

# **Physikalische Prozesse in der Ökologie**

## **Protokoll zur Übung 5**

**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)	10
5. Schlussfolgerungen (T)	10

## 1. Aufgabe

Wenden Sie die Tautochronenmethode an, um aus dem Datensatz \\ufobi6\trans\ppoek\ueb5\1t97.sd2 für einen Monat, den Bodenwärmestrom der Fichtenfläche F1 im Solling zu berechnen. Neben den Bodentemperaturen (BTM\_HH) finden Sie dort auch Lufttemperaturen (TT\_so, TT\_kr, TT\_st für Lufttemperaturen über dem Bestand, im Kronenrum und im Stammraum). Sprechen Sie sich bitte ab, damit wir für alle Monate Ausarbeitungen erhalten).

Richten Sie sich bitte in der Wahl der Horizonte nach der Tabelle der thermischen Eigenschaften für den Boden der Fichtenprobefläche F1 im Solling (hier). Mitteln Sie über die Temperaturen in einer Schicht. Stellen Sie den Verlauf der Lufttemperaturen, der Wärmeflussdichten in den einzelnen Schichten und den der Gesamtflussdichte als mittlere monatliche Tagesgänge dar und diskutieren Sie die Ergebnisse.

## 2. Methode (S)

Die Tautochronenmethode wird verwendet um den Wärmefluss zwischen vertikal getrennten Bodenschichten zu errechnen. Kennt man die Wärmeänderung in einem bestimmten Zeitintervall je Bodenschicht, so ist es möglich über die Wärmekapazität Rückschlüsse auf die Energieänderung zu ziehen. Für die Änderung des Wärmestroms zwischen z Schichten gilt:

$$G_{\Delta z} = \frac{dT_{\Delta z}}{dt} \cdot \rho_{\Delta z} \cdot c_{\Delta z}$$

Durch Aufsummieren der einzelnen Wärmeströme erhält man den Gesamtwärmestrom.



### **SAS-Code:**

```
/******  
/* Tautochronenmethode.sas */  
/* Andreas Ibrom, 12.2004 */  
/******  
/* Berechnung von Bodenwärmeströmen aus Bodentemperaturmessungen  
(PPOEK)  
  
/* Tautochronenmethode  
*****  
*/
```

```

libname ueb5 "U:\WS0910\PPOEK\ueb5";
data flt97;
    set ueb5.flt97;
run;

data flt97;
    set flt97;
    /*Mittel der Temperaturen für jede Schicht*/
    BTM_1= mean(BTM_02,BTM_05); /* Mittelwert aus zwei Tiefen in
Schicht 1 */
    BTM_2= mean(BTM_05,BTM_10);
    BTM_3= mean(BTM_10,BTM_20);
    BTM_4= mean(BTM_20,BTM_50);
    BTM_5= mean(BTM_50,BTM100);
    BTM_6= BTM100;

    /* Fehlerhafte Werte ausschließen */
    if "02sep1997:09:15:00"dt <= saszeit <="02sep1997:09:45:00"dt
then do;
        BTM_1 = .;BTM_2 = .;BTM_3 = .;BTM_4 = .;BTM_5 = .;BTM_6 =
. ;
    end;

    /* Temperatur der vorherigen halben Stunde */
    lbtm_1= lag1(BTM_1);
    lbtm_2= lag1(BTM_2);
    lbtm_3= lag1(BTM_3);
    lbtm_4= lag1(BTM_4);
    lbtm_5= lag1(BTM_5);
    lbtm_6= lag1(BTM_6);

    /* Gradient in K/s :
Achtung hier werden Halbstundenmittelwerte der Bodentemperaturen
verwendet,
das bedeutet, dass das Signal und damit die die Wärmeströme
etwas gedämpft werden.
Besser wäre es, wenn man einen Anfangs- und einen Endwert der
jeweiligen Stunde
zur Verfügung hätte.*/
    DT_1=btm_1-lbtm_1; DT_dt_1=DT_1/1800; /* Gradient der
Bodentemperatur mit der Zeit in K/s */
    DT_2=btm_2-lbtm_2; DT_dt_2=DT_2/1800;
    DT_3=btm_3-lbtm_3; DT_dt_3=DT_3/1800;
    DT_4=btm_4-lbtm_4; DT_dt_4=DT_4/1800;
    DT_5=btm_5-lbtm_5; DT_dt_5=DT_5/1800;
    DT_6=btm_6-lbtm_6; DT_dt_6=DT_6/1800;

    /*Wärmeverratsänderungen der Schichten. Annahme: Boden sei Feucht
(Spätherbst, Winter, Frühjahr) */
    DW_1 = Dt_dt_1* 93*1000;
    DW_2 = Dt_dt_2* 116*1000;
    DW_3 = Dt_dt_3* 330*1000;
    DW_4 = Dt_dt_4* 697*1000;
    DW_5 = Dt_dt_5* 1383*1000;
    DW_6 = Dt_dt_6* 1401*1000;
    G = DW_1 + DW_2 + DW_3 + DW_4 + DW_5 + DW_6;

```

```

run;
/* Variablenzuweisung für Datumbestandteile */
data saszeit;
    set flt97;
    format saszeit datetime. datum date.;
    t = saszeit;
    Datum = datepart(saszeit);
    d = datum;
    monat = month(datum);
    h = hour(saszeit);
run;
/* Bildung der Stundenmittelwerte*/
Proc means data=saszeit mean noprint;
    by h;
    output out=tagesgang mean=;
run;
/* Erstellen einer Tabelle mit den Werten des Monats Mai */
data mai;
    set tagesgang;
    if monat = 5;
run;
/* Sortieren der Tabelle nach Stunden */
proc sort data=mai;
by h;
run;
/* Nochmalige Mittelwertbildung für den Tagesgang*/
proc means data=mai;
by h;
output out=tagesgangmai 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 = none c = red l =1 w = 2;
symbol2 i = join v = none c = green l =1 w = 2;
symbol3 i = join v = none c = blue l =1 w = 2;
symbol4 i = join v = none c = magenta l =1 w = 2;
symbol5 i = join v = none c = olive l =1 w = 2;
symbol6 i = join v = none c = purple l =1 w = 2;

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

/* Grafikausgabe Lufttemperaturen */
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = 7 to 10 by 1 minor=(n=4)label =(angle =90 "Temperatur
C°");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb5\ueb5_00_abb1.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgangmai;

```

```

        plot (TT_KR TT_ST TT_SO) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2
legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;

/* Grafikausgabe Wärmeverratsänderung */
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = -5 to 10 by 1 minor=(n=4)label =(angle =90
"Wärmeverratsänderung (W/m²)");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb5\ueb5_00_abb2.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgangmai;
    plot (DW_1 DW_2 DW_3 DW_4 DW_5 DW_6) * h/overlay haxis= axis1
vaxis = axis2 legend= legend1 vref=0 lvref=2;
run;

/* Grafikausgabe Gesamtwärmestrom */
axis1 order = 0 to 24 by 3 minor=(n=2)label =("Zeit h ");
axis2 order = -10 to 20 by 1 minor=(n=4)label =(angle =90
"Waermeflussdichte (W/m²)");
filename fileref "U:\WS0910\PPOEK\ueb5\ueb5_00_abb3.gif";
goptions dev=gif733 gsfname=fileref ftext = complex gsfmode=replace
htext = 1.3;
proc gplot data = tagesgangmai;
    plot (G) * h/overlay haxis= axis1 vaxis = axis2 legend= legend1
vref=0 lvref=2;
run;
quit;

```

### 3. Ergebnisse (T)

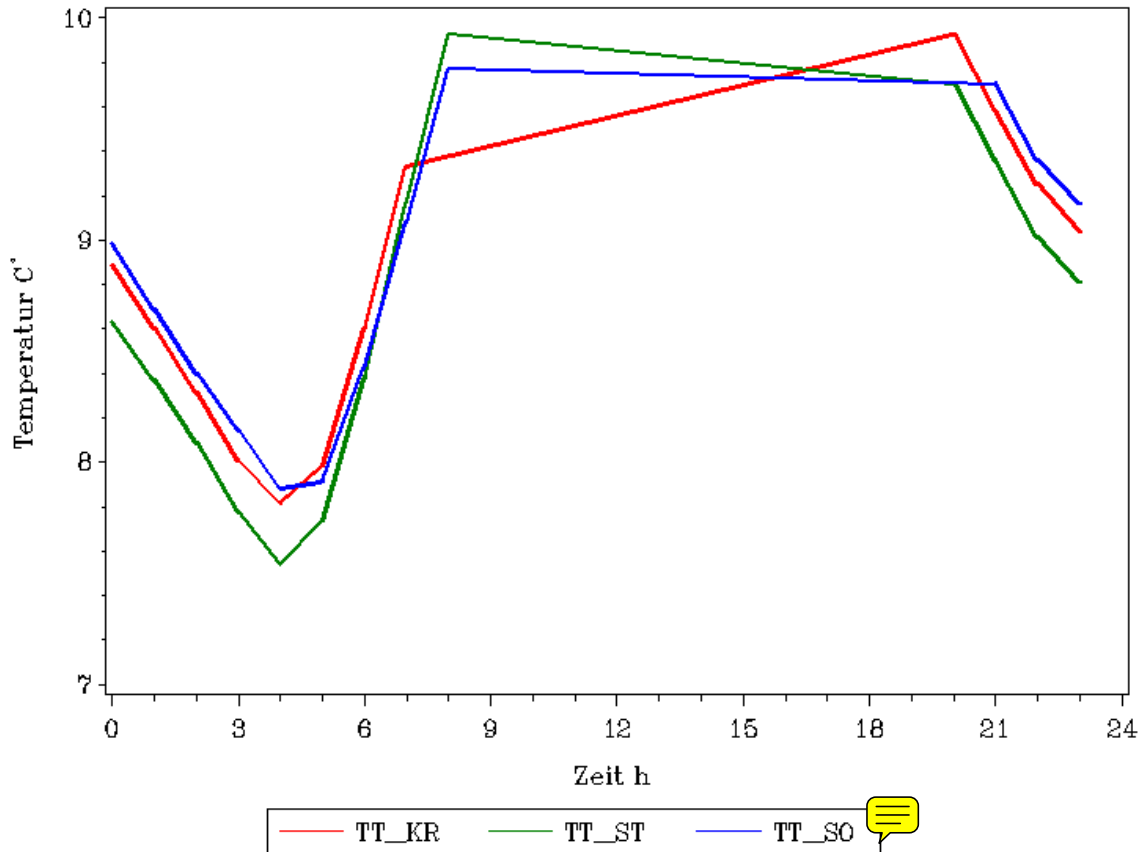


Abb. 1: Mittlerer Tagesgang für den Monat Mai der Lufttemperatur im Kronenraum (TT\_KR) im Stammraum (TT\_ST) und über dem Bestand (TT\_SO)

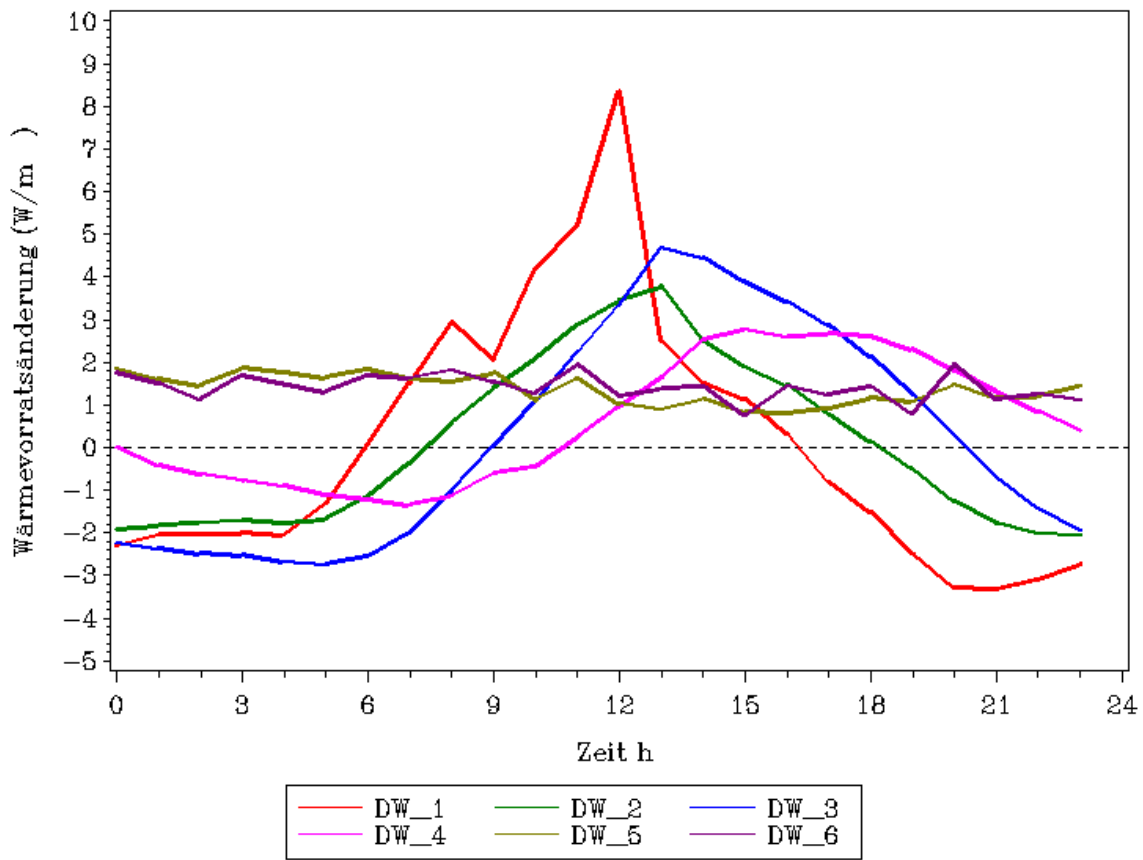


Abb. 2: Mittlerer Tagesgang der Wärmeverratsänderung der verschiedenen Bodenschichten 



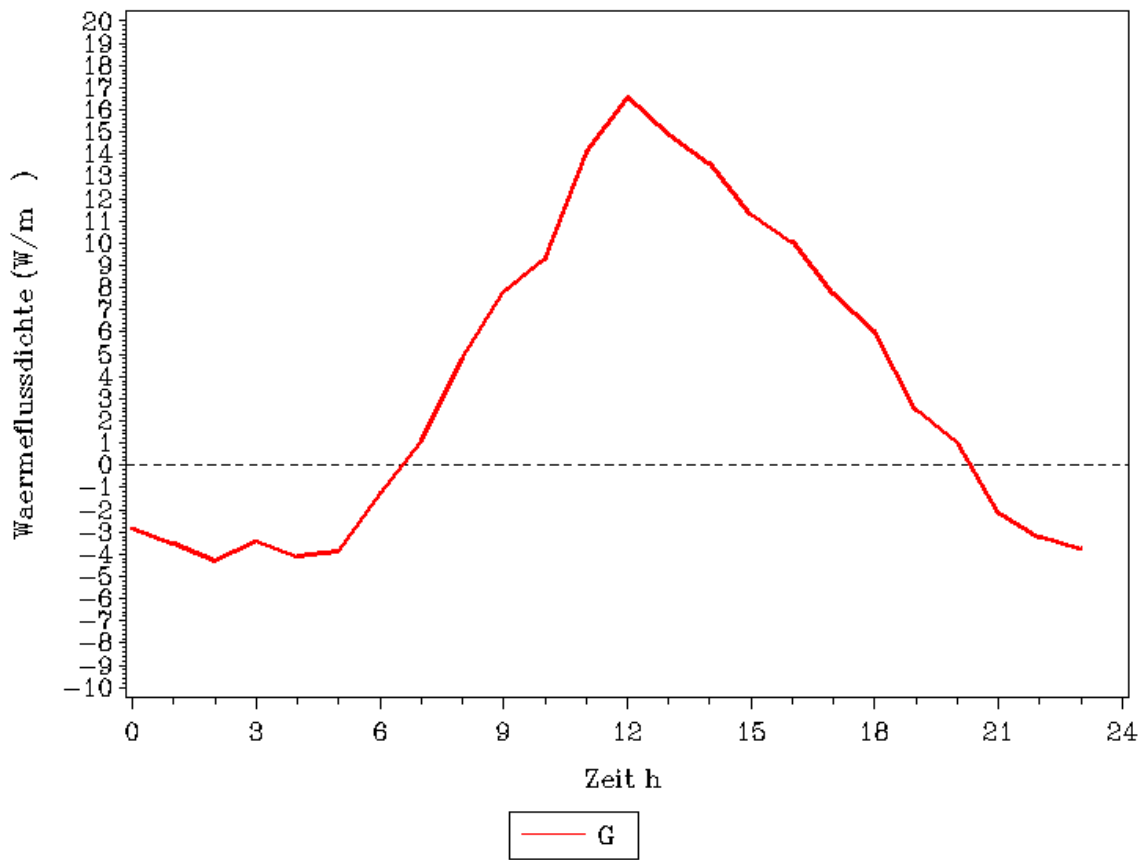



Abb. 3: Mittlerer Tagesgang der Gesamtwärmeflussdichte

## **4. Diskussion (S)**

Der Verlauf der Temperaturkurven ist zwischen 20 Uhr und 7 Uhr etwa parallel. Tagsüber erreicht die Temperatur im Stammraum am schnellsten ihr Maximum; gegen Abend erreicht die Temperatur im Kronenraum ein Maximum auf ähnlichem Niveau.

Die höchste Wärmeverratsänderung findet in der Humusauflage statt. Hier sind jedoch auch die größten Schwankungen zu beobachten. Die Steigung der Kurve deutet auf ein relativ schnelles Aufwärmen und Abkühlen hin.

Die Kurven der zweiten, dritten und vierten Schicht haben einen recht ähnlichen Verlauf, welcher zeitlich etwas versetzt verläuft. Je tiefer die Schicht liegt, desto geringer sind die Schwankungen der Kurven. Schicht 3 erfährt vermutlich eine erhöhte Wärmezufuhr aus den unteren verlaufs-stabileren Schichten und erreicht deswegen ein höheres Maximum als Schicht 2, welche zusätzlich viel Wärme an die schnell auskühlende Humusauflage verliert. Schichten 5 und 6 verlaufen annähernd parallel und unterliegen kaum Schwankungen. 

Der Gesamtwärmestrom wird tagsüber durch Strahlung positiv. Nachts nimmt er negative Werte an.

## **5. Schlussfolgerungen (T)**

Die Tiefe der Schicht ist entscheidend für den Wärmestrom durch diese. Je tiefer eine Schicht liegt, desto geringer wird der Wärmestrom von äußeren Einflüssen beeinträchtigt. Die Humusauflage gibt ihre aufgenommene Energie schnell wieder ab, da sie aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit und Dichte eine niedrige Wärmekapazität besitzt. Der Wärmehaushalt wird maßgeblich durch Sonneneinstrahlung beeinflusst. Fehlt diese, so strahlt die Energie in Form von langwelliger Strahlung vom Erdkörper ab, ohne dass Energienachlieferung in Form kurzweiliger Strahlung erfolgt.

