



UNIVERSITÄT BAYREUTH

Abt. Mikrometeorologie

**Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen
Eingabedateien für das Modell BEKLIMA**

Christian Neuner

Arbeitsergebnisse

Nr. 11

Bayreuth, Oktober 2000

Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen Eingabedateien für das Modell BEKLIMA

Christian Neuner

INHALT

Beschreibung des Projekts	2
Beschreibung des Standorts	2
Anlegen der Eingabedateien	
Allgemeines	2
Windgeschwindigkeit	3
Niederschlag	4
Lufttemperatur	5
Relative Luftfeuchtigkeit	8
Himmelsstrahlung	8
Globalstrahlung	9
Langwellige Gegenstrahlung	10
Dokumentation der Meßgeräte	11

Beschreibung des Projekts

Im Zuge relativ geringer Änderungen in EU-Programmen und anderen Programmen, die die Beibehaltung landwirtschaftlicher Flächen fördern, sind Nutzungsänderungen aufgetreten. Der Einfluß dieser Nutzungsänderungen auf die Stickstoffdynamik im Boden soll mit Hilfe eines Computermodells getestet werden. Als Modell wurde ein einfaches Massenbilanzmodell ausgewählt, in dem die Stickstoffauswaschung ins Grundwasser in Abhängigkeit von Bodentyp, Niederschlag, Vegetationsart und Grundwasserspiegel für die Jahre 1998 und 1999 bestimmt werden soll. Da die Evapotranspiration einen wichtigen Eingabeparameter dieses Modells darstellt, der sehr stark von den genannten Größen beeinflusst wird, ist es nötig, auch die Evapotranspiration in Abhängigkeit von Bodentyp, Vegetationsart, ..., zu errechnen. Dazu wurde das SVAT-Modell BEKLIMA vom Deutschen Wetterdienst ausgewählt.

Beschreibung des Standorts

Als Standort der Simulation wurde das obere Eger-Einzugsgebiet im Fichtelgebirge ausgewählt, auch als Weißenstädter Becken bekannt. Es handelt sich hierbei um ein 32 km² großes Becken, das im Süden, Westen und Norden durch Berge und im Osten durch den Weißenstädter See begrenzt wird.

Meteorologische Daten lieferten hauptsächlich zwei Wetterstationen: Zum einen die Station am Waldstein (765m ü. NN; 50°08'40"N; 11°51'55"E) des BITÖK im Norden des betrachteten Gebiets und zum anderen die Station Voitsumra (624m ü. NN; 50°05'25"N; 11°51'25"E) des BITÖK direkt im Einzugsgebiet.

Für die Erstellung der Eingabefiles wurden ferner die Werte zweier anderer Wetterstationen herangezogen. Die Niederschlagsstation des DWD „Weißenstadt“ (40131) und die Station des BITÖK im Ökologisch Botanischen Garten der Universität Bayreuth (365m ü. NN; 49°55'45"N; 11°35'10").

Anlegen der Eingabedateien

Allgemeines

Für die Simulation werden von BEKLIMA einige meteorologische Eingabeparameter benötigt. Dazu gehören stündliche Werte der Globalstrahlung, der langwelligen Gegenstrahlung und der Himmelstrahlung, sowie der Lufttemperatur, relativen Feuchte, Windgeschwindigkeit und des Niederschlags in 2 m Höhe.

Zur Erstellung der entsprechenden Eingabefiles standen Meßwerte mehrerer Stationen zur Verfügung. Priorität hatten die Messungen der Wetterstation bei Voitsumra für die Werte der Lufttemperatur, der Luftfeuchte, der Windgeschwindigkeit und der Niederschlagsmenge. Wiesen die Zeitreihen fehlende Werte auf, wurden als zweite Wahl Werte der Meßstation am Waldstein und einer Niederschlagsstation des DWD (Weißenstadt) bei Weißenstadt herangezogen. Für die Strahlungswerte war dies genau umgekehrt und Lücken am Waldstein, wurden durch Werte von Voitsumra ergänzt, da am Waldstein die qualitativ besseren Meßgeräte vorhanden waren.

Die Messungen der Wetterstationen (Voitsumra: 30 Minuten Mittel, Waldstein: 10 Minuten Mittel) wurden in Stundenmittelwerte umgewandelt. Die Stundenmittelwerte wurden auf Plausibilität geprüft, anschließend wurde eine generelle Regressionsbetrachtung durchgeführt und fehlende Werte unter Berücksichtigung der Regression ersetzt.

Eine Aufstellung über die verwendeten Meßgeräte befindet sich am Ende dieser Dokumentation.

Windgeschwindigkeit

Wie oben beschrieben, wurden zur Erstellung der Eingabedatei der Windgeschwindigkeit [m/s] zuerst die gemessenen Werte der Wetterstation bei Voitsumra herangezogen. Die aufgenommenen Meßreihen für die Jahre 1998 und 1999 wiesen allerdings erhebliche Lücken auf, welche zum einen durch eine unzureichende Wartung der Station, zum anderen durch das Abschalten der Station in den Wintermonaten und durch die Übergabe der Station an einen anderen Verantwortlichen zu Stande gekommen sind. Eine Aufstellung über die fehlenden Werte zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 1: Fehlende Meßwerte der Windgeschwindigkeit der Station Voitsumra

1998	1999
22.04. – 30.04.	01.01. – 15.01.
08.10. – 31.12.	08.02. – 07.04.
	05.03. – 08.03.
	04.11. – 07.12.
	18.12. – 20.12.

Um die fehlenden Werte zu ersetzen, wurde eine Regressionsbetrachtung für die beiden Jahre durchgeführt, einmal mit den vorhandenen Werten der Station Voitsumra und Windgeschwindigkeiten am Waldstein in 32 m Höhe, und zum anderen mit den Voitsumra Windgeschwindigkeiten und den Windgeschwindigkeiten am Waldstein-Container in 10 m Höhe. Die Regressionsbetrachtungen wurden jeweils für 6 verschiedene Sektoren der Windrichtung gemacht. In dem folgenden Diagramm kann man als Beispiel einen Vergleich der Windgeschwindigkeiten am Waldstein (Turm 32m) und bei Voitsumra für den in diesem Gebiet vorherrschenden Windsektor von 240° - 300° (Westwind) und 1998 sehen.

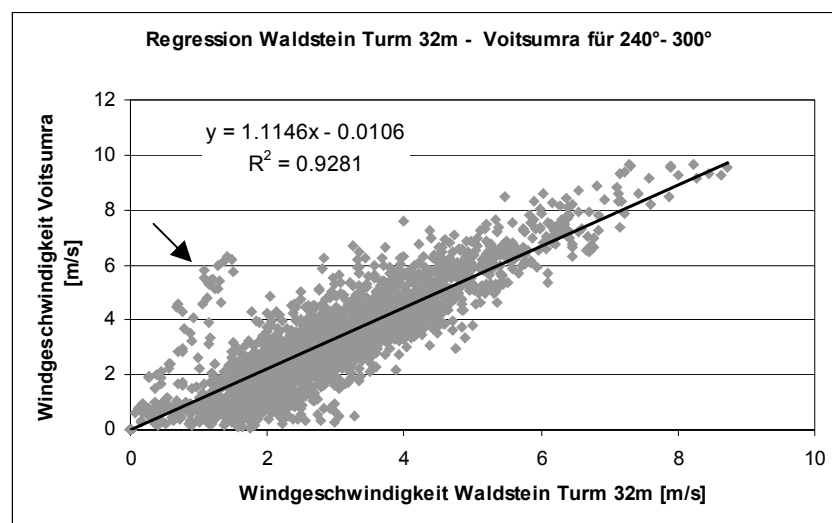


Diagramm 1: Regression der Windgeschwindigkeit am Waldstein (Turm 32m) und Voitsumra für den Windsektor 240° - 300° (1998).

Trotz der sehr unterschiedlichen Standorte der beiden Stationen kann man erkennen, dass die Werte für die Windgeschwindigkeiten recht gut übereinstimmen und somit für das Auffüllen der Datenlücken herangenommen werden können.

Die Punktwolke links im Diagramm (Pfeil) kommt dadurch zu Stande, dass bei bestimmter Wetterlage (Windrichtung) relativ hohe Windgeschwindigkeiten bei Voitsumra vorkommen können, da es in Anströmrichtung keine Hindernisse gibt, die den Wind abschwächen können, wohingegen am Waldstein eine Dämpfung des Windes über Wald geschieht, was zu verminderten Windgeschwindigkeiten führt.

Tabelle 2: Steigungen der Regressionsgeraden für die Jahre 1998 und 1999.

Windsektor	Turm 32 m		Container 10m	
	1998	1999	1998	1999
0° - 60°	0.83	0.87	1.48	1.69
60° - 120°	0.66	0.70	1.20	1.24
120° - 180°	0.61	0.57	1.70	1.89
180° - 240°	0.98	0.98	2.08	2.23
240° - 300°	1.11	1.17	1.50	1.48
300° - 360°	0.76	0.80	1.26	1.42

In Tabelle 2 sind die einzelnen Steigungen der verschiedenen Regressionsgeraden für alle Regressionsbetrachtungen zu sehen, d.h. um die fehlenden Windgeschwindigkeiten in Voitsumra zu bestimmen, mußten die entsprechenden Werte vom Waldstein mit der jeweiligen Steigung der Regressionsgeraden multipliziert werden.

Die fehlenden Daten wurden in Abhängigkeit vom Windsektor aufgefüllt. Daten vom Turm am Waldstein wurden dazu zuerst herangezogen, wenn auch dort Lücken vorhanden waren, wurden Daten vom Container am Waldstein verwendet.

Niederschlag

Bei den Meßreihen für den Niederschlag [mm/d] der beiden Jahre der Wetterstation Voitsumra traten auch z.T. sehr große Lücken auf.

Tabelle 3: Fehlende Meßwerte des Niederschlags für die Station Voitsumra

1998	1999
22.04.	01.01. – 07.04
08.10. – 31.12.	04.11. – 07.12.

Die fehlenden Werte in Voitsumra wurden durch Meßwerte der Niederschlagsstation „Weißenstadt“ (40131) des DWDs ersetzt. Da diese jedoch nur Tagessummen des Niederschlags aufnimmt und keine Stundenwerte, mußte hier folgendermaßen vorgegangen werden. Die Tagessumme der DWD-Messreihe des jeweiligen zu ersetzenden Tages wurde in 14 gleiche Teile aufgeteilt und dann jeweils den Tagesstunden von 08:00 – 21:00 Uhr zugeordnet. Dies wurde deshalb gemacht, da ein Niederschlagsereignis am Tag wahrscheinlicher ist als in den Nachtstunden.

Lufttemperatur

Für die Lufttemperatur wurden auch wieder zuerst Werte der Wetterstation Voitsumra herangenommen. Das Auffüllen der Datenlücken erwies jedoch als komplizierter als bei den anderen Eingangsgrößen, da es in dem betrachteten Gebiet nicht selten zu einer Temperaturinversion kam, die dann durch die unterschiedliche Höhenlage der beiden Stationen beim Einsetzen der Daten vom Waldstein in die Datenreihe von Voitsumra berücksichtigt werden mußte. Die beiden Wetterstationen weisen in etwa einen Höhenunterschied von 150 m auf.

Tabelle 4: Fehlende Meßwerte der Lufttemperatur für die Station Voitsumra

1998	1999
03.04. – 30.04. 08.10. – 31.12.	01.01. – 07.04 04.11. – 07.12.

Zuerst wurden jedoch die in Tabelle 3 aufgeführten fehlenden Zeiträume ersetzt ohne Inversionskorrektur. Das nachfolgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur am Waldstein und der in Voitsumra. Das Vorliegen von Inversionsbedingungen ist zu erkennen, die sich in niedrigeren Temperaturen in Voitsumra als am Waldstein widerspiegeln (Pfeil). Am linken Rand der Datenpunkte ist der Einfluß des Waldes zu sehen. Während in Voitsumra über freier Fläche es bis zu Temperaturwerten von -15 °C kommen kann, sind am Waldstein nur wenige Werte geringer als -10 °C .

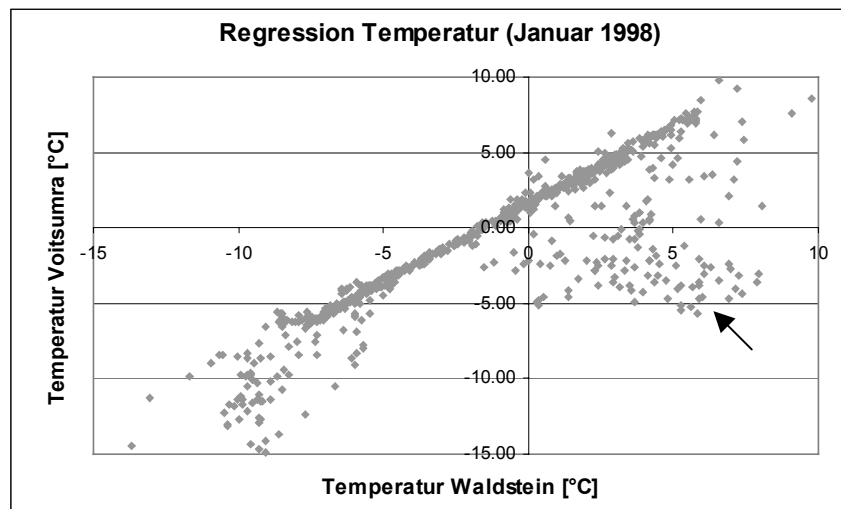


Diagramm 2: Regression der Lufttemperatur in 2 m Höhe bei Voitsumra und am Waldstein (Container) für Januar 1998.

Für das Auffüllen der Lücken wurden für die beiden Jahre und Monate folgende Regressionsgeraden gefunden und verwendet:

$$\begin{array}{ll}
 T_{\text{voitsumra}} = 0.94 \cdot T_{\text{waldstein}} + 1.6K ; & \text{für April 1998} \\
 T_{\text{voitsumra}} = T_{\text{waldstein}} + 1.4K ; & \text{für Okt. - Dez. 1998} \\
 T_{\text{voitsumra}} = T_{\text{waldstein}} + 1.5K ; & \text{für Jan., Feb., Nov. 1999} \\
 T_{\text{voitsumra}} = 0.95 \cdot T_{\text{waldstein}} + 1.7K ; & \text{für März, April 1999}
 \end{array}$$

Als nächstes mußte untersucht werden, wann in den ersetzten Zeiträumen Inversionen auftraten. Dazu wurden die Temperaturwerte am ÖBG mit den Messungen am Waldstein und bei Voitsumra für Tage, an denen die Daten aller drei Stationen zur Verfügung standen, verglichen: Dabei stellte sich heraus, daß die Temperaturen im ÖBG im allgemeinen (keine Inversion) um 3 bis 5 K höher lagen als am Waldstein und die Werte bei Voitsumra um 2 bis 3 K höher als am Waldstein. Bei einer Inversion, d.h. die Temperatur am Waldstein war höher als bei Voitsumra, zeigte das Meßgerät im ÖBG auch niedrigere Werte als am Waldstein an, konnte also als „Inversionsanzeiger“ benutzt werden.

In den Temperaturunterschieden konnte eine Abhängigkeit erkannt werden, d.h. je größer der Temperaturunterschied zwischen dem ÖBG und dem Waldstein war, desto größer war auch der Unterschied zwischen Voitsumra und Waldstein. Ab einem Temperaturunterschied zwischen ÖBG und Waldstein von kleiner als 1.3 K wurde eine Temperaturinversion angenommen und folgender Korrekturwert für die ersetzten Temperaturwerte in Voitsumra ermittelt:

$$T_{korrektur} = 1.28 \cdot (T_{öbg} - T_{waldstein}) - 2.1K ; \quad [1]$$

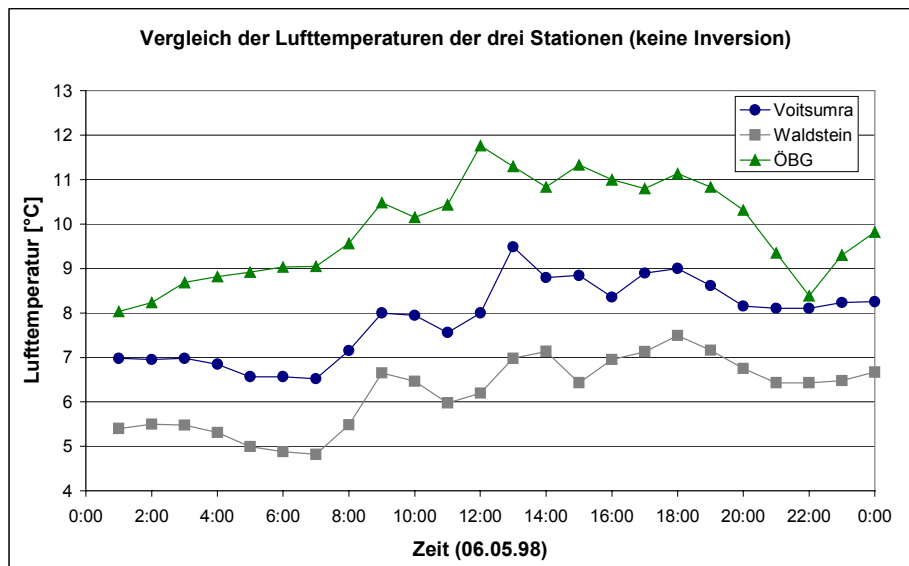


Diagramm 3: Vergleich der Lufttemperaturen der drei Wetterstationen (keine Inversion).

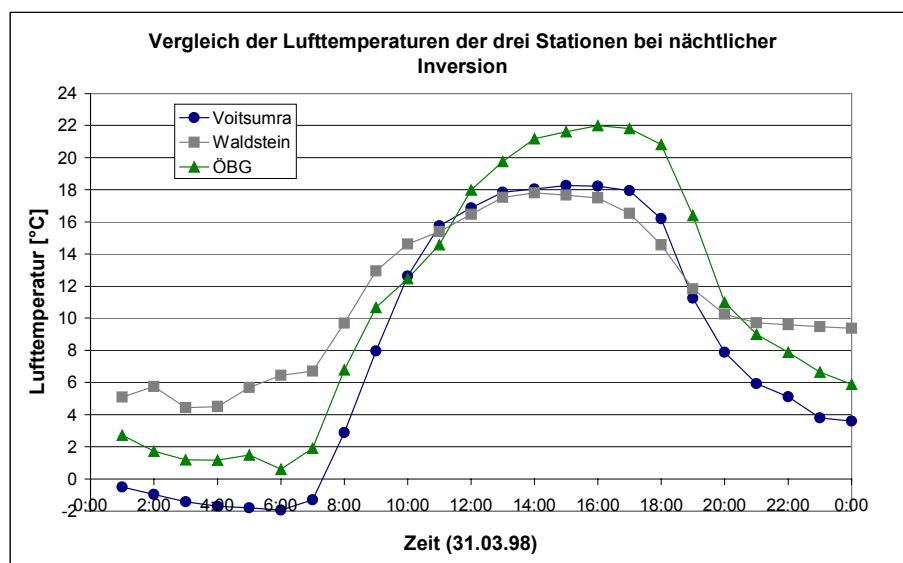


Diagramm 4: Vergleich der Lufttemperaturen der drei Wetterstationen bei nächtlicher Inversion.

Diagramm 3 auf der vorherigen Seite zeigt zur Verdeutlichung den Tagestemperaturverlauf der Stationen Waldstein (765m ü. NN), Voitsumra (624m ü. NN) und ÖBG (365m ü. NN) für den 06.05.1998 auf. Es lag keine Inversion vor und im ÖBG wurden die höchsten Temperaturen gemessen, während die niedrigsten am Waldstein aufgezeichnet wurden, in Übereinstimmung mit der unterschiedlichen geographischen Höhe der Stationen.

Im Diagramm 4 dagegen sind die Temperaturverläufe der drei Stationen für einen typischen Tag (31.03.1998) mit nächtlicher Inversion dargestellt. In den Tagesstunden ähnelt der Verlauf dem eines Tages ohne Inversion. Nachts hingegen, sind die Temperaturen am Waldstein höher als im ÖBG der Universität Bayreuth und diese wiederum höher als bei Voitsumra. Das heißt, beim Vorliegen einer Inversion sind die Temperaturen im ÖBG nicht am niedrigsten, wie man es aus der geographischen Höhe erwarten würde, sondern die Temperaturen bei Voitsumra liegen tiefer.

In Diagramm 5 sind dargestellt, die gemessenen Temperaturunterschiede zwischen ÖBG und Waldstein, die gemessenen Temperaturunterschiede zwischen Voitsumra und Waldstein und der aus Gleichung [1] berechnete Korrekturwert für die Temperatur für den 31.03.1998 (nächtliche Inversion). Wie oben beschrieben wird ab einem Temperaturunterschied zwischen ÖBG und Waldstein von kleiner als 1.3 eine Inversionslage angenommen und die vorher aus der Regression gewonnenen Temperaturen bei Voitsumra nach unten korrigiert. Man kann erkennen, daß die berechneten Korrekturwerte relativ gut mit den gemessenen Temperaturunterschieden übereinstimmen.

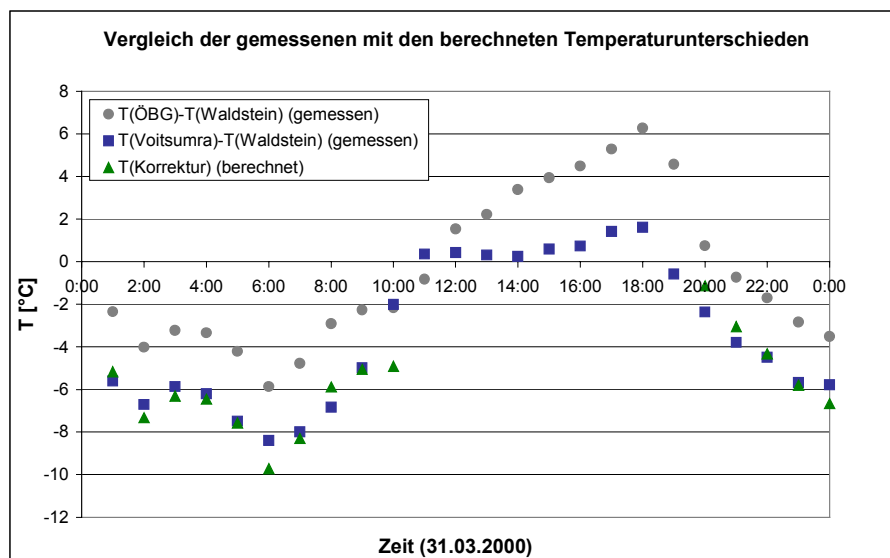


Diagramm 5: Vergleich der gemessenen mit den berechneten Temperaturunterschieden.

Ein Beispiel soll hier die Vorgehensweise verdeutlichen:

Nehmen wir einmal an, wir befinden uns an einem Tag, an dem ein fehlender Temperaturmittelwert in Voitsumra wie oben beschrieben durch Regression von Waldsteindaten ersetzt wurde. Zuerst betrachtet man den Temperaturunterschied zwischen dem ÖBG und am Waldstein, um herauszufinden, ob eine Inversion vorliegt: z.B., $T_{\text{öbg}} - T_{\text{waldstein}} = -1K$, d.h. es liegt eine Inversion vor und der Korrekturwert für die Temperatur wird bestimmt: $T_{\text{korrektur}} = -3.4K$; d.h., daß der durch die Waldstein-Voitsumra Regression ermittelte Wert um 3.4K verkleinert werden muß.

Da sich nur wenige Tage durch eine Inversionswetterlage auszeichnen, werden durch diese Vorgehensweise nur geringfügige Fehler begangen.

Relative Luftfeuchtigkeit

Bei der Meßgröße relative Luftfeuchte wurde so vorgegangen, daß zuerst mit Hilfe der jeweiligen Lufttemperatur die Stundenmittelwerte der rel. Luftfeuchte [%] in die aktuellen Dampfdruckwerte [hPa] umgerechnet wurden. Dies wurde deshalb gemacht, da der Tagesgang des aktuellen Dampfdrucks nicht sehr ausgeprägt ist, wohingegen bei der relativen Luftfeuchte leicht Schwankungen bis zu über 50 – 60 % auftreten können. Mit den aktuellen Dampfdruckwerten wurde dann wieder eine Regressionsbetrachtung zwischen der Station Voitsumra und Container Waldstein für verschiedene Monate durchgeführt.

Tabelle 5: Zusammenstellung der fehlenden Meßwerte der rel. Luftfeuchte in Voitsumra

1998	1999
03.04. – 30.04.	01.01. – 07.04.
08.10. – 31.12.	04.11. – 07.12.

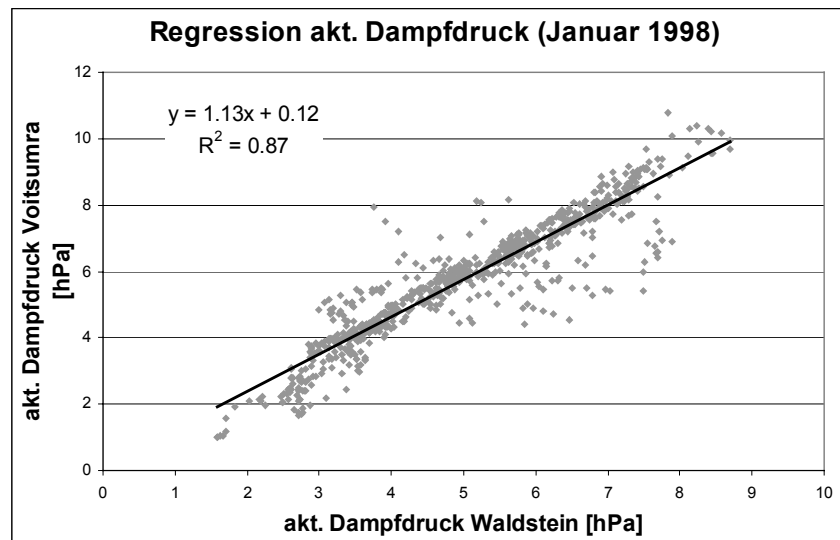


Diagramm 6: Regression des aktuellen Dampfdrucks bei Voitsumra (2m Höhe) und am Waldstein (Container 2m) für Januar 1998.

Die fehlenden aktuellen Dampfdruckwerte der Wetterstation bei Voitsumra wurden dann entsprechend der jeweiligen Regressionen durch die aktuellen Dampfdruckwerte am Waldstein ersetzt und anschließend wieder in relative Luftfeuchten umgerechnet.

Die von der Regressionsgeraden abweichenden Datenpunkte im obigen Diagramm kommen wahrscheinlich durch Nebel in den Morgenstunden (vor allem in den Winter- und Frühlingsmonaten) am Waldstein zu Stande.

Himmelsstrahlung

Alle notwendigen Strahlungswerte (Himmelsstrahlung, Globalstrahlung, langwellige Gegenstrahlung) wurden zuerst von der Station am Waldstein genommen, da angenommen wird, daß diese mit denen von Voitsumra nahezu übereinstimmen, und da am Waldstein die genaueren Meßgeräte situiert sind.

Einzigste Werte über die Himmelsstrahlung in dem betrachteten Gebiet lieferte das Meßgerät (Sternpyranometer) am Messstandort Waldstein – Container. Auch hier traten, wenn auch kleinere, Lücken auf.

Tabelle 6: Zusammenstellung der fehlenden Meßwerte der Himmelsstrahlung

1998	1999
13.08. – 14.08.	20.01. – 27.01. 23.02. 03.03. – 08.03. 23.09. – 24.09.

Da keine Vergleichswerte der Himmelsstrahlung anderer Stationen vorlagen, mußten die fehlenden Werte durch Werte anderer Tage mit vergleichbarer Globalstrahlung und Bewölkung ersetzt werden. Dabei wurden jeweils Tage herangezogen, die zeitlich in unmittelbarer Nähe der aufzufüllenden Tage lagen. Zum Beispiel wurden die Werte der Himmelsstrahlung vom 14.08.1998 durch die Werte des 16.08.1998 substituiert. In Anbetracht der eher kleineren Ausfälle, ist diese Vorgehensweise vertretbar, sollte aber beim Wegfall längerer Datenreihen nicht angewendet werden.

Globalstrahlung

Für das Erstellen der Eingabedatei der Globalstrahlung standen die Meßreihen dreier Meßgeräte zur Verfügung: das CM 14 am Turm Waldstein, das CM 5 am Container Waldstein und ein PAR Sensor in Voitsumra, die auch in dieser Reihenfolge verwendet wurden, um fehlende Daten zu ersetzen. D.h. wenn das CM14 ausfiel, wurden Werte vom CM5 herangezogen, und wenn auch hier keine Daten vorlagen, wurde Messungen des PAR Sensors benutzt. Dabei wurde angenommen, daß das CM14 richtige Werte liefert und die anderen beiden Meßgeräte weniger gut (CM5) bzw. nicht (PAR) kalibriert waren, weshalb vor dem Überführen der Daten verschiedener Meßgeräte eine Regressionsbetrachtung nötig war. Dazu mußten zuerst die Meßwerte des PAR von der Einheit [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$] in die Einheit [W/m^2] umgerechnet werden (PAR: [W/m^2]= $0.5 \cdot [\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})]$).

Tabelle 7: Zusammenstellung der fehlenden Meßwerte der Globalstrahlung am Waldstein (Turm)

1998	1999
30.03.	18.01. – 25.01
12.07. – 13.07.	05.03. – 08.03.
14.08. – 18.08.	29.04. – 30.04.
29.08. – 31.08.	17.05. – 28.05.
14.09. – 24.09.	18.10. – 19.10
16.10. – 17.10.	25.11. – 29.11.
20.12. – 21.12.	25.12. – 27.12.
27.12. – 28.12.	

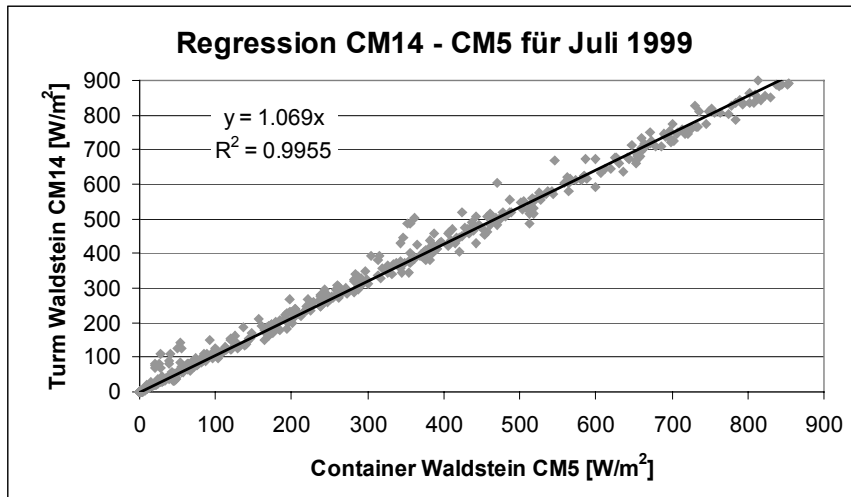


Diagramm 7: Regression der Globalstrahlung am Waldstein (Turm 32m; CM 14) und Waldstein (Container 10m; CM5) für Juli 1999.

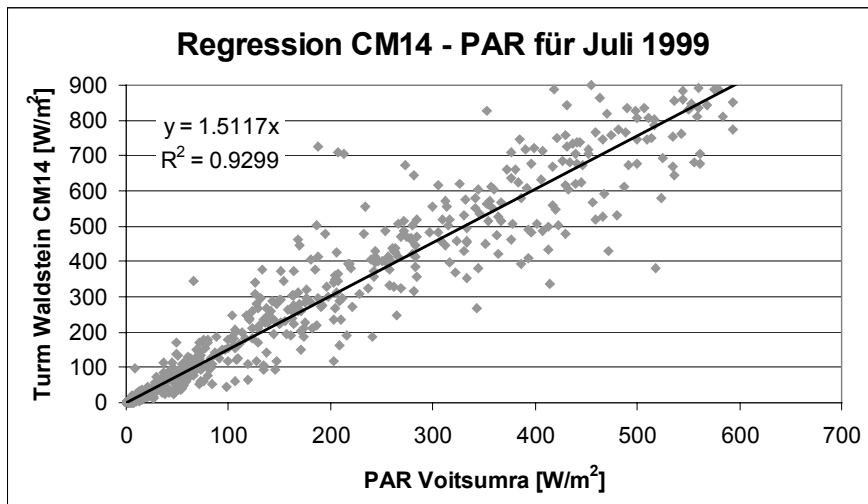


Diagramm 8: Regression der Globalstrahlung am Waldstein (Turm 32m; CM 14) und Voitsumra (2m; PAR) für Juli 1999.

Die fehlenden CM14-Daten wurden entsprechend der in den Diagrammen zu sehenden Regressionsgeraden für sowohl das Jahr 1999, als auch das Jahr 1998 ersetzt, da sich für beide Jahre die gleichen Steigungen der Geraden ergaben.

Langwellige Gegenstrahlung

Als Meßgerät der langwelligen Gegenstrahlung stand anfangs nur der Schulze-Geber am Turm am Waldstein zur Verfügung; ab dem 31.03.1998 zusätzlich ein CG2 am gleichen Standort, so daß zuerst (bis 31.03.1998) Daten vom Schulze und danach Daten des CG2 vorrangig zur Erstellung der Eingabefile benutzt wurden. Bei Ausfall des CG2 wurde wieder auf das Schulze-Messgerät zurückgegriffen. Für 1999 stand der Schulze nicht mehr zur Verfügung.

Tabelle 8: Zusammenstellung der fehlenden Meßwerte der langwelligen Gegenstrahlung am Waldstein (Turm)

1998	1999
30.03.	18.01. – 25.01.
12.07. – 13.07.	05.03. – 08.03.
13.08. – 18.08.	29.04. – 30.04.
29.08. – 31.08.	17.05. – 28.05.
14.09. – 21.09.	13.09. – 19.10.
16.10. – 17.10.	25.11. – 29.11.
20.12. – 21.12.	25.12. – 27.12.
27.12. – 28.12.	

Für alle Stundenwerte der langwelligen Gegenstrahlung wurde zunächst eine Qualitätskontrolle durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, daß alle Werte zwischen einer minimalen Gegenstrahlung (für klare Tage: $L \downarrow = 0.7\sigma T^4$, mit $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ (Stefan Boltzmann Konstante) und $T = \text{Lufttemperatur in K}$) und einer maximalen Gegenstrahlung (für trübe Tage: $L \downarrow = \sigma T^4$) lagen.

Waren für beide Meßgeräte keine Aufnahmen vorhanden, wurde folgendermaßen vorgegangen:

Die Strahlungswerte vor und nach einer Lücke wurden mit den maximal möglichen Strahlungswerten verglichen und durch Division der beiden ein Faktor gebildet. Mittels Interpolation der erhaltenen beiden Faktoren, vor und nach einer Lücke, wurde unter Berücksichtigung der Globalstrahlung ein Faktor für jeden fehlenden Stundenwert ermittelt. Die langwellige Gegenstrahlung wurde dann durch Multiplikation der maximal möglichen Gegenstrahlung mit dem jeweiligen durch Interpolation, erhaltenen Faktor, errechnet.

Dokumentation der Meßgeräte

Wetterstation Voitsumra (BITÖK)				
Gerät	Hersteller	Seriennummer	Meßgröße	Einheit
PAR 'SPECIAL' SENSOR	Skye Instruments Ltd.	SKP 210 0990 3420	Photosynthetisch aktive Strahlung	$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$
Humidity and temperature probe HMP 45A	Vaisala Oy	S3730003	Lufttemperatur rel. Luftfeuchte	°C %
Windvane WP 200P	Vector Instruments	3473	Windrichtung	°
Pyrradiometer Modell 8111	Schenk	8512	Strahlungsbilanz	W m^{-2}
Anemometer A100R	Vector Instruments	2864	Windgeschwindigkeit	m s^{-1}
Raingauge, Obsermet OMC 212	Eijkelkamp	62099	Niederschlag	mm
NTC-Thermistoren	Siemens		Bodentemperatur	°C

**Waldstein Turm
(32m) (BITÖK)**

Gerät	Hersteller	Seriennummer	Meßgröße	Einheit
Net-Pyrgeometer CG2	Kipp und Zonen		langwellige Strahlung	W m ⁻²
Schulze	Dr. Lange	310167	Strahlungsbilanz	W m ⁻²
Pyranometer CM14	Kipp und Zonen	910024	kurzwellige Strahlung	W m ⁻²
Kombinierter Windgeber 4.3323.21.002	Thies		Windgeschwindigkeit Windrichtung	m s ⁻¹ °

**Waldstein
Container
(BITÖK)**

Gerät	Hersteller	Seriennummer	Meßgröße	Einheit
Pyranometer CM5	Kipp und Zonen	902851	kurzwellige Strahlung	W m ⁻²
Stern-Pyranometer Shadow Band CN11		1204	Himmelsstrahlung	W m ⁻²
Hygro-Thermogeber 1.1005.50.005	Thies		Lufttemperatur relative Luftfeuchte	°C %
Kombinierter Windgeber 4.3323.21.002	Thies	34473	Windgeschwindigkeit Windrichtung	m s ⁻¹ °

**Station ÖBG
(BITÖK)**

Gerät	Hersteller	Seriennummer	Meßgröße	Einheit
Hygro-Thermogeber 1.1005.50.005	Thies	-	Lufttemperatur relative Luftfeuchte	°C %

**Weißstadt
(DWD)**

Gerät	Hersteller	Seriennummer	Meßgröße	Einheit
Niederschlags- messer nach Hellmann			Niederschlag	mm

Nr	Name	Titel	Datum
01	Foken	Der Bayreuther Turbulenzknecht	01/99
02	Foken	Methode zur Bestimmung der trockenen Deposition von Bor	02/99
03	Liu	Error analysis of the modified Bowen ratio method	02/99
04	Foken et al.	Nachtfrostgefährdung des ÖBG	03/99
05	Hierteis	Dokumentation des Experimentes Dlouha Louka	03/99
06	Mangold	Dokumentation des Experiments am Standort Weidenbrunnen, Juli/August 1998	07/99
07	Heinz, Handorf, Foken	Strukturanalyse der atmosphärischen Turbulenz mittels Wavelet-Verfahren zur Bestimmung von Austauschprozessen über dem antarktischen Schelfeis	07/99
08	Foken	Comparison of the sonic anemometer Young Model 81000 during VOITEX-99	10/99
09	Foken et al.	Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales, Zwischenbericht 1999	11/99
10	Sodemann	Stationsdatenbank zum BStMLU-Projekt Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	03/00
11	Neuner	Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen Eingabedateien für das Modell BEKLIMA	10/00