

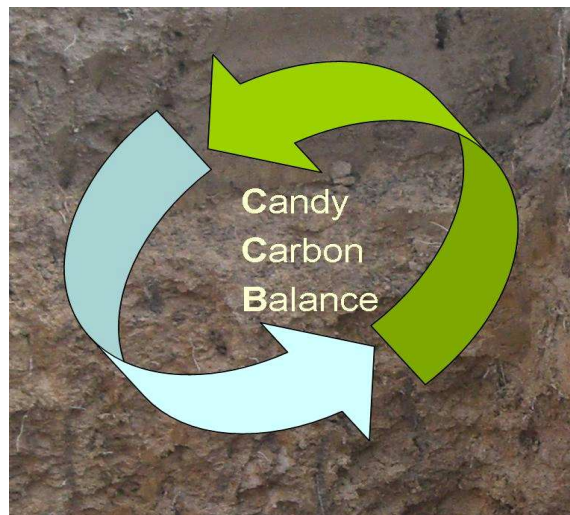
- Anwenderhandbuch -

Modell CCB

Ein Modell zur Berechnung der Humusdynamik

Version 2011.2.2.49

Stand: 07.11.2011



Praxismodus

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Installation und Modellstart	4
3	Dateneingabe	8
3.1	Einstellen einer Datenbank.....	8
3.2	Anlegen eines neuen Betriebes	9
3.2.1	Standortdaten.....	12
3.2.2	Bewirtschaftung	17
3.2.3	Messwerte.....	19
4	Simulation	20
4.1	Durchführung der Simulation.....	20
4.2	Ergebnisse der Simulation.....	22
5	Literaturangaben.....	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Minimum an Eingabedaten für das Modell CCB.....	3
Abbildung 2: Beispielhaftes Entpacken der heruntergeladenen Datei CCB_praxismodus15648.ZIP.....	4
Abbildung 3: Erstellung einer Kopie der Datenbank und Umbenennung der Arbeitsversion...	5
Abbildung 4: Fehlermeldung beim ersten Start von CCB	6
Abbildung 5: Benutzeroberfläche beim Start von CCB.....	7
Abbildung 6: Auswahl der gewünschten Datenbank	8
Abbildung 7: Neuen Betrieb anlegen	9
Abbildung 8: Name des neuen Betriebes	9
Abbildung 9: Standortdaten für neuen Schlag vergeben.....	10
Abbildung 10: Weiteren Schlag hinzufügen	11
Abbildung 11: Tabellenblatt „Basic-Info“	12
Abbildung 12: Anlegen neuer Bodendaten	13
Abbildung 13: Bodendaten.....	13
Abbildung 14: Anlegen neuer Wetterdaten.....	15
Abbildung 15: Klimadaten	16
Abbildung 16: gemessene N-Deposition.....	16
Abbildung 17: Tabellenblatt Bewirtschaftung	17
Abbildung 18: Tabellenblatt Observation	19
Abbildung 19: Modellierung der kompletten Datenbank mittels Rechtsklick auf den Datenbank-Pfad	20
Abbildung 20: Modellierung des kompletten Betriebes mittels Rechtsklick auf den Betriebs- Pfad.....	20
Abbildung 21: Modellierung eines Schlages	21
Abbildung 22: Ergebnisdarstellung C _{org} -Verlauf.....	22
Abbildung 23: Angabe der Wiederholung der Bewirtschaftungsabfolge	23
Abbildung 24: Prognose der C _{org} -Entwicklung für den definierten Zeitraum	23
Abbildung 25: Ergebnisdarstellung der Humusreproduktion	24
Abbildung 26: Ergebnisdarstellung N-Bilanz mit Ausweisung der N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz	25

1 Einleitung

Der organische Kohlenstoff (C_{org}) ist Hauptbestandteil des Humus und wird als Maß für den Humusgehalt eines Bodens verwendet. 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.

Gegenwärtig existieren verschiedene Verfahren, mit denen eine Berechnung der Humusreproduktion durchgeführt werden kann (z.B. Asmus und Herrmann, 1977; Brock et al., 2008; Hülsbergen, 2003; Leithold et al., 1997; Kolbe, 2010; VDLUFA, 2004). Diese Verfahren berücksichtigen jedoch messbare C_{org} -Gehalte im Boden nicht und beinhalten nur partiell eine Standortwirkung. Aktuelle Prozessmodelle zur Bodenkohlenstoffdynamik, z. B. CIPS nach Kuka et al. (2007) sind vorrangig wissenschaftlichen Fragestellungen gewidmet und haben für einen praktischen Einsatz in der Regel einen zu hohen Eingangsdatenbedarf.

Für den Einsatz unter Praxisbedingungen mit der dort gewöhnlich anzutreffenden reduzierten Datengrundlage wurde aus dem Prozessmodell CANDY (Franko, 1989) eine stark vereinfachte Variante abgeleitet. Dieses Modell, CCB (CANDY Carbon Balance), berücksichtigt Standorteffekte und besitzt einen Bezug zum Kohlenstoff und zum Stickstoff. Das Minimum an Eingabedaten für die drei grundlegenden Steuerbereiche des C- und N-Umsatzes wurde wie folgt definiert (Abbildung 1):

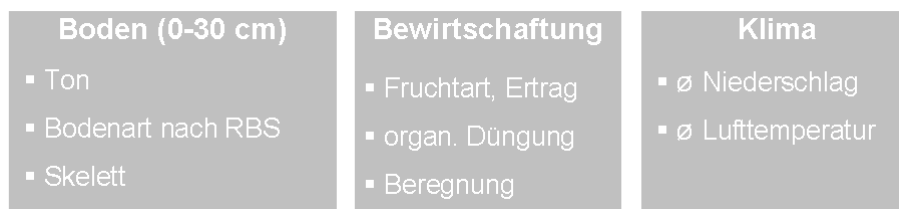


Abbildung 1: Minimum an Eingabedaten für das Modell CCB

Die zur Validierung des CCB-Modells verwendete Datenbasis besteht aus 40 Langzeitversuchen mit 391 Versuchsvarianten (Franko et al., 2011), vorwiegend im gemäßigten Klima (7 - 11 °C, 300 - 900 mm Jahresniederschlag) mit einem Tongehalt < 30 % in der Krumschicht (0 - 30 cm).

2 Installation und Modellstart

Das Modell CCB läuft unter den Betriebssystemen Windows XP, Vista und Windows 7.

Die aktuelle CCB Version 2011.2.2.x, welche sich sowohl im Wissenschafts- als auch im Praxismodus nutzen lässt, kann unter der Adresse <http://www.ufz.de/ccb> heruntergeladen werden. Das vorliegende Handbuch beschreibt nur die Anwendung im Praxismodus. Dabei werden u.a. Schnittstellen zur direkten Arbeit in der Datenbank, zur statistischen Auswertung und zur Pflege der Literaturdaten ausgeblendet und eine Bedienung in deutscher Sprache aktiviert. Für die Aktivierung des Wissenschaftsmodus ist die Datei `ccb_ado.ini` erforderlich, welche separat unten der genannten Adresse heruntergeladen werden kann.

Die heruntergeladene Datei `CCB_praxismodus15648.ZIP` (Abbildung 2) muss in einem beliebigen Zielordner entpackt werden (Abbildung 2).

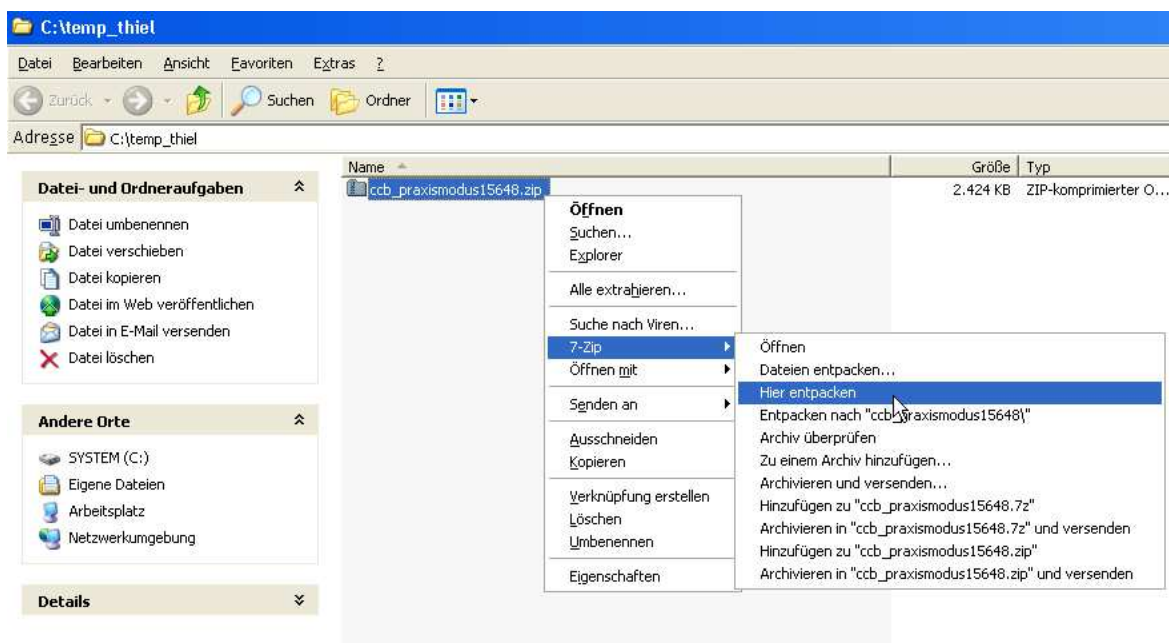


Abbildung 2: Beispielhaftes Entpacken der heruntergeladenen Datei `CCB_praxismodus15648.ZIP`

In diesem Ordner werden zwei Dateien platziert:

ccb_ado.exe *ausführbares Programm*

CCB_leer.mdb *leere Access-Datenbank mit dem CCB-Datenmodell und den aktuell verfügbaren Parametertabellen als Ausgangspunkt für eigene Datensammlungen. Eine Installation von Access ist nicht notwendig.*

Eine direkte Installation des Modells ist nicht notwendig. Alle Dateien können einfach auf die Festplatte kopiert werden. CCB kann somit direkt von der Festplatte des PCs oder von einem USB-Stick ohne vorherige Installation gestartet werden.

Es ist empfehlenswert, die eigenen Anwenderdaten in eine entsprechend benannte Kopie (Abbildung 3) der leeren Datenbank einzugeben und die Datenbank CCB_leer.mdb als Vorlage zu erhalten.

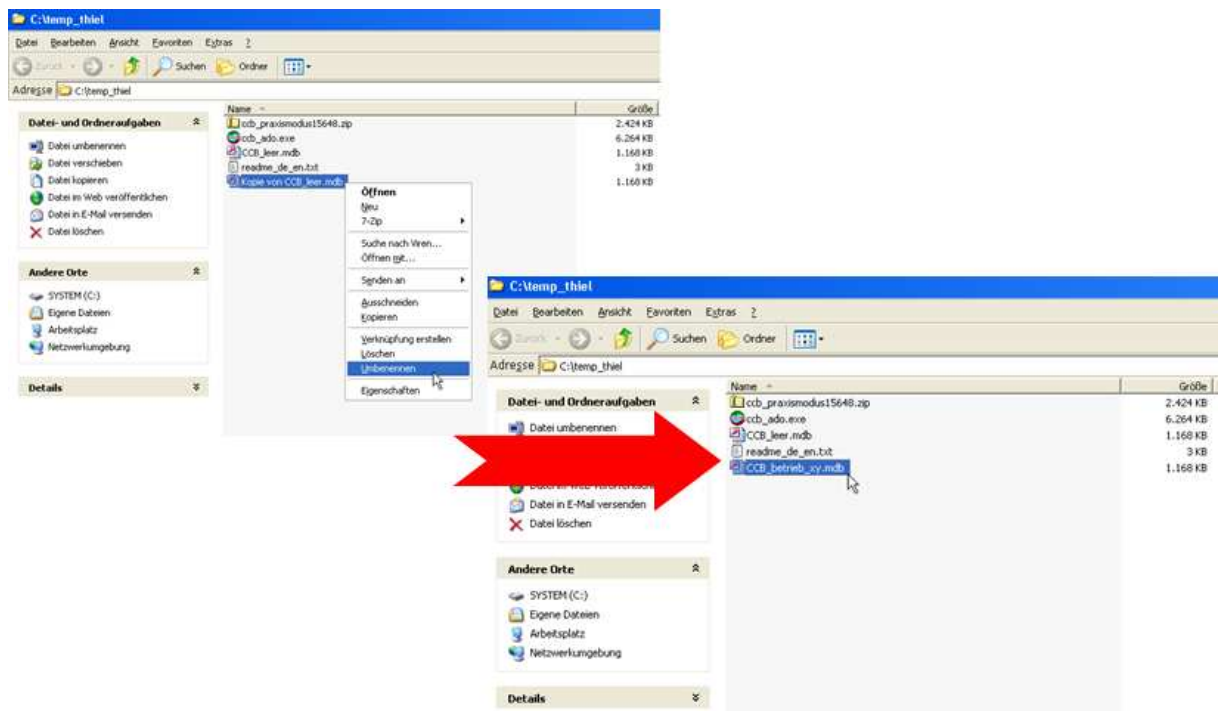


Abbildung 3: Erstellung einer Kopie der Datenbank und Umbenennung der Arbeitsversion

Es wird empfohlen, das Programm, die Datenbank und evtl. anfallende weitere Hilfsdateien in ein gemeinsames Verzeichnis zu kopieren.

Die Software kann durch einen Doppelklick auf die Datei **ccb_ado.exe** gestartet werden. Die Abbildung 5 zeigt das Hauptmenü von CCB beim Start des Programms.

Beim ersten Start des Modells wird über eine Fehlermeldung (Abbildung 4) signalisiert, dass keine Datenbank gefunden wurde. Hier kann *OK* gedrückt werden*.

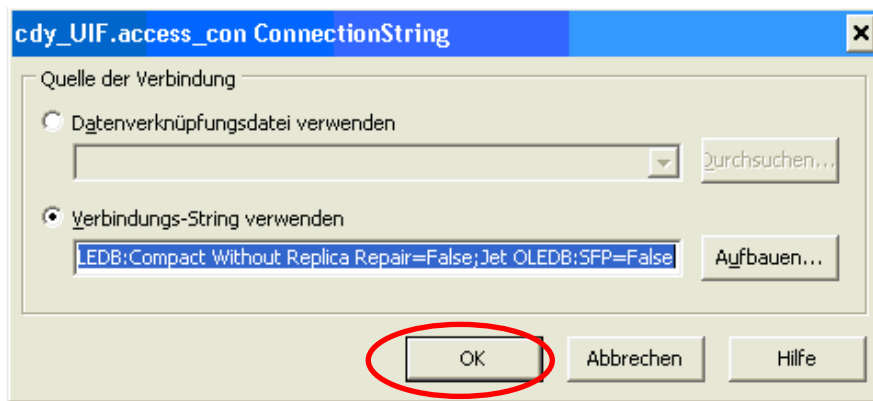


Abbildung 4: Fehlermeldung beim ersten Start von CCB

Die Auswahl der Datenbank erfolgt dann über den Button „Auswahl der Datenbank“ (Abbildung 5). Bei wiederholtem Programmstart wird immer auf die zuletzt benutzte Datenbank zugegriffen. Die Auswahl einer anderen Datenbank ist jederzeit möglich.

* Dies funktioniert nur, wenn das Betriebssystem einen jet4-Treiber hat. Bei neueren Betriebssystemen und MS Access-Versionen können weitere Einstellungen notwendig sein. In diesem Fall, bitte Kontakt mit den Autoren über enrico.thiel@smul.sachsen.de aufnehmen.

Für die Arbeit mit CCB im Praxismodus stehen folgende **Menüpunkte** zur Auswahl:

Daten Verarbeiten	<i>Zugang zu Standort-, Bewirtschaftungs- und Klimadaten</i>
Auswahl der Datenbank	<i>Auswahl der aktuellen Datenbank</i>
Ende	<i>Beenden des Programms</i>

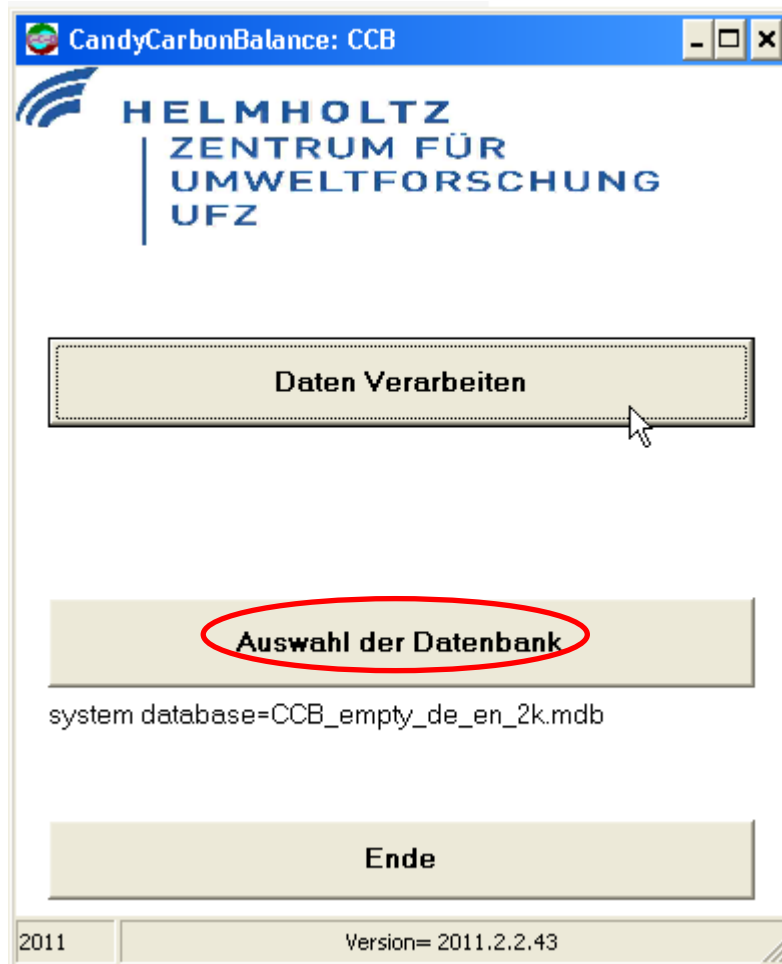


Abbildung 5: Benutzeroberfläche beim Start von CCB

3 Dateneingabe

3.1 Einstellen einer Datenbank

Am Beginn der Arbeit steht die Auswahl der verwendenden MS Access-Datenbank, die alle Anwenderdaten und Modellparameter für eine Simulation enthält. Eine Datenbank mit allen notwendigen Modellparametern wird neben der Software für die Nutzung von CCB bereitgestellt. Die zuletzt verwendete Datenbank wird unterhalb des Schalters „Auswahl der Datenbank“ angezeigt. Ist dieses Feld leer oder soll mit einer anderen Datenbank gearbeitet werden, wählen Sie mittels „Auswahl der Datenbank“ (Abbildung 5), wie in Abbildung 6 veranschaulicht, die gewünschte Datenbank aus.

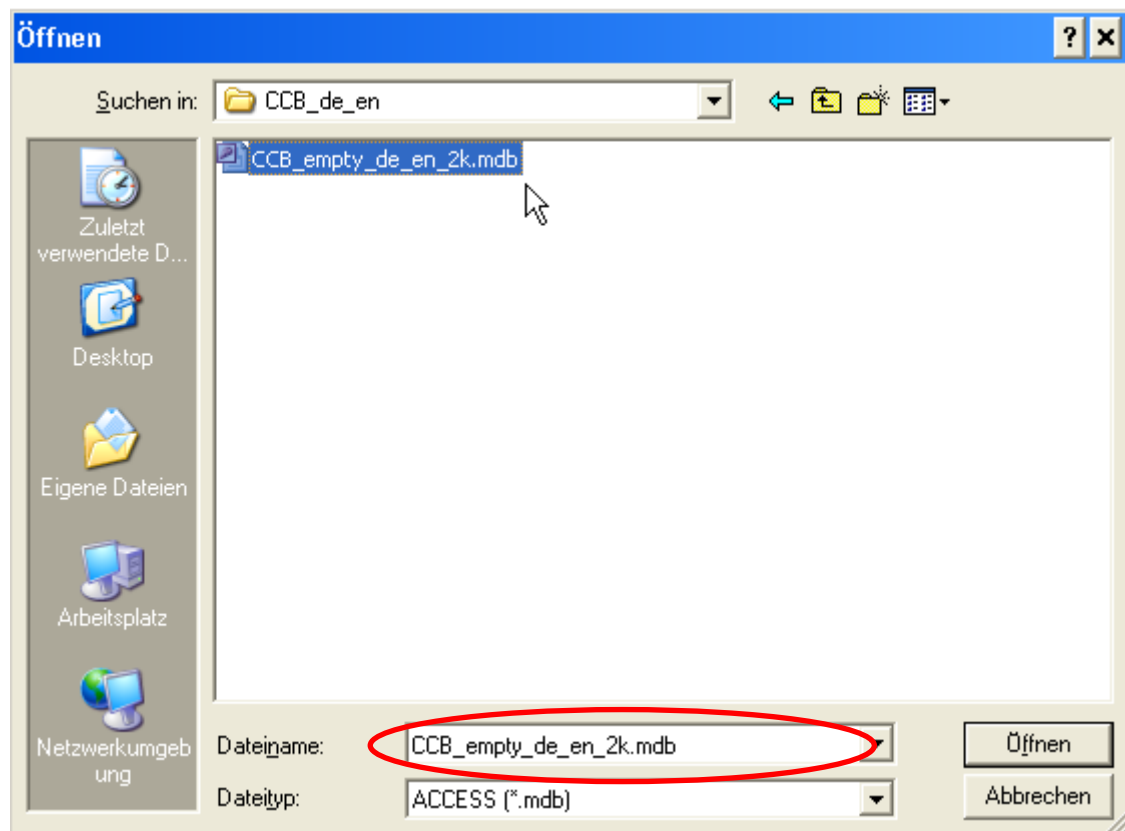


Abbildung 6: Auswahl der gewünschten Datenbank

3.2 Anlegen eines neuen Betriebes

Mit der zugrundeliegenden Modellstruktur können die zu verarbeitenden Daten in Form mehrerer *Schläge* eines *Betriebes* organisiert werden. Es können beliebig viele Betriebe und ihnen zugeordnete Schläge behandelt werden. Klicken sie zuerst auf den Schalter *Daten Verarbeiten* (Abbildung 5) um einen neuen Betrieb anzulegen.

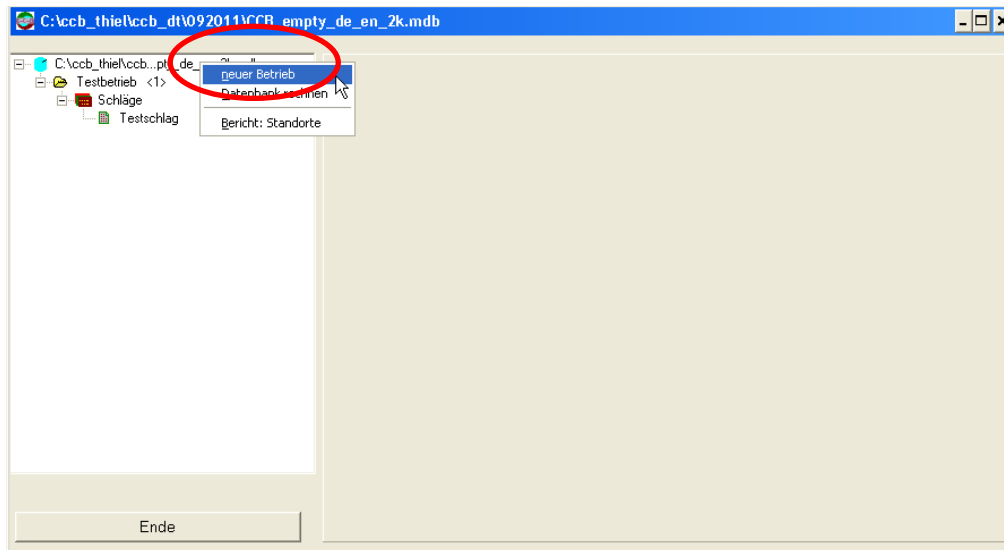


Abbildung 7: Neuen Betrieb anlegen

Um einen neuen Betrieb als Eintrag in der Datenbank zu erstellen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf *den Pfad mit der Datenbankangabe*. Es öffnet sich ein Kontext-Menü, in dem nun „*neuer Betrieb*“ auszuwählen ist. Anschließend öffnet sich ein neues Fenster (Abbildung 8) zur Eingabe der Betriebsbezeichnung. Die Betriebsbezeichnung wird zur Beschriftung des neuen Ordners benutzt (Abbildung 9).

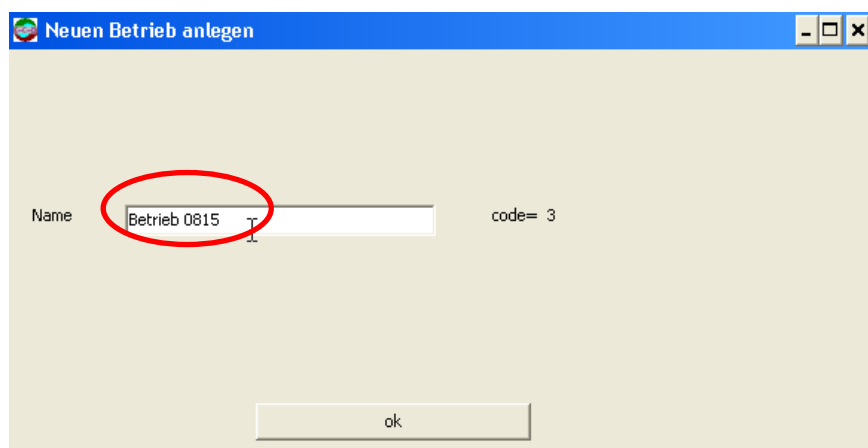


Abbildung 8: Name des neuen Betriebes

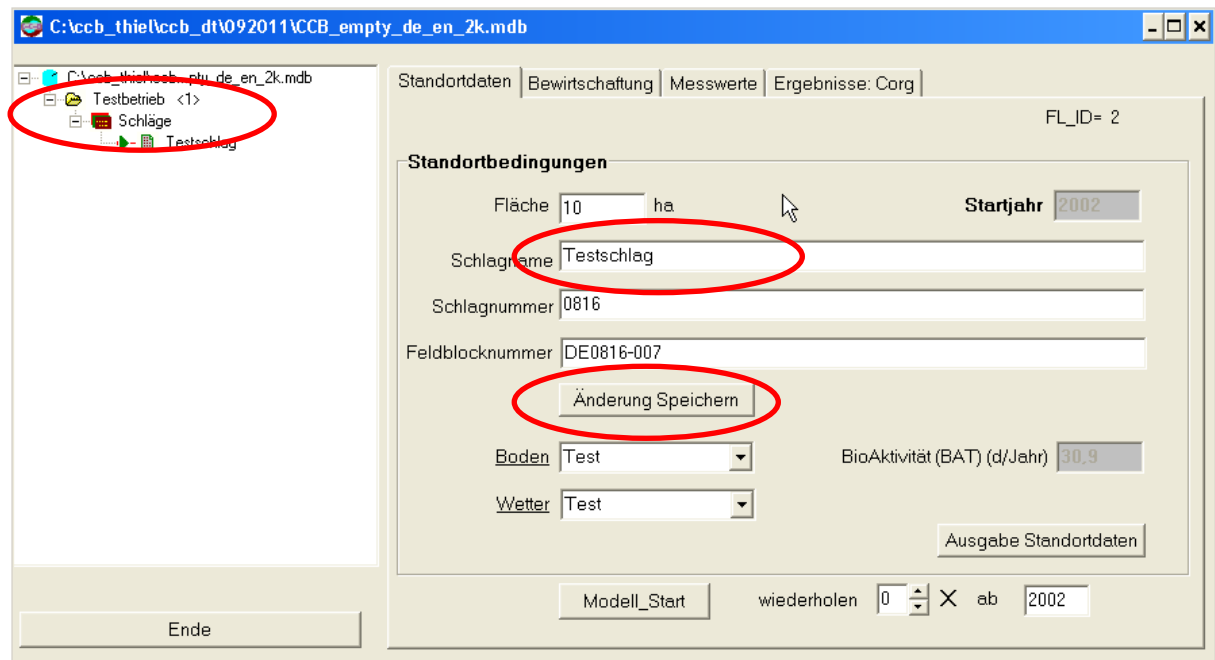


Abbildung 9: Standortdaten für neuen Schlag vergeben

Der Betrieb wird unter dem Datenbank-Symbol in der Abbildung 9 als Ordner dargestellt. Jedem Ordner können mehrere Schläge zugewiesen werden. Jedem neu angelegten Betrieb wird automatisch ein erster Schlag zugeordnet. Klicken Sie unter „*Schläge*“ auf das kleine Kästchen (grüner Pfeil), es erscheint eine Benutzeroberfläche, wie Sie in Abbildung 9 zu sehen ist. Dort tragen Sie als erstes in die Zeile „*Schlagname*“ den Namen ihres neuen Schlages ein. Weiterhin können hier die Schlagnummer, die Feldblocknummer und die Fläche zum Schlag angegeben werden. Die Bezeichnungen sind frei wählbar.

Falls schon Daten zu Boden und Klima in der Datenbank vorhanden sind, wählen Sie die passenden Einstellungen für Boden und Wetter. Ein Testboden und ein Testwetter sind voreingestellt. Eine Neueingabe dieser Daten wird unter dem Punkt 3.2.1.1 und 3.2.1.2 erläutert.

Danach drücken sie auf den Schalter „*Änderung Speichern*“, um diese Einstellung zu speichern.

Wenn Sie weitere Schläge erstellen möchten, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf „Schläge“ (Abbildung 10) und wählen „neue Fläche anlegen“.

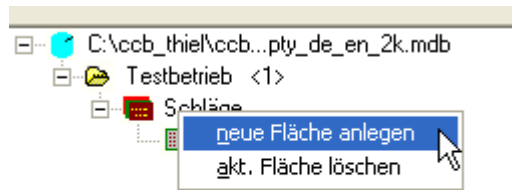


Abbildung 10: Weiteren Schlag hinzufügen

Mittels „akt. Fläche löschen“ können Sie an dieser Stelle auch einzelne Schläge löschen, die Sie nicht mehr benötigen.

3.2.1 Standortdaten

Für die einzelnen Schläge sind die Standortinformationen über das Tabellenblatt „Standortdaten“ zugänglich.

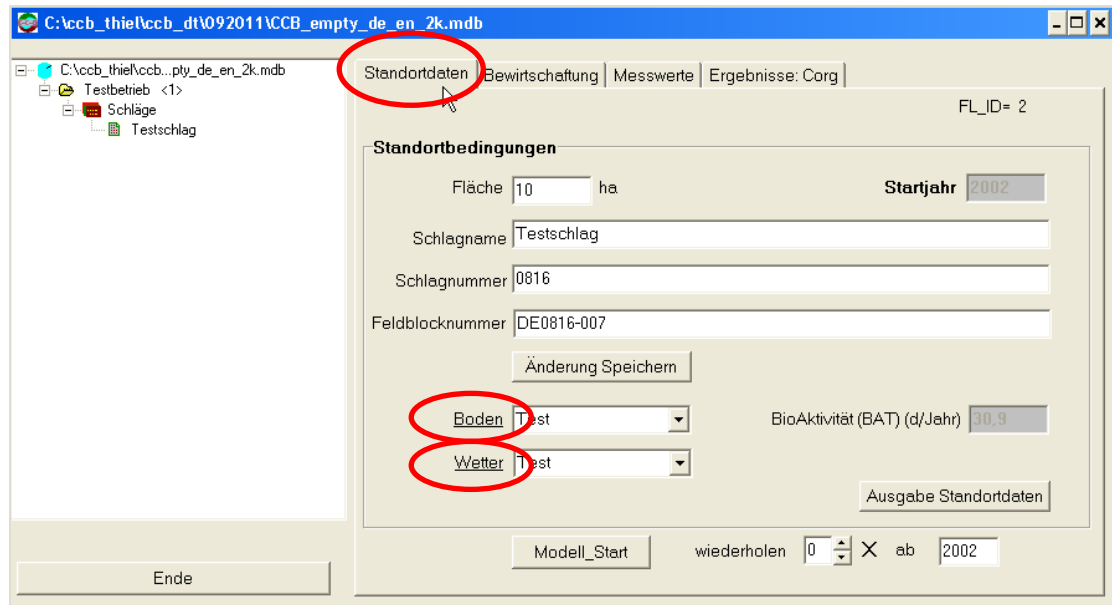


Abbildung 11: Tabellenblatt „Basic-Info“

In Abbildung 11 ist beispielhaft das ausgefüllte Tabellenblatt „Standortdaten“ dargestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Einstellungen kurz erläutert.

Fläche	Fläche des Schlages in ha (fakultativ)
Schlagname	Name (fakultativ)
Schlagnummer	Nummer (fakultativ)
Feldblocknummer	Nummer (fakultativ)
Boden	Auswahl oder Zugang zur Eingabe von Bodendaten
Wetter	Auswahl oder Zugang zur Eingabe von Wetterdaten
Ausgabe Standortdaten	Drucken oder Speichern der Standortdaten im pdf-Format
Modell_Start	Start der Simulationsrechnung
wiederholen	Möglichkeit zur x-maligen Wiederholung eines Simulationslaufes
ab	Angabe des Startjahres für die Wiederholung des Simulationslaufes

Mit einem Doppelklick auf „Boden“ bzw. „Wetter“ gelangen Sie zu den Benutzeroberflächen für die Einstellung der Boden- bzw. Klimadaten (Kapitel 3.2.1.1 bzw. 3.2.1.2).

3.2.1.1 Bodendaten

Wenn Sie einen neuen Datensatz anlegen wollen, wählen Sie unter Boden „-?“ wie in Abbildung 12 dargestellt.

The screenshot shows a software window titled 'C:\ccb_thiel\ccb_dt\092011\CCB_empty_de_en_2k.mdb'. The main area is labeled 'Standortdaten' and contains several input fields: 'Fläche' (10 ha), 'Startjahr' (2002), 'Schlagname' (Testschlag), 'Schlagnummer' (0816), 'Feldblocknummer' (DE0816-007), 'Boden' (dropdown menu with '-?' selected and circled in red), 'Wetter' (Test), and 'BioAktivität (BAT) (d/Jahr)' (30.9). There are buttons for 'Änderung Speichern', 'Ausgabe Standortdaten', 'Modell_Start', and 'wiederholen' (0 X ab 2002). A file explorer on the left shows a folder structure with 'Testschlag' selected.

Abbildung 12: Anlegen neuer Bodendaten

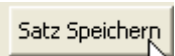
Es müssen jetzt die Bodendaten eingetragen werden (Abbildung 13), sofern diese nicht schon aus den vorhandenen Datensätzen ausgewählt werden können. Falls ein Bodendatensatz fehlerhaft eingegeben wurde, so müssen Sie diesen Satz löschen und neu eingeben.

The screenshot shows a dialog box titled 'Bodendaten'. It contains several input fields: 'Bezeichnung' (Test, circled in red), 'Bodenart' (Sl, dropdown menu circled in red), 'Steingehalt (%)' (0), 'Tongehalt (%)' (14,1), and 'Schluffgehalt (%)' (-99). At the bottom, there are three buttons: 'Satz Speichern' (circled in red), 'Abbruch', and 'Satz Löschen'.

Abbildung 13: Bodendaten

Ein Mindestdatensatz beinhaltet die *Bodenart* nach Reichsbodenschätzung, der *Steingehalt* und der Anteil an *Ton* für die Bodentiefe 0 - 30 cm eingetragen werden (beides in %). Wird im Feld „*Steingehalt*“ oder „*Schluffgehalt*“ nichts eingetragen, so setzt CCB diesen Wert auf Null bzw. „-99“.

Alle weiteren Parameter kann CCB aus diesen Daten über Transferfunktionen berechnen. Im Wissenschaftsmodus können verschiedene Transferfunktionen ausgewählt werden.

Die Eingabe eines neuen Bodenprofils oder die Änderung vorhandener Daten wird mit dem Schalter  in der unteren Schalterreihe abgeschlossen. Über die beiden Schalter rechts daneben besteht die Möglichkeit, die Dateneingabe abubrechen oder einen Datensatz zu löschen.

3.2.1.2 Klimadaten

Im Registerblatt Standortdaten eines Schlags werden die Klimadaten über den Punkt Wetter verwaltet. Wenn Sie einen neuen Datensatz anlegen wollen, wählen Sie unter Wetter „-?-“ wie in Abbildung 14 dargestellt.

The screenshot shows a software window titled "C:\ccb_thiel\ccb_dt\092011\CCB_empty_de_en_2k.mdb". The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar contains a tree view with "Testbetrieb <1>", "Schläge", and "Testschlag". The main area has tabs for "Standortdaten", "Bewirtschaftung", "Messwerte", and "Ergebnisse: Corg". The "Standortdaten" tab is active, displaying "FL_ID= 2". Under the heading "Standortbedingungen", there are several input fields: "Fläche" (10 ha), "Startjahr" (2002), "Schlagname" (Testschlag), "Schlagnummer" (0816), and "Feldblocknummer" (DE0816-007). Below these are buttons for "Änderung Speichern" and "Ausgabe Standortdaten". There are also dropdown menus for "Boden" (Test) and "Wetter" (-?-), with the latter circled in red. A "BioAktivität (BAT) (d/Jahr)" field is set to 30,9. At the bottom, there is a "Modell_Start" button, a "wiederholen" section with a value of 0 and a date of 2002, and an "Ende" button.

Abbildung 14: Anlegen neuer Wetterdaten

Die Klimadaten (Abbildung 15) werden einzelnen Stationen zugeordnet. Durch Zuweisung einer Klimastation zu einem Schlag werden diese Daten für die Modellrechnung verfügbar. Wenn Sie in der Datenbank noch keine Klimadaten haben, müssen Sie eine neue Station anlegen (Schalter *Neue Station*). Als Klimakennwerte werden langjährige Mittelwerte der Lufttemperatur und des Niederschlages benötigt (Abbildung 15). Die Eingaben für *Tag*, *Monat* und *Jahr* sind in dem Fall ohne Bedeutung und es kann eine „0“ eingetragen werden. CCB kann aber diese Klimakennwerte auch für Einzeljahre verarbeiten.

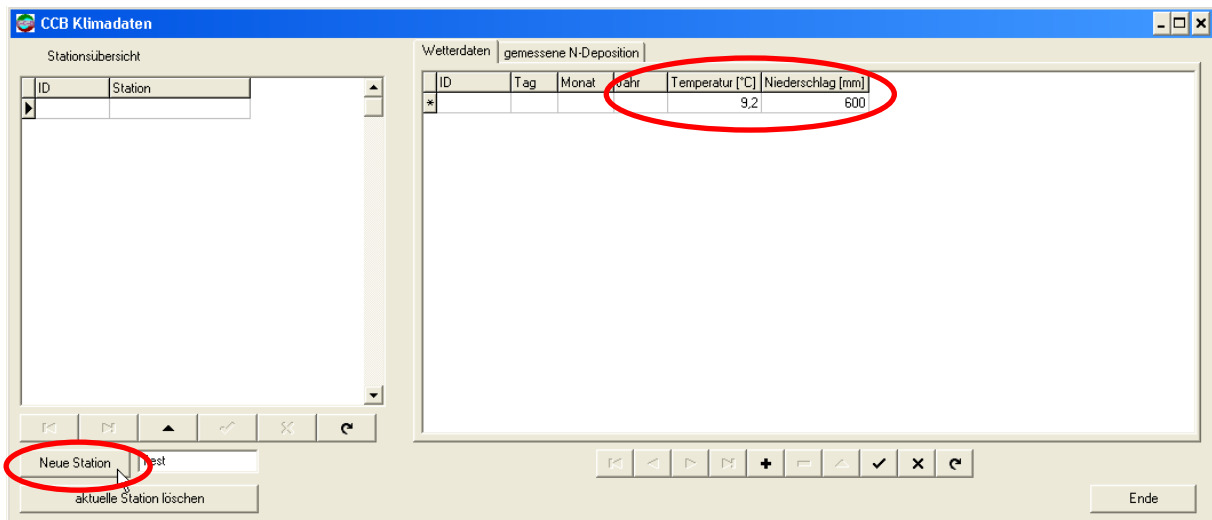


Abbildung 15: Klimadaten

Wetterdaten:

ID	eindeutige Zuordnung der Klimastation	[-]
Station	Klimastation	[-]
Temperatur	mittlere jährliche Lufttemperatur	[°C]
Niederschlag	mittlerer jährlicher Niederschlag	[mm]

In dem Datenblatt *gemessene N-Deposition* (Abbildung 16) können fakultativ Daten für die N-Deposition hinsichtlich der Berechnung der N-Bilanz für den Simulationszeitraum eingegeben werden. Diese Daten haben keinen Einfluss auf die Simulation der Kohlenstoff-Dynamik.

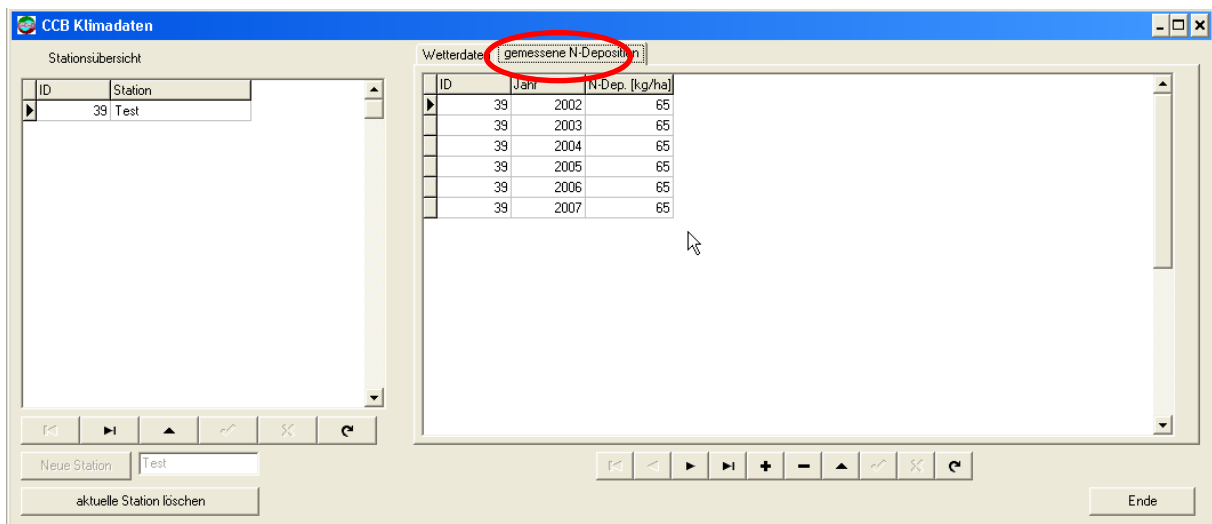


Abbildung 16: gemessene N-Deposition

ID	eindeutige Zuordnung der Klimastation	[-]
Jahr	Jahresangabe	[-]
N-Dep.	jährliche N-Deposition (z.B. nach GAUGER et al., 2008))	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]

3.2.2 Bewirtschaftung

In Abbildung 17 ist das Tabellenblatt „Bewirtschaftung“ zu sehen. Hier müssen die Bewirtschaftungsdaten eingetragen werden, wie dies beispielhaft in Abbildung 17 erfolgt ist.

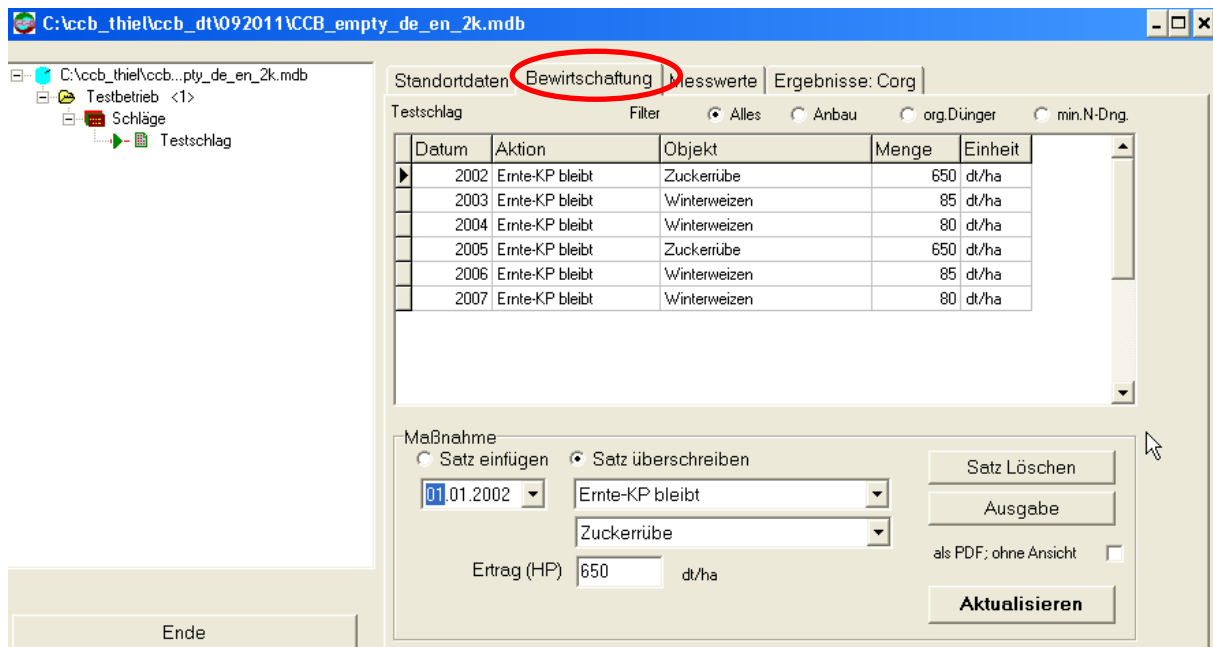


Abbildung 17: Tabellenblatt Bewirtschaftung

Im CCB-Modell werden folgende Bewirtschaftungsmaßnahmen berücksichtigt:

→ direkte Wirkung zum Humushaushalt und zur Stickstoffbilanz:

- Koppelprodukte: Ernte einer Fruchtart mit den Optionen Koppelproduktabfuhr (*Ernte-KP abgefahren*) oder Koppelprodukte verbleiben auf dem Feld (*Ernte-KP bleibt*)
- organischer Dünger: Angabe der Höhe der Zufuhr verschiedener organischer Dünger. Außerdem können hier auch bekannte Koppelproduktmengen eingegeben werden, um die Qualität der Modellaussage zu verbessern. In diesem Fall ist vorher bei der Ernte die Option *Ernte-KP abgefahren* zu wählen.

→ indirekte Wirkung zum Humushaushalt und zur Stickstoffbilanz:

- Beregnung: die Zusatzbewässerung (Jahressumme in mm) verändert den Bodenwasserhaushalt und darüber die Umsatzaktivität (BAT).

→ Wirkung nur auf die Stickstoffbilanz:

- Mineraldüngung: die als Mineraldünger zugeführte N-Menge wird in der Bilanz berücksichtigt.

Unter „*Bewirtschaftung*“ haben Sie folgende Einstellungsmöglichkeiten:

Satz einfügen	ermöglicht das Erstellen einer neuen Bewirtschaftungsmaßnahme
Satz überschreiben	editiert eine vorhandenen Bewirtschaftungsmaßnahme
Datum	In der Modellrechnung wird nur die Jahresangabe des Erntejahres berücksichtigt. Die Tages- und Monatsangabe kann auf den 01.01. gesetzt werden, wenn keine Dokumentationsabsichten verfolgt werden. Für spätere Datenkontrollen wäre die Angabe des Monats sinnvoll, dies ändert nicht das Modellergebnis.
Bewirtschaftung	Die aktuelle Aktion wird direkt rechts neben dem Datum angezeigt. Hier haben Sie die Auswahl zwischen „Ernte-KP bleibt“, „Ernte-KP abgefahren“, „min. Düngung“, „org. Düngung“ und „Beregnung“. Jeder dieser einzelnen Auswahlmöglichkeiten muss in der 2. Auswahlzeile präzisiert werden. So müssen Sie bei „Ernte-KP bleibt“ einstellen, was geerntet werden soll (in Abbildung 17 „Zuckerrübe“). <ul style="list-style-type: none">- Unter Ernte einer Frucht müssen Sie noch bei „Ertrag (HP) angeben, wie hoch der Ernte-Ertrag ist. Die Angaben beziehen sich auf die praxisübliche Ertragsangabe (z.B. Ertrag Getreide bei 86 % TM, FM-Ertrag bei Hackfrüchten).- Unter „min. Düngung“ müssen Sie die zugeführte N-Menge eintragen.- Unter „Beregnung“ müssen Sie unter „Wassermenge“ die Höhe der Beregnungsgabe in mm eintragen.
Satz löschen	Löschen einer Bewirtschaftungsmaßnahme
Ausgabe	Drucken der Bewirtschaftungsdaten oder speichern als PDF-Datei

3.2.3 Messwerte

In Abbildung 18 ist das Tabellenblatt *Messwerte* dargestellt. Hier können vorhandene Messwerte für C_{org} und N_t eingetragen werden. Dabei haben Sie wie im Tabellenblatt *Bewirtschaftung* wieder die beiden Optionen „Messwert einfügen“ und „Messwert überschreiben“.

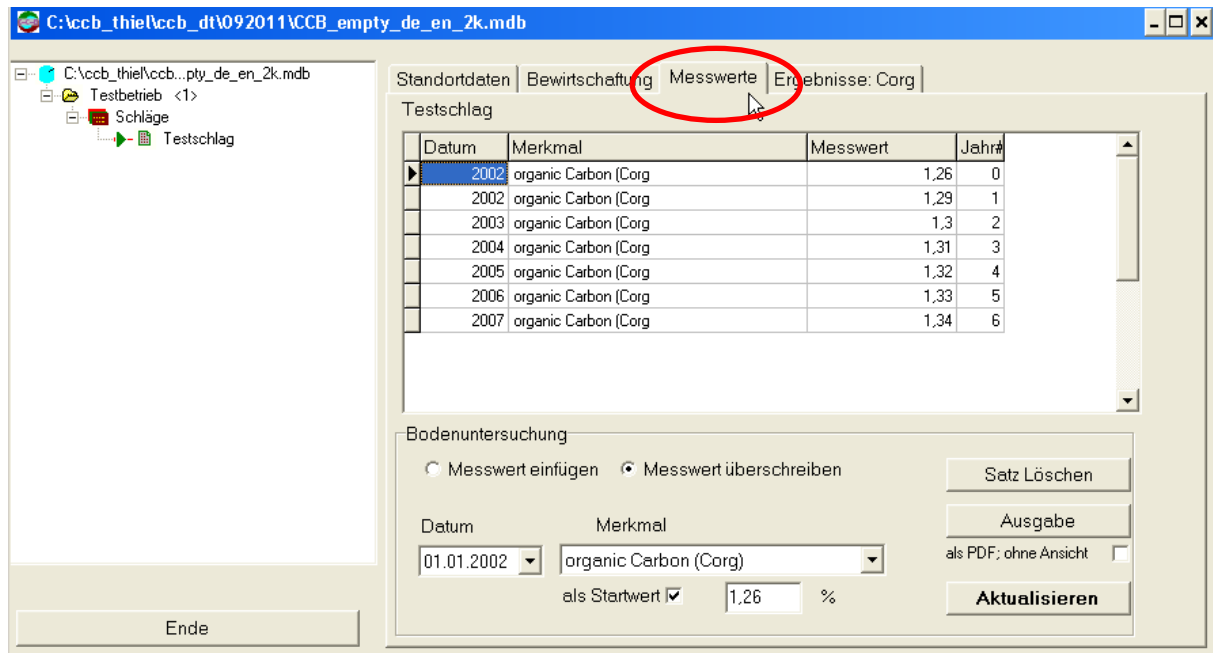


Abbildung 18: Tabellenblatt Observation

Datum	Hier wird die Jahresangabe benötigt. Die Tages- und Monatsangabe kann auf den 01.01. gesetzt werden.
Messwert	Hier wählen Sie die Art des Messwertes aus (z.B. C_{org}) und tragen nebenstehend den entsprechenden Wert ein.
als Startwert	Wenn dieser Messwert als Startwert verwendet werden soll, muss „als Startwert“ angeklickt sein.
Satz löschen	Löschen eines Messwertes
Ausgabe	Messwerte drucken oder speichern im pdf-Format

4 Simulation

4.1 Durchführung der Simulation

In diesem Abschnitt wird davon ausgegangen, dass eine Datenbank mit wenigstens einem fertig erstellten Schlag eines Betriebes vorliegt.

Es ist möglich, die komplette Datenbank (z.B. mehrere Betriebe über „*Datenbank rechnen*“, Abbildung 19), einen kompletten Betrieb (alle Schläge eines Betriebes über „*Betrieb rechnen*“, Abbildung 20) oder nur einzelne Schläge (Abbildung 21) zu modellieren.

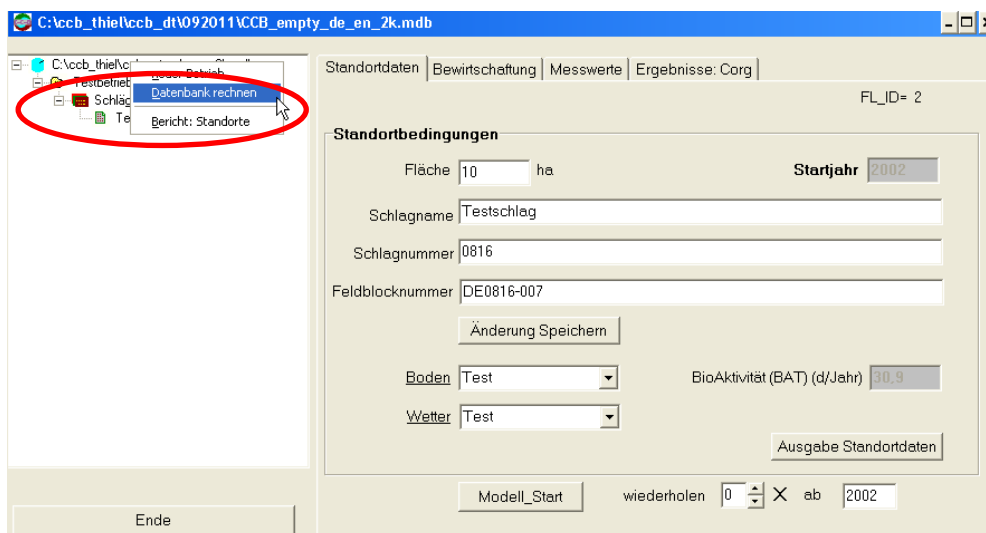


Abbildung 19: Modellierung der kompletten Datenbank mittels Rechtsklick auf den Datenbank-Pfad

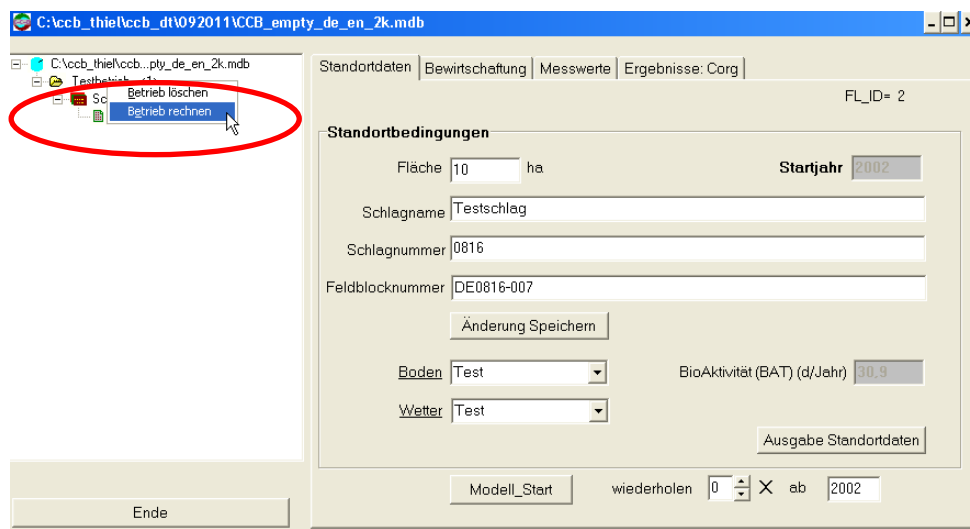


Abbildung 20: Modellierung des kompletten Betriebes mittels Rechtsklick auf den Betriebs-Pfad

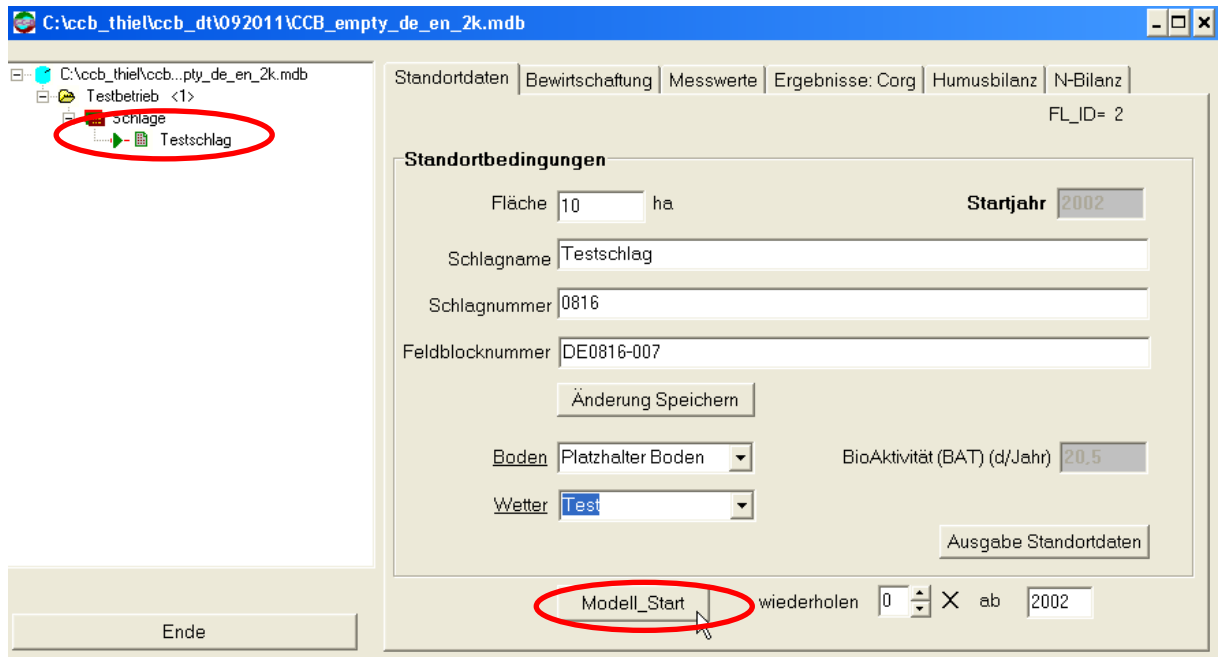


Abbildung 21: Modellierung eines Schlages

Wenn alle Einstellungen korrekt sind, drücken Sie auf „*Modell_Start*“.

4.2 Ergebnisse der Simulation

Nach erfolgreichem Simulationslauf sind auf der Modelloberfläche drei neue Tabellenblätter erkennbar (Abbildung 22): „Ergebnisse Corg“, „Humusbilanz“ und „N-Bilanz“.

Unter „Ergebnisse Corg“ (Abbildung 22) sind die einzelnen Messwerte und die Simulationenwerte für die Kohlenstoffmodellierung sowohl in Tabellenform als auch in grafischer Form dargestellt. Dabei werden die **Simulationenwerte als grüne** interpolierte Linie in der Grafik dargestellt, während die **Messwerte rote Punkte** sind. Nebenstehend gibt es zwei Schaltflächen: Über den Schalter „**⇒ xls**“ werden die Ergebnisse nach MS Excel exportiert und können dort beliebig weiter verarbeitet werden. Durch Drücken des Schalters „**Ausgabe**“ (Abbildung 22) werden die Ergebnisse gedruckt oder im pdf-Format abgespeichert.

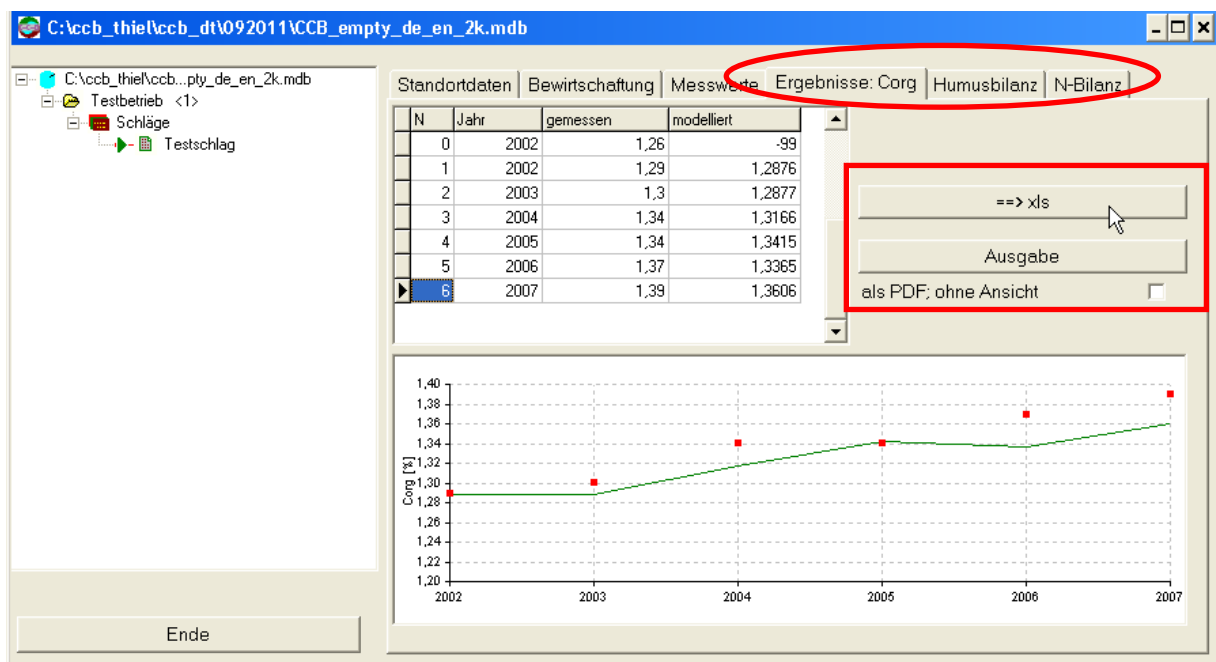


Abbildung 22: Ergebnisdarstellung C_{org}-Verlauf

Über das Tabellenblatt „Standortdaten“ (Abbildung 23) besteht auch die Möglichkeit, eine Prognose für zukünftige Entwicklung der C_{org}-Gehalte zu erhalten. Dafür wird rechts unten angegeben, ab welchem Jahr die eingetragene Bewirtschaftung wie oft wiederholt werden soll. Für den so definierten Zeitraum wird dann eine Prognose der C_{org}-Entwicklung grafisch als **grüne Simulationslinie** ausgegeben. Auch diese Ergebnisse können nach MS Excel exportiert werden.

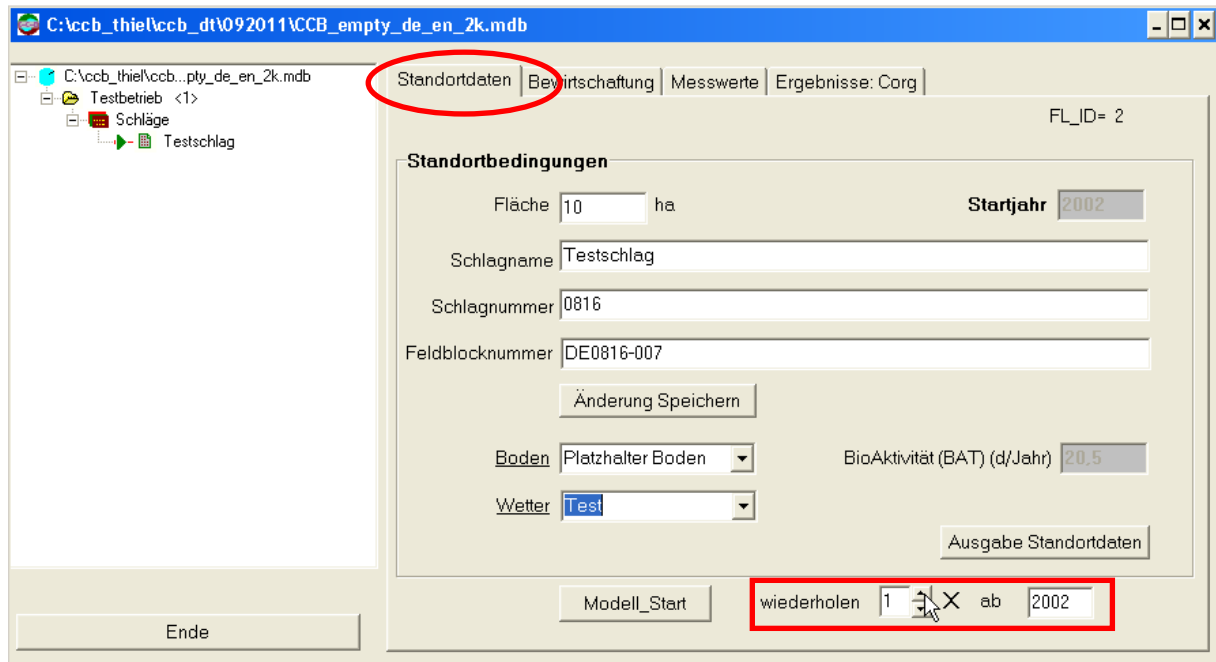


Abbildung 23: Angabe der Wiederholung der Bewirtschaftungsabfolge

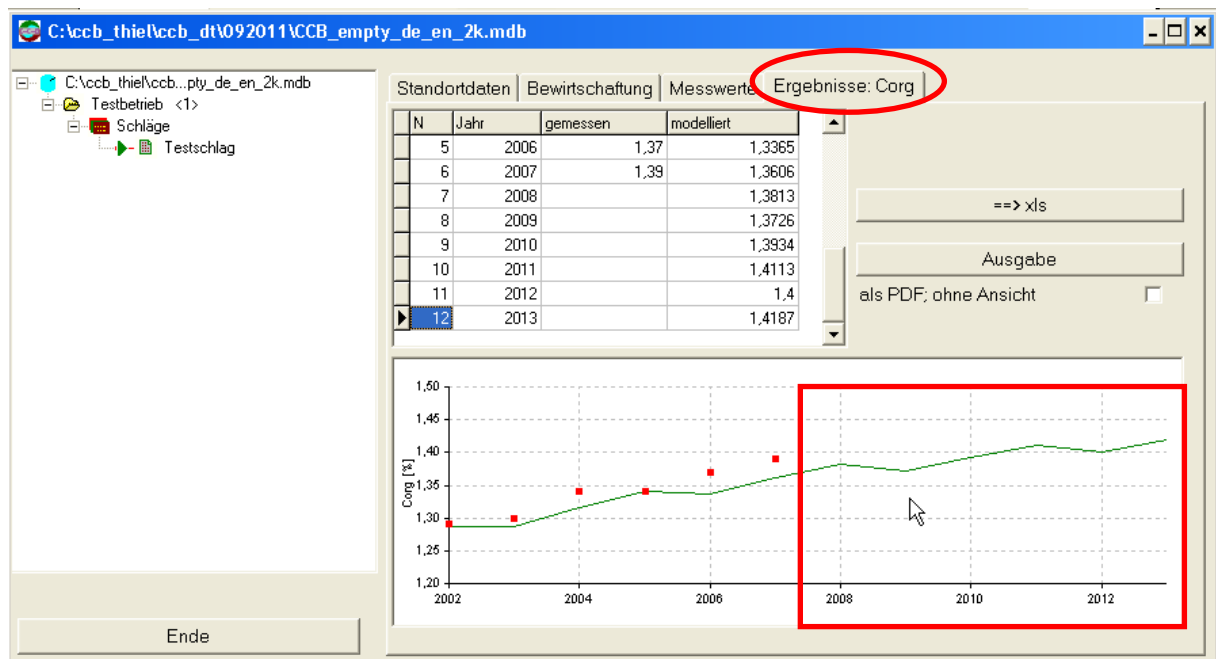


Abbildung 24: Prognose der C_{org} -Entwicklung für den definierten Zeitraum

Über das Tabellenblatt „Humusbilanz“ wird zusätzlich zur Veränderung der C_{org} -Gehalte im Boden die Veränderung der Kohlenstoffvorräte in $t C ha^{-1}$ ausgewiesen. Hierbei werden die Mengen für die Prozesse Auf- und Abbau, CO_2 -Produktion und das C-Saldo einzeln angezeigt. Diese Ergebnisse zur Beurteilung der Humusreproduktion im Boden können für weitere Datenanalysen nach MS Excel exportiert werden.

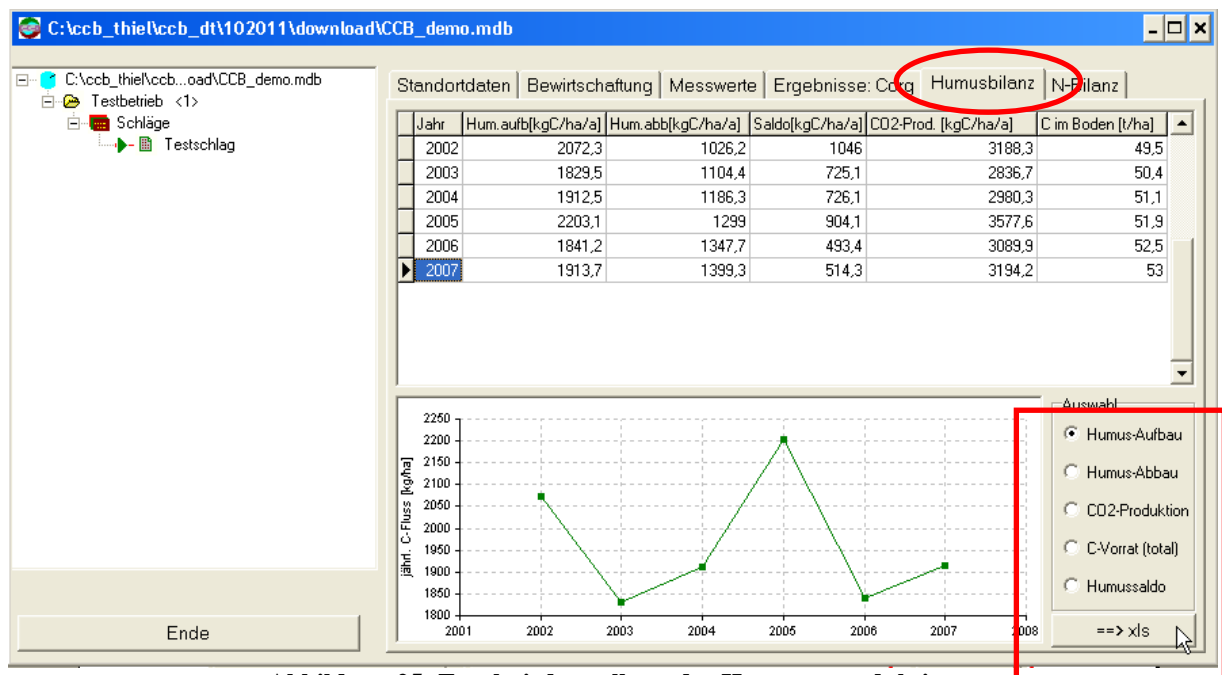


Abbildung 25: Ergebnisdarstellung der Humusreproduktion

Neben der Kohlenstoffmodellierung wird in CCB auch eine N-Bilanz berechnet, wenn die entsprechende Datengrundlage vorbereitet wurde. Über das Tabellenblatt „N-Bilanz“ (Abbildung 26) kann die N-Bilanz für den jeweiligen Schlag angezeigt werden. Diese ist nur plausibel, wenn alle Daten für eine N-Bilanz (N_i -Startwert, N-Düngung, N-Deposition) eingegeben wurden. Auch hier ist über die Schaltfläche „=> xls“ ein Export der Ergebnisse nach MS Excel möglich. Die Ausweisung der N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz bietet weiterhin ein großes Potenzial, u. a. zur optimierten N-Düngung und Verminderung von N-Salden im Hinblick auf Gewässerschutzziele.

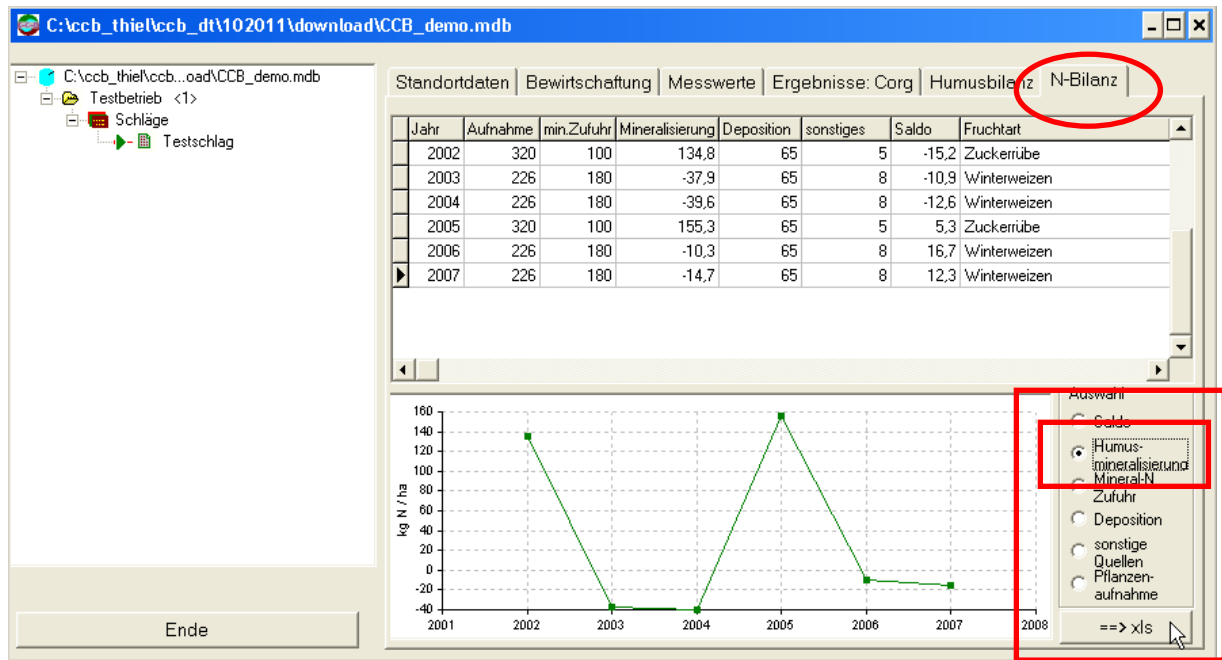


Abbildung 26: Ergebnisdarstellung N-Bilanz mit Ausweisung der N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz

5 Literaturangaben

- Asmus, F., Herrmann, V., 1977: Reproduktion der organischen Substanz des Bodens. In: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation, Berlin.
- Brock, C., Hoyer, U., Leithold, G., Hülsbergen, K.-J., 2008: A New Approach to Humus Balancing in Organic Farming. Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy, June 18-20, 2008.
- Franko, U., 1989: C- und N-Dynamik beim Umsatz organischer Substanz im Boden. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin (Dissertation).
- Franko, U., Kolbe, H., Thiel, E., Ließ, E., 2011: Multi-site validation of a soil organic matter model for arable fields based on generally available input data. *GEODERMA* 166 (1), 119-134.
- Gauger, T., Haenel, H.-D., Rösemann, C., Dämmgen, U., Bleeker, A., Erisman, J. W., Vermeulen, A. T., Schaap, M., Timmermanns, R. M. A., Builtjes, P. J. H., Duyzer, J. H., Nagel, H.-D., Becker, R., Kraft, P., Schlutow, A., Schütze, G., Weigelt-Kirchner, R., Anshelm, F., 2008: Erfüllung der Zielvorgaben der UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen). Nr. Abschlußbericht FKZ 204 63 252. Dessau-Roßlau. (Bericht).
- Gebel, M., Halbfaß, S., Bürger, S., Friese, H., Naumann, S., 2010: Modelling of nitrogen turnover and leaching in Saxony, *Adv. Geosci.* 27, 139-144.
- Hülsbergen, K.-J., 2003: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker, Halle.
- Kolbe, H., 2010: Site-adjusted organic matter-balance method for use in arable farming systems. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 173 (5), 678-691.
- Kuka, K., Franko, U., Rühlmann, J., 2007: Modelling the impact of pore space distribution on carbon turnover. *Ecological Modelling* 208 (2-4), 295-306.
- Leithold, G., Hülsbergen, K.-J., Michel, D., Schönmeier, H., 1997: Humusbilanzierung - Methoden und Anwendung als Agrar-Indikator. In: DBU (Editor), Zeller Verlag, Osnabrück.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 2004: VDLUFA-Standpunkt "Humusbilanzierung" - Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. VDLUFA-Selbstverlag, Bonn, 1-12.