



UNIVERSITÄT BAYREUTH

Abt. Mikrometeorologie

**Berechnung der Evapotranspiration im ÖBG
(Universität Bayreuth) mit dem SVAT-Modell
BEKLIMA**

Christian Neuner

Arbeitsergebnisse

Nr. 16

Bayreuth, Mai 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Das SVAT-Modell BEKLIMA	1
2	Erstellung der Eingabedateien BEKLIMAs	2
3	Simulation mit BEKLIMA	4
	Literatur	6

1 Das SVAT-Modell BEKLIMA

Das SVAT-Modell (Soil-Vegetation-Atmosphere-Transfer) BEKLIMA (Bestandsklima) wurde von Braden in Braunschweig an der Zentralen Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes 1985 entwickelt. Es dient zur Berechnung stündlicher Werte der Evapotranspiration über Brache sowie über einer Vielzahl verschiedener Vegetationsarten. Einen Überblick bzw. eine Beschreibung des Computermodells ist in BRADEN (1995) und NEUNER (2000) zu finden.

Zur Simulation der Evapotranspiration im Ökologisch-Botanischen Garten (ÖBG) der Universität Bayreuth wurde die in NEUNER (2000) verwendete Version BEKLIMAs leicht abgeändert, da bei der Wetterstation ÖGB keine Meßwerte der diffusen Himmelsstrahlung aufgezeichnet werden. Allerdings werden diese in BEKLIMA für die Bestimmung der direkten Sonnenstrahlung vorausgesetzt, weshalb die diffuse Himmelsstrahlung hier aus einer theoretischen Globalstrahlung und der aktuellen Globalstrahlung abgeschätzt wird. In dem Unterprogramm HIMSTRA wird nach einer Methode nach GÖCKEDE (2000) für jede Stunde ein theoretischer Wert der Globalstrahlung bestimmt. Der theoretische Wert der Globalstrahlung RG_{th} wird mit dem aktuellen (gemessenen) Wert der Globalstrahlung RG verglichen, um einen Transmissionskoeffizienten t zu erhalten ($t = RG / RG_{th}$). Der Transmissionskoeffizient gibt Aufschluß über die Bewölkung bzw. Trübung der Atmosphäre. Bei keiner Bewölkung und klaren Verhältnissen liegt der Transmissionskoeffizient nahe an 1, bei Bewölkung und trüben Verhältnissen niedriger (< 0.90). Je nach Höhe des Transmissionskoeffizienten wird eine „theoretische“, diffuse Himmelsstrahlung RH_{th} berechnet

($RH_{th} = RG_{th} * C_t$). Der Faktor C_t nimmt für $t < 0.87$ den Wert 0.36 (Bewölkung, trüb) und für $t > 0.87$ den Wert 0.18 (keine Bewölkung, klar) an. Die Werte des Faktors wurden aus Vergleichen von berechneten und gemessenen Werten der Himmelsstrahlung gewonnen. Die Aufteilung der gemessenen Globalstrahlung in die Kompartimente direkte Sonnenstrahlung und diffuse Himmelsstrahlung erfolgt in BEKLIMA anschließend sehr einfach. Ist die gemessene Globalstrahlung höher als die theoretische diffuse Himmelsstrahlung, wird die Differenz der beiden Größen als direkte Sonnenstrahlung angenommen. Ist sie niedriger, erfolgt der gesamte Energieeintrag in das System als diffuse Himmelsstrahlung. Direkte Sonnenstrahlung ist dann nicht vorhanden. Die Änderungen wurden im Unterprogramm METINPUT.FOR durchgeführt.

Der beschriebenen Vorgehensweise liegt die Annahme zu Grunde, daß ein theoretischer Verlauf der maximalen, diffusen Himmelsstrahlung für eine gegebene Bewölkung existiert. Nur wenn die Sonne von Wolken verdeckt wird, liegen die Werte der diffusen Himmelsstrahlung unter den maximalen.

Der Vergleich der auf diese Weise berechneten Werte der diffusen Himmelsstrahlung mit gemessenen Werten liefert unter Umständen Fehler bis zu 50 %. Bei der Simulation der Evapotranspiration mit BEKLIMA sollte dies allerdings weniger eine Rolle spielen, da der gesamte Energieinput (Globalstrahlung) korrekt eingegeben wird.

2 Erstellung der Eingabedateien BEKLIMAs

Um die Anfertigung der Eingabedateien BEKLIMAs so einfach wie möglich zu machen, steht das FORTRAN-Programm UMDOE zur Verfügung. Wie dabei im einzelnen vorzugehen ist, wird im folgenden beschrieben.

1. Die meteorologischen Daten der Wetterstation ÖBG müssen aus der Datenbank am BITÖK ausgelesen werden. Die erforderlichen Größen sind: Lufttemperatur, Niederschlag, rel. Luftfeuchte, langwellige Gegenstrahlung, Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit. Zum Zeitpunkt, an dem diese Arbeit verfaßt wurde, mußte dies für jede einzelne meteorologische Größe für einen bestimmten Zeitraum geschehen. Bei Fragen zum Auslesen der Daten stehen Jörg Gerchau oder Thomas Wrzesinsky am BITÖK zur Verfügung. Zusätzlich können Werte der Bodentemperatur in 5, 10, 20, 50 und 100 cm Tiefe und der Bodenfeuchte ausgelesen werden. Diese sind für den Modelllauf mit BEKLIMA allerdings nicht unbedingt notwendig.

2. Die ausgelesenen 10-Minuten-Mittelwerte werden in die schon vorbereitete Excel-Datei „DatenÖBG2001.xls“ überführt. Die Datei befindet sich auf dem Rechner im Raum 034 in dem Ordner E:\Ambeti\Daten_Oebg\. Für das Jahr 2002 und folgende müssen dann

entsprechend neue Dateien erstellt werden. **Bei der Überführung der Daten in das Excel-Blatt ist Vorsicht geboten, da vereinzelt Meßwerte fehlen bzw. fehlerhafte Meßwerte vorliegen.** Fehlerhafte bzw. fehlende Werte sind wie in Blatt „INFO“ beschrieben farblich zu markieren. Sind die Datenlücken nicht allzu groß (wenige Stunden), können sie durch Interpolation ersetzt werden. Ansonsten sind die Felder mit dem Wert „-999.0“ aufzufüllen. Am Ende des Auffüllvorgangs sollte das Datum des letzten Eintrags in der Excel-Tabelle mit dem Datum des letzten ausgelesenen Werts aus der Datenbank übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, muß nach der Datenlücke gesucht werden. Die Bodenparameter sind in dem Blatt „Boden“ einzutragen. Fehlende bzw. fehlerhafte Werte sind hier auch zu kennzeichnen, leere Felder müssen allerdings nicht aufgefüllt werden. **In dem Blatt „Meteorologische Daten“ auf keinen Fall die Spaltenbreite verändern!** Bei Nichtbeachtung kann dies dazu führen, daß das Programm „UMDOE.FOR“ nicht mehr fehlerfrei funktioniert.

3. Sind alle Daten überführt und die Daten bzw. die Datei „DatenÖBG2001.xls“ abgespeichert, kann der nächste Schritt beginnen. Bei aktivem Tabellen-Blatt „Meteorologische Daten“ ist dieses als .prn-Datei (Formatierter Text (Leerzeichen getrennt)) abzuspeichern. Die Datei erhält den Namen „oebg2001.prn“ und wird in dem Ordner E:\ambeti\umwandlung\ überschrieben. Für das Jahr 2002 und folgende ist die Bezeichnung der Datei entsprechend umzuändern.

4. Als nächstes öffnet man DigitalTM Visual FORTRAN und den Arbeitsbereich „UMDOE.DSW“ im Ordner E:\ambeti\umwandlung\. Das Programm kann nun ausgeführt werden. Die Rechenzeit nimmt wenige Sekunden in Anspruch. UMDOE (Umwandlung der meteorologischen Daten des ÖBG in die Eingabedateien des SVAT-Modells BEKLIMA) liest die 10-Minuten-Mittelwerte der Excel-Tabelle ein und bildet Stundenmittelwerte. Gleichzeitig werden die Werte überprüft. Liegen unsinnige Werte vor, bricht das Programm ab und weist den Benutzer darauf hin, in welcher Zeile der Excel-Tabelle der unsinnige Wert zu finden ist. Fehlende Werte (-999.0) werden durch Werte des Vortages ersetzt. In der Datei „TAGEFEHL.ERR“ wird ausgegeben, für welche Tage dies der Fall war. An solchen Tagen ist die Berechnung der Evapotranspiration aufgrund der ersetzten Werte sehr ungenau. UMDOE erstellt die für BEKLIMA notwendigen Eingabedateien „lgx_01.111“, „rg_01.111“, „rr_01.111“, „tl_01.111“, „vv_01.111“ und „rf_01.111“. „01“ steht für das Jahr 2001, „111“ für die Nummer der Station ÖBG. Demnach ist die Kennzahl für das Jahr 01 in 02 (Zeile 253 – 258, UMDOE.FOR) zu verändern, wenn das Jahr 2002 simuliert werden soll (Bsp.: „vv_02.111). Außer dieser Veränderung im Quellcode sind für die Jahre 2002 und folgende noch zwei weitere vorzunehmen. Handelt es sich um ein Schaltjahr, ist in Zeile 15 der entsprechende Wert für n zu setzen. Die Excel-prn-Datei ist in Zeile 40 mit Namen zu

benennen. Hier ist also auch die richtige Bezeichnung einzusetzen. Wurden Veränderungen im Quellcode vorgenommen, muß UMDOE neu kompiliert werden.

5. Die erstellten Eingabedateien für BEKLIMA („lgx_01.111“, „rg_01.111“, „rr_01.111“, „tl_01.111“, „vv_01.111“ und „rf_01.111“) werden in den Ordner E:\ambeti\OeBG_Eingabe\ kopiert. Somit stehen die meteorologischen Daten für die Evapotranspirationsberechnung mit BEKLIMA zur Verfügung.

3 Simulation mit BEKLIMA

Zur Simulation der Evapotranspiration mit BEKLIMA sind der Einfachheit halber schon alle notwendigen Dateien vorhanden und müssen zum Teil nur noch umbenannt werden. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf eine Berechnung der Verdunstung über Wiese. Die Vorgehensweise bei der Simulation über Brache bzw. Sommergerste wird danach kurz geschildert. Es sei auch an dieser Stelle wieder auf BRADEN (1995) und NEUNER (2000) verwiesen, um einen besseren Überblick über BEKLIMA und seine Steuerdateien zu erhalten.

1. Man öffnet DigitalTM Visual FORTRAN und den Arbeitsbereich „BEKLIMA.DSW“ im Ordner E:\ambeti\quellcode\. Für die Simulation über Wiese kann das Programm sofort ausgeführt werden. Die Simulation dauert etwa eine Minute, der Rechenfortschritt wird auf dem Monitor ausgegeben. Das Programm bricht automatisch ab, wenn keine vernünftigen Daten mehr zur Verfügung stehen. Man muß die Steuerdatei „BEKLIMA.STA“ also nicht editieren! Die Datei „111_01.BOD“ mit den Bodenparametern am Jahrestag 1 enthält die Bodentemperaturen in den verschiedenen Tiefen und die Bodenfeuchte. Die Datei kann mit Hilfe der Meßwerte und der Tabelle „DatenÖBG2001.xls“ erstellt werden. Für das Jahr 2001 ist das nicht mehr nötig.

2. Die Ausgabedateien werden im Ordner E:\ambeti\oebg_ausgabe\ gespeichert, wobei die Datei „BEKLI_01.111“ die wichtigste Datei darstellt. In ihr stehen die täglichen Verdunstungsraten (5.Spalte) in [mm/d]. Negative Werte stehen für Taufall. Neben dieser Datei werden zusätzlich Dateien mit Stundenwerten von Evapotranspiration [mm/h], Bodenwärmestrom, latenter und fühlbarer Wärme flu ß [W/m²], Schubspannungsgeschwindigkeit [m/s], Strahlungsbilanz [W/m²],... erstellt. Die gewonnen Ergebnisse werden in den Ordner E:\ambeti\2001\Wiese\ verschoben, wo sie dann bearbeitet werden können. Denn, bei jedem Programm lauf werden die Ausgabedateien in dem Ordner E:\ambeti\oebg_ausgabe\ überschrieben. **Die Dateien „WURZ_07.111“ und „WURZ_14.111“ müssen in dem Ordner E:\ambeti\oebg_ausgabe\ verbleiben!**

Sollen von Wiese verschiedene Vegetationsarten simuliert werden, müssen einige Dateien umbenannt werden. Es ist vorgesehen, die Verdunstung außer für Wiese auch für Brache und Sommergerste zu berechnen. Als erstes muß die Datei „BEKLIMA.STA“ in E:\ambeti\quellcode\ in „BEKLIMA14.STA“ umbenannt werden. Wird dies nicht gemacht, kann es unter Umständen vorkommen, daß diese überschrieben wird und neu herzustellen ist. Soll Brache simuliert werden, muß die Datei „BEKLIMA01.STA“ in „BEKLIMA.STA“ umbenannt werden. Das Programm kann nun ausgeführt werden. Die Ergebnisse werden wieder im Ordner e:\ambeti\oebg_ausgabe\ gespeichert und sind in den Ordner e:\ambeti\2001\brache\ zu verschieben.

Soll Sommergerste simuliert werden, wird der Modelllauf in drei einzelne Modellläufe eingeteilt. Von Tag 1 bis Tag 140 ist Brache zu simulieren. Dazu wird die Datei „BEKLIMA01a.STA“ in „BEKLIMA.STA“ umbenannt und das Programm ausgeführt. Anschließend muß die Datei mit den Zwischenergebnissen „111_01.ZWI“ im Ordner E:\ambeti\quellcode\ in „111_07.ZWI“ umbenannt werden. „BEKLIMA.STA“ erhält seinen ursprünglichen Namen „BEKLIMA01a.STA“ zurück und aus „BEKLIMA07.STA“ wird „BEKLIMA.STA“. Das Programm wird ausgeführt. Danach wird „BEKLIMA.STA“ wieder in „BEKLIMA07.STA“ umbenannt, aus „111_07.ZWI“ wird „111_01.ZWI“ und aus „BEKLIMA01b.STA“ wird „BEKLIMA.STA“. Das Programm wird ausgeführt und anschließend „BEKLIMA.STA“ in „BEKLIMA01b.STA“ umbenannt. Die Ergebnisse werden wieder im Ordner e:\ambeti\oebg_ausgabe\ gespeichert und sind in den Ordner e:\ambeti\2001\Sommergerste\ zu verschieben. Die Umänderung der Dateien ist nur für Datensätze erforderlich die über den Jahrestag 140 hinausgehen.

Die Kennzahl „14“ steht also für die Simulation über Wiese, „07“ für die Simulation von Sommergerste und „01“ für Brache.

Als Boden im ÖBG wird ein mittel sandiger Ton angenommen.

Literatur

Braden, H., 1995: The model AMBETI – A detailed description of a Soil-Plant-Atmosphere model. Berichte des DWD, Nr. 195, 117 S.

Göckede, M., 2000: Das Windprofil in den untersten 100 m der Atmosphäre unter besonderer Berücksichtigung der Stabilität der Schichtung. Diplomarbeit, Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie, 144 S.

Neuner, C., 2000: Anwendung des Evapotranspirationsmodells AMBETI auf die Verdunstungsberechnung im Raum Weißenstadt (Fichtelgebirge). Diplomarbeit, Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie, 133 S.