

Energie- und Stoffstrombilanzierung im Gartenbau

Entwicklung eines Umweltinformationsmanagementsystems für Betriebe

In den letzten Jahren ist der Druck auf landwirtschaftliche und gartenbauliche Erzeuger gestiegen, Aspekte des Umweltschutzes in unternehmerischen Entscheidungen einzubeziehen. Dieser Druck, der dabei nicht nur vom Endverbraucher, sondern vor allem auch von Nahrungsmittelindustrie, Nahrungsmittelleinzelhandel sowie Gesetzgeber ausgeht, äußert sich in einer gesteigerten Nachfrage nach Informationen zur „ökologischen Qualität“ der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Produktion. Es wird ein EDV-gestütztes Werkzeug vorgestellt, dass die Erfassung und Ermittlung dieser Informationen im gartenbaulichen Betrieb ermöglichen soll.

Dipl.-Ing. agr. (Univ.) Hagen Bauersachs ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Technik im Gartenbau (Leitung: Prof. Dr. Joachim Meyer) der Technischen Universität München, Am Staudengarten 2, D-85354 Freising-Weißenstephan; e-mail: hagen.bauersachs@wzw.tum.de
Dieses Projekt wird vom BMVEL finanziell unterstützt.

Schlüsselwörter

Ökobilanzierung, Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS)

Keywords

Life cycle assessment (LCA), business' environmental information systems

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04328 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Aktuell existiert eine Vielzahl methodischer Instrumente, die im Rahmen betrieblicher Umweltinformationsmanagementsysteme Verwendung finden. Neben der Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA; [5]) stehen dabei Ansätze wie die Umweltleistungsbewertung (Environmental Performance Evaluation, EPE; [2, 6]), die ökologische Buchhaltung [8] oder Streamlined LCA [4] zur Verfügung, um nur eine Auswahl zu nennen. Gemeinsame Komponente der oben genannten Ansätze ist eine Quantifizierung der betrieblichen Stoff- und Energieströme (Input-Output-Bilanzierung), aus der in einem weiteren Arbeitsschritt eine Bewertung der damit verbundenen Umweltwirkungen erfolgt. Da die Erstellung dieser Input-Output-Bilanzen die Erfassung und Verarbeitung umfassender Datenmengen erfordert, bietet sich hier der Einsatz EDV-gestützter Informationsmanagementwerkzeuge an. Entsprechende Systeme,

die diese Aufgabe erfüllen und gleichzeitig den spezifischen Anforderungen gartenbaulicher Betriebe gerecht werden, existieren aber bislang noch nicht. Inhalt des vorgestellten Projektes ist daher die Entwicklung eines EDV-gestützten Umweltinformationssystems für den Gartenbau.

Anforderungen an ein Umweltinformationssystem Gartenbau

Die in der Literatur genannten allgemeinen Anforderungen an ein betriebliches Umweltinformationssystem können wie folgt zusammengefasst werden [3, 7]:

- Vollständigkeit: alle relevanten Umweltaspekte sollen abgedeckt werden.
- Komplexitätsreduktion: die im Rahmen der Bilanzierung anfallenden Datenmengen müssen zu Kerninformationen verdichtet werden, um die Verständlichkeit zu erhöhen und operative/strategische Ent-

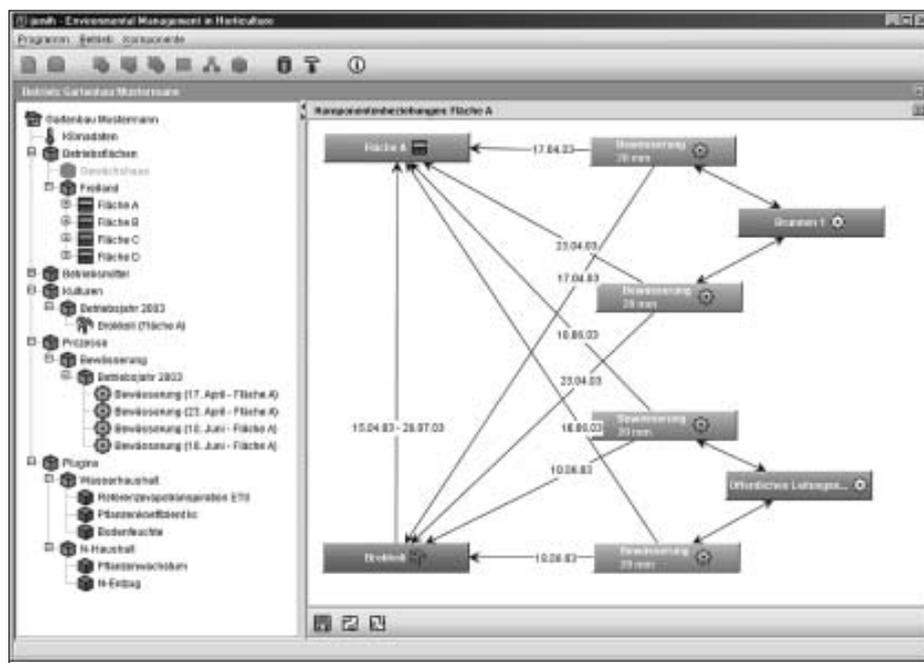


Bild 1: Grafische Darstellung des Datenmodells eines gartenbaulichen Betriebes als Datenbaum (links) und als Graph (rechts)

Fig. 1: Graphical presentation of the data model of a horticultural enterprise as a data tree (left) and as a graph (right)

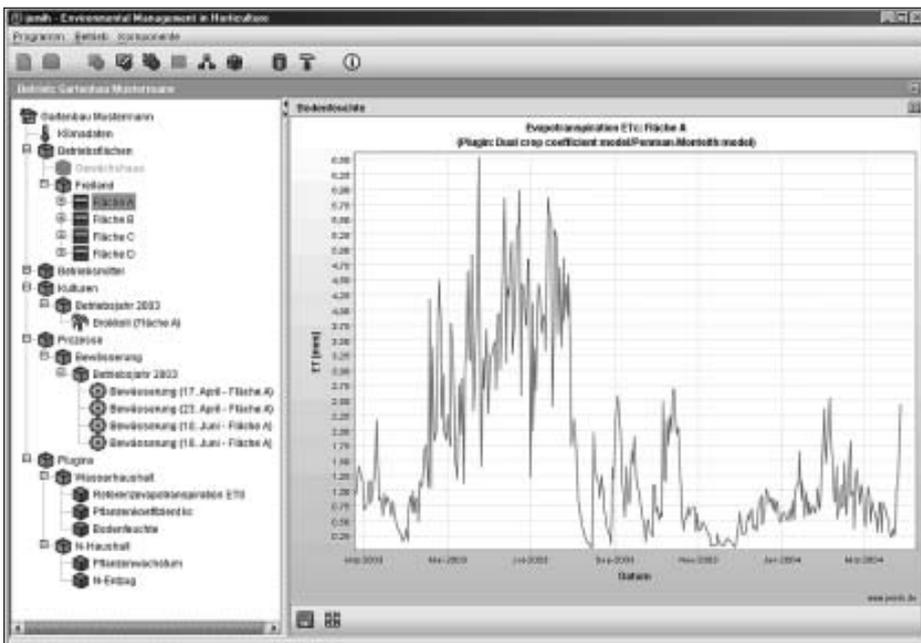


Bild 2: Evapotranspiration auf einer bestimmten Fläche im Beispielbetrieb

Fig. 2: Evapotranspiration for a special area of the exemplary business

scheidungen auf Basis dieser Daten zu ermöglichen.

- **Aktualität:** Informationen müssen zeitnah erfasst und aufbereitet werden, um dementsprechend eine zeitnahe Einbindung in betriebliche Entscheidungsprozesse zu ermöglichen.
- **Transparenz:** die Methoden und Verfahren der Datenerhebung, vor allem aber die Methoden der Bewertung müssen nachvollziehbar sein.

Neben diesen abstrakten Kriterien sind im Hinblick auf den praktischen Einsatz in gartenbaulichen Betrieben zwei Punkte von besonderer Bedeutung:

- **Erfassung spezifischer Umweltwirkungen:** anders als in den meisten Bereichen der industriellen Produktion findet die Pflanzenproduktion im Freiland unter sehr viel schwerer steuer- und kontrollierbaren Bedingungen statt. Dementsprechend schwierig ist es, bestimmte Stoff- und Energieströme in einem gartenbaulichen (Freiland-) Produktionssystem messtechnisch zu erfassen (etwa Nitratverluste, Verdunstung). Soweit sinnvoll, sollen diese Bilanzgrößen durch den Einsatz entsprechender Modelle abgeschätzt werden.
- **Wirtschaftlichkeit:** eine umfassende Erfassung und Bewertung von Umweltinformationen unter Berücksichtigung der genannten Anforderung ist zwangsläufig mit einem gewissen personellen und finanziellen Aufwand verbunden. Dabei ist der relative Aufwand im Verhältnis zur Betriebsgröße umso größer, je kleiner der Betrieb ist, in dem ein Umweltinformationssystem implementiert werden soll. Im Bereich Gartenbau, mit zumeist kleinen Betrieben, ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit eines UIS damit von besonderer Bedeutung.

Konzept und Implementierung

Grundlage des Umweltinformationsmanagementsystems ist ein objektorientiertes Datenmodell zur abstrahierten Abbildung eines realen gartenbaulichen Produktionssystems am Rechner. Stark vereinfacht stehen dem Benutzer des Systems dabei verschiedene Komponentenklassen zur Verfügung, mit denen reale Betriebskomponenten innerhalb des Datenmodells repräsentiert werden. Die vier wesentlichen Komponentenklassen sind:

- **Flächenobjekte:** jedes Flächenobjekt repräsentiert eine Betriebsfläche und wird durch spezifische Eigenschaften wie Größe, Bodeneigenschaften, Bodenschichtung charakterisiert.
- **Kulturobjekte:** jedes Kulturobjekt repräsentiert eine Kultur, die im Betrieb angebaut wird. Kulturobjekte werden charakterisiert durch die Anbaufläche, die Kulturdauer sowie die Kulturart.
- **Geräte- oder Maschinenobjekte**
- **Prozessobjekte:** beschreiben die Verwendung einzelner Geräte-/Maschinenobjekte auf ein Kultur- oder Flächenobjekt.

Eine möglichst individuelle Abbildung des realen Betriebes im Datenmodell wird somit erreicht durch das Anlegen jeweils eines Komponentenobjektes für jede reale Betriebskomponente, durch Spezifikation individueller Eigenschaften für jedes Objekt und durch Definition der Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten untereinander. Bild 1 zeigt die grafische Benutzeroberfläche (GUI) des Informationsmanagementsystems. Dabei ist das gesamte Datenmodell des gezeigten Beispielbetriebes im linken Rahmen als Baum dargestellt. Die einzelnen Komponenten sind hierbei nach Komponentenklassen geordnet. Im rechten Rahmen ist ein Teilausschnitt des Modells als Graph dargestellt.

Anders als bei der hierarchischen Baumdarstellung wird hierbei neben den einzelnen Komponenten auch die Struktur des Systems (Komponentenbeziehungen) visualisiert. Dieses Datenmodell dient dann als Grundlage zur Berechnung von Stoff- und Energieströmen innerhalb des Betriebes.

Für die Erfassung bestimmter Typen von Energie- oder Stoffströmen existiert jeweils eine Schnittstelle innerhalb des Programms. Jede dieser Schnittstellen kann dabei mit einer beliebigen Schnittstellenimplementierung (Plugin) belegt werden. Ein solches Plugin kann dabei als Hardwaretreiber (etwa Verbindung zu einer lokalen Klimastation), als Datenbankverbindung oder als mathematisches Modell realisiert sein. So existiert beispielsweise für den Stoffstrom „Evapotranspiration“ eine Schnittstelle, die wahlweise mit dem Penman-Monteith-Modell [1] oder jeder beliebigen anderen Implementierung belegt werden kann. Bild 2 zeigt die nach Penman-Monteith auf einer bestimmten Fläche auftretende Evapotranspiration. In einem letzten Schritt werden die einzelnen Stromdaten zu einem Bilanzprotokoll zusammengefasst (Bild 3). Dabei kann sowohl der Gesamtbetrieb (Gate-to-Gate-Bilanz) als auch eine einzelne Betriebskomponente (Flächenbilanz, Produktbilanz) als Bilanzierungsebene gewählt werden. Ein Beispiel für ein solches Bilanzprotokoll zeigt Bild 3. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen nun mögliche Implementierungsansätze für die vorhandenen Schnittstellen hinsichtlich der oben genannten Anforderungen evaluiert und das Gesamtsystem entsprechend erweitert werden.

Fläche A		jemih			
01.01.2003 - 31.12.2003		Gruppierung Fl&Tullapp			
	Quelle	Ziel	Input	Output	Bestand
Wasser					
Bewässerung					
	Brunnen 1	Fläche A	330.000 l		
	Öberfläch. Leitungsnetze	Fläche A	330.000 l		
Summe:			660.000 l		
Evapotranspiration					
	Fläche A	Atmosphäre		4.668.000 l	
Summe:				4.668.000 l	
Niederschlag					
	Atmosphäre	Fläche A	2.574.000 l		
Summe:			2.574.000 l		
Verdunstung					
	Fläche A	Boden		574.500 l	
Summe:				574.500 l	
Bodenfeuchte					
	31.12.03	Fläche A			2.736.000 l
	31.12.04	Fläche A			3.027.500 l
Differenz:					491.500 l
Summe:			4.674.000 l	5.269.000 l	491.500 l

Bild 3: Ausschnitt eines Energie- und Stoffstromprotokolls für eine einzelne Betriebskomponente („Fläche 1“)

Fig. 3: Excerpt of a energy and material flow protocol for one business component