

Protokoll 2: Variabilität von physikalischen Zustandsgrößen der Atmosphäre

Bastian Heß, Rebekka Hufner

08.12.2009

1 Aufgabenstellung

1. Untersuchen Sie die Variabilität der Wetterelemente anhand der Wetterdaten von zwei Klimastationen über einer Freifläche und im Buchenwald.
 - Berechnen Sie
 - den Dampfdruck und das Wasserdampfdrucksättigungsdefizit aus der relativen Feuchte und der Lufttemperatur.
 - Tages- und Monatsmittelwerte für die Lufttemperaturen, Feuchtegrößen, Luftdruck, Strahlung und Windgeschwindigkeiten,
 - Mittlere monatliche Tagesgänge für diese Größen für September,
 - Tages-, Monats- und Jahressummen der Niederschlagsmenge.
 - Stellen Sie die mittleren monatlichen Tagesgänge für September:
 - Luft- und Bodentemperaturen von FS und WS
 - PAR- Strahlung FS, WS
 - Luftdruck
 - Windgeschwindigkeit FS, WS
2. Besprechen Sie die Ergebnisse hinsichtlich folgender Fragestellungen
 - Welche Besonderheiten charakterisierten die Witterung des Jahres 1996?
 - Welche Unterschiede haben Sie zwischen Waldinnen- und Freiflächenklima festgestellt?
Quantifizieren Sie diese anhand von Mittelwerten und Schwankungsbreiten

2 Methode der Auswertung

2.1 Material

Die vorliegenden Daten aus dem Jahr 1996 enthalten:

BT05_FS - Bodentemperatur in 5 cm Tiefe (Freiflächenstation) °C
BT05_WS - Bodentemperatur in 5 cm Tiefe (Waldflächenstation) °C
BT20_FS - Bodentemperatur in 20 cm Tiefe (Freiflächenstation) °C
BT20_WS - Bodentemperatur in 20 cm Tiefe (Waldflächenstation) °C
G_FS - Globalstrahlung (Freiflächenstation) W/m²
PAR_FS - Photosynthetisch aktive photonenflussdichte (Freiflächenstation) µmol
Photonen m²/s
PAR_WS - Photosynthetisch aktive photonenflussdichte (Waldstation) µmol
Photonen m²/s
P_02GW - Luftdruck Göttinger Wald hPa
Q_FS - Strahlungsbilanz (Freiflächenstation) W/m²
RF_FS - Relative Feuchte (Freiflächenstation) %
RF_WS - Relative Feuchte (Waldstation) %
RI_FS - Regenintensität (Freiflächenstation)
SASZEIT - Variable für Zeit (Datum und Uhrzeit)
TLMAX_F - T Maximum (Freiflächenstation) °C
TLMAX_W - T Maximum (Freiflächenstation) °C
TLMIN_F - T Minimum (Freiflächenstation) °C
TLMIN_W - T Minimum (Waldstation) °C
TL_02GW - Lufttemperaturen im Stammraum in 2 m Höhe am Messturm im
Göttinger Wald °C
TL_39GW - Lufttemperaturen über dem Bestand in 39 m Höhe am Messturm
im Göttinger Wald °C
TL_FS - Lufttemperaturen in 2 m Höhe auf der Freiflächenstation °C
TL_WS - Lufttemperaturen in 2 m Höhe an der Waldstation °C
WGMAX_FS - maximale Windgeschwindigkeiten auf der Freiflächenstation m/s
WGMAX_WS - maximale Windgeschwindigkeiten an der Waldstation m/s
WG_FS - mittlere Windgeschwindigkeiten der Freiflächenstation m/s
WG_WS - mittlere Windgeschwindigkeiten der Waldstation m/s

2.2 Theorie

Dampfdruck und Wasserdampfdrucksättigungsdefizit_{Heß}

Der Dampfdruck kann aus dem Sättigungsdampfdruck und der relativen Luftfeuchtigkeit errechnet werden. Die relative Luftfeuchtigkeit ist gegeben (RF_WS und RF_F), der Sättigungsdampfdruck wird mit Hilfe der MAGNUS-Formel und der ebenfalls gegebenen Temperatur (TL_FS und TL_WS) genähert.

$$ES = 6.1078 \cdot \exp\left(\frac{17.08085 \cdot \vartheta_L}{234.175 + \vartheta_L}\right)$$

$$RF = \frac{e}{ES}$$

2.3 SAS-Quellcode

Dampfdruck und Wasserdampfdrucksättigungsdefizit Hüfner

```

data ES;
set uebung2.bk96;

/*Sättigungsdampfdruck ES*/
/* ES Freistation*/
ES_FS = 6.1078*exp((17.08085*TL_FS)/(234.175+TL_FS));

/* ES Waldstation*/
ES_WS = 6.1078*exp((17.08085*TL_WS)/(234.175+TL_WS));

/*Dampfdruck e*/
/*Dampfdruck e Freistation*/
e_FS=RF_fs/100*ES_FS;

/*Dampfdruck e Waldstation*/
e_WS=RF_ws/100*ES_WS;

/*Wasserdampfdrucksättigungsdefizit (ES-e)*/
/*Wasserdampfdrucksättigungsdefizit für Freistation*/
ESdef_fs=ES_FS-e_FS;

/*Wasserdampfdrucksättigungsdefizit für Waldstation*/
ESdef_ws=ES_WS-e_WS;

run;

```

Tageswerte für die Lufttemperaturen, Feuchtegrößen, Luftdruck, Strahlung und Windgeschwindigkeiten Hefß

Zeitumrechnung mit saszeit

```

/* Umrechnung von saszeit um Mittelwerte von Tagen, Stunden, usw bilden zu können*/
data tmp;
set uebung2.bk96;
format saszeit datetime. date date.;

```

```

t = saszeit; /* Datetime. : Format-Variable sind in Sekunden*/
datum = datepart ( saszeit ); /* zieht das Datum aus einer Datetime.-
Variablen*/
d = datum; /* Date. Format-Variable sind in Tagen*/
monat = month (datum); /* der Monat im Jahr als Zahl zwischen 1 und
12*/
jd = Juldate (datum)-96000; /* der julianische Tag von 1-365, bereinigt mit
-9600*/
h = hour (saszeit);
run;

```

Monatsmittelwerte

```

proc sort data=tmp;
  by monat;
run;

proc means data = tmp mean;
  var TL_fs TL_ws WG_fs WG_ws RF_fs RF_ws G_fs PAR_fs PAR_fs
P_02GW;
  by monat;
  output out =uebung2.Mo_Mw mean=;
run;

```

Tagesmittelwerte

```

data Ta_Mw;
  set tmp;
run;
proc sort data = Tag_MW;
  by jd;
run;
proc means data = Tag_MW;
  by jd;
  output out = uebung2.MT_tag mean=;
run;

```

```

/* September auswählen*/
data Sept;
  set tmp;
  if monat=9;
proc sort data=Sept;
  by h;

```

```

run;
proc means data=Sept noprint;
by h;
output out=uebung2.M_9 mean=;
run;

```

Tages-, Monats- und Jahressummen der Niederschlagsmenge_{Hüfner}

Summe der Tagesniederschläge

```

/*Tagesniederschläge*/
proc sort data=tmp;
by jd;
run;
proc means data=tmp sum;
var RI_FS;
by jd;
output out=uebung2.sRI_Ta sum=;
run;

```

Summe der Monatsniederschläge

```

/*Monatsniederschläge*/
proc sort data=tmp;
by monat;
run;
proc means data=tmp sum;
var RI_FS;
by monat;
output out=uebung2.sRi_Mo sum=;
run;

```

Summe des Jahresniederschlages

```

proc means data=tmp sum;
var RI_FS;
output out=uebung2.sRi_Ja sum=;
run;

```

Darstellung der mittleren monatlichen Tagesgänge_{Heß}

Luft- und Bodentemperaturen von FS und WS

```

/*Grafische Ausgabe*/
goptions device=gif733 gsfmode=REPLACE;

```

```

/*Speicherort*/
goptions GACCESS='sasgastd>U:\ppoek\ueb\u2\ueb2_abb1_B.gif';

/*Beschriftung der Achsen*/
axis1 label=("Stunden");
axis2 label=(angle=90 "Temperatur in °C");

/*Verbinden (i=interpol) der Punkte Verändern der Punkte (v=vertices)*/
symbol1 i=join v=none c=steel;
symbol2 i=join v=none c=cyan;
symbol3 i=join v=none c=brown;
symbol4 i=join v=none c=red;
symbol5 i=join v=none c=tan;
symbol6 i=join v=none c=lilac;

/*Titel*/
title1 height=3 "Luft- und Bodentemperaturen September 1996";
legend1 label=none mode=reserve position=(outside bottom center) frame;

proc gplot data = uebung2.M_9;

plot TL_FS*H TL_WS*H BT05_FS*H BT05_WS*H BT20_FS*H BT20_WS*H/overlay
haxis=axis1 vaxis=axis2 legend=legend1;

```

PAR

```

/*Grafische Ausgabe*/
goptions device=gif733 gsfmode=REPLACE;

/*Speicherort*/
goptions GACCESS='sasgastd>U:\ppoek\ueb\u2\ueb2_abb2_B.gif';

/*Beschriftung der Achsen*/
axis1 label=("Stunden");
axis2 label=(angle=90 "PAR in m2/s");

/*Verbinden (i=interpol) der Punkte Verändern der Punkte (v=vertices)*/
symbol1 i=join v=none c=steel;
symbol2 i=join v=none c=cyan;

```

```

/*Titel*/
title1 height=3 "PAR September 1996";
legend1 label=none mode=reserve position=(outside bottom center) frame;

```

```

proc gplot data = uebung2.M_9;

```

```

plot PAR_FS*H PAR_WS*H/overlay haxis=axis1 vaxis=axis2 legend=legend1;

```

Luftdruck

```

/*Grafische Ausgabe*/
goptions device=gif733 gsfmode=REPLACE;

```

```

/*Speicherort*/
goptions GACCESS='sasgastd>U:\ppoek\ueb\u2\ueb2_abb4.gif';

```

```

/*Beschriftung der Achsen*/
axis1 label=("Stunden");
axis2 label=(angle=90 "Luftdruck in hPa");

```

```

/*Verbinden (i=interpol) der Punkte Verändern der Punkte (v=vertices)*/
symbol1 i=join v=none c=steel;
symbol2 i=join v=none c=cyan;

```

```

/*Titel*/
title1 height=3 "Luftdruck September 1996";
legend1 label=none mode=reserve position=(outside bottom center) frame;

```

```

proc gplot data = uebung2.M_9;

```

```

plot P_02GW*H/overlay haxis=axis1 vaxis=axis2 legend=legend1;

```

Windgeschwindigkeit FS, WS

```

/*Grafische Ausgabe*/
goptions device=gif733 gsfmode=REPLACE;

```

```

/*Speicherort*/
goptions GACCESS='sasgastd>U:\ppoek\ueb\u2\ueb2_abb3.gif';

```

```

/*Beschriftung der Achsen*/
axis1 label=("Stunden");
axis2 label=(angle=90 "mittlere Windgeschwindigkeit in m/s");

```

```
/*Verbinden (i=interpol) der Punkte Verändern der Punkte (v=vertices)*/  
symbol1 i=join v=none c=steel;  
symbol2 i=join v=none c=cyan;  
  
/*Titel*/  
title1 height=3 "Mittlere Windgeschwindigkeiten September 1996";  
legend1 label=none mode=reserve position=(outside bottom center) frame;  
  
proc gplot data = uebung2.M_9;  
  
plot WG_FS*H WG_WS*H/overlay haxis=axis1 vaxis=axis2 legend=legend1;
```


3 Ergebnisse

Luft- und Bodentemperaturen September 1996

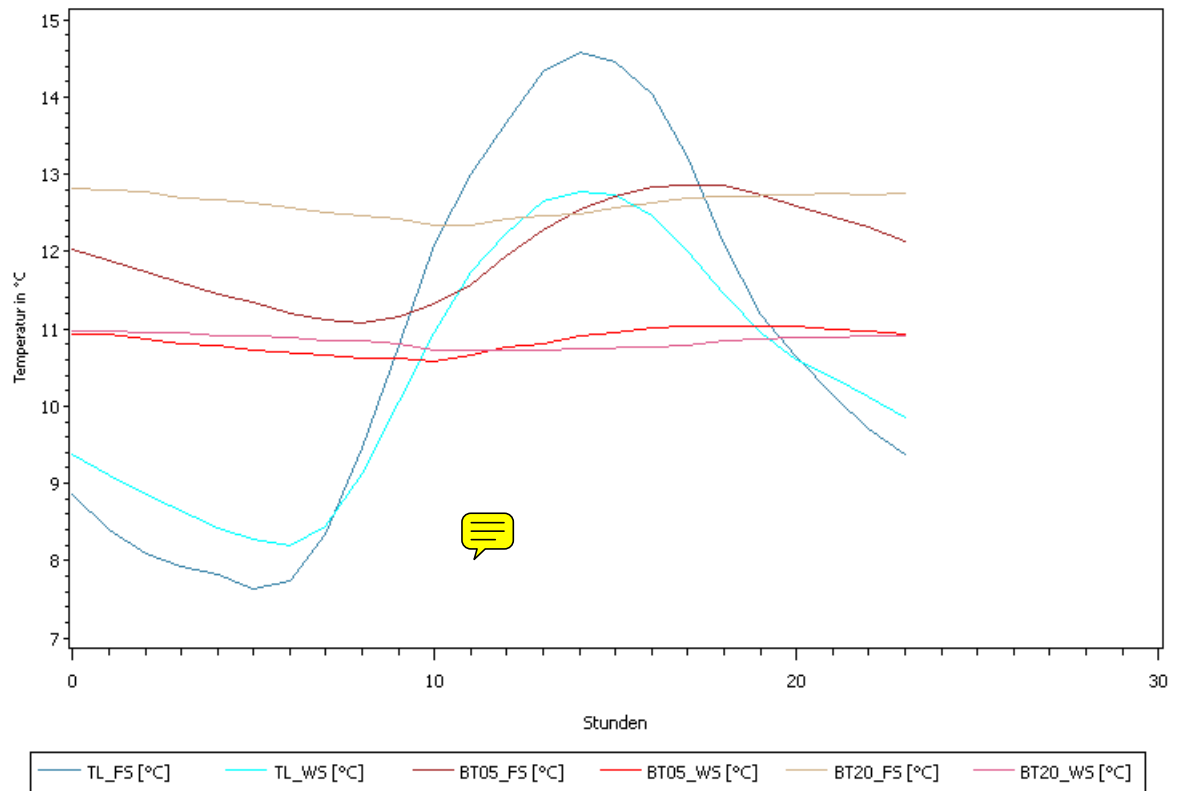


Abb.1 Mittlerer monatlicher Tagesgang der Luft- und Bodentemperaturen in °C im September 1996

Tagesgang PAR September 1996

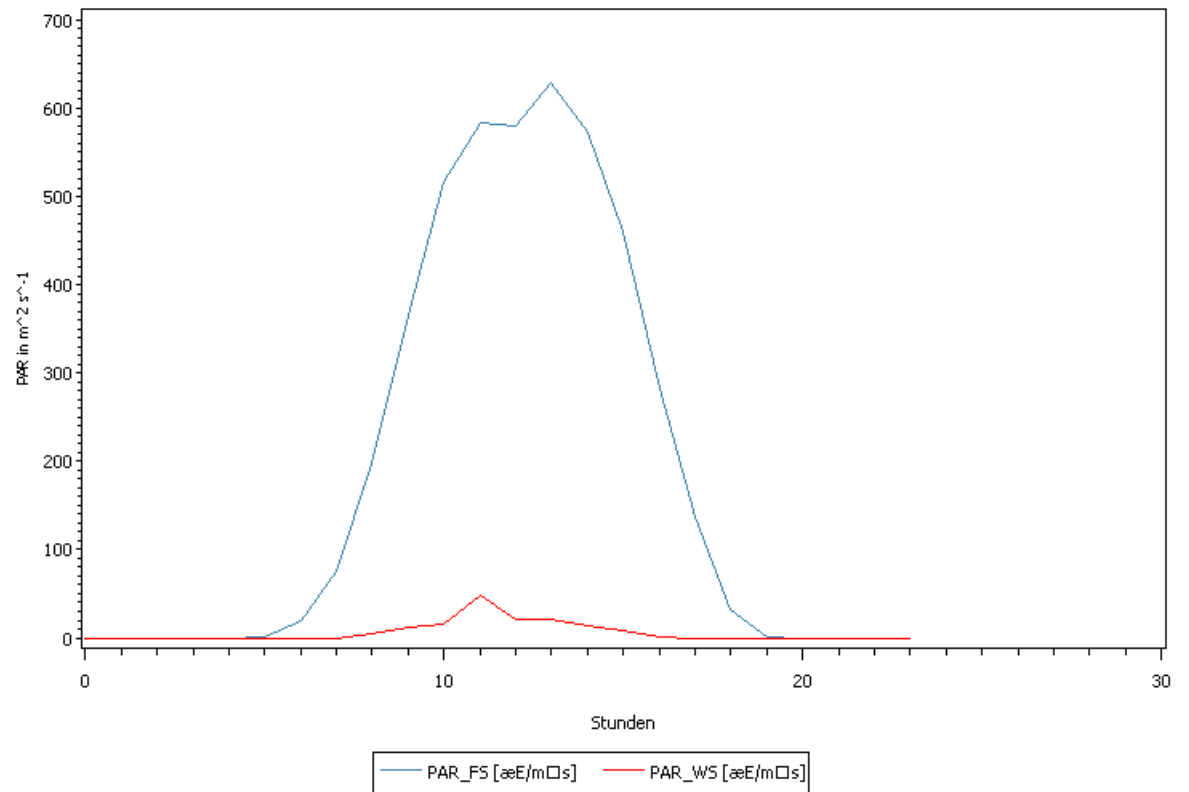


Abb.2 Mittlerer monatlicher Tagesgang der PAR in m^2/s im September 1996



Tagesgang mittlere Windgeschwindigkeiten September 1996

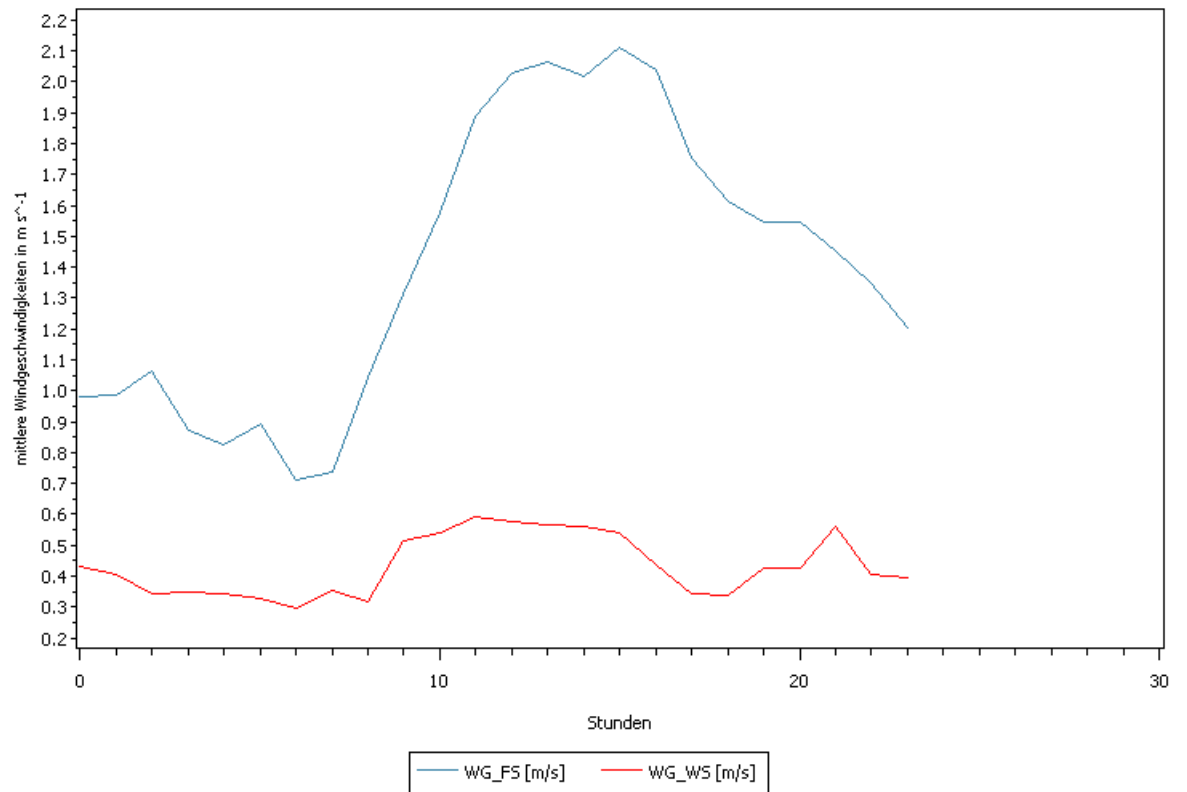


Abb.3 Mittlerer monatlicher Tagesgang der Windgeschwindigkeiten in m/s im September 1996.

Tagesgang Luftdruck Göttinger Wald September 1996

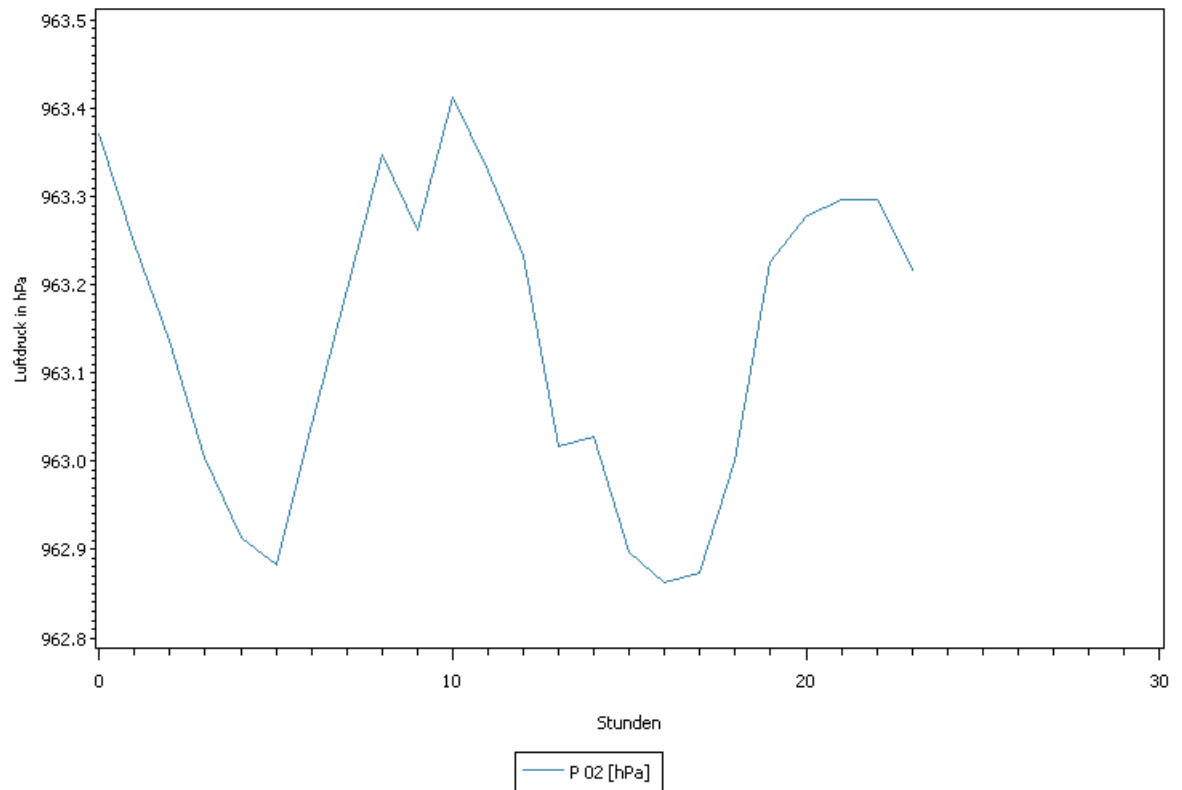


Abb.4 Mittlerer Luftdruck in *hPa* im September 1996

4 Diskussion Hüfner

Die Verläufe der Luft- und Bodentemperaturen im September 1996 (Abb.1) zeigen deutliche Unterschiede zwischen Waldstation und Freiflächenstation.

Die Lufttemperatur verändert sich im Tagesverlauf um ca. 7.5 °C auf der Freifläche und 4.5°C im Wald. Während tagsüber die Lufttemperatur auf der Freifläche bis zu 2°C höher ist, ist sie dort nachts ca. 0.5°C ^{weniger} als im Wald. Da die Bäume die Sonneneinstrahlung abschirmen wird ^{im} Wald langsamer wärmer und Temperatur im Wald bleibt immer unter der Freiflächentemperatur, gleichzeitig wird durch den Bestand aber auch der Wind abgehalten und die erwärmte Luft länger gehalten, so dass die Waldin ^{fläche} langsamer abkühlt.

Die Bodentemperatur zeigt ebenfalls Unterschiede zwischen Frei- und Waldfläche. Die Bodentemperatur der Waldfläche ist in gleicher Tiefe ca 1-2 °C kälter als die der Freifläche. Die Bodentemperatur der Waldfläche zeigt im Tagesgang nur geringe Schwankungen, außerdem ist der Unterschied zwischen



den Temperaturen in 5cm und 20cm Tiefe sehr gering. Die Temperaturen der Freifläche hingegen unterscheiden sich in ihrem Verlauf deutlich voneinander, während sich die Temperatur in 20cm Tiefe nur geringfügig ändert, zeigt die Temperatur in 5cm Tiefe einen deutlichen Tagesgang, der morgens einen Tief- und nachmittags einen Hochpunkt erreicht. Der Unterschied zwischen Freifläche und Waldinnenfläche ist auch hier wieder auf die unterschiedlich stark auftretende Strahlung und die unterschiedlich starke Auskühlung durch den Wind zurückzuführen.

Der Tagesgang der Photosynthetisch Aktiven Strahlung (Abb.2) weist deutliche Unterschiede zwischen Waldinnenfläche und Freifläche auf, auf der Freifläche wurde mehr als das 10-fache an PAR gemessen, die geringe Menge an Strahlung, die die Messstation im Wald erreicht ist durch die noch belaubten Bäume zu erklären.

Die Windgeschwindigkeiten (Abb.3) zeigen einen ähnlichen Verlauf, die Windgeschwindigkeiten auf den Freiflächen sind jedoch deutlich höher als im Wald. Das Maximum im Bestand liegt bei ca 0.6m/s . Auf den Freiflächen ist das Minimum der Windgeschwindigkeit 0.7 m/s und das Maximum bei ca 2.1m/s .

Da der Wind auf der Freifläche nicht durch Hindernisse, wie Bäume, gebremst oder abgelenkt wird ist die Windgeschwindigkeit hier höher.

5 Ergebnisse

Der Vergleich zwischen Freifläche und Waldfläche zeigt, dass sich die klimatischen Bedingungen auf diesen Flächen unterscheiden und die unterschiedlichen räumlichen Bedingungen zu einem anderen Verlauf der Tagesgänge führen. Zur Interpretation von Klimadaten ist deshalb die Kenntnis der Umweltbedingungen um die Messstation nötig.

Außerdem zeigen diese Vergleiche, dass Daten, die auf Freiflächen gewonnen wurden für Aussagen über die Bedingungen in Wäldern, auch wenn diese in räumlicher Nachbarschaft liegen, nicht ohne weiteres genutzt werden können.

