Standort- und Landnutzungsinformationen für regionale Szenariorechnungen

STEFAN SCHENK, HALLE

Abstract

Regional use of the dynamic simulation model CANDY requires a scale specific way of processing information about site conditions (soil, climate) and landuse. For a testing area of about 350 km^2 in the loess-dominated region of Middle Germany is demonstrated the integration of soil map as well as grid data of precipitation and data preparation of land use in past and present time using GIS- technology. Geographical units are arable plots which are realistic objects in agricultural decision process.

1 Problemstellung

Im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojektes soll untersucht werden, welche Wirkungen die Bewirtschaftung auf Bodenprozesse und Stoffhaushalt innerhalb einer Agrarlandschaft im mitteldeutschen Schwarzerdegebiet zur Folge hat. Prinzipiell wird davon ausgegangen, daß ein Untersuchungsgebiet durch nahezu unbeeinflußbare Standorteigenschaften charakerisiert wird und die Bewirtschaftung die Ebene darstellt, in der in Abhängigkeit vom Verhalten des Landnutzers das Maß von Umweltbeeinträchtigungen gesteuert werden kann. Grundlage für die Untersuchungen bilden Szenariorechnungen mit dem Simulationssystem CANDY (FRANKO et al., 1995a, 1995b; FRANKO, 1996) , welches die wesentlichen Prozesse im Boden (Bodenwasser- und Bodentemperaturdynamik, Umsatz organischer Substanz) abbildet. Durch eine Anbindung des Simulationssystems an ein Geographisches Informationssystem wurde der Anwendungsbereich des Modells für regionale Untersuchungen weiterentwickelt. Als kleinste Nutzungseinheiten im Rahmen der hier behandelten gebietsbezogenen Betrachtungsweise werden reale Ackerschläge behandelt, was einerseits der Realität in der Landwirtschaft und dem Zielbereich perspektivischen Bodenschutzes entspricht. Andererseits entsteht dadurch aber auch ein relativ hoher Anspruch an Inhalte und Genauigkeit der aufzubereitenden regionalen Primärdaten. Als geeignete geographisch-topographische Auflösung wird der mittlere Maßstabsbereich 1:25.000 (Topographische Karte 1:25.000-Normalausgabe, TK25N) zugrundegelegt.

2 Das Untersuchungsgebiet

Als exemplarischer Untersuchungsraum wird ein ca. 35.000 ha großes Gebiet im Landkreis Merseburg-Querfurt (Bundesland Sachsen-Anhalt) behandelt, welches größtenteils der Landschaftseinheit „Querfurter Platte" zuzuordnen ist. Das Gebiet wird vorrangig durch intensiven Ackerbau genutzt, wobei sich die Betriebsflächen überwiegend in Größenordnungen von mehreren Tausend Hektar bewegen. Die Vorzüglichkeit der Region für Ackernutzung wird durch die dominierenden Löß-Schwarzerden bestimmt, die aufgrund ihrer sehr guten Speicherfähigkeit das geringe Wasserangebot („Mitteldeutsches Trockengebiet" aufgrund der Lee-Wirkung des Harzes) kompensieren und somit zu den fruchtbarsten Ackerstandorten Deutschlands gehören. Gleichzeitig werden aber auch große Stickstoffmengen im Boden gespeichert, die in Einzeljahren mit Wasserbilanzüberschuß allmählich den Hauptwurzelraum verlassen und letztlich als Sickerwasser mit hoher Nitratkonzentration ins Grundwasser gelangen können. Erhöhte Nitratgehalte zeigen sich auch an den Meßstellen des Grundwassermeßnetzes Sachsen-Anhalt, die im Untersuchungsgebiet

punktuell vorhanden sind (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT, 1993-96).

3 Standortdaten

Als standortbezogene Daten benötigt das CANDY-System Bodeninformationen sowie als dynamischen Modellantrieb Witterungsdaten in Tagesauflösung. Für regionale Betrachtungen müssen diese Daten flächendeckend abgeleitet werden, wozu im Normalfall auf Karten der jeweiligen Informationsebene zurückgegriffen wird.

Bodendaten

Als geeignete Kartengrundlage im benutzten mittleren Maßstabsbereich erwies sich die Karte der „Bodenformen der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Kreises Querfurt im Maßstab 1:50.000 in Auswertung und kartographischer Umsetzung von Feldaufnahmen und Bodenanalysen des Kreises Querfurt" (ALTERMANN und KÜHN (1995) im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffen (BGR)). Als Kartiereinheiten der verwendeten Karte wurden Bodenformengesellschaften ausgewiesen, die sich aus jeweils 1-2 Leitbodenformen und wesentlichen Begleitbodenformen in geschätzten Flächenanteilen zusammensetzen. Systematische Grundlage für die Beschreibung der Bodenformen und deren Vergesellschaftungen bildet die Bodenkundliche Kartieranleitung (4.Auflage, KA4).

Die vorgesehene Überlagerung von Schlagkarte und Bodenkarte erforderte eine Prüfung der Lagegenauigkeit der Konturen der Bodenkarte auf der hinterlegten TK25N. Diese zeigte zum Teil erhebliche Lageverschiebungen, deren Ursache im Prozeß der Reproduktion (Lichtpausen) und Zusammensetzung der ursprünglich benutzten Meßtischblätter zu suchen ist. Auf adäquate Probleme bei der digitalen Aufbereitung der MMK verweisen ADLER et al. (1997). Da ein einfaches Entzerren mittels GIS-Operationen keinen vollständigen inhaltlichen Konturenabgleich ermöglicht, machte es sich erforderlich, die Konturen unter Berücksichtigung der Schlagtopographie auf der hinterlegten TK25N neu zu zeichnen. Als positiver Effekt der Nachbearbeitung wird automatisch die Zahl der bei der späteren Überlagerung von Boden- und Schlagkarte entstehenden künstlichen Objekte reduziert.

Für die innerhalb der als Kartiereinheit ausgewiesenen Bodenformengesellschaften vorhandenen Leitbodenformen sind Standardprofile für das CANDY-System zu definieren und parametrisieren. Wesentlicher Schwerpunkt ist dabei die Ableitung bodenphysikalischer Parameter für die innerhalb der Profile geschichteten Substrate. Als Informationsgrundlage werden dazu verschiedene Literaturangaben zu Gesamtprofilen oder zu Schätzfunktionen für einzelne Parameter herangezogen (SCHENK und FRANKO,1995). Für den Untersuchungsraum „Querfurter Platte" können zusätzlich aggregierte Daten von ALTERMANN (1996) aus zahlreichen Profiluntersuchungen herangezogen werden, womit ein regionalspezifischer Datenbezug gewährleistet wird.

Klimadaten

Für eine erfolgreiche Anwendung des Simulationssystems CANDY sind Tageswerte zu Lufttemperatur, Sonnenscheindauer (bzw. Globalstrahlung) und Niederschlag erforderlich.

Als wesentliche Datenbasis kann auf die am Standort Bad Lauchstädt (im östlichen Teil der „Querfurter Platte") existierende Beobachtungsstation zurückgegriffen werden, für die Tageswerte seit 1956 lückenlos vorliegen. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung des Untersuchungsgebietes „Querfurter Platte" macht es sich aber erforderlich, das Klimaelement Niederschlag regional zu differenzieren. Auf Basis von Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes (1km-Raster, Datenbasis 1951-80, Interpolationsverfahren nach MÜLLER-WESTERMEIER, 1995) wurde diese Differenzierung für den Untersuchungsraum abgebildet. Es wurde dazu die digitale Schlagkarte mit der georeferenzierten Rasterkarte des

Niederschlages überlagert. Jedem Rasterelement ist ein Niederschlagswert zugeordnet. Um die Anzahl der bei der Überlagerung von Niederschlagsraster und digitaler Schlagkarte entstehenden Objekte zu begrenzen, wurde für jeden Schlag der aus den Einzelrastern flächengewichtete Niederschlagswert berechnet. Für den Untersuchungsraum ergab sich schlagbezogen eine Spannweite des mittleren Jahresniederschlages von 474 bis 567 mm. Bei Simulationsrechnungen werden Ereignisse und monatliche Verteilungen des Niederschlages von der Station Bad Lauchstädt unterstellt und die Intensitäten entsprechend der Relation Schlagwert/Station Bad Lauchstädt linear angepaßt.

3 Landnutzungsdaten

Als Grundlage für die regionale Zuordnung von Bewirtschaftungsdaten wurde für das Untersuchungsgebiet eine digitale Schlagkarte erzeugt. Dazu wurden auf der hinterlegten TK25N Schlaggrenzen von Betriebskarten aus den 80er Jahren (Grundlagenkarte Landwirtschaft) digitalisiert. Als Attribut wurden für die Schlagbezeichnung die Schlagnummern aus der ehemaligen EDV-Schlagkartei zugeordnet. Diese sind auf den gedruckten Betriebskarten vermerkt und stellen das entscheidende Bindeglied zum Datenspeicher mit den entsprechenden schlagbezogenen Managementdaten (DASKE, Schlagkarte 2) dar, der zur Rekonstruktion der Agrarnutzung für den Zeitraum 1981-1989 einbezogen wird. Die Simulation der zurückliegenden Landnutzung hat wesentlichen Einfluß auf die Ableitung verläßlicher Startbedingungen (vorrangig der Kohlenstoffstatus im Boden), die für die Simulation der aktuellen Landnutzung bzw. von Alternativszenarien generiert werden müssen. Der genannte Datenspeicher DASKE liegt am UFZ mit einzelnen Lücken entsprechend der vorgenommenen Gliederung (Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Futter) in schlecht strukturierter Form vor und wurde für Teile des Untersuchungsgebietes hinsichtlich der erforderlichen CANDY-Bewirtschaftungsdaten (Aufgang, Ernte, Ertrag, Düngung) aufbereitet. Entscheidend für den Erfolg der Datenentschlüsselung waren Auswertungslisten in gedruckter Form, deren Datenbezug in den entsprechenden Rohdaten (lange Zeichenketten) wiedergefunden werden konnten. Die verwendeten Ausdrucke stammen aus dem DAVEP-Archiv (Datenspeicher „Versuchsergebnisse Pflanzenproduktion") in Bad Lauchstädt.

Als Ersatz für fehlende schlagkonkrete Nutzungsinformationen in den Jahren 1976-89 können typisierte Bewirtschaftungsfolgen im Untersuchungsgebiet zugeordnet werden (MEYER, 1997). Die räumliche Differenzierung entsprechender Fruchtfolgetypen nach Fruchtarten, N-Düngung und organischer Düngung wurde von KÜHN (1989) für die Region untersucht.

Für die Jahre 1991-96, die für eine erste Abschätzung der Wirkung des Strukturwandels in der Landwirtschaft von Bedeutung sind, wurden schlagbezogene Bewirtschaftungsdaten vom Maschinenring Merseburger Land e.V. für ein ca. 4000 ha großes „Kerngebiet" in das CANDY-System integriert. Da für das gesamte Untersuchungsgebiet derartige flächenscharfe Managementinformationen objektiv nicht verfügbar sind, muß hier mit generalisierten Daten gearbeitet werden. Als Datenquellen hierzu können Betriebsspiegel, Regionalplanungsdaten (Agrarstrukturelle Vorplanung) sowie Agrarstatistiken für den Landkreis herangezogen werden, wobei der Flächenbezug in der genannten Reihenfolge unschärfer wird. Aus Sicht des Modelleinsatzes erfolgt auf dieser Stufe der Übergang zur Szenariotechnik, indem aus mittleren Angaben zur Anbaustruktur und zum Tierbesatz Fruchtfolgen generiert und auf die Schläge des behandelten Gebietes übertragen werden müssen. Anhand von Langzeitsimulationen dieser Bewirtschaftungssysteme können dann die systemtypischen ökologischen Kenngrößen abgeschätzt werden. Darüber hinaus können denkbare Alternativszenarien aufgestellt und simuliert werden und hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen analysiert werden. Als wichtige Kriterien bei der Aufstellung derartiger Szenarien werden strukturelle Unterschiede im Betriebstyp (Marktfrucht, Veredlung, Verbundformen), unterschiedliche Anbauanteile von Fruchtarten (z.B. Getreide, Zwischenfrüchte, Energie-und Rohstoffpflanzen), verschieden hohe

Intensitäten des Kohlenstoff -und Stickstoffinputs (Tierbesatz, Höhe der mineralischen N-Düngung), unterschiedliche organische Anteile am Gesamtinput von Stickstoff , differenzierte Verwertungen der Koppelprodukte (Abfuhr bzw. Einarbeitung) sowie variable horizontale Verteilungen der Intensitäten gesehen.

4 Literatur

ADLER, G.H.; RICHTER, A.; BEHRENS, J. (1997): Probleme der Aufbereitung und Nutzung von digitalen Datenbeständen der Mittelmaßstäbigen Standortkartierung (MMK) für die länderübergreifende Bodenkartierung. In: ZALF-Bericht Nr. 28 . Müncheberg.

ALTERMANN, M.; KÜHN, D. (1995): Bodenformen der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Kreises Querfurt im Maßstab 1:50000 in Auswertung und kartographischer Umsetzung von Feldaufnahmen und Bodenanalysen des Kreises Querfurt. BGR, Außenstelle Berlin.

ALTERMANN, M. (1996): Kennzeichnung der landwirtschaftlich genutzten Böden des westlichen Teils des Kreises Merseburg-Querfurt. Unveröff. Bericht im Auftrag der IHU GmbH Nordhausen.

FRANKO, U.; OELSCHLÄGEL, B.; SCHENK, S. (1995a): Modellierung von Bodenprozessen in Agrarlandschaften zur Untersuchung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen.Abschlußbericht zum BMFT-Projekt 01LK9106/2. UFZ-Bericht 3/1995, Leipzig.

FRANKO, U.; OELSCHLÄGEL, B.; SCHENK, S. (1995b): Simulation of temperature-, water- and nitrogen dynamics using the model CANDY. Ecological Modelling (81).213-222.

FRANKO, U. (1996): Modelling approaches of soil organic matter turnover within the CANDY System. p. 247-254. In: D.S. Powlson, P. Smith and J.U. Smith (eds.): Evaluation of Soil organic matter models using existing long-term datasets. Springer, Berlin Heidelberg.

KÜHN, D. (1989): Bearbeitungstypen landwirtschaftlicher Nutzflächen. Petermanns Geogr. Mitteilungen 1/1989, S. 23-36.

LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1993,1994,1995,1996): Gewässergüteberichte des Landes Sachsen-Anhalt.Halle.

MEYER, B. (1997): Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf der Querfurter Platte. Unveröff. Bericht. UFZ Leipzig-Halle GmbH.

MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1995): Numerisches Verfahren zur Erstellung klimatologischer Karten. Berichte des Deutschen Wetterdienstes ,193. Offenbach

SCHENK,S.; FRANKO, U. (1995): Ableitung von Bodenparametern und Startwerten bei der Anwendung des Simulationssystems CANDY zur Untersuchung von Bodenprozessen in Agrarlandschaften. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 76. 1173-1176.