

Nutzung des Computer-Pools für Übungen mit Simulationsmodellen zur Anwendung des Lehrstoffes im Fach Bodenphysik

E. Kreische, Halle

Das Fach Bodenphysik hat sich in den letzten Jahren rasch weiterentwickelt. Es wurde oder wird versucht, alle im Boden ablaufenden pflanzenbaulich und ökologisch relevanten Speicher-, Transport- und Transformationsprozesse durch mathematische Modelle zu beschreiben und zwar unter gleichzeitiger Verwendung von Bilanzierungsverfahren und der jeweils zugrunde liegenden Kausalzusammenhänge. Dadurch ist es möglich, die Dynamik dieser Prozesse auch beim Vorliegen von relativ komplexen Gegebenheiten transparent zu machen und Hinweise für ein gezieltes Eingreifen zu erhalten.

Die Kenntnis dieser Möglichkeiten und Verfahren wird für den Pflanzenbauer bei seiner Gratwanderung zwischen dem angestrebten hohen Deckungsbeitrag und restriktiven Auflagen von Seiten des Umweltschutzes künftig sicherlich sehr nützlich sein, für die an Ökologie und Bodenschutz interessierten Studenten sind sie unabdingbar.

Dieser Entwicklung wurde bisher in der Ausbildung von Diplomagraringenieuren kaum Rechnung getragen.

Ein Grund liegt vermutlich in der Kompliziertheit der sich ergebenden mathematischen Zusammenhänge, vorwiegend partielle Differentialgleichungen, die für die meist vorliegenden Anfangs- und Randbedingungen nicht geschlossen lösbar sind.

Hier bietet sich die numerische Lösung mit Hilfe moderner Mikrocomputer an, deren Rechengeschwindigkeit in vertretbarer Zeit sehr aussagefähige Simulationen gestattet, wobei der mathematische Hintergrund nur soweit beherrscht werden muß, wie er zur Beurteilung der erhaltenen Ergebnisse notwendig ist.

Um das oben erwähnte Defizit zu beheben und gleichzeitig Computer zur naturwissenschaftlichen Ausbildung der Studenten sinnvoll einzusetzen, sollten 20 Stunden im Pool genutzt werden, die im Rahmen eines Übungszyklus mit dem Thema

"Computergestützte Methoden, Entscheidungshilfen und Beratungssysteme im Acker- und Pflanzenbau"

zur Verfügung standen. Adressaten waren das 5. und 6. Semester.

Nachfolgend sind einige Erfahrungen, die bei der erstmaligen Durchführung dieser Lehrveranstaltungen gesammelt wurden, dargestellt.

Das verwendete Material

Es wurden Programme zu den Themenkomplexen

Wärmeregime

Gashaushalt

Bodenwasserdynamik

Stoffumsätze und -verlagerungen

aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen. Wegen des einführenden Charakters der Veranstaltung sollten sie in ihrer Struktur möglichst leicht durchschaubar sein. Das schließlich vorhandene Material war sehr heterogen.

Die Eingabe konnte

a) über Tastatur auf Abfrage

b) durch ein vorbereitetes Datenfile

vorgenommen werden. Beide Arten erwiesen sich als brauchbar, wobei die zweite Eingabeform zusätzliche Übungen beim Erstellen eines Files (z.B. mit Hilfe des Norton Commanders) ermöglichte.

Die Ausgabe erfolgte abhängig vom Programm

a) nur numerisch

b) nur graphisch in Form von Diagrammen

c) graphisch und numerisch

d) nur auf Datenfile

Didaktisch als weitaus günstigste Form erwies sich die kombinierte graphisch-numerische Ausgabe auf dem Bildschirm. Der zeitliche Ablauf der simulierten Prozesse wurde durch sich in kurzen Intervallen verändernde farbige Diagramme wiedergegeben. Der Ausgangszustand war andersfarbig markiert. Wichtige Daten konnten in einer nebenstehenden Tabelle abgelesen werden. Bei Programmstopp wurden zusätzlich Bilanzen ausgegeben.

Am wenigsten brauchbar war die Ausgabe als Datenfile. Beim Ablauf der entsprechenden Programme, der durchaus eine erhebliche Zeit in Anspruch nehmen konnte, war auf dem Bildschirm nichts zu sehen. Auch der erforderliche Ausdruck der Ergebnisse bereitete Schwierigkeiten, da nur ein Drucker zur Verfügung stand.

Programmiersprachen

Die Programme lagen in Basic oder Fortran vor.

Basic erwies sich hier entgegen der weitverbreiteten Meinung eher als günstig und zwar aus folgenden Gründen:

- Die Mehrheit der Teilnehmer hatte Vorkenntnisse im Programmieren mit Basic. Veränderungen im Programm (z.B. der farbigen Gestaltung und Art der Ausgabe) konnten durch die Studenten selbst vorgenommen werden.
- Verbale Fragen, die mit "ja" oder "nein" beantwortet werden sollten, je nach Antwort aber zu quantitativen Veränderungen im Ergebnis führten, erregten Aufmerksamkeit. Anhand der Listings konnte die dabei zugrunde liegende Verfahrensweise erläutert werden.

Ausgestaltung der Übungen

Ursprünglich war zur Vermittlung der theoretischen Hintergründe der Simulationen eine einführende Vorlesung vorgesehen.

Diese ließ sich jedoch aus zeitlichen und räumlichen Gründen nicht durchführen. Deswegen wurde anfangs versucht, die erforderlichen Informationen durch eine Einführung vor der eigentlichen Übung im Pool zu vermitteln. Dies wurde nur bedingt akzeptiert. Sobald die Studenten vor den Computern saßen, wurden diese auch genutzt. Am zweckmäßigsten hat sich unter den gegebenen Bedingungen die folgende Vorgehensweise erwiesen:

- Den Kursteilnehmern wird zu Beginn der Veranstaltung eine kurzgefaßte Zusammenstellung der theoretischen Voraussetzungen für die Simulationen als Skript zur Verfügung gestellt.
- Einführende Erläuterungen sollten auf das Notwendigste beschränkt werden.
- Es ist vorteilhaft, die für die Abarbeitung der Programme erforderlichen Informationen als Vorspann oder als "help"-File zu programmieren. Ergänzende Hinweise und Skizzen auf der Wandtafel sind möglich.
- Es sollte mit einer interessanten Simulationsaufgabe begonnen werden. Die dazu notwendigen, nur durch Messung zu gewinnenden Parameter sind bereitzustellen.
- Den Studenten ist Zeit zu eigenen Variationen einzuräumen, gegebenenfalls sind ihnen die Disketten zu Übungszwecken befristet zu überlassen.

6. Motivierend ist auch, wenn die Aufgaben so gewählt werden, daß sich zunächst unerwartete Resultate ergeben. An die auftretenden Fragen lassen sich dann tiefergehende Erörterungen anschließen.

Prüfung

Aus Gründen der Effektivität wurden für die Abschlußprüfung zu diesem Teil des Gesamtkurses auf vorbereiteten Bögen die Simulationsaufgaben formuliert und die Werte der zu ihrer Lösung notwendigen Parameter aufgelistet. Die Ergebnisse konnten dann in einem vorgegebenen Raster eingetragen werden.

Einschätzung der Ergebnisse

Die Teilnehmerzahl blieb im Mittel während der 20 Stunden konstant trotz der vorwiegend pflanzenbaulich ausgerichteten Zuhörerschaft.

Wenn auch nicht in jedem Falle ein volles Verständnis des dargebotenen Stoffes erreicht wurde, so eigneten sich die Kursteilnehmer doch Fertigkeiten im Umgang mit dieser Sorte von Simulationsprogrammen an, die es ihnen ermöglichen, eigenständig fortgeschrittenere Versionen zu adaptieren und sich dienstbar zu machen.

Es ist auf jeden Fall sinnvoll, diese Art der Wissensvermittlung fortzuführen, wobei bei den zu erwartenden gründlicheren Vorkenntnissen der künftigen Studenten in Informatik auch die Ansprüche bezüglich der Programmiersprachen und der Komplexität der Programme angehoben werden können.

Als Ergänzung dazu kann ein bodenphysikalisches Praktikum absolviert werden, in dem die Meßverfahren für die substratspezifischen Parameter, welche für die Simulationen als Input-Größen notwendig sind, erlernt werden können. Dieses Praktikum wird gegenwärtig eingerichtet und steht ab Sommersemester 1993 den Studenten zur Verfügung.

Literatur

- CAMPBELL, G., H. (1985) Soil Physics with Basic Elsevier - Amsterdam - Oxford - New York - Tokio
RICHTER, I. (1986) Der Boden als Reaktor. F. Enke Verlag Stuttgart
ANLAUF, R. (Hrsg) (1988) Modelle für Prozesse im Boden. F. Enke Verlag Stuttgart