

1. Aufgabenstellung 1

Im Göttinger Wald wurden Messungen zu der kurzwelligen und langwelligen Strahlung über und unter dem Kronendach durchgeführt. Diese Messungen wurden mit einem Pyrradiometer und einem Pyranometer durchgeführt. Aus den aufgezeichneten Spannungen dieser beiden Geräte sollen nun für den Göttinger Wald verschiedene Größen berechnet werden:

1. Die Bilanz der kurz- und langwelligen Strahlung über und unter dem Kronendach
2. Die Gesamtstrahlungsbilanz über und unter dem Kronendach
3. Die Albedo der Kronenschicht und des Bodens
4. Der kurzwellige Transmissionskoeffizient

2. Methode der Auswertung

2.1 Die Theorie

In zwei verschiedenen Höhen (2 und 39 Meter) wurden mit dem Pyrradiometer und dem Pyranometer die von oben und von unten ankommende Strahlung gemessen. Aus den Spannungen die das Globalstrahlungsmessgerät (Pyranometer) aufzeichnet wird die kurzwellige Strahlung berechnet, indem diese Spannung mit dem Eichfaktor $f_G = 200 \text{ W} / (\text{mV m}^2)$ multipliziert wird (linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Strahlung). So erhält man die von unten und die von oben eintreffende kurzwellige Strahlung für die zwei verschiedenen Höhen. Die von oben eintreffende Strahlung wird als Globalstrahlung G bezeichnet (gemessen im und über dem Bestand). Die von unten eintreffende Strahlung entspricht dabei der vom Waldboden reflektierten kurzwelligen Strahlung bzw. der vom Kronendach reflektierten Strahlung.

Aus den Spannungen des Strahlungsbilanzgebers (Pyrradiometer) lassen sich die langwelligen Strahlungen berechnen.

Die von oben einfallende, langwellige Strahlung wird als atmosphärische Gegenstrahlung bezeichnet. Sie wird über die die Formel $A = f_{lw} U_o + \sigma T^4 - G f_{lw} / f_{kw}$ berechnet. Im ersten Teil der Gleichung wird die gemessene Spannung mit dem Eichfaktor f_{lw} multipliziert. Da das Messgerät auch die kurzwellige Strahlung misst, wird die Globalstrahlung am Ende abgezogen ($- G f_{lw} / f_{kw}$). Mit dem Summanden σT^4 wird berücksichtigt, dass das Messgerät

temperaturabhängig einen bestimmten Teil der Strahlung absorbiert. Bei dem Messgerät wird vereinfacht von einem Schwarzen Körper ausgegangen deswegen ist der Absorptionskoeffizient 1. Über die Gleichung erhält man die atmosphärische Gegenstrahlung die über dem Kronendach bzw. über dem Waldboden ankommt.

Die terrestrische Wärmestrahlung wird an der Messstation über die von unten gemessene Spannung hergeleitet. So erhält man mit der Gleichung $E = f_{lw} U_u + \sigma T^4 - R_{kw} f_{lw} / f_{kw}$ die vom Waldboden bzw. vom Kronendach emittierte, langwellige Strahlung. In dieser Gleichung wurde, wie in der Gleichung für die atmosphärische Gegenstrahlung, ebenfalls berücksichtigt, dass das Messgerät einen Teil der Strahlung absorbiert und auch die kurzwellige Strahlung misst.



Mit den berechneten Strahlungsströmen lassen sich anschließend die in der Aufgabenstellung geforderten Größen für beide Messpunkte (in 2 m und 39 m Höhe) über folgende Gleichungen berechnen:

1. kurzwellige Strahlungsbilanz: $Q_{kw} = G + R_{kw}$

2. langwellige Strahlungsbilanz: $Q_{lw} = A + E$

3. Gesamtstrahlungsbilanz: $Q = Q_{kw} + Q_{lw}$

4. Albedo: $Al = R_{kw} / G$

5. Der Transmissionskoeffizient ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen am Waldboden und am Kronendach von oben eintreffender, kurzwelliger Strahlung: $T = G_{\text{Waldboden}} / G_{\text{Kronendach}}$.

2.2 Der SAS-Quellcode:

Zu beachten ist, dass die von oben kommende Strahlung immer mit einem positiven und die von unten kommende Strahlung immer mit einem negativen Vorzeichen versehen wurde, um die Richtung zu verdeutlichen, aus der die Strahlung kommt. So besitzen die Größen RG_hh und E_hh negative Vorzeichen. Bei der weiteren Verwendung dieser Größen z.B. in der Gleichung zur Berechnung der Albedo wurde dies berücksichtigt, um eine korrekte Berechnung zu gewährleisten.

```
libname ueb4 "U:\PPOEK\ueb4";
```

```
/*Pyrradiometer:
```

```
UQo_hh      -      QO 39, QO 02
```

```
UQu_hh      -      QU 39, QU 02
```

```
TQ_hh       -      TQ 39, TQ 02
```

```
fkW = 22 W/(mV m^2)
```

```
flW = 23 W/(mV m^2)
```

```
Pyranometer:
```

```
UGo_hh      -      UGO_39
```

```
UGu_hh      -      UGU_39
```

```
fG = 200 W/(mv m^2)
```

```
*/
```

```
/*
```

```
G_39 - eintreffende Globalstrahlung über dem Bestand
```

```
G_02 - eintreffende Globalstrahlung im Bestand
```

```
RG_39 - reflektierte Globalstrahlung über dem Bestand
```

```
RG_02 - reflektierte Globalstrahlung im Bestand
```

```
A      - Gegenstrahlung
```

```
E      - Teresstrische Wärmestrahlung (Ausstrahlung des Erdbodens)
```

```
bei der Berechnung der Größen A und E muss berücksichtigt werden,  
dass das Messgerät einen Teil der eintreffenden Strahlung, je nach  
eigener Temperatur, absorbiert. Dieser Teil wird bei der Berechnung  
durch Addition der Emissionsflussdichte mit berücksichtigt, wobei  
bei dem Messgerät von einem schwarzen Körper ausgegangen wird.  
Daher ist der Emissionsgrad gleich 1
```

```
*/
```

```
DATA GW;
```

```
set ueb4.radgw;
```

```
flW = 23;
```

```
fkW = 22;
```

```
G_39 = UGO_39*200;
```

```
G_02 = UGO_02*200;
```

```
RG_39 = -UGU_39*200;
```

```
/*Die reflektierte Strahlung wird mit einem negativen  
Vorzeichen versehen, da sie von unten nach oben verläuft,  
entgegengesetzt zur eintreffenden Globalstrahlung*/
```

```
RG_02 = -UGU_02*200;
```

```
A_02 = flW*UQo_02+5.67E-8*TQ_02**4-G_02*flW/fkW;
```

```
/*Gegenstrahlung am Waldboden*/
```

```
A_39 = flW*UQo_39+5.67E-8*TQ_39**4-G_39*flW/fkW;
```

```

/*Gleichung 4.13 InstrumentenPraktikum*/
E_02 = -(flw*UQu_02+5.67E-8*TQ_02**4- (-RG_02)*flw/fkw);
/*Terrestrische Wärmestrahlung, im Bestand*/
E_39 = -(flw*UQu_39+5.67E-8*TQ_39**4- (-RG_39)*flw/fkw);
/*über dem Bestand Gleichung 4.14 IP*/
/*Die terrestrische Wärmestrahlung erhält ebenfalls ein
negatives Vorzeichen, da sie von unten
nach oben verläuft*/

/*Strahlungsbilanzen*/
Qk_39 = G_39+RG_39;
/*>0 bedeutet: Mehr Einstrahlung als Reflexion*/
Qk_02 = G_02+RG_02;
Ql_39 = A_39+E_39;
Ql_02 = A_02+E_02;
Q_39 = Qk_39+Ql_39;
Q_02 = Qk_02+Ql_02;
/*Albedo der Kronenschicht und des Bodens (Maß für das
Rückstrahlungsvermögen der Kronenschicht und des Bodens)*/
/*wird nur berechnet, wenn die einfallende Globalstrahlung größer als
10 W/m^2 ist. */
if G_39>10 then al_39= -RG_39/G_39*100;
if G_02>10 then al_02= -RG_02/G_02*100;
/*Transmissionskoeffizient: Gibt an wie viel kurzwellige Strahlung am
Waldboden (2 m Höhe) ankommt, relativ zur gesamten Einstrahlung über
dem Kronendach*/
if G_39>10 then tmk= G_02/G_39*100;
h= hour(saszeit)+0.5;
datum=datepart(saszeit);
format datum date.;
run;

Proc sort data=GW;
by datum;
run;

Proc means data=GW mean noprint;
by datum;
output out = Tagesmittelwerte mean=;
run;

Proc sort data=GW;

```

```
        by h;
run;

Proc means data=GW mean noprint;
    by h;
    output out = Tagesgang
    mean = ;
run;

/* Umlenken der Grafikausgabe in eine gif Datei vor dem Aufruf von proc
gplot*/
goptions device=gif733 gsfmode=REPLACE;
GOPTIONS FTEXT=complex HTEXT=1.2;
/* Vor jedem Aufruf von proc gplot muss der Ausgabenname gesetzt werden:*/
/* Die ursprüngliche Ausgabe in den SAS-Grafikkatalog erreichen Sie
durch:*/
symbol1 i = join v = dot c = red l =1 w = 2;
symbol2 i = join v = dot c = green l =1 w = 2;
symbol3 i = join v = dot c = blue l =1 w = 2;
symbol4 i = join v = dot c = magenta l =1 w = 2;
symbol5 i = join v = dot c = olive l =1 w = 2;
symbol6 i = join v = dot c = purple l =1 w = 2;
symbol7 i = join v = dot c = orange l =1 w = 2;
symbol8 i = join v = dot c = pink l =1 w = 2;
symbol9 i = join v = dot c = grey l =1 w = 2;
symbol10 i = join v = dot c = black l =1 w = 2;

legend1 label=none frame;* value=(tick=1 "G_so")value=(tick=2"Gpotso");
*goptions device=win;

axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = -500 to 500 by 100 label =(angle =90 "Strahlungsflussdichte
W/m2");
filename fileref "U:\PPOEK\ueb4\LW_einzelstrom.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace htext =
1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (A_02 A_39 E_02 E_39) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2
legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;

filename fileref "U:\PPOEK\ueb4\KW_einzelstrom.gif";
```

```
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace htext =
1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (G_02 G_39 RG_02 RG_39) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2
legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;

filename fileref "U:\PPOEK\ueb4\Bilanzen.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace htext =
1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (QK_02 QK_39 QL_02 QL_39 Q_02 Q_39) * h/overlay haxis= axis1
vaxis = axis2 legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;

axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = 0 to 100 by 10 label =(angle =90 "Prozent");
filename fileref "U:\PPOEK\ueb4\AL_tmk.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace htext =
1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (al_02 al_39 tmk) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2 legend=
legend1 vref=0 lvref=2;
run;
```

3. Ergebnisse

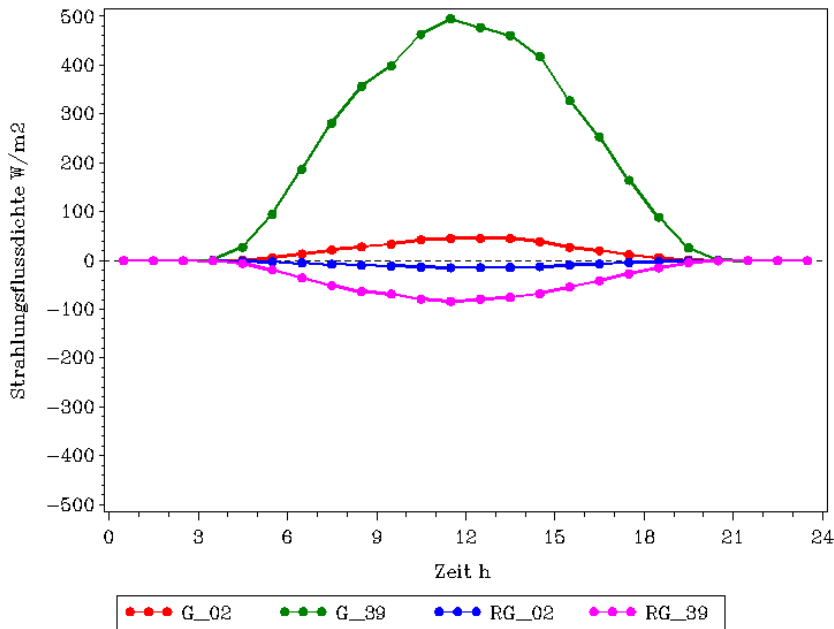



Abbildung 1: Tagesgang der kurzwelligen Strahlung 

Aus der Abbildung 1 gehen die Verläufe der kurzwelligen Strahlung im Stundenmittel des Monats Juni 1991 hervor. Die Werte G_39 zeigt die auf den Göttinger Wald auftreffende Strahlung. Diese Größe steht für die von der Sonne über dem Bestand ankommende Globalstrahlung. G_02 steht für die kurzwellige Strahlung die von oben im Messpunkt im Bestand in 2 m Höhe ankommt, vereinfacht also der Teil der Globalstrahlung von der Sonne, der den Waldboden erreicht. RG_39 bzw. RG_02 beschreiben die vom Kronendach bzw. vom Waldboden reflektierte, kurzwellige Strahlung. Diese beiden Größen wurden mit einem negativen Vorzeichen versehen, um die Richtung aus der die Strahlung kommt deutlich zu machen.

Alle vier Strahlungsströme haben einen ähnlichen Verlauf, jedoch unterschiedlich große Steigung.  Ab etwa 4.00 Uhr steigen die Ströme vom Nullpunkt aus an, um in der Mittagszeit ihr Maximum zu erreichen. Nach diesem Zeitpunkt fallen die Strahlungen schließlich wieder ab, bis sie um etwa 21.00 Uhr wieder den Nullpunkt erreichen.

Den höchsten Wert erreicht die auf das Kronendach auftreffende Strahlung (UG_39), die zur Mittagszeit einen Wert von fast 500 W/m² erreicht. Die Strahlung die den Waldboden erreicht (G_02) ist wesentlich geringer. Sie erreicht einen Maximalwert von ca. 60 W/m². Die vom

Kronendach reflektierte Strahlung (RG_39) hat ihr Maximum bei etwa 80 W/m² und die vom Waldboden reflektierte Strahlung (RG_02) erreicht einen Maximalwert von ca. 20 W/m².

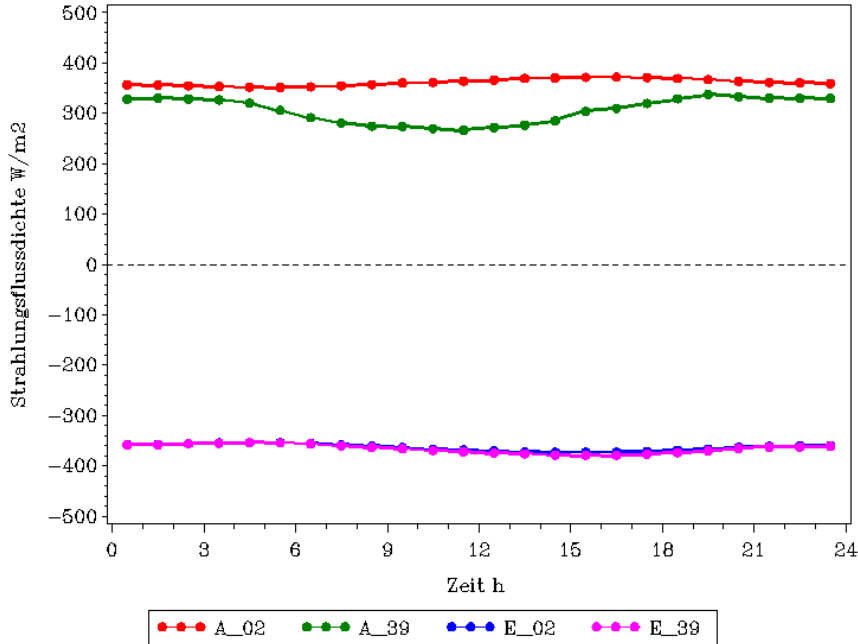


Abbildung 2: Tagesgang der langwelligen Strahlung

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der langwelligen Strahlung im Juni 1991 im Stundenmittel. Die beiden Kurven E_02 und E_39 verlaufen im Negativen, da sie mit einem negativen Vorzeichen versehen wurden, um die Richtung des Strahlungsstroms, von unten nach oben, zu verdeutlichen. Im Gegensatz zur kurzwelligen Strahlung ist der Verlauf der langwelligen Strahlungsströme ~~sehr~~ konstant (vgl. Abbildung 1). ~~Alle vier Kurven haben eine Steigung, die sehr nahe bei Null liegt. Daneben haben die vier Kurven sehr ähnliche Werte.~~ So liegt die Strahlungsflussdichte fast ausschließlich zwischen 300 und 400 W/m². Lediglich die auf den Bestand auftreffende atmosphärische Gegenstrahlung erreicht diese Werte in der Zeit zwischen 6.00 und 16.00 Uhr nicht ganz. Die terrestrische Wärmestrahlung über und im Bestand ist nahezu gleich groß. Im Bestand wurde eine höhere Strahlungsflussdichte bei der von oben nach unten verlaufenden, langwelligen Strahlung gemessen als oberhalb des Bestandes.

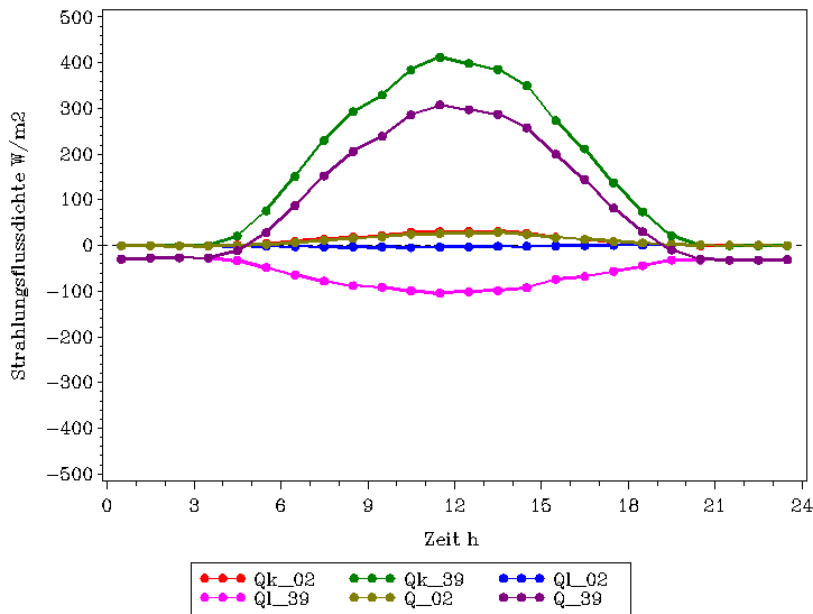


Abbildung 3: lang- und kurzwellige Strahlungsbilanzen, Gesamtstrahlungsbilanzen

In Abbildung 3 sind die Gesamtstrahlungsbilanz sowie die kurz- und die langwellige Strahlungsbilanz unter und über dem Göttinger Wald dargestellt.

Die kurzwelligen Strahlungsbilanzen für beide Messpunkte ergeben sich aus der Summe von oben eintreffender Strahlung und der von unten ankommenden Strahlung (Diese Größe ist immer ≤ 0). Beide kurzwelligen Strahlungsbilanzen haben einen ähnlichen Verlauf. Sie sind zwischen ca. 21.00 und 4.00 Uhr gleich Null und erreichen ihr Maximum um die Mittagszeit. Die kurzwellige Strahlungsbilanz über dem Bestand erreicht jedoch wesentlich höhere Werte als die Bilanz unter dem Kronendach. Beide Bilanzen werden nicht negativ, die von oben kommende kurzwellige Strahlung ist also immer größer oder gleich der von unten reflektierten Strahlung.

Die Bilanz der langwelligen Strahlungen über dem Bestand (Ql_39) verläuft komplett im Negativen. Sie hat ihr ~~Maximum~~ um die Mittagszeit, während sie nachts (zwischen ca. 21.00 und 4.00 Uhr) konstant ist. Der Bestand strahlt folglich mehr langwellige Strahlung ab, als dass langwellige Strahlung auf ihn eintrifft. Die langwellige Strahlungsbilanz im Wald (Ql_02) ist über den Tag gesehen fast gleich Null.

Die Gesamtstrahlungsbilanz über dem Bestand folgt der kurzwelligen Strahlungsbilanz über dem Bestand. Jedoch ist sie nachts negativ, der Bestand strahlt also nachts mehr ab, als auf ihn eintrifft. Um die Mittagszeit ist die Bilanz am Größten, dort hat sie ihr Maximum. Um die Mittagszeit trifft also im Juni wesentlich mehr Strahlung auf den Bestand auf, als abgestrahlt wird. Die Gesamtstrahlungsbilanz im Wald ist in der Zeit zwischen 19.00 und 5.00 etwa

gleich Null. Zwischen 5.00 und 12.00 steigt sie dann von 0 auf ca. 40 W/m² an um danach bis 19.00 wieder auf Null abzusinken.

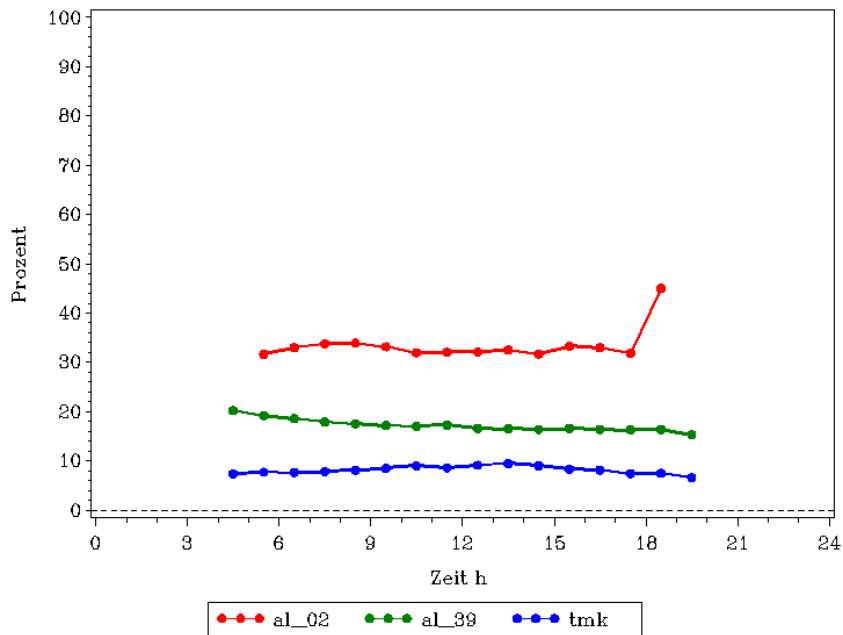


Abbildung 4 Albedo der Kronenschicht und des Bodens, Transmissionskoeffizient

Der in Abbildung 4 dargestellte Transmissionskoeffizient (tmk) ist das Verhältnis zwischen der über dem Bestand eintreffenden Globalstrahlung und der am Boden ankommenden Globalstrahlung, also dem Anteil der vom Kronendach durchgelassenen Strahlung. Zwischen 20.00 und 4.00 Uhr ist er gleich Null, da er nur angegeben wird, wenn die Strahlungsflussdichte der Globalstrahlung über dem Bestand größer 10 W/m² ist. Er verläuft relativ konstant, die vom Kronendach durchgelassene Strahlung beträgt ca. 5 bis 10 %. Die Albedo ergibt sich aus dem Verhältnis von reflektierter zu eintreffender Globalstrahlung im jeweiligen Messpunkt. Sie gibt folglich an, wie viel Prozent der von oben eintreffenden Strahlung reflektiert wird. Wie beim Transmissionskoeffizienten sind hier für die Messstation über dem Bestand ebenfalls zwischen etwa 20.00 und 4.00 Uhr keine Werte berechnet worden, da hier die eintreffende Globalstrahlung von oben kleiner als 10 W/m² war. Die Albedo verläuft zwischen etwa 22% am Morgen und ca. 14% am Abend. Die Albedo im Bestand wird erst ab 5.00 Uhr berechnet und liegt dann bis 18 Uhr zwischen 30 und 35%. Um 19.00 Uhr steigt der Wert dann auf etwas weniger als 50% an.

Tabelle 1: Tagesmittelwerte der Strahlungsgrößen

datum	G_39 [W/m ²]	G_02 [W/m ²]	RG_39[W/m ²]	RG_02 [W/m ²]	A_02 [W/m ²]	A_39 [W/m ²]	E_02 [W/m ²]	E_39 [W/m ²]	Qk_39 [W/m ²]	Qk_02 [W/m ²]	Ql_39 [W/m ²]	Ql_02 [W/m ²]	Q_39 [W/m ²]	Q_02 [W/m ²]	al_39	al_02	tmk
01.06.1991	332,58	32,83	-56,36	-10,38	340,11	243,26	-345,81	-343,80	276,22	22,45	-100,53	-5,69	175,69	16,76	17%	32%	9%
02.06.1991	290,36	26,46	-50,73	-8,72	344,76	251,01	-348,11	-352,73	239,63	17,74	-101,72	-3,34	137,90	14,40	19%	34%	8%
03.06.1991	168,01	14,80	-30,35	-4,72	343,54	288,77	-345,28	-345,03	137,67	10,08	-56,26	-1,74	81,41	8,34	18%	32%	8%
04.06.1991	245,38	23,60	-41,95	-6,81	324,42	251,43	-329,58	-325,70	203,43	16,80	-74,27	-5,17	129,16	11,63	17%	29%	9%
05.06.1991	226,58	21,07	-40,21	-6,87	330,22	252,64	-333,84	-334,27	186,36	14,20	-81,64	-3,62	104,73	10,58	18%	33%	9%
06.06.1991	129,11	12,23	-23,34	-4,28	344,43	297,89	-344,35	-347,78	105,77	7,95	-49,90	0,08	55,87	8,03	18%	36%	9%
07.06.1991	179,45	15,22	-32,00	-5,48	358,26	309,74	-358,47	-362,67	147,45	9,74	-52,93	-0,21	94,53	9,53	18%	36%	8%
08.06.1991	150,75	13,60	-25,90	-4,32	370,95	328,44	-370,98	-375,05	124,84	9,28	-46,62	-0,04	78,23	9,24	17%	32%	9%
09.06.1991	132,27	11,85	-23,02	-3,89	374,00	335,31	-373,48	-377,21	109,25	7,96	-41,90	0,52	67,35	8,49	18%	33%	9%
10.06.1991	172,46	14,35	-28,53	-4,44	369,73	320,00	-371,86	-372,81	143,93	9,90	-52,81	-2,13	91,12	7,77	17%	31%	8%
11.06.1991	148,04	13,34	-25,31	-4,20	368,35	326,71	-367,46	-371,62	122,73	9,14	-44,91	0,89	77,82	10,03	16%	31%	8%
12.06.1991	251,43	23,19	-41,16	-7,25	385,72	321,75	-383,57	-390,03	210,27	15,94	-68,28	2,15	141,99	18,09	17%	32%	8%
13.06.1991	158,34	13,82	-27,49	-4,28	373,79	322,95	-373,33	-375,72	130,86	9,55	-52,77	0,46	78,08	10,00	17%	32%	8%
14.06.1991	295,62	26,34	-49,62	-8,67	368,61	275,17	-370,10	-372,30	246,00	17,67	-97,12	-1,48	148,88	16,19	18%	34%	8%
15.06.1991	110,61	9,57	-18,56	-3,13	378,09	344,03	-375,75	-381,67	92,05	6,45	-37,64	2,34	54,41	8,79	16%	32%	9%
16.06.1991	162,07	14,36	-27,80	-4,79	372,30	325,84	-372,50	-374,03	134,27	9,57	-48,19	-0,20	86,08	9,37	17%	34%	9%
17.06.1991	110,71	9,46	-19,10	-3,29	364,77	328,13	-365,73	-368,22	91,61	6,17	-40,09	-0,96	51,52	5,21	17%	35%	8%
18.06.1991	262,95	21,69	-44,58	-7,15	355,49	279,32	-358,75	-358,92	218,38	14,54	-79,60	-3,27	138,78	11,28	17%	33%	8%
19.06.1991	156,57	12,24	-27,45	-3,85	347,82	294,94	-350,88	-349,64	129,12	8,39	-54,70	-3,06	74,42	5,33	18%	32%	7%
20.06.1991	204,94	16,34	-35,26	-5,07	353,25	298,83	-355,06	-355,68	169,69	11,27	-56,85	-1,81	112,84	9,46	17%	31%	7%
21.06.1991	269,85	22,62	-43,95	-6,78	365,08	303,60	-365,17	-372,21	225,90	15,84	-68,61	-0,10	157,29	15,75	16%	30%	8%
22.06.1991	168,90	13,80	-27,74	-4,23	387,47	343,79	-384,37	-391,85	141,16	9,57	-48,06	3,10	93,10	12,67	17%	31%	8%
23.06.1991	255,31	20,32	-42,29	-6,35	384,78	327,53	-383,04	-390,09	213,02	13,96	-62,56	1,74	150,46	15,71	17%	31%	8%
24.06.1991	241,67	20,08	-39,72	-6,25	379,33	316,09	-378,95	-382,67	201,95	13,84	-66,58	0,37	135,38	14,21	17%	32%	8%
25.06.1991	107,45	8,42	-17,05	-2,33	379,25	351,55	-378,15	-383,29	90,40	6,09	-31,74	1,10	58,66	7,19	16%	29%	7%
26.06.1991	137,24	10,55	-21,70	-3,06	380,46	334,82	-379,31	-384,08	115,53	7,48	-49,26	1,15	66,27	8,63	16%	30%	8%
27.06.1991	212,60	15,91	-35,46	-5,50	359,33	289,07	-360,80	-361,55	177,14	10,41	-72,48	-1,47	104,66	8,94	18%	35%	7%
28.06.1991	43,51	4,08	-7,76	-2,35	344,42	331,08	-346,28	-342,98	35,75	1,74	-11,90	-1,86	23,85	-0,12	19%	47%	10%
29.06.1991	104,72	9,32	-18,66	-3,97	347,56	319,11	-348,32	-347,56	86,05	5,35	-28,44	-0,76	57,61	4,59	19%	40%	10%
30.06.1991	228,45	17,92	-38,89	-6,35	366,28	297,27	-364,16	-368,44	189,57	11,57	-71,17	2,12	118,39	13,69	18%	35%	8%

4. Diskussion

Die Strahlungsflussdichten der kurzwelligigen Strahlung über und unter dem Kronendach haben sehr ähnliche Verläufe, da die Quelle für die kurzwellige Strahlung die Sonne ist. Wie in den Ergebnissen dargestellt, ist die Globalstrahlung nachts gleich Null und steigt bis 12.00 Uhr auf ihren Maximalwert an um ab dann wieder auf Null abzusinken. Sie folgt also dem Verlauf der Sonne über den Tag. Die Strahlungsflussdichten unter und über dem Bestand unterscheiden sich deutlich in ihrer Intensität. Den mit Abstand größten Wert nimmt die auf den Bestand treffende Strahlung ein (G_{39}). Am Boden kommt von oben nur ein sehr geringer Anteil davon an, da das Kronendach einen sehr großen Teil der Strahlung absorbiert oder reflektiert. Zu erkennen ist dies auch am Transmissionskoeffizienten (vgl. Abbildung 4), der über den gesamten Tag gesehen unter 10% liegt. So ist die im Bestand in 2m Höhe von oben ankommende Strahlung (G_{02}) im Vergleich wesentlich geringer. Die vom Kronendach reflektierte Strahlung (RG_{39}) weist eine viel höhere Intensität auf, als die vom Boden reflektierte Strahlung (RG_{02}). Dies liegt daran, dass über dem Bestand wesentlich mehr Strahlung eintrifft als im Bestand. Die Intensität der vom Kronendach reflektierten Strahlung ist größer, obwohl die Albedo des Bodens höher als die des Kronendaches (vgl. Abbildung 4) ist.

Die Strahlungsflussdichten der langwelligigen Strahlungen haben sehr ähnliche Verläufe. Über den Tag gesehen sind sie alle relativ konstant. Abhängig sind die Intensitäten der langwelligigen Strahlungen von der Temperatur der Körper, die sie ausstrahlen. Da die Sonnenscheindauer im Juni sehr hoch ist, sind die täglichen Temperaturschwankungen gering. Die Intensität der langwelligigen Strahlung die vom Boden emittiert wird (E_{02}) ist über den Tag gesehen nahezu gleich der vom Kronendach emittierten Strahlung (E_{39}). Man kann also davon ausgehen, dass das Kronendach und der Boden sehr ähnliche Temperaturen aufweisen.

Der Betrag der Intensität der auf dem Waldboden ankommenden, langwelligigen Strahlung (A_{02}) weist einen höheren Wert auf als der der auf den Bestand treffenden Strahlung (A_{39}). Die auf den Bestand treffende Strahlung setzt sich aus der von den Bestandteilen der Atmosphäre emittierten Strahlung zusammen. Da sich die auf den Waldboden treffende Strahlung aus der von dem Kronendach ausgesandten und emittierten Strahlung zusammensetzt ist ihre Intensität höher.

Die kurzwellige Strahlungsbilanz über dem Kronendach ähnelt im Verlauf der Globalstrahlung die auf den Bestand trifft, da wie weiter oben beschrieben der Anteil der vom Kronendach reflektierten Strahlung sehr gering ist. Die langwellige Strahlungsbilanz in 39 m Höhe verläuft komplett im Negativen, weil vom Bestand mehr langwellige Strahlung emittiert

als aufgenommen wird. Um 12.00 Uhr erreicht sie ihren höchsten Betrag, somit wird durch die Sonne der Anteil der emittierten Strahlung durch eine Temperaturerhöhung des Kronendachs erhöht. Die Gesamtstrahlungsbilanz über dem Bestand ist nachts negativ, da die langwellige Ausstrahlung überwiegt und keine kurzwellige Strahlung vorhanden ist. Mit dem Sonnenaufgang nimmt dann der Einfluss der kurzwelligen Einstrahlung stark zu und dadurch ist die Gesamtstrahlungsbilanz um 12.00 Uhr maximal. Das zeigt an, dass der Waldbestand wesentlich mehr Strahlung aufnimmt als abgibt. Zur Zeit des Sonnenuntergangs geht die Gesamtstrahlungsbilanz dann wieder in das Negative über, der Bestand gibt Strahlung an die Atmosphäre ab.

Die kurzwellige Strahlungsbilanz am Waldboden ähnelt im Verlauf der am Kronendach, jedoch ist die Intensität wesentlich geringer. Da die Bilanz der langwelligen Strahlung über den Tag gesehen fast gleich Null ist, unterscheiden sich die kurzwellige Strahlungsbilanz und die Gesamtstrahlungsbilanz kaum voneinander. Die langwellige Strahlungsbilanz am Waldboden ist deswegen ausgeglichen, weil der vom Kronendach emittierte und transmittierte Anteil der langwelligen Strahlung dem der vom Waldboden emittierten langwelligen Strahlung entspricht.

Durch die vom Kronendach und vom Boden emittierte langwellige Strahlung kann auf die Temperatur D dieser geschlossen werden. Ist die Strahlungsflussdichte bekannt, so kann über das Stefan - Boltzmann Gesetz die Temperatur berechnet werden. Die Temperatur des Bodens lässt sich aus der terrestrischen Wärmestrahlung E_{02} berechnen. Die Temperatur des Kronendaches bekommt man aus der Größe E_{39} .

