

Physikalische Prozesse in der Ökologie

Protokoll zur Übung 4

Tilman Schmidt-Lademann (T) und

Samuel Schleich (S)

(Gruppe 5)



Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabe	3
2. Methode (S)	3
3. Ergebnisse (T)	7
4. Diskussion (S)	12
5. Schlussfolgerungen (T)	12

1. Aufgabe

Untersuchen Sie den Strahlungshaushalt eines Fichtenbestands im Solling. Der Bestand F1 im Solling wurde von Ellenberg *et al.* (1986) beschrieben.

Berechnen Sie zunächst aus den Spannungen des Strahlungsbilanzgebers (Pyrradiometer, Kennung: UQ_o_{hh} , UQ_u_{hh} , TQ_{hh}) und des Globalstrahlungsmessgerätes (Pyranometer, Kennung: UG_o_{hh} und UG_u_{hh}) die kurzwelligen und langwelligen Strahlungsströme aus jeweils beiden Richtungen (von oben Index "o" von unten Index "u") unter und über dem Bestand.

Berechnen Sie anschließend pro Gruppe mit den Daten je eines Standortes

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. den kurzwelligen Transmissionskoeffizienten

Stellen Sie alle Größen (auch die kurz- und langwelligen Einzelströme) als mittlere monatliche Tagesgänge und tabellarisch als deren Tagesmittelwerte dar.

Diskutieren Sie die Größen. Dazu dienen Ihnen folgende Leitfragen:

- Wie unterscheiden sich die Strahlungsflussdichten und Ihre Bilanzen über und unter dem Kronendach?
- Worin liegen die Ursachen für die Abwandlung des Strahlungsklimas?
- Welche grundsätzlichen Unterschiede bestehen im Haushalt der verschiedenen spektralen Strahlungsbereiche (langwellig, kurzwellig)?
- Welche Größen sind relativ vom Wetter unabhängige Bestandesgrößen?
- Wie lautet der Ansatz, um aus einigen der gemessenen Größen die Oberflächentemperaturen der Krone und des Bodens zu berechnen?

2. Methode (S)

Mit Hilfe eines Pyrradiometers lassen sich Strahlungsströme im kurz- oder langwelligen Frequenzbereich messen und daraus die jeweiligen Strahlungsbilanzen ermitteln. Die gemessenen Daten wurden für die Berechnung der atmosphärischen Gegenstrahlung und der Emission von langwelliger Strahlung des Erdbodens verwendet. Es existiert jeweils ein Eichfaktor für kurz- und langwellige Strahlung, welcher bei der jeweiligen Berechnung berücksichtigt werden muss.

Zur Berechnung der Globalstrahlung wurden die Strahlungswerte mittels eines Pyranometers erfasst. Ein Pyranometer misst ausschließlich die einfallende kurzwellige Strahlung. Der Eichfaktor des Pyranometers muss bei der Berechnung der Globalstrahlung berücksichtigt werden.

Anschließend werden die Albedo, sowie der Transmissionskoeffizient berechnet. Die Albedo ist der reflektierte Anteil der einfallenden Globalstrahlung. Der Transmissionskoeffizient ist ein Maß dafür, wie viel Strahlung durch die Kronenschicht eines Bestandes gelangt.

Die Formeln zur Berechnung der genannten Größen sind im ersten Abschnitt des folgenden SAS-Codes implementiert und auskommentiert.

SAS-Code:

```
libname ueb4 "U:\WS0910\PPOEK\ueb4\";

data radfl;
    set ueb4.radfl;
    flw=23; /* W/(mV m²)Eichfaktor*/
    fkw=22; /* W/(mV m²)Eichfaktor*/
    G_39=UGo_39*200; /*Globalstrahlung (oberhalb Bestand) unter
Berücksichtigung des Eichfaktors */
    RG_39=-UGu_39*200; /*Reflektierte Globalstrahlung (oB)*/
    G_02=UGo_02*200; /*Globalstrahlung (unterhalb Bestand) unter
Berücksichtigung des Eichfaktors */
    RG_02=-UGu_02*200; /*Reflektierte Globalstrahlung (uB)*/
    A_39=flw*UQo_39+5.67E-8*TQ_39**4-G_39*flw/fkw; /*Atmosphärische
Gegenstrahlung (oB)*/
    E_39=- (flw*UQu_39+5.67E-8*TQ_39**4- (-RG_39)*flw/fkw);
/*Emission (oB)*/
    A_02=flw*UQo_02+5.67E-8*TQ_02**4-G_02*flw/fkw; /*Atmosphärische
Gegenstrahlung (uB)*/
    E_02=- (flw*UQu_02+5.67E-8*TQ_02**4- (-RG_02)*flw/fkw);
/*Emission (uB)*/
    Qk_39=G_39+RG_39; /*Kurzwellige Strahlungsbilanz (oB)*/
    Qk_02=G_02+RG_02; /*Kurzwellige Strahlungsbilanz (uB)*/
    Ql_39=A_39+E_39; /*Langwellige Strahlungsbilanz (oB)*/
    Ql_02=A_02+E_02; /*Langwellige Strahlungsbilanz (uB)*/
    Q_39=Qk_39+Ql_39; /*Gesamtstrahlungsbilanz (oB)*/
    Q_02=Qk_02+Ql_02; /* Gesamtstrahlungsbilanz (uB)*/
    *optische Eigenschaften;
    if G_39>10 then al_39= -RG_39/G_39; /* Unterscheidung Tag/Nacht*/
    if G_02>10 then al_02= -RG_02/G_02;
    if G_39>10 then t= G_02/G_39; /* Berechnung des
Transmissionskoeffizienten*/
    h= hour(saszeit)+0.5;
run;

/*Sortieren der daten nach Stunden*/
Proc sort data=radfl;
by h;
```

```

run;

/*Tagesgänge für Juni erstellen*/
Proc means data=radfl 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;
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 = marine 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;

/*Strahlungsbilanz*/
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2) label =("Zeit h ");
axis2 order = -100 to 450 by 25 minor=(n=4) label =(angle =90
"Strahlungsflussdichte W/m2 ");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb4\ueb4_00_abb1.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgang;
plot (Qk_39 Ql_39 Qk_02 Ql_02) * h/overlay haxis= axis1 vaxis =
axis2 legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;
quit;

/*Gesamtstrahlungsbilanz*/
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2) label =("Zeit h ");
axis2 order = -50 to 400 by 25 minor=(n=4) label =(angle =90
"Strahlungsflussdichte W/m2");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb4\ueb4_00_abb2.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;

proc gplot data = tagesgang;
plot (Q_39 Q_02) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2 legend=
legend1 vref=0 lvref=2;
run;
quit;

/*Albedo*/
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2) label =("Zeit h ");
axis2 order = 0 to 0.3 by 0.1 minor=(n=4) label =(" Albedo ");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb4\ueb4_00_abb3.gif";

```

```

goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (al_39 al_02) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2 legend=
legend1 vref=0 lvref=2;
run;
quit;

/*Transmissionskoeffizient*/
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = 0 to 0.2 by 0.01 minor=(n=4) label =(angle =90
"Transmissionskoeffizient");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb4\UEB4_00_abb4.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgang;
    plot (t) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2 legend= legend1
vref=0 lvref=2;
run;
quit;

/* Tabelle der Monatsmittelwerte */
proc means data = tagesgang min mean max maxdec=0 ;
var Qk_39 Qk_02 Ql_39 Ql_02 Q_39 Q_02 al_39 al_02 t;
output out = mean mean=;
run;

```

3. Ergebnisse (T)

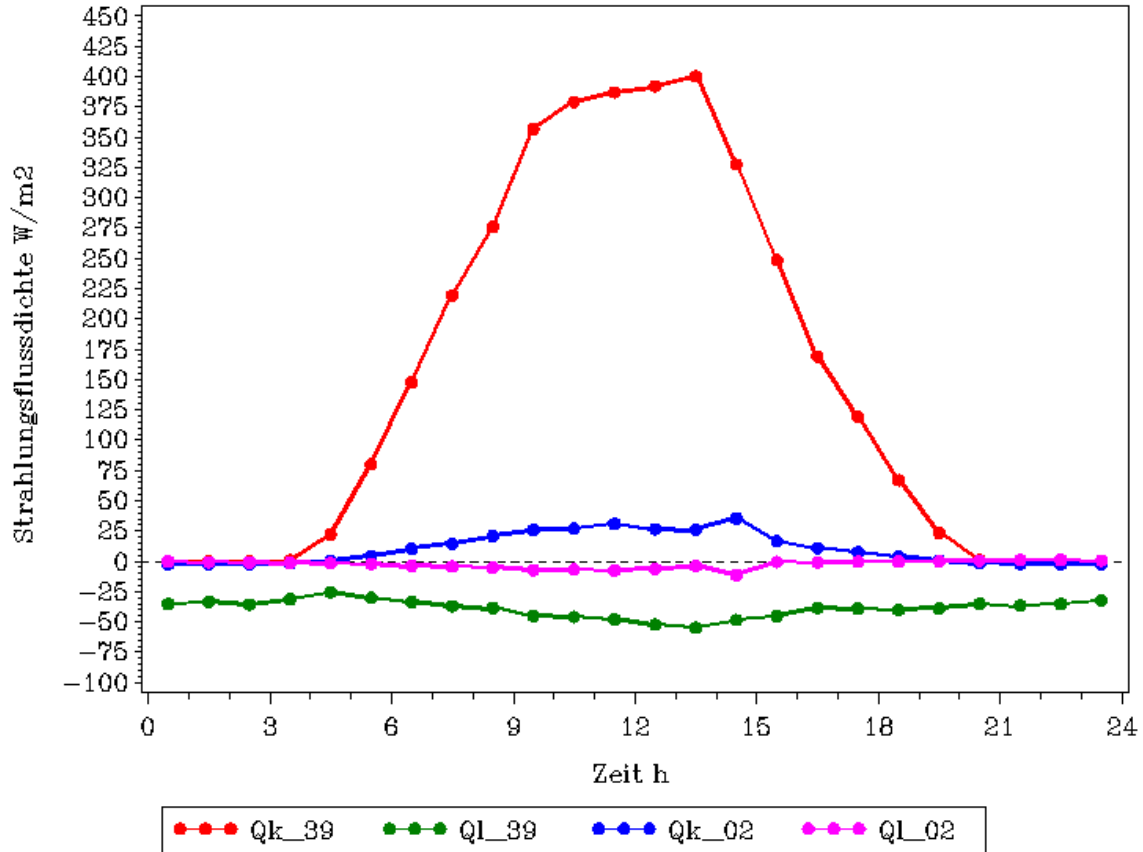


Abb. 1: Strahlungsbilanz von kurzwelliger (Qk) und langwelliger (Ql) Strahlung im Tagesverlauf. Gemittelt für den Monat Juni 1991. Gemessen in 39m bzw. 2m Hö

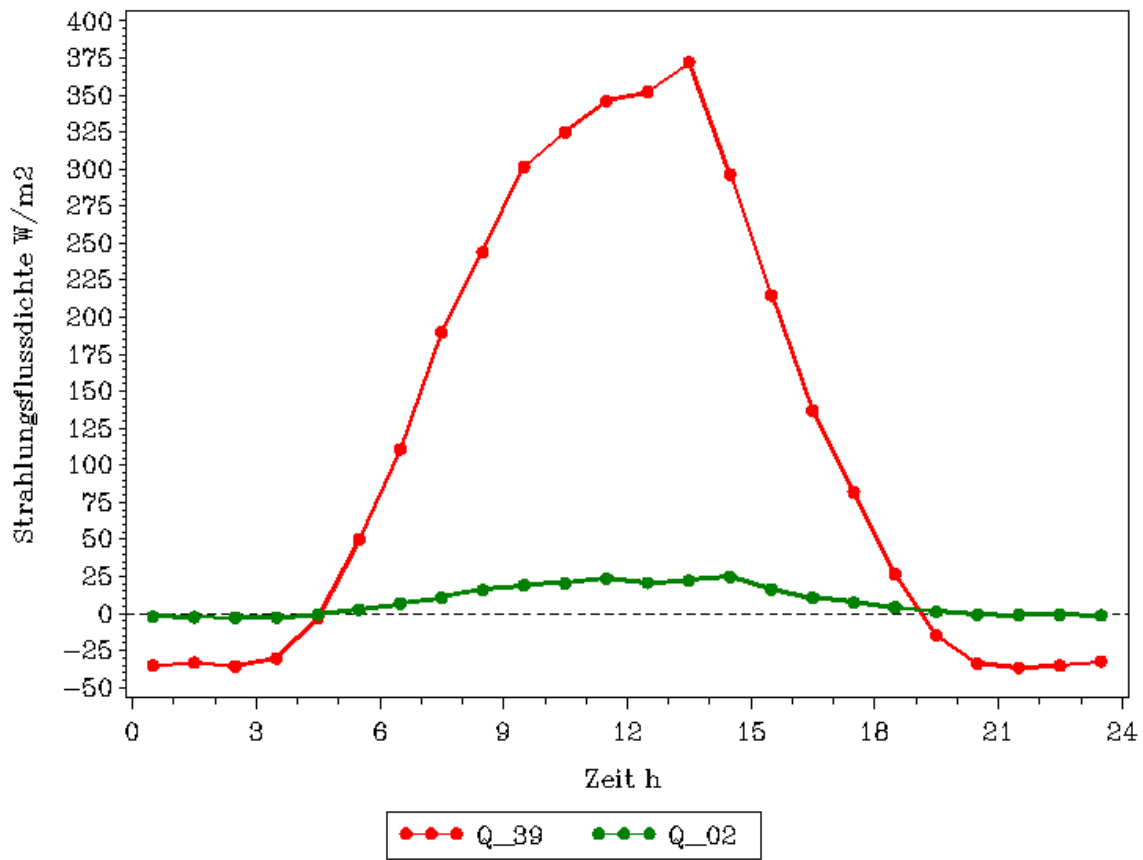


Abb. 2: Gesamtstrahlungsbilanz in 39m bzw. 2m Höhe im Tagesverlauf (Juni 1991)

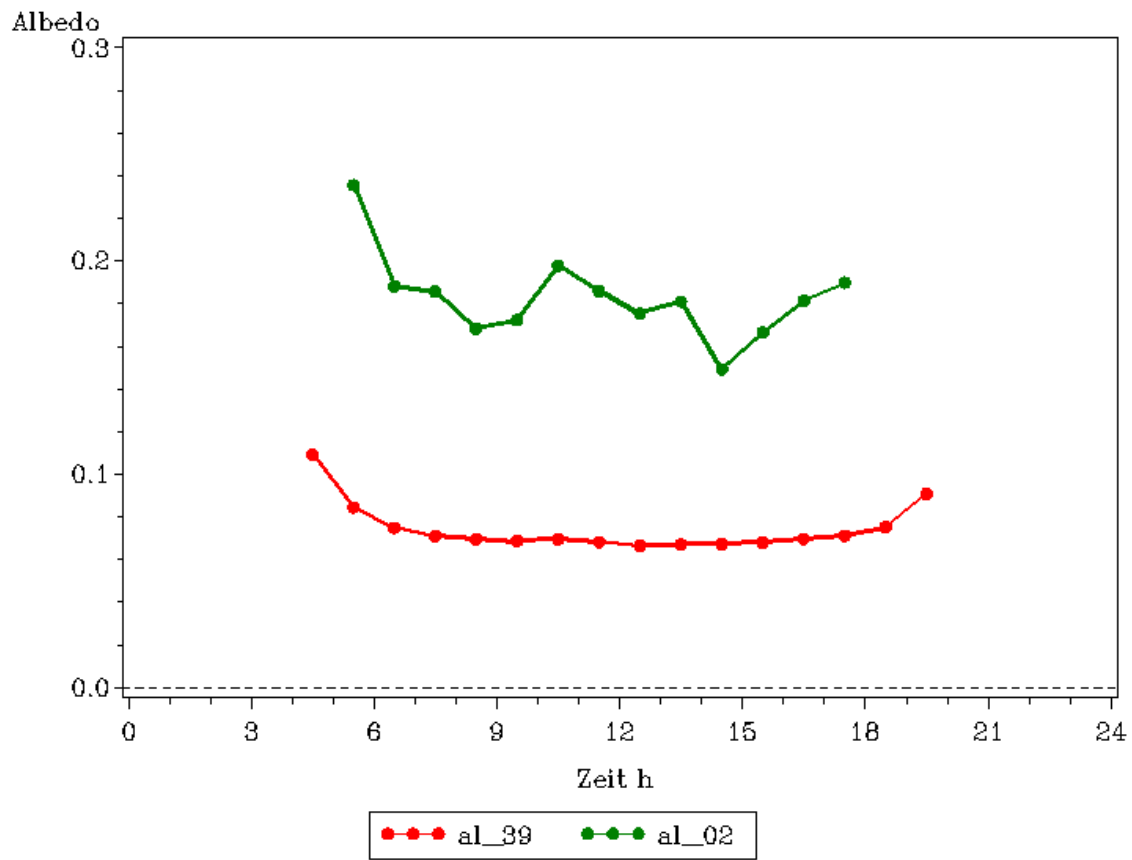


Abb. 3: Albedo in 39m bzw. 2m Höhe im Tagesverlauf (Juni 1991)

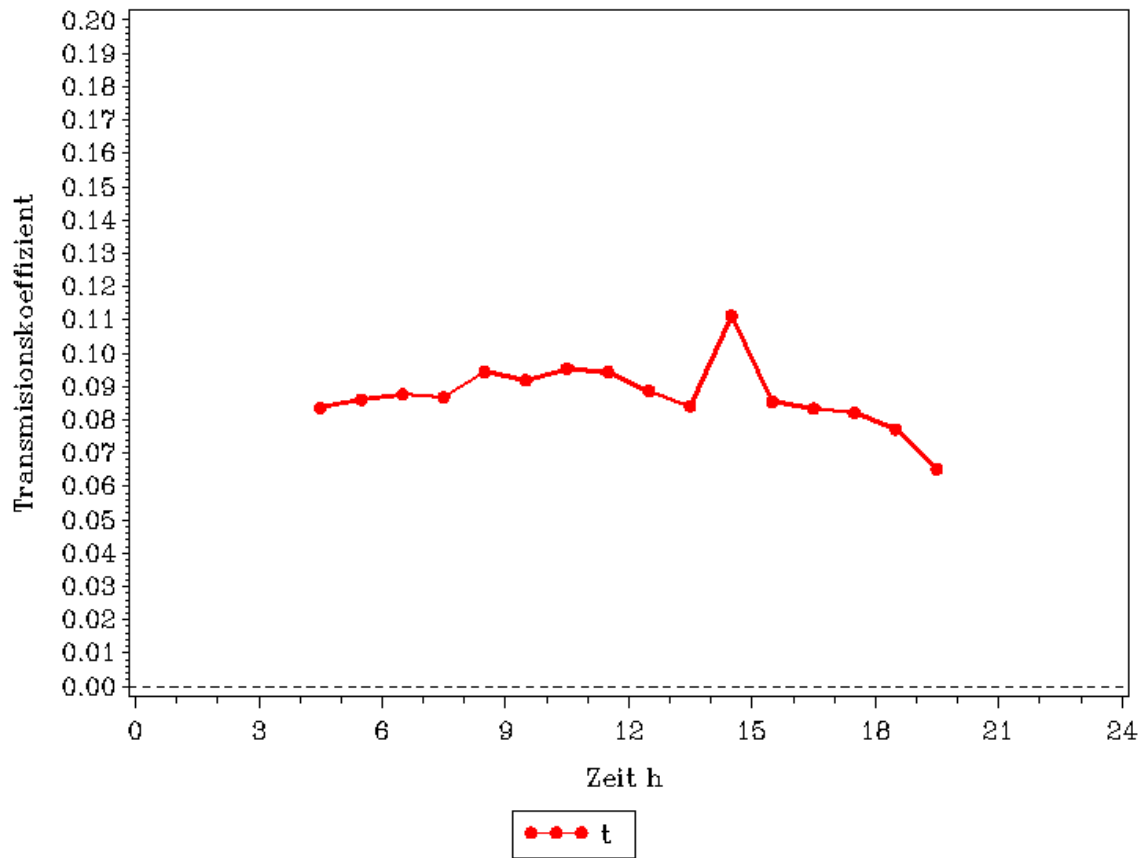



Abb. 4: Transmissionskoeffizient im Tagesverlauf (Juni 1991)

h	Qk 39	Qk 02	Ql 39	Ql 02	Q 39	Q 02	al 39	al 02	t
0.5	0	-2.02	-35.0556	0.0257	-35.056	-1.9943	.	.	.
1.5	0	-2.02	-33.084	-0.3269	-33.084	-2.3469	.	.	.
2.5	0	-2.02	-35.4711	-0.5714	-35.471	-2.5914	.	.	.
3.5	1.012	-1.4908	-31.0754	-0.8946	-30.074	-2.3854	.	.	.
4.5	22.508	0.8858	-25.1835	-1.3159	-2.805	-0.4301	0.10934	.	0.08367
5.5	80.169	4.8723	-29.9466	-2.1054	50.217	2.7669	0.08459	0.23571	0.08618
6.5	148.008	10.5254	-33.4098	-3.584	110.999	6.9414	0.07499	0.18832	0.08773
7.5	219.689	14.725	-36.7359	-3.9651	190.013	10.7599	0.07113	0.18578	0.08686
8.5	276.191	21.0835	-38.1128	-5.0144	244.187	16.069	0.0697	0.16837	0.0945
9.5	357.061	25.9973	-44.8035	-6.8192	301.584	19.1781	0.06892	0.17238	0.09192
10.5	379.57	27.084	-45.6487	-6.5974	325.212	20.4866	0.06966	0.1979	0.09554
11.5	387.401	31.0508	-47.8296	-7.2741	346.277	23.7767	0.06842	0.18597	0.09453
12.5	392.505	26.8176	-52.0136	-5.8556	352.443	20.962	0.06665	0.17556	0.08875
13.5	400.451	26.18	-54.5662	-3.7841	372.493	22.3959	0.06717	0.18117	0.08418
14.5	327.819	35.7896	-48.2139	-10.8953	296.783	24.8943	0.06736	0.14942	0.11132
15.5	248.78	16.7638	-45.032	-0.2788	214.978	16.485	0.06813	0.1666	0.08544
16.5	169.525	11.3512	-38.3402	-0.6958	137.275	10.6553	0.06985	0.18135	0.08348
17.5	119.427	7.7331	-38.8568	-0.1502	81.927	7.5829	0.07137	0.19002	0.08216
18.5	67.154	4.225	-40.0406	0.039	26.525	4.264	0.07533	.	0.07723
19.5	23.729	0.8858	-38.7372	0.274	-14.655	1.1598	0.09097	.	0.06531
20.5	1.223	-1.4938	-35.0097	0.8848	-33.738	-0.609	.	.	.
21.5	0	-2.02	-36.3752	1.232	-36.375	-0.788	.	.	.
22.5	0	-2.02	-35.0731	1.3229	-35.073	-0.6971	.	.	.
23.5	0	-2.02	-32.1605	0.8995	-32.161	-1.1205	.	.	.

Tab.1 : Mittlerer Tagesgang für Juni 1991

4. Diskussion (S)

Die Bilanz der kurzwelligen Strahlung unterliegt oberhalb der Kronenschicht der höchsten Schwankung mit deutlichem Maximum zur Mittagszeit. Unterhalb der Kronenschicht ist die Schwankung deutlich geringer ausgeprägt und erreicht das Maximum ein wenig später. 

Die langwellige Strahlungsbilanz ist unterhalb der Kronenschicht größer und im Tagesverlauf nahezu konstant. Oberhalb der Kronenschicht erreicht sie nur geringe Werte und unterliegt im Tagesverlauf geringen Schwankungen.


Der Verlauf der Gesamtstrahlungsbilanz oberhalb der Kronenschicht unterliegt einer starken Schwankung und erreicht ihr Maximum zur Mittagszeit bei ca. 375 W/m^2 .

Unterhalb der Kronenschicht ist die Schwankung im Tagesverlauf nur sehr gering. Das Maximum liegt bei nur ca. 25 W/m^2 .

Der Verlauf der Albedokurven gleicht einem U, da am Abend und am Morgen der Lichteinfallswinkel kleiner ist als am Mittag und somit eine höhere Streuung bewirkt.

Die Albedo ist unterhalb der Kronenschicht größer als oberhalb und erreicht morgens die höchsten Werte mit etwa 25 %. Während der Verlauf unterhalb der Kronenschicht unregelmäßig schwankt, ist er oberhalb kontinuierlicher. Das Maximum liegt bei ca. 11% am Morgen und danach kontinuierlich um die 7 % gefolgt von einem kleinen Anstieg am Abend.

Der Verlauf der Kurve des Transmissionskoeffizienten gleicht dem Verlauf der kurzwelligen Strahlungsbilanz unterhalb der Kronenschicht. Das Maximum liegt ebenso um die späte Mittagszeit.

Der  Hauptteil der kurzwelligen Strahlung wird von der Kronenschicht reflektiert und es gelangt nur ein geringer Anteil bis zum Boden. Deutlich wird dies durch die viel geringeren Werte der emittierten langwelligen Strahlung. Die Differenz der Kurvenverläufe der langwelligen Strahlung lässt den Schluss zu, dass unterhalb der Krone viel Strahlung zum Boden zurück reflektiert wird und außerdem durch Erdboden, Bäume und Pflanzen zusätzliche langwellige Strahlung emittiert wird.

5. Schlussfolgerungen (T)

Kurzwellige Strahlung wirkt vor allem am Tag. Nachts ist die Wirkung der langwelligen Strahlung größer. Unterhalb der Kronenschicht ist der Einfluss der langwelligen

Strahlung deutlich erkennbar, da sie dort mehr reflektiert und gestreut wird als oberhalb. Kurzwellige Strahlung gelangt allein durch die Sonne zur Erdoberfläche, langwellige Strahlung wird zusätzlich von erwärmten Körpern emittiert. Daher wird auch die langwellige Strahlungsbilanz vom Wetter weniger beeinflusst. Relativ wetterunabhängig sind die Albedo, zumindest unterhalb der Kronenschicht, sowie der Transmissionskoeffizient der Kronenschicht.

