Das Fachinformationssytem Bodenkunde (Datenbanken, Methodenbank, Nutzung) im Niedersächsischen Bodeninformationssystem NIBIS

H.J. Heineke, Andreas Kurz und R. Vinken, Hannover

1. Einleitung

In der Umweltplanung sind Bodenschutzaspekte angesichts der erheblichen Belastungen und vorhandenen Schäden in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Eine fortschreitende Bodenbelastung und -zerstörung in dem bisherigen Maße wird auf längere Sicht nicht nur die Basis für eine angemessene Güterversorgung gefährden, sondern auch die natürlichen Lebensgrundlagen allgemein zerstören. Der Bedarf und die Nachfrage nach bodenbezogenen Entscheidungsgrundlagen nehmen daher z.Z. sprunghaft zu. Diesen Anforderungen stehen jedoch bedauerlicherweise bisher vor allem nur eine lückenhafte Datenbasis sowie eine fehlende oder unvollständige Auswertungsmethodik gegenüber.

Vor o.g. Hintergrund wird vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung seit längerem eine breit angelegte geowissenschaftliche Datenbasis aufgebaut, die es gestattet, in vertretbarem Zeitraum entsprechende Auswertungen vorzunehmen. Ausgegangen wird dabei von der Tatsache, daß bereits an verschiedenen Stellen sehr umfangreiche und geowissenschaftlich interpretierbare Datenbestände vorliegen, und zwar in Form von analogen Karten. In eine einheitliche Form gebracht, können sie einen Basisdatenbestand ergeben, der einerseits vielfältige Auswertungen zu aktuellen Fragen zuläßt und andererseits eine wesentlich zielgerichtetere und damit effektivere bodenkundliche und geologische Bestandsaufnahme erlaubt. Aufgrund der sehr großen Datenmenge, die dabei anfällt und die manuell in traditioneller Arbeitsweise nicht zu bewältigen ist, kann diese Arbeit sinnvoll und zeitgerecht nur rechnergestützt erfolgen.

Um also rechtzeitig notwendige Unterlagen zur Verteilung von Böden und Gesteinen und insbesondere deren Eigenschaften und Verhalten gegenüber Belastungen bereitzuhalten und somit im wesentlichen vorsorgend tätig werden zu können, wird am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) das Niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS) aufgebaut.

2. Bedingungen für den Aufbau des NIBIS

Auf Landesebene sind die Leitlinien mit einem Kabinettsbeschluß aus dem Juni 1985 - den Aufbau eines "Bodenkatasters von Niedersachsen" betreffend - gefallen. In einem ersten Schwerpunkt werden auf dieser Grundlage zunächst alle i.e.S. geowissenschaftlich relevanten Daten in Datenbanken zusammengetragen. Die Aufgabe wird federführend vom NLfB durchgeführt; regelmäßige Sitzungen zwischen den beteiligten Ressorts sowie eine enge Kooperation zwischen allen beteiligten Dienststellen des Landes und des NLfB stellen den koordinierten Ablauf der Arbeiten sicher. Weitere, den Kabinettsbeschluß

ergänzende Vorgaben zum Aufbau des NIBIS liefert das Bodenschutzkonzept von Niedersachsen (1990), dessen wichtigste Punkte im folgenden aufgeführt sind:

I Erfassung und Überwachung des Bodens

Aufbau eines Bodeninformationssystems durch

- flächendeckende Erhebung der Verbreitung, des Aufbaues, der Eigenschaften (Flächen-, Labordatenbanken) und der Veränderungen von Böden (Dauerbeobachtungsflächen, Probenbanken) und Gesteinen
- Auswertung und Nutzung von geowissenschaftlichen Daten (Methodenbanken)

II Reduzierung der Flächeninanspruchnahme

Erfassung von Ist-Zustand und Veränderungen der

- naturnahen Flächen
- landwirtschaftlich und
- forstwirtschaftlich genutzten Böden
- Rohstoffvorranggebiete
- Bauflächen
- Verkehrsflächen
- Flächen für Abfallbeseitigung
- Flächen für Freizeit, Erholung, Sport
- militärisch genutzten Flächen u.a.m.

III Begrenzung der Stoffeinträge in den Boden

- aus der Luft
- aus Land- und Forstwirtschaft
- aus Siedlungs- und Industrieabfällen, Abwässern
- aus Altlasten usw.

IV Erhaltung der Bodenstruktur

- Schutz vor Erosion und Verdichtung
- Sanierung, Rekultivierung und Renaturierung etc.

Die Sonderarbeitsgruppe (SAG) Informationsgrundlagen Bodenschutz der Umweltministerkonferenz (UMK) setzte die Unterarbeitsgruppe Bodeninformationssystem (UAG) ein. Diese definiert und benutzt den Begriff Boden viel weitgehender als in der bodenkundli-

chen Begriffswelt üblich, indem alle Bereiche der festen Erdoberfläche und der oberen Erdkruste, in die der Mensch durch seine Tätigkeit eingreift, als Boden bezeichnet werden. Nach dieser Definition kann also ein Bodeninformationssystem z.B. geologische, tektonische oder bergbauliche Daten aus Bereichen bis zu 10 km Tiefe enthalten.

3. Das NIBIS und zugehörige FISse

Das NIBIS setzt sich aus verschiedenen Fachinformationssystemen zusammen. Entsprechend dem Konzept der Sonderarbeitsgruppe (SAG) Informationsgrundlagen Bodenschutz der Umweltministerkonferenz (UMK) lassen sich die einzelnen Fachinformationssysteme in drei Gruppen (ohne scharfe Abgrenzungen) gliedern.

- für den Bereich "Geowissenschaftliche Grundlagen",
- für den Bereich "Anthropogene Einwirkungen auf den Boden"
- und den Bereich "Naturschutz/Landschaftspflege"

Die so definierte Liste gibt den heutigen Stand der Aufgabenstellungen im Bodenschutz wieder und wird entsprechend den zukünftigen Bedürfnissen zu erweitern sein.

Es sind für den Bereich Geowissenschaftliche Grundlagen, zu dem das FIS-BO gehört, z.Z. im NIBIS folgende Fachinformationssysteme im Aufbau begriffen:

- FIS- Bodenkunde
- FIS- Geologie
- FIS- Rohstoffe
- FIS- Hydrogeologie

3.1 Fachinformationssystem Bodenkunde (FIS-BO)

Die generell formulierte Aufgabe des FIS-BO ist es, über gespeicherte Daten und Methoden zu informieren und diese gegebenenfalls bereitzustellen.

Auch ungeübten Benutzern soll es ermöglicht werden, innerhalb des FIS-BO verfügbare Daten und Methoden, für verschiedene, auch sehr komplexe Auswertungen aufzubereiten und zu benutzen.

Das Fachinformationssystem Bodenkunde enthält die Benutzer-, Steuerungs-, Methodenbank-, Datenbank- und Kommunikationsebene. Abb. 1 gibt die generelle Architektur des FIS-BO wieder:

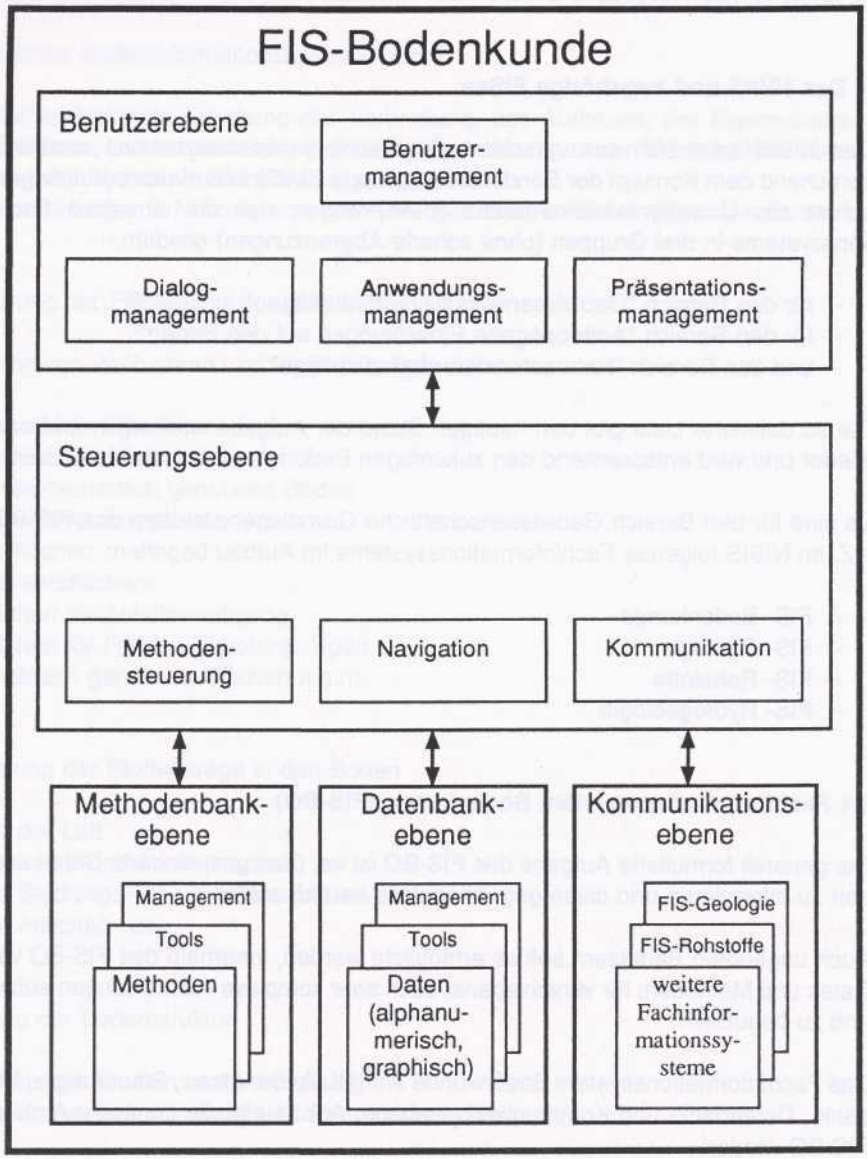


Abb. 1: Architektur des Fachinformationssystems Bodenkunde (*Bartsch und Kurz*, modifiziert nach *Heineke et al.*, 1992)

3.2 Benutzerebene

Um den gestellten Anforderungen gerecht zu werden, enthält das FIS-BO eine Benutzerebene. Sie stellt die Schnittstelle dar, über die die Fachleute und Sachbearbeiter mit dem System kommunizieren bzw. das System stellt sich hierüber dem Benutzer dar. Die Benutzerebene hat die Aufgabe, das Benutzermanagement zu übernehmen und stellt notwendige Prozeduren zur Zugangskontrolle und Benutzerstatistik bereit. Das geschieht auf der Basis von dem System bekannten Berechtigungsprofilen.
Das Dialogmanagement gewährleistet den Zugriff auf Daten und Methoden sowohl über einen sachorientierten Pfad als auch über räumliche Eingrenzung bzw. Auswahl.

Es veranlasst darüber hinaus als wesentlichstes Element jedoch auch eine problemorientierte Führung, d.h., alle für die Lösung eines Problems relevanten Datenrecherchen und/oder Berechnungen und Auswertungen werden bei Auswahl automatisch angestoßen (siehe auch Steuerungsebene). Das Präsentationsmanagement sichert die Dokumentation der Arbeit mit dem System, indem Möglichkeiten der Text-/Report- und Graphikerstellung sowie Kartenkonstruktionen angeboten werden.
Das Anwendungsmanagement stellt die Bereitstellung von Ressourcen sicher und sorgt für eine Verbindung zur Steuerungsebene.

Die Führung in der Benutzerebene geschieht über eine ereignisgesteuerte graphische Oberfläche; alle Dialoge des Systems, einschließlich der Hilfestellung, werden über das Dialogmanagement abgewickelt, so daß die Oberflächengestaltung für das System homogen bleibt.

3.3 Steuerungsebene

Die Steuerungsebene ist der Benutzerebene hinterlegt und stellt eine Mittlerfunktion zwischen Benutzerebene und Methoden- und Datenbankebene sowie der Kommunikationsebene dar. Ohne diese Ebene sind deren Funktionen nicht denkbar.

Die Steuerungsebene übernimmt durch Bereitstellung einer Navigation mit Angaben über verfügbare Daten allgemein die Information des Benutzers. Unter Daten werden auch Informationen über verfügbare Methoden, deren Ergebnisse, Normen und Richtlinien, Adressen und Daten- und Methodentransfermodalitäten verstanden.

Sie enthält ferner die Methodensteuerungskomponenten. Dies sind Verfahren, die ganz generell einen problemorientierten Zugang zu Methoden und eine entsprechende Verknüpfung von Daten und Methoden ermöglichen. Dies ist eine Voraussetzung, um dem Nutzer einerseits Methoden zur Erfassung, Weiterverarbeitung und Ergebnisdarstellung sowie für Anfragen und Aussagen zu erschließen.

Dieser Vorgehensweise entspechend erfordert der Aufbaus einer Methodenbank Komponenten zur automatischen Generierung von Sequenzen von Daten und Methoden (Programmen) und deren Verknüpfung.
Im Rahmen der Generierung von Sequenzen müssen Methoden- und Datenanwendungsbeschränkungen berücksichtigt werden können, damit sichergestellt ist, daß zur Lösung eines Problems die geeigneten Daten mit den geeigneten Methoden ausgewertet werden. Im einzelnen sind dazu notwendig:

- Informationen zur Problemabhängigkeit,
- Informationen zur Maßstabsabhängigkeit,
- Informationen zur Datenabhängigkeit und
- Informationen zur Genauigkeit der Methoden.

Es bedeutet ferner die Implementierung von Regeln bodenkundlichen Vorgehens sowie der Beschreibung der Methoden und ihrer Qualitäten.
Eine Kommunikationskomponente schließlich ist Voraussetzung, um Verbindungen zu lokalen und externen Datenbeständen/Methodenbeständen und FISsen herstellen zu können.

3.4 Datenebene

In der Datenebene wird zwischen Sachdaten und Daten des Raumbezuges unterschieden. Im NIBIS - Teil FIS-BO - umfassen die Sachdaten im einzelnen:

- punktbezogene Daten als Dokumentation von Profilbeschreibungen (feldbodenkundl. Daten),
- punktbezogene Daten in Form von Meßwerten (Labordaten),
- flächenbezogene Daten in Form der Beschreibung von z.B. Bodenvergesellschaftungen, u.a. bodenkundlich relevanten räumlichen Ausprägungen.

Der Stand der Arbeiten bei den Sachdaten ist:

Analysendaten:
Es stehen augenblicklich etwa 500 komplett analysierte bodenkundliche Profile mit den dazugehörigen Geländedaten zur Verfügung. Damit ist allerdings erst ein geringer Teil der in Niedersachsen tatsächlich vorkommenden Standorte abgedeckt. Mit dieser im Ansatz vorliegenden Labordatenbank ist bereits eine bessere Lenkung der Beprobung wichtiger Standorte möglich.
Neben den bodenkundlichen Sachdaten existiert eine große Anzahl von geochemischen und sedimentologischen Analyseergebnissen, die auf Datenträgern vorliegen.
Bohrungen der Bodenschätzung und der forstlichen Standortkartierung (s.o.): Zur Zeit werden jährlich die Profile von 20 - 30 TK 25 (ca. 90.000 Profile) durch die Katasterverwaltung bearbeitet und vom NLfB in den bodenkundlichen Sprachgebrauch umgesetzt. Insgesamt existieren etwa 1.500.000 dokumentierte Bohrungen. Die Basiserfassung wird

ca. 1995 beendet sein; von diesem Zeitpunkt an wird der Datenbestand regelmäßig fortgeführt werden.

Bohrungen des NLfB:
Zur Zeit werden jährlich die Profile (2 m Bohrungen) von 8 TK 25 (ca. 7.000 Profile) bearbeitet.

Höhendaten:
Die Aufnahme der Höhen wird in Niedersachsen auf der Basis der topographischen Karte im Maßstab 1 : 5.000 (DGK 5) fortgeführt. Von den zu bearbeitenden etwa 12.000 Blättern liegen bereits etwa 60% mit Höhendaten vor, davon etwa 20% in digitaler Form. Zur Zeit werden etwa 250 Blätter pro Jahr neu bearbeitet und sind im Topographischen Informationssystem TOPSY des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes vorhanden.

Zur näheren Beschreibung dieser Daten gehören, entsprechend der Anforderungen dieser drei Ebenen, auch Angaben zu:
- Qualität der Daten,
- Technik der Erhebung,
- Zweck der Erhebung,
- Dokumentation der verwendeten Meßverfahren,
- Verweis auf Regelwerke und Normen.

Die Daten des Raumbezuges umfassen:
- Lagebeschreibung punktförmiger Objekte,
- Koordinaten von Segmenten,
- Koordinaten von Polygonen.

Die beiden letztgenannten Elemente bilden die Begrenzungen räumlicher oder linienhafter Phänomene, z.B. einer Bodeneinheit oder einer geologischen Störung.

Der Stand der Arbeiten bei den Flächendaten ist:

Bodenkundliche Standortkarte von Niedersachsen im Maßstab 1:200.000 und 1:500.000:
Dieses für Niedersachsen flächendeckend vorliegende Kartenwerk ist komplett digital erfaßt, durch Hinzuziehung weiterer Archivunterlagen inhaltlich stark erweitert und steht als erste Entscheidungshilfe für Planungen seit 1988 im NIBIS zur Verfügung.

Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000:
Die Bodenkarte i.M. 1 : 50.000 wird seit 1991 im NLfB erstellt und soll als bodenkundliche Übersichtskarte 1993/1994 komplett für Niedersachsen digital vorliegen.

Bodenkarte im Maßstab 1 : 25.000:
Die bodenkundliche Kartierung i.M. 1 : 25.000 (Basiskartenwerk) ist in Niedersachsen zu ca. 40% abgeschlossen. Die Bodenkarten geben Aufschluß über die Verbreitung und

Eigenschaften der Böden Niedersachsens. Die Beschreibung der ausgewiesenen Bodeneinheiten ist von der Struktur vergleichbar mit der der Bodenkarten kleineren Maßstabes (s.o.). Die bereits analog vorliegenden Karten werden aufbereitet und sollen noch 1993 in digitaler Form vorliegen.

Bodenschätzung:
Sie liegt flächendeckend in sehr hoher räumlicher Auflösung vor und wird mit großem personellen Aufwand in Abstimmung mit der bodenkundlichen Landesaufnahme und dem Bodenschutzprogramm von Niedersachsen durch die Finanz- und Katasterverwaltung fortgeführt. Zur Zeit erfolgt die Erfassung der Schätzungsgrenzen für etwa 30 bis 40 TK 25 jährlich. Bis in die Mitte der 90er Jahre wird der Datenbestand für Niedersachsen weitgehend erfaßt sein.

Forstliche Standortkartierung:
Die Staats- und Genossenschaftsforsten sind flächendeckend im Maßstab 1 : 10.000 kartiert. Die Arbeiten werden laufend durch die Forstverwaltung fortgeführt. Für die Privatforsten existiert ein vergleichbares Programm. Die Grenzen der Standorteinheiten und Standortkennzeichnungen werden z.Z. in das NIBIS übernommen und für die Kartierung ausgewertet. Der Datenbestand liegt schon digital vor für die Staatsforsten.

Historische Karten:
Für den größten Teil Niedersachsens liegen topographische Karten des 18. und 19. Jahrhunderts vor, aus denen sich u.a. der anthropogene Einfluß auf die Landschaftsentwicklung ableiten läßt. Die historischen Nutzungsarten werden für das NIBIS erfaßt und zu fachlichen Interpretationen zusammen mit anderen Unterlagen verwendet. Derzeit werden jährlich etwa 15 bis 20 Karten aufbereitet und digitalisiert. Der gesamte Datenbestand wird bis zur Jahrtausendwende komplett digital vorliegen.

Als weitere Information werden in den Sachdatenbanken auch Texte untergebracht, d.h. kurze Erläuterungen, Verweise, Beschreibungen von Eigenschaften etc.

Alle Elemente zu den Sachdatenbanken werden in einem relationalen Datenbanksystem gespeichert. Es wird bei dem Aufbau des Systems davon ausgegangen, daß, entsprechend des Vorschlages der AG Bodeninformationssystem, die Daten verteilt vorliegen. Untersuchungen zur geeignetsten Verteilungsform (voll redundant, teilweise redundant, redundanzfrei) müssen noch angestellt werden. Als Schnittstelle von der 3GL-/4GL-Ebene zur relationalen Datenbank mit allen verfügbaren Sachdaten wird in Zukunft die SQL-Schnittstelle Verwendung finden. Welche Schnittstelle zu den Daten des Raumbezuges benutzt werden wird, ist z.Z. nicht endgültig geklärt und richtet sich sicher nach der Wahl des GIS-Systems. Diesem obliegt auch die Bereitstellung von Mechanismen zur Synchronisation von Sachdatenbanken und raumbezogenen Datenbanken im Verküpfungsfall und Sicherstellung von Konsistenz und Integrität im Update-Fall, der beide DB-Gruppen beträfe.
Sollte dies in absehbarer Zeit nicht realisierbar sein, so wird am gegenwärtigen Modell festgehalten, auch die Raumbezugsdaten in der relationalen Datenbank zu halten und

diese bei Bedarf auszugsweise an das GIS zu übergeben. Es bleibt das Problem, im Fortführungsfall die geänderten Daten an das relationale Datenbanksystem zurückzugeben und Integrität auf der Sachdatenseite zu erhalten, d.h., auch diesen Teil automatisch mitzuführen.
Um die Arbeit mit dem DB-System zu erleichtern bzw. überhaupt erst sinnvoll zu ermöglichen, werden Applikationsgeneratoren benutzt. Das gestattet die Entwicklung von Benutzerumgebungen für die anfallenden Standardauswertungen der Datenbank wie Retrieval, Report und Update.
Entsprechend den Forderungen der AG BIS der SAG werden die Datenbanken des Bodeninformationssystems verteilt angelegt. Das heißt, daß außerdem Werkzeuge vorliegen müssen, die

- DB-unabhängig sind,
- mehrere DBs unterschiedlicher Software gleichzeitig ansprechen, netzwerkfähig sind und
- verteilte Systeme unterstützen.

Welche das sein werden, ist noch ungewiß. Nähere Informationen zum Aufbau der Datenbasis geben *Heineke* (1989) sowie *Oelkers & Vinken* (1988).

3.5 Methodenebene

Eine effektive Nutzung der Datenbasis für thematische Auswertungen erfordert die Konzipierung und Bereitstellung einer Methodenbank als Bestandteil des FIS-Bodenkunde. Abb. 2 stellt vereinfachend dar, wie die Datenbasis mit Hilfe der Methodenbank zu umfassenderen Aussagen beitragen kann.

In der Methodenbank werden unterschiedliche Methoden vorgehalten. Zum Teil sind dies symbolorientierte Methoden; darunter versteht man im FIS-BO regelbasierte Darstellungen von Beziehungen bodenkundlich relevanter Parameter in Form von Tabellen, Regeln, Klassifikationsverfahren (bewertend / nicht bewertend). Abb. 3 gibt einen Überblick dieser Methoden mit ihrem jeweiligen Bearbeitungsstand.

In der Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde (*Müller*, 1992; *Müller, Eckelmann & Heineke*, 1990) sind die verschiedenen Regeln und resultierende Methoden zusammengestellt.
Die Methoden zur inhaltlichen Auswertung von Daten sind in ihre elementaren Verrechnungsschritte so aufgeteilt, daß sie dynamisch zu Methoden zur Berechnung komplexerer Werte verkettet werden können.
Die in Abb. 4 dargestellte Methode der Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schwermetallen zeigt, wie aus einzelnen Eingangsdaten komplexere Kennwerte ermittelt werden können. Hinter den einzelnen Rechtecken verbergen sich die elementaren Verrechnungsschritte, auch Module genannt. Durch Verknüpfung dieser Module zu einer Sequenz ergibt sich die Methode.

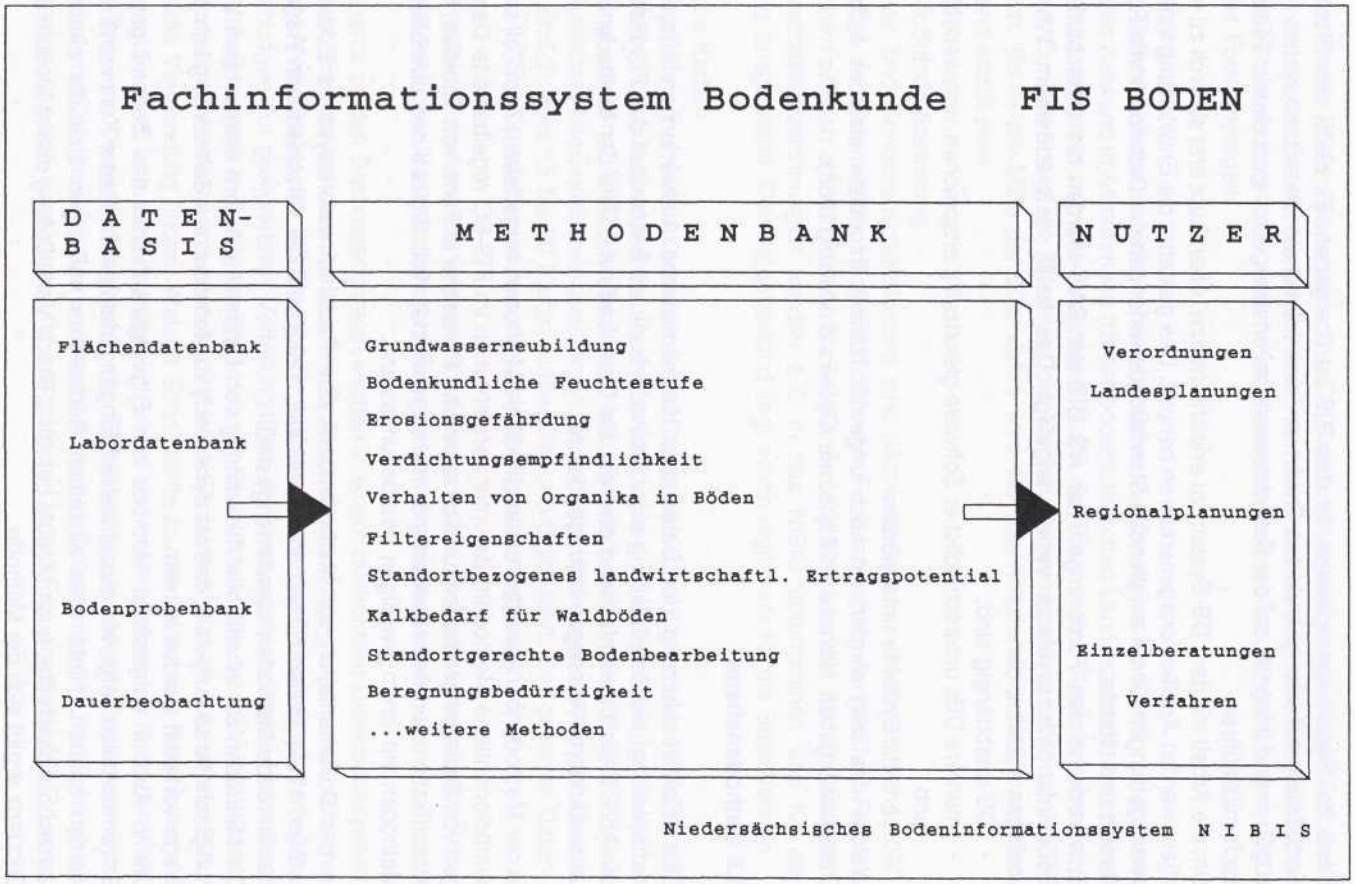


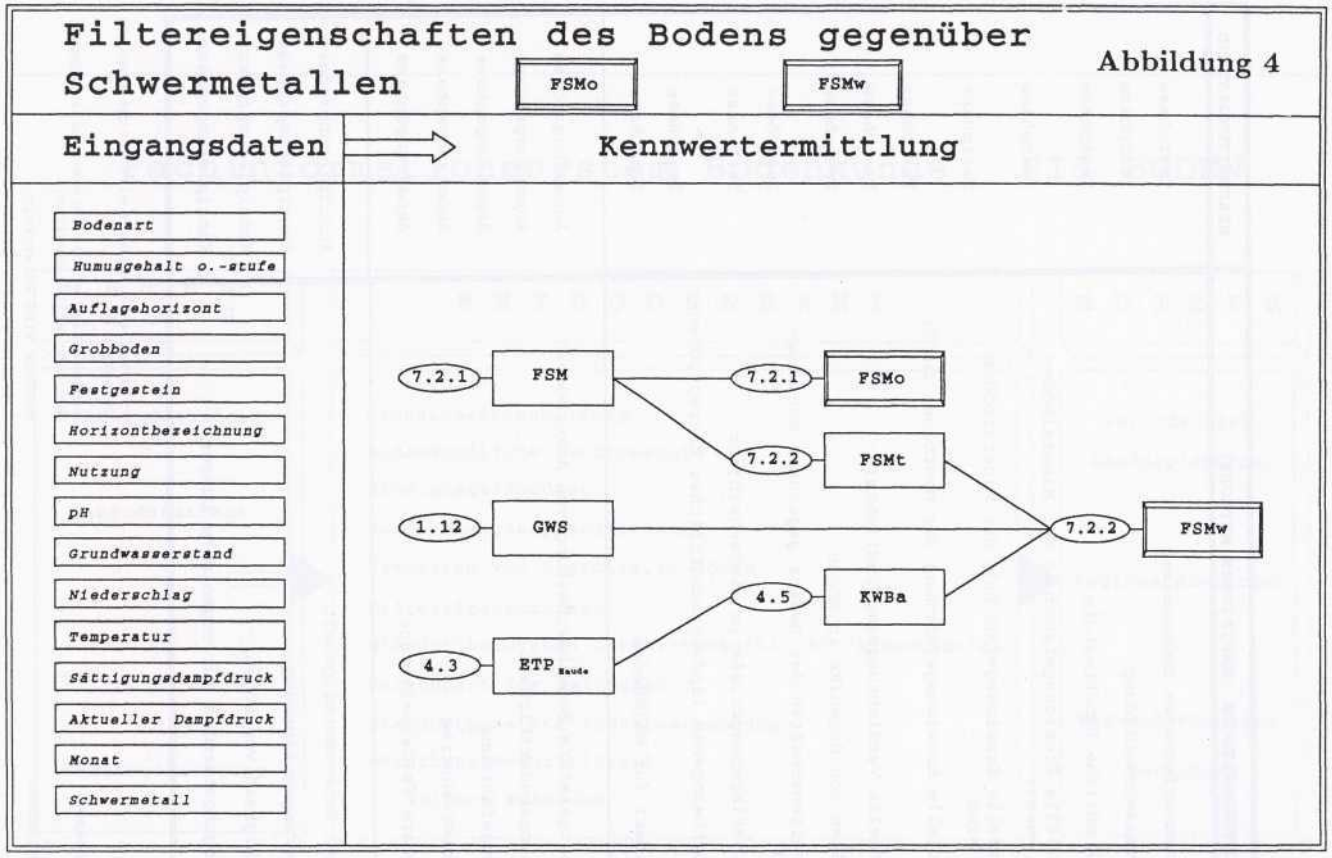
Abb. 2: Fachinformationssystem Bodenkunde

AUSWERTUNGSMETHODE (EMPIRISCHE METHODE)	BEARBEITUNGSSTAND
Pflanzenverfügbares Bodenwasser	*Testphase*
Grundwasserneubildung	*Testphase*
Bodenkundliche Feuchtestufe	*Testphase*
Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wasser	*Testphase*
Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wind	*Testphase*
Potentielle Erosionsgefährdung der Moorböden durch Wind	*Testphase*
Potentielle Verdichtungsempfindlichkeit	*Testphase*
Verhalten von Organika in Böden	*Testphase*
Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schwermetallen	*Testphase*
Nitratverlagerungstiefe im Winterhalbjahr	*Testphase*
Standortbezogenes landwirtschaftliches Ertragspotential	*Testphase*
Kalkbedarf für Waldböden	*Testphase*
Standortgerechte Bodenbearbeitung von Ackerböden	*Anpassungsphase*
Beregnungsbedürftigkeit	*Anpassungsphase*
Trockengefährdung	*Anpassungsphase*
NO_3-Gebietsaustrag	*Anpassungsphase*
Verfügbare Feldarbeitstage	*Anpassungsphase*
Geogener Schwermetallgehalt	*Konzipierungsphase*
Versauerungsgefährdung	*Konzipierungsphase*
Tragfähigkeit von Böden	*Konzipierungsphase*
Ausbringungstermine für organische Dünger	*Konzipierungsphase*

Testphase :	Programmierte Methode wird für die Anwendung getestet.
Anpassungsphase:	Methode wird an die Datenstruktur angepaßt und/oder weiterentwickelt.
Konzipierungsphase:	Methode wird entwickelt.

Abb. 3: Auswertungsmethoden

Abb. 4: Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schwermetallen



Die Ziffern entsprechen der Dokumentation zur Methodenbank(MUELLER, 1992)

NIBIS - Methodenbank

FSM Bindungsstaerke eines SM je Horizont
GWS Grundwasserstufe
ETP Evapotranspiration
KWBa mittl. jaehrl. Klim. Wasserbilanz

FSMo Bindungsstaerke eines SM im Oberboden
FSMt Bindungsstaerke eines SM im Grundwasserfreien Raum
FSMw Einschaetzung der Grundwassergefaehrdung

Neben den empirischen Methoden sind auch numerische Methoden (Simulationsmodelle, statistische Verfahren etc.) vorzuhalten. U.a. stehen dem NLfB die Simulationsmodelle Simwaser zur Bodenwasserhaushalts- und Pflanzenertragssimulation (*Stenitzer*, 1988), GWNB zum Bodenwasserhaushalt (*Renger*, 1990) und HELP zur Berechnung des Wasserhaushalts von Mülldeponien (*Schroeder et al.*, 1984) zur Verfügung.
Z.Z. wird das Simwaser für die niedersächsischen Standortbedingungen aufbereitet und dann als vollständiges Programm eingebunden. Es werden sowenig Änderungen wie nötig am und im Programm vorgenommen. Die Einbindung von numerischen Methoden als sog. "Black Box" ins FIS-BO wird angestrebt. Das bedeutet, daß keine Aufsplittung in einzelne Programmodule erfolgt.

Auch für numerische Methoden ist die Einbindung in Methodensequenzen angestrebt, so daß andere Module, nach- und/oder vorgeschaltet, mit ihnen zusammen wieder eine Methode bilden.

Um den Ansprüchen der numerischen Methoden an ihre Eingabedaten (oft hohe räumliche und zeitliche Dichte und komplexe Strukturen) gerecht zu werden, sind spezifische Module zu erstellen. In den Aufgabenbereich dieser Module fällt nicht nur das Extrahieren und Umformatieren von Daten aus den Datenbanken, sondern auch die Ableitung von bodenkundlichen Daten durch Parametrisierung (Pedotransferfunktionen). Die Arbeiten von u.a. *Van Genuchten* (1980) und *Bouma* (1989) sollen als Grundlage für die Erstellung von solchen Parametrisierungsfunktionen dienen.

Im Rahmen der Anwendung von numerischen Methoden in einer Methodenbank sind die Anwendungsbeschränkungen (s. Kap. 3.3 Steuerungsebene) besonderes sorgfältig zu prüfen und zu berücksichtigen.

Die Realisierung der automatischen Generierung von Sequenzen von Daten und Methodenbausteinen (Module) ist eine Voraussetzung zum Aufbau des Methodenteiles von Fachinformationssystemen, ohne die es nicht möglich sein dürfte, den vielfältigen Anforderungen des Umwelt- und Bodenschutzes gerecht zu werden. Es würden sonst ständig Insellösungen entwickelt werden, die ein hochgradig entwickeltes Spezialistentum notwendig machten und die Systeme auf unüberschaubare Größe anwachsen ließen.

Zur Bereitstellung der Daten für die verschiedenen Methoden und Modelle bedarf es Retrieval-Generatoren in Verbindung mit der dynamischen SQL (Structured Query Language) der Datenbankebene bzw. der Steuerungsebene, d.h. Verfahren zur Generierung von SQL-Ausdrücken. Diese müssen ausgeführt werden von Datentransfer- oder Schnittstellenprogrammen, die die Daten aus den Datenbanken extrahieren. Außerdem sind Verfahren zur Anlage und Verwaltung von Datenstrukturen erforderlich, die als Puffer zwischen Datenbank und Methoden der Be- und Auswertung liegen und die große Datenmengen schnell behandeln müssen.

Schließlich sind hier auch die unterschiedlichsten Schnittstellen anzusiedeln, die eine Verbindung zu externen Programmen herstellen können, die sich nicht ohne weiteres

direkt in das System eingliedern lassen. In der Methodenbank können weiterhin auch die Programmbausteine liegen, die als Basismodule für die Benutzeroberfläche aufgefaßt werden können und eine Erweiterung und Editierung der Oberfläche gestatten.

4. Realisierung

Für den Datenbankbereich wird das System seit 1983 realisiert. Der schon realisierte Umfang wurde im Kap. 3.4 Datenebene dargestellt. Die Entwicklung auf dem DV-Softwaresektor im Bereich Datenbanken sowie die Koordinierungsarbeit der verschiedenen Arbeitsgruppen macht jedoch eine Umstellung des Systems im Datenbankbereich notwendig. Dies ist in Teilbereichen wie

- flächenbezogene Daten und
- punktbezogene Daten in Form von Meßwerten

bereits geschehen. Die übrigen Bereiche werden nach und nach umgestellt. Für den Methodenbankbereich sowie für die Steuerungsebene und die Benutzerebene existiert ein Prototyp. Die vollständige Realisierung dieses Teiles ist für 1995 zu erwarten.

In Verbindung mit dem ebenfalls im Aufbau befindlichen Niedersächsischen Umwelt-Informationssystem, in dem das NIBIS ein zentraler Baustein sein wird, wird Niedersachsen damit ein von der Einsetzbarkeit her geschlossenes und homogenes System bereitstehen, das zugleich offen für Erweiterungen und Fortführungen sein wird.

5. Nutzung des NIBIS

Der Leistungsumfang des NIBIS soll, soweit rechtlich möglich, allen öffentlichen und privaten Nutzern zur Verfügung stehen und dabei die technischen und fachlichen Möglichkeiten der potentiellen Nutzer berücksichtigen.

Das NIBIS läßt 7 Nutzungsvarianten (*Kues et al.*, 1991) zu:

I Abgabe von Basisdaten und einfachen Bodenkennwerten zur weiteren Auswertung durch den Nutzer;

II Abgabe von Methoden zur Auswertung bodenkundlicher Basisdaten durch den Nutzer;

III vollständige Bearbeitung von Fragestellungen aufgrund der im NIBIS vorliegenden Daten und Methoden, d.h. die Lieferung von Komplettlösungen;

IV wie unter Punkt 3, jedoch mit zusätzlicher Datenerhebung im Rahmen von Projektkartierungen wegen unzureichender Datenlage im NIBIS;

V wie unter Punkt 3, jedoch mit problemorientierter Anwendung vorliegender Auswertungsmethoden. Diese Variante ist notwendig, wenn die in der Methodenbank des NIBIS vorgehaltenen formalen Auswertungsmethoden für eine Fragestellung differenziert und verschnitten mit anderen Daten angewandt werden müssen (z. B. räumlich differenzierte Anwendung der Auswertungsmethode 'Ertragspotential für landwirtschaftliche Nutzung' für Fragen des Landesraumordnungsprogramms);

VI bei fehlenden Auswertungsmethoden Weiter- oder Neuentwicklung von Auswertungsmethoden für aktuelle Fragen;

VII Bereitstellung der Bodenprobenbank für Proben, die von Ingenieur-Büros im Rahmen der Projektbearbeitungen für Dritte gewonnen werden, und für Beweiszwecke gelagert werden müssen. Die Möglichkeit der Einlagerung beim NLfB ist notwendig, um sicherzustellen, daß bei Firmenschließungen die Beweisproben erhalten bleiben.

6. Schriftenverzeichnis

Heineke, H. J. (1989): Das Niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS). Kali-Briefe (Büntehof), 19, 7: 535-544.

Kues, J. & Oelkers, K.-H. & Fieber, R. (1991): Konzept zur Nutzung des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) für Einzelmaßnahmen zum Bodenschutz, Teil: Fachinformationssystem Bodenkunde (FIS Boden). Archiv Nds. Landesamt f. Bodenforschung, 107448; Hannover.

Müller, U. (1992): Niedersächsisches Bodeninformationssystem NIBIS. Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde. 5. Aufl.; Hannover (Nds. Landesamt f. Bodenforsch.). - [Unveröff.], Archiv-Nr. 110 359

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (1985): Studie zum Aufbau des Bodenkatasters von Niedersachsen, 32S.; Hannover.- [Unveröff.].

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1990): Bodenschutzkonzept Niedersachsen - 32S.; Hannover.

Niedersächsisches Umweltministerium (1990): Umwelt-Datenkatalog Niedersachsen. 203S.; Hannover.

Renger, M. et al. (1990): Modelle zur Ermittlung und Bewertung von Wasserhaushalt, Stoffdynamik und Schadstoffbelastbarkeit in Abhängigkeit von Klima, Bodeneigenschaften und Nutzung. Endbericht zum BMFT-Projekt 0374343, Univ. Berlin, Inst. f. Ökologie, FB Bodenkunde.

Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz [SAG] (1987): Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems. Materialien, 47: 26 S., Anhang 37 S.; München (Bayr. Min. f. Landesentwicklung u. Umweltftagen).

Schroeder, P.R.; Gibson, A.C., Smolen, M.D. (1984): The hydrologic evaluation of landfill performance (HELP)modell. Environmental Prot. Agency 530-sw-84-010, Cincinati, Ohio.

Stenitzer, E. (1988): SIMWASER. Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrags eines Standortes.- Mitteilungen aus der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, A-Petzenkirchen, Nr. 31.

Unterarbeitsgruppe Bodeninformationssystem (1989): Vorschlag für die Einrichtung eines länderübergreifenden Bodeninformationssystems. Reihe Expert: 25 S., 11 Abb., 1 Tab.; Hannover (Nds. Umweltministerium).

Van Genuchten, M. TH. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44, 892-898.