

Das CCB-Modell, Datenverwaltung und Schnittstellen

U. Franko¹⁾, E. Thiel²⁾, F. Förster²⁾, B. Herrmann¹⁾

¹⁾Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig-Halle GmbH¹⁾
Theodor-Lieser-Str. 4
06120 Halle
uwe.franko@ufz.de

²⁾Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie²⁾
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Abstract: Soil organic matter is an important resource that has to be managed properly. The CCB model is a tool to simulate SOM dynamics basing on very few input data that are usually available for agricultural sites. This paper gives a short overview about the model, describes the CCB database and refers to the CCB interfaces with databases like EuroSOMNET and BEFU.

1. Grundlagen

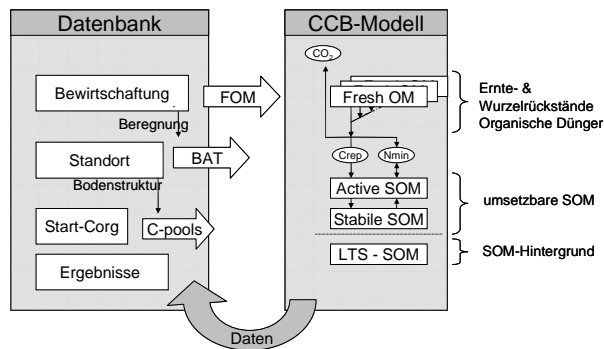


Abb. 1: Schematische Darstellung der Verbindung des CCB-Modells mit der Datenbasis; Boxen: Pools, Pfeile: Flüsse

Der Humusgehalt des Bodens ist für die Bodenstruktur, für die Nährstoffspeicherung und für die Nährstoffdynamik bedeutend. Der Humusumsatz und damit die Nährstoffdynamik eines Standortes ist vom Klima, vom Boden und der Bewirtschaftung abhängig. Das Ausmaß des Humusaufbaus oder -abbaus durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung wird durch die Standorteigenschaften geprägt. Das CCB-Modell (Candy Carbon

Balance) wurde aus dem komplexen Prozessmodell CANDY entwickelt, um der landwirtschaftlichen Praxis ein Werkzeug für die Prognose der Bodenhumusänderungen zur Verfügung zu stellen. Herausforderungen waren hierbei die Anpassungen an die praxisübliche Datenverfügbarkeit, die hinreichende Berücksichtigung von Standortbedingungen und die ausreichende Validität. Für eine effiziente Arbeit mit größeren Datenmengen wurde eine Verbindung (Abb. 1) von Datenbank und Modellalgorithmen realisiert. Die Modellalgorithmen sind ausführlich in FKTL11 dokumentiert. Da das Modell auch für komplexere Fragestellungen interessant ist, gibt es zwei Anwendungsbereiche:

- i) den Praxismodus, der auf die Problematik Humusbilanzierung fokussiert ist und
- ii) den Wissenschaftsmodus, der zusätzlich weitere Anforderungen bedient und verschiedene Schnittstellen anbietet (Statistikpaket „R“, Literatur Datenbank, SQL-Schnittstelle). Weiterhin sind Module zur Parameterschätzung bzw. Unsicherheitsanalyse verfügbar. Neben Bodenparametern und Klimadaten sind bei der Modellanwendung vor allem Bewirtschaftungsdaten zu erfassen. Für beide Anwendungsrichtungen wünschenswert ist deshalb eine Anbindung an bereits bestehende Datenspeicher.

Der eigentliche Modellkern zur Berechnung der mit dem Kohlenstoffumsatz in der Bodenkrume verbundenen Prozessen ist in beiden Versionen identisch und entspricht dem in Abb. 1 dargestellten schematischen Aufbau des an einem umfangreichen Datensatz (>300 Varianten aus 40 Dauerversuchen) validierten Modells [FKT11].

2. Datenstruktur

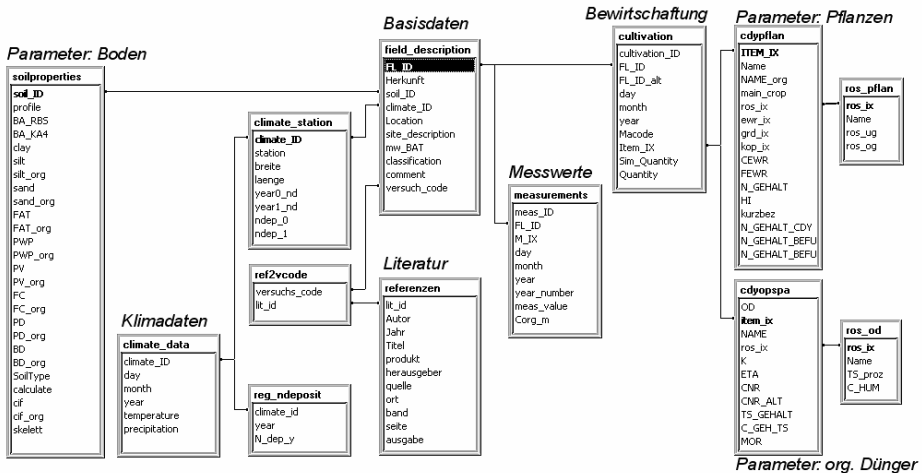


Abbildung 2: Vereinfachtes CCB-Datenmodell: zu Datenpools verbundene Tabellen

Die modell- und nutzerspezifischen Daten sind in einer ACCESS-Datenbank abgelegt auf die das mit DELPHI XE entwickelte Programm über eine ADO-Schnittstelle zugreift. Das dazu entwickelte Datenmodell ist etwas vereinfacht in Abb. 2 dargestellt.

Die Tabelle *field_description* (Abb. 2) enthält die Basisdaten für jede behandelte Fläche (Versuchsvariante bzw. Ackerschlag). Da beschreibende Dokumente im Allgemeinen nicht für jede einzelne Fläche vorliegen, sondern Gruppen zugeordnet werden, die hier unter dem Begriff "Versuch" zusammengefasst sind, erfolgt die Verbindung zu der Datendokumentation über das Attribut *versuch_code* auf die Referenzliste. Über den Verweis auf *soilproperties* werden die Bodenparameter zugeordnet. Hier ist für alle fakultativen Attribute vermerkt, ob es sich um Eingabewerte handelt. Auf der Basis dieser Tabelle wird zur Ausführzeit ein temporärer Datensatz generiert, in dem alle Fehlstellen durch die Anwendung entsprechender Pedotransferfunktionen geschlossen sind. Das Attribut *climate_ID* stellt die Verbindung zu den Basisdaten der jeweiligen Wetterstation und weiter zu den eigentlichen Wetterdaten in *climate_data* in denen bisher Wetterdaten mit maximal jährlicher Auflösung verwaltet werden. Langjährige Mittelwerte sind mit der Angabe *year=0* zu versehen. Ebenfalls dem Pool der Klimadaten zugehörig, können jährliche Angaben zur N-Deposition aus der Atmosphäre erfasst werden, um in die Berechnung von N-Bilanzen einzufließen.

Für das CCB-Modell relevante Messwerte sind der organische Kohlenstoff (C_{org}), der Bodenstickstoff (N_t) und der C-Pool der mikrobiellen Biomasse (C_{mic}), die in der Tabelle *measurements* als *meas_value* gespeichert werden (Abb. 2). Da das Modell in Jahres-schritten arbeitet, werden alle Messwerte dem Ende des entsprechenden Zeitschritts zugeordnet. Die für ein dynamisches Modell erforderlichen Anfangswerte sind daher mit dem Attribut *year_number=0* zu kodieren. Alle übrigen Messwerte dienen der statistischen Auswertung im Anschluss an eine Modellrechnung. Die Tabelle *cultivation* enthält die Bewirtschaftungsdaten, die durch den Vektor aus *year*, *Macode*, *Item_ix* und *Quantity* gebildet werden. *Macode* verweist auf eine entsprechende Aktion wie Ernte (mit oder ohne Abfuhr der Koppelprodukte), Düngung (organisch, mineralisch) oder Beregnung; *Item_ix* verweist auf ein aktionsspezifisches Objekt (Fruchtart oder Düngerart) u. *Quantity* enthält die jeweilige Mengenangabe (Ertrag, Düngermenge, Regengabe).

Eine in die Anwenderoberfläche integrierte SQL-Schnittstelle ermöglicht fortgeschrittenen Nutzern relativ komplexe Auswertungen, da vollständige SQL-Scripte abgearbeitet werden können. Noch weitergehende Auswertungen sind über die ebenso in das Interface integrierte Schnittstelle zum Statistikpaket „R“ möglich. Beispiele dazu sind auf der CCB-website zu finden (www.ufz.de/ccb).

3. Schnittstellen zu externen Daten

Dauerversuchsdaten sind ein ebenso knappes wie wertvolles Gut, insbesondere für die Untersuchung der Humusdynamik, die lange Beobachtungszeiten (>10 Jahre) erfordert. Um den für die Modellvalidierung zusammengestellten Datenpool auch allgemein nutzbar zu machen, wurden die dafür geeigneten Daten in die über ein web-interface erreichbaren EuroSOMNET Datenbank [FSR02] transferiert, soweit die Zustimmung der Datenhalter bzw. „Datensammler“ vorlag (s.a. <http://www.ufz.de/somnet>). Diese Daten stehen somit allen potentiellen CCB-Anwendern zur Verfügung, da ein Re-Import in eine CCB-Datenbasis über ein Visual-Basic Script relativ einfach möglich ist.

Die praktische Arbeit mit einem ebenso umfangreichen wie heterogenen Datensatz ließ schnell den Bedarf für eine integrierte Dokumentation der benutzten Datengrundlage erkennen. Um dieser Notwendigkeit zu entsprechen, wurde eine Schnittstelle zu einer Literaturdatenbank geschaffen. Die Quellenangaben wurden zunächst mit dem Literaturverwaltungsprogramm Endnote gepflegt und über das RIS-Format in die entsprechend erweiterte ACCESS-Datenbank integriert. Diese Quellenangaben sind mit den jeweiligen Datensätzen der Dauerversuche verlinkt, so dass die Herkunft der Daten jederzeit nachvollzogen werden kann. Darüber hinaus sind die pdf-files aus der CCB-Anwenderoberfläche heraus darstellbar, was sich als eine wertvolle Hilfe im Prozess der Datenkontrolle erwies. Da Open-Access Publikationen in diesem Wissenschaftsbereich nicht üblich sind, ist eine weitere Verwendung dieser umfangreichen Informationsquelle allerdings beschränkt.

Noch wichtiger ist ein möglicher Datenimport allerdings für den Praxiseinsatz. Da am LfULG in Sachsen das BEFU-System (www.landwirtschaft.sachsen.de/befu) bereits langjährig als zentrale Schnittstelle zur Düngungsberatung genutzt wird [FEA09], liegt es nahe, eine CCB-Schnittstelle auch in dieser Richtung zu konzipieren, um die Akzeptanz in der Praxis zu verbessern. Zu diesem Zweck wird der Zwischenweg über die BEFU-Datenbank gewählt, da die Kopplung zwischen Schlagkartei und BEFU-System bezüglich Düngungsempfehlung und Nährstoffbilanzierung für die Landwirte bereits möglich ist. Dabei werden Textdateien aus der betrieblichen Schlagkartei (Agrar Office AgroWIN) exportiert, in das BEFU-System eingelesen und können anschließend für das Datenmodell von CCB durch SQL-Abfragen aufbereitet werden.

Für die Anwendungen mit eher wissenschaftlichem Hintergrund sind vor allem die Möglichkeiten zur Dokumentation, zum Datenaustausch über EuroSOMNET und die Integrationsmöglichkeit in eigene Softwaresysteme von Interesse. CCB kann über einen batch-Aufruf gestartet werden, wobei Vor- und Nachbereitung durch Manipulation der Datenbankinhalte über entsprechende SQL-Scripte und weitere Software (z.B. zur Unsicherheitsanalyse) vorgenommen werden können. In diesem Fall dient das Modell als Werkzeug, um Parameter zu identifizieren bzw. Fehlergrenzen zu ermitteln. Für eher praktische Fragestellungen zur Prognose der Kohlenstoffspeicherung im Boden, sind diese Fähigkeiten eher hinderlich, da die Anwendung dadurch zu kompliziert erscheinen könnte. Deshalb wurde mit dem „Praxismodus“ eine eindeutige Fokussierung auf die Humusbilanzierung im Boden vorgenommen. Ein Anwender-Handbuch wurde in deutscher Sprache verfasst. Die gesamte Software ist unter www.ufz.de/ccb verfügbar.

Literaturverzeichnis

- [FEA09] Förster, F., Ernst, H., Albert, E.: BEFU 2009. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden.2009, www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub_id=5266.
- [FKT11] Franko,U., Kolbe, H., Thiel, E., Ließ, E.: Multi-site validation of a soil organic matter model based on generally available input data. *Geoderma*,166, 2011, S 119-134.
- [FSR02] Franko,U., Schramm G, Rodionova V, Körschens M, Smith P, Coleman K, Romanenkov V, Shevtsova L.: EuroSOMNET - a database for long-term experiments on soil organic matter in Europe. *Comp. Electron Agr.*, 2002, S. 233-239.