelation med København - Beregnet for Juli Månedssum af Solskinstimer, 1961-90, Intern Rapport Nr. 99-3, DMI, 1999

PHILIPP SCHENK GmbH & Co KG  
Jefleseerstraße 59  
A-1210 Wien  
Tel.: (+43 1) 271 51 31 - 0  
Fax: (+43 1) 271 12 28 12  
E-mail: office@schenk.co.at  
Internet: <http://www.schenk.co.at/schenk/>

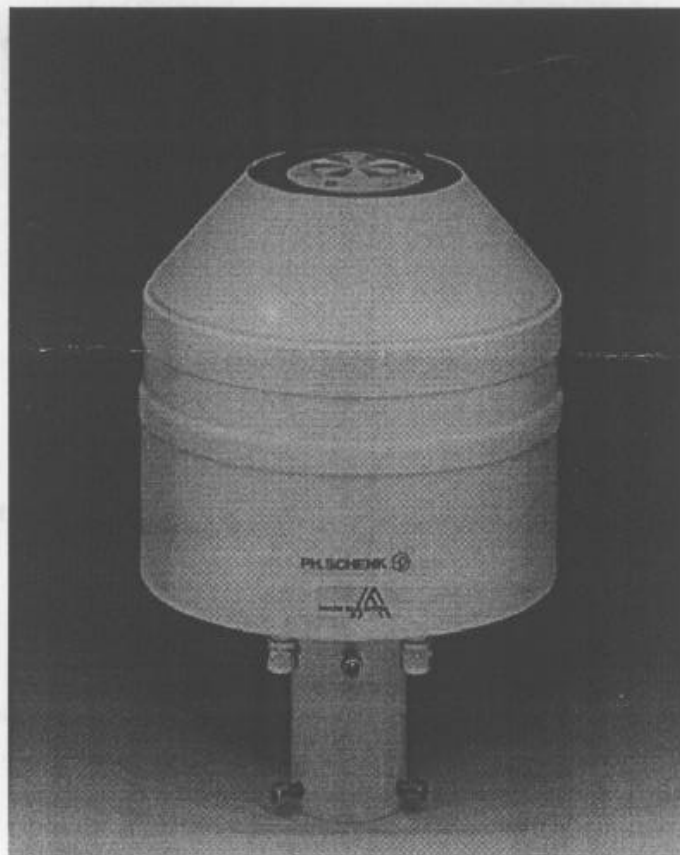
SEIT 1930

**PH.SCHENK**

DAS MASS FÜR MESSEN



## PROTECTIVE HOUSING TYPE 8106



### Technical data

Housing

Color

Power supply

Total weight

Switch point (height)

Weight

Order code

Option

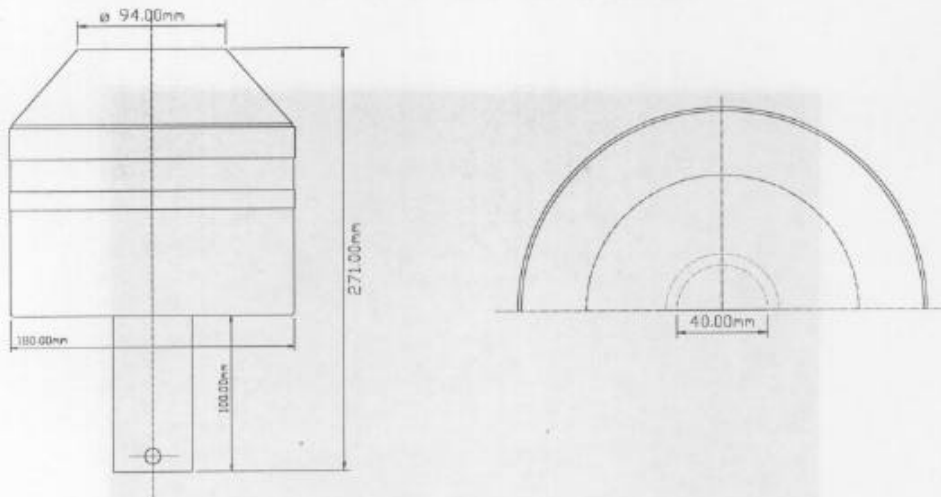
Installation directions: To remove the support bar for the control dome please spread the clip very carefully. To return the control dome please fit it carefully. Shorten the cable of the Starpyranometer to a length of approx. 20cm. The Starpyranometer is mounted on the mounting plate by means of 3 welding screws. Secure the cable of the Starpyranometer against the connecting block. Please mind, that you secured the same cable secure. The control dome and the support bar have to be mounted in the control connection.

## PROTECTIVE HOUSING

By means of the protective housing you can use the Starpyranometer type 8101/8102 for measurement the whole year through.

- \* absolutely no influence on the measuring system
- \* all-season measurement
- \* world-wide continuous working

Its two functions are ventilation with the help of a robust industrial ventilator and electric heating for supporting of the ventilation during condensation of dew, rain and snow. Supplementary installation of the Starpyranometer can easily be done.



### Technical data:

Housing:	RAL 7001 painted white
Cable:	2 x 2 - polar shielded, length 3 m
Power supply:	24V AC, 80VA
Installation:	on a supporting pipe 33 mm diam. with 6 ea. hollow screw M6 Material, stainless steel, staggered 120°
Switch point heating:	appr. +10°C
Weight:	2.5 kg net weight, 2.75 kg gross weight
Order-code:	8106: (B1810600)
Option:	external power supply (DIN - rail mounting) (B1810610) Prim: 220VAC, sec.: 24VDC, 5A

**Installation directions:** To remove the support bar for the upmost dome please spread the clip very carefully. To remove the upmost dome please lift it cautiously. Shorten the cable of the Starpyranometer to a length of appr. 20cm. The Starpyranometer is mounted on the mounting plate by means of 3 levelling screws. Screw the cable of the Starpyranometer against the connecting block. Please mind, that you connect the same cable colours. The upmost dome and the support bar have to be mounted in the contrary succession.

## STARPYRANOMETER

Suitable for the measurement of global radiation  $G$

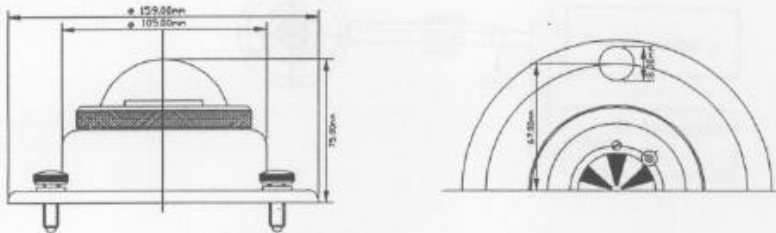
$G = \text{direct solar irradiance} + \text{diffuse sky radiation on a plane surface (W/m}^2\text{)}$

- "First class" according to WMO and ISO 9060
- world-wide market-leader
- independent from ambient temperature
- all-season measurements

The measuring principle of the starpyranometer is the measurement of the temperature difference between white and black painted sectors. By that means the measuring result is not affected from ambient temperature. A precisely cut dome shields the sensing elements from environmental factors.

A drying cartridge keeps the interior free from humidity. An optional protective housing (Model no. 8106) enables measurements even in cold weather.

The pyranometer is supplied with a spirit level and 3 levelling screws for accurate levelling. All pyranometers are supplied with a calibration certificate.



### Technical Data:

Measuring range:	0 ... 1500 $\text{Wm}^{-2}$
Spectral sensitivity:	0.3 ... 3 $\mu\text{m}$
Output:	about 15 $\mu\text{V/Wm}^{-2}$ or 4 ... 20 $\text{mA} = 0 ... 1500 \text{Wm}^{-2}$
Impedance:	about 35 Ohm
Ambient temperature:	- 40°C ... + 60°C
Resolution:	< 1 $\text{Wm}^{-2}$
Stability:	< 1 % per year (temporary operation)
Cosine response:	< 3 % of the value, zenith angle 0° ... 80°
Azimuth response:	< 3 % of the value
Temperature effect:	< 1 % of the value between - 20°C ... + 40°C
Linearity:	< 0.5% in the range 0.5 ... 1330 $\text{Wm}^{-2}$
Response time:	< 25 sec. (95%) < 45 sec. (99%)
Weight:	1.0 kg
Cable:	2-polar shielded, 3 m length
Order code:	8101 ( $\mu\text{V}$ - Output): B1810100 8101 ( $\mu\text{V}$ - Output) with 10m cable: B1810111 8102 (4 ... 20 $\text{mA}$ - Output): B1810200

Attention: Type 8102 needs an external power supply 12 - 36 VDC.  
( Order Code 99075190 - DIN-rail mounting )

PHILIPP SCHENK GmbH Wien & Co KG  
Jedleseer Straße 59  
A-1210 Wien, Austria  
Tel.: (+43/1) 271 51 31-0  
Fax: (+43/1) 271 12 28 12  
E-mail: office@schenk.co.at  
Internet: http://www.schenk.co.at/schenk/

SEIT 1930

**PH. SCHENK**  
DAS MASS FÜR MESSEN



## PRÜFZERTIFIKAT TEST CERTIFICATE

Prüfling:      **Sternpyranometer, Type 8101**  
Object

Geräte Nr.:      **7771**  
Ser.No.

Auftragsnr.:      **741342**  
Order No.

Prüfdatum:      **08/99**  
Date of Cal.

Kunde:      **DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT**  
Customer

Ausgang:      **1 mV = 67.8 W/m<sup>2</sup>**  
Output

Die Grenzwerte des Gerätes entsprechen:  
Limits are according to

First Class - ISO 9060, Latest Edition

Good Quality (First Class) - WMO Guide No. 8, Latest Edition

Die Prüfung erfolgt durch Vergleich mit einem Standardpyranometer vor Sonne und durch Labormessung auf einer optischen Einrichtung mit künstlichem Licht.  
Calibration is done by comparison with a standard pyranometer before sun and in the laboratory on an optical bench with artificial light.

Nächste Prüfung:      **12/2000**  
Next Calibration:

Wien, am ..... **- 3. Dez. 1999**

Unterschrift: .....  
Signature      (D.I. Söttlicher)

PHILIPP SCHENK GmbH Wien & Co KG  
Jedleseer Straße 59  
A-1210 Wien, Austria  
Tel.: (+43/1) 271 51 31-0  
Fax: (+43/1) 271 12 28 12  
E-mail: office@schenk.co.at  
Internet: http://www.schenk.co.at/schenk/

SEIT 1930

**PH. SCHENK**  
DAS MASS FÜR MESSEN



**PRÜFZERTIFIKAT**  
TEST CERTIFICATE

Prüfling: Sternpyranometer, Type 8101  
Object

Geräte Nr.: 7641  
Ser.No.

Auftragsnr.: 741042  
Order No.

Prüfdatum: 06/99  
Date of Cal.

Kunde: DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT  
Customer

Ausgang: 1 mV = 65.6 W/m<sup>2</sup>  
Output

Die Grenzwerte des Gerätes entsprechen:  
Limits are according to

First Class - ISO 9060, Latest Edition

Good Quality (First Class) - WMO Guide No. 8, Latest Edition

Die Prüfung erfolgt durch Vergleich mit einem Standardpyranometer vor Sonne und durch Labormessung auf einer optischen Einrichtung mit künstlichem Licht.  
Calibration is done by comparison with a standard pyranometer before sun and in the laboratory on an optical bench with artificial light.

Nächste Prüfung: 06/2000  
Next Calibration:

30. Juni 1999

Wien, am .....

Unterschrift: .....  
Signature (Dr. Göttlicher)

PHILIPP SCHENK GmbH Wien & Co KG  
Jedleseer Straße 59  
A-1210 Wien, Austria  
Tel.: (+43/1) 271 51 31-0  
Fax: (+43/1) 271 12 28 12  
E-mail: office@schenk.co.at  
Internet: http://www.schenk.co.at/schenk/

SEIT 1930

**PH. SCHENK**  
DAS MASS FÜR MESSEN



## PRÜFZERTIFIKAT TEST CERTIFICATE

Prüfling: **Sternpyranometer, Type 8101**  
Object

Geräte Nr.: **7776**  
Ser.No.

Auftragsnr.: **741342**  
Order No.

Prüfdatum: **11/99**  
Date of Cal.

Kunde: **DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT**  
Customer

Ausgang: **1 mV = 63.4 W/m<sup>2</sup>**  
Output

Die Grenzwerte des Gerätes entsprechen:  
Limits are according to

First Class - ISO 9060, Latest Edition

Good Quality (First Class) - WMO Guide No. 8, Latest Edition

Die Prüfung erfolgt durch Vergleich mit einem Standardpyranometer vor Sonne und durch Labormessung auf einer optischen Einrichtung mit künstlichem Licht.  
Calibration is done by comparison with a standard pyranometer before sun and in the laboratory on an optical bench with artificial light.

Nächste Prüfung: **12/2000**  
Next Calibration:

**- 6. Dez. 1999**

Wien, am .....

Unterschrift: .....  
Signature (D.I. Göttlicher)