Jürgen Lamp

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel

INFORMATIONSSYSTEME IN DER BODENKUNDE
- INTERNATIONALE UND NATIONALE ENTWICKLUNGEN -

1. Grundstruktur Integrierter Boden-Datenbanken

Böden entwickeln und verändern sich zum einen unter dem Einfluß der äußeren Faktoren Gestein und Relief, Klima und Wasser, Flora, Fauna und Mensch. Zum anderen übt der Boden wichtige Funktionen auf andere Komponenten unserer Ökosysteme aus, z.B. auf die Ernährung der Pflanzen, die Qualität des Grundwassers oder die Bodennutzung durch den Menschen. Diese wechselseitige und zentrale Stellung des Bodens im komplexen Wirkungsgefüge natürlicher Ökosysteme oder in der durch Menschen geprägten Umwelt wird durch die erweiterte *Kausalkette der Pedogenese und Pedofunktion* von SCHROEDER und LAMP (1976) theoretisch beschrieben: Faktoren lösen Prozesse im Boden aus, die sich in den Merkmalen manifestieren; die Böden üben Funktionen auf die mit den Faktoren oft identischen Ökokomponenten aus.

Dieses durch die Praxis wiederholt bestätigte Basistheorem der Bodenkunde bedingt auch die *Grundstruktur* von *Integrierten Boden-Datenbanken*. Nur aus dem fachübergreifenden Verbund von Beobachtungs- und Meßwerten des Bodens und von Daten über Gestein, Relief, Klima, Wasser, Flora, Fauna und menschlicher Bodennutzung (siehe Abb. 1) lassen sich sowohl genetische Ursachen als auch funktionale Wirkungszusammenhänge mit einfachen und komplexen Verfahren der Statistik ermitteln. In integrierten (Land-)Informationssystemen stellen Daten über den Boden korrelative Schnittstellen für interne Berechnungen und wichtige Träger für die Informationsverbreitung nach außen dar. Sie dienen so ökologischen Landschaftsanalysen und ökonomischen Landnutzungen gleichermaßen.

Als weitere Prämisse beim Aufbau einer Boden-Datenbank ist das weite *Größenspektrum* zu berücksichtigen, in dem Böden erfaßt und in Karten mit Maßstäben von etwa 1:1 000 bis 1:1 000 000 dargestellt werden. Das gesamte Bodenkontinuum im Bereich von Datenbanken kann in topischer Dimension aus kleinsten, in sich vollständigen Bodenelementen mit 1-10 m² Ausdehnung, den *Pedons*, und bei maximaler Größe einheitlichen Bodens mit oft 100 m² bis 1 ha Fläche aus regionalen Einheiten der Bodenkunde, den *Pedotopen*, zusammengesetzt werden, während im chorischen und regionischen Bereich *Bodengesellschaften* mit ansteigender Ordnung zu Komplexen, Bezirken, Gebieten, Provinzen, Regionen und Zonen lateral verknüpft werden (SCHROEDER, 1978). Da die natürliche Bodengliederung selten mit der administrativ-ökonomischen Einteilung des Landes parallel geht, kann eine ungenügende geographische Auflösung der Erhebung und Auswertung, z.B. bei Nährstoffanalysen, Besonderen Ernteermittlungen oder Schlagdateien, zu starken Informationsverlusten führen.

Die im Feld und Labor bestimmten Merkmalswerte von Bohrstockerhebungen, von Profilgruben bzw. Pedons und speziell der "Bestimmenden Grablöcher" der Bodenschätzung gehen in die Boden-Datenbank als Punktdaten ein. Die in Kartiereinheiten durch Angabe des Bodentyps, der Bodenform und der Bodenart beschriebenen Pedotope bzw. daraus zusammengesetzte Bodengesellschaften werden durch Polygon- und Rasterverfahren zu Linien- und Flächendaten digitalisiert. Darüber können noch allgemeine Bodendaten ohne konkreten Raumbezug stehen, z.B. summarische Tabellen und Textangaben zur Genese und Funktion der Böden.

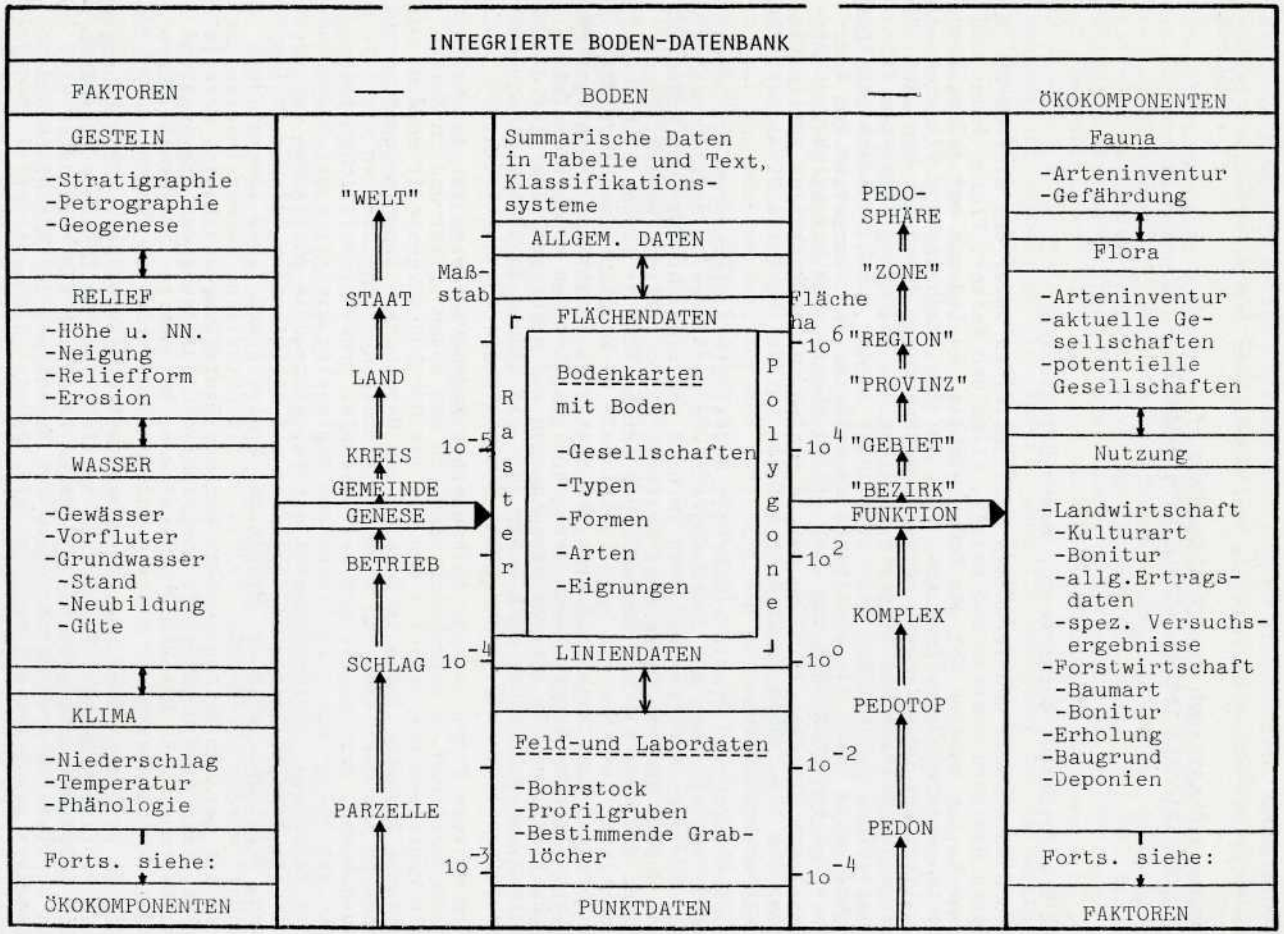
INTEGRIERTE BODEN-DATENBANK
FAKTOREN
BODEN
ÖKOKOMPONENTEN
GESTEIN
-Stratigraphie
-Petrographie
-Geogenese
RELIEF
-Höhe u. NN.
-Neigung
-Reliefform
-Erosion
WASSER
-Gewässer
-Vorfluter
-Grundwasser
-Stand
-Neubildung
-Güte
KLIMA
-Niederschlag
-Temperatur
-Phänologie
Forts. siehe:
ÖKOKOMPONENTEN
"WELT"
STAAT
LAND
KREIS
GEMEINDE
GENESE
BETRIEB
SCHLAG
PARZELLE
Maß-
stab
1o-5
1o-4
1o-3
Summarische Daten
in Tabelle und Text,
Klassifikations-
systeme
ALLGEM. DATEN
FLÄCHENDATEN
Raster
Bodenkarten
mit Boden
-Gesellschaften
-Typen
-Formen
-Arten
-Eignungen
Polygone
LINIENDATEN
Feld-und Labordaten
-Bohrstock
-Profilgruben
-Bestimmende Grab-
löcher
PUNKTDATEN
Fläche
ha
1o6
1o4
1o2
1o0
1o-2
1o-4
PEDO-
SPHÄRE
"ZONE"
"REGION"
"PROVINZ"
"GEBIET"
"BEZIRK"
FUNKTION
KOMPLEX
PEDOTOP
PEDON
Fauna
-Arteninventur
-Gefährdung
Flora
-Arteninventur
-aktuelle Ge-
sellschaften
-potentielle
Gesellschaften
Nutzung
-Landwirtschaft
-Kulturart
-Bonitur
-allg.Ertrags-
daten
-spez. Versuchs-
ergebnisse
-Forstwirtschaft
-Baumart
-Bonitur
-Erholung
-Baugrund
-Deponien
Forts. siehe:
FAKTOREN

Abbildung 1

2. Internationale Entwicklungen

Die Bodenkunde hat sich bisher der zeit- und kostenaufwendigen Entwicklung (TOMLINSON, 1978) von integrierten Informationssystemen mit unterschiedlicher Intensität gewidmet. Auf internationaler Ebene gründeten die Bodenkundlichen Gesellschaften 1974 auf der Tagung in Moskau die Arbeitsgruppe *'Informationssysteme in der Bodenkunde'* (Soil Information Systems), die mit SCHELLING, Wageningen, als Vorsitzenden und BIE, Oslo, als Sekretär sowie unter aktiver Mitarbeit von Bodenkundlern verschiedener Länder auf den Themenbereichen *Dateneingabe*, *Datenbank-Management*, *Automatische Kartographie*, *Methodologie und Anwendung* sehr erfolgreiche Arbeit geleistet hat. Dies wird durch Berichte über Tagungen in Wageningen, Canberra und Varna (BIE, 1975; MOORE and BIE, 1977; SADOVSKI and BIE, 1978) bzw. in Symposiumsschriften des Internationalen Bodenkundlichen Kongresses 1978 in Edmonton dokumentiert und schlägt sich im Aufbau leistungsfähiger Boden-Informationssysteme in einer Reihe von westlichen Ländern, aber auch in Ostblockstaaten nieder (Übersichten: GARBUCHEV and SADOVSKI, 1978; McCORMACK et al., 1978).

In den *Niederlanden* entstand in enger Zusammenarbeit der pedo- und geologischen Kartierdienste in Wageningen bzw. Harlem ein 'Erdwissenschaftliches Informationssystem', bei dem Bohrdaten mit dem optischen Zeichenleser, Labordaten mit Markierbelegen und Informationen von Karten mit einem interaktiven Digitalisier- und Zeichnersystem eingegeben werden. Mit diesem Gerät werden Karten über Böden und andere Ökokomponenten laufend überarbeitet und in verschiedener Form ausgegeben. Unter Einsatz der Retrieval-Programme 'G-Exec' und 'GRASP' bzw. von multivariaten Verfahren können auch Interpretationskarten für verschiedene Zwecke mit dem Schnelldrucker angefertigt werden.

Auf ähnlich hohem Entwicklungsniveau stehen auch andere Boden-Informationssysteme. Das kanadische 'Land Resource Research Institute' in Ottawa hat das *'Canada Soil Information System'* (CANSIS) entwickelt, das durch ein auf kombinierbaren Polygonen basierendes Kartographie-System und durch einen hohen fachlichen Integrationsgrad gekennzeichnet ist, z.B. Einbezug von Feldversuchsdaten und ökologischen Bonitierungen. In den *Vereinigten Staaten* dienen dem 'Soil Conservation Service' räumlich getrennte Systeme bei der zentralen Verarbeitung von Bodendaten, ein kartographisches 'Integrated Resource Information System' (IRIS) in Washington und eine Pedon-Datenbank des 'National Soil Survey Laboratory' in Lincoln. Diese und weitere bodenkundliche Informationssysteme in Australien und Europa werden in einer Postersammlung anschaulich präsentiert und in einem Katalog im einzelnen dokumentiert (ANONYM).

3. Entwicklungen in der Bundesrepublik

In der Bundesrepublik Deutschland beginnen mit ökologischen Fragen befaßte Ministerien, Forschungsstätten und Planungsbüros bodenkundliche Flächendaten - soweit vorhanden - in integrierte Landschafts-Informationssysteme aufzunehmen, um den gesetzlichen Forderungen nach vorausschauender Landesplanung und prohibitivem Umweltschutz mit digitalen Verfahren zu begegnen (s. SCHALLER, in diesem Band). Hierbei werden - wie auch beim Aufbau von Dateien über landwirtschaftliche Betriebe bzw. Schläge aus dem Versuchswesen und der Besonderen Ernteermittlung (siehe Referate in diesem Band) - die Böden oft nur statisch nach Bodenarten, nicht aber mit genetisch und funktional definierten Bodentypen und -formen gekennzeichnet, die die historische, aktuelle und potentielle Dynamik von Böden erfassen.

Bei der wissenschaftlich fundierten, aktiven Bodeninventur, die für die amtliche Bodenaufnahme von Geologischen Landesämtern und mit speziellen Fragestellungen von Universitätsinstituten vorgenommen wird, kamen die Techniken der automatischen Datenverarbeitung (ADV) bisher nicht hin-

reichend zum Einsatz. Dieser im Vergleich mit technologisch ähnlich hoch entwickelten Ländern überraschende Rückstand ist bedingt durch die personell und finanziell zu gering ausgestatteten bodenkundlichen Einrichtungen in der Bundesrepublik und das Fehlen einer überregionalen, leistungsfähigen Boden-Forschungsanstalt (MEMORANDUM BODENKUNDE, 1979), die sich nicht nur der "vertikalen", in die Tiefe der Bodenanalytik gehenden Bodeninventur, sondern besonders den modernen, ADV-gestützten Methoden der "horizontalen" Regionalisierung und Klassifizierung von Böden zuwendet (LAMP, 1977). Die Dringlichkeit dieser Forderung wird durch den geringen Flächenanteil der Bundesrepublik verstärkt, der trotz etwa 25jähriger Kartierarbeit mit planungsrelevanten Bodenkarten im Maßstab 1:25.000 und größer bisher erfaßt werden konnte. Diese angesichts der zentralen Stellung des Bodens in zunehmend beanspruchten und gefährdeten Ökosystemen unzureichende Entwicklung bodenkundlicher Flächeninventur kann durch die im folgenden skizzierten Ansätze neue Impulse erhalten.

1979 wurde erstmalig von der Deutschen Forschungsgemeinschaft die Forschergruppe *"Neue Kommunikationswege in den Geowissenschaften mit Hilfe der ADV"* gefördert, an der auf Initiative und unter Federführung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (VINKEN, 1979) sowohl Geologen und Geomorphologen als auch Bodenkundler und Ökologen die Mitarbeit aufgenommen oder angekündigt haben. Erklärte Ziele dieser Gruppe sind - neben der Förderung der ADV-Ausbildung in den Geowissenschaften - die rechnergestützte *Konstruktion* und *Auswertung von Karten* mit geologischen, geomorphologischen, bodenkundlichen und ökologischen Inhalten. Der Ablauf der Neu-Konstruktion - demonstriert am Beispiel der Bodenkarte in Tab. 1 - stützt sich bei der ersten Station, der Aufbereitung, auf die Auswertung der *Bodenschätzung*. Für die Daten der Bestimmenden Grablöcher und die Grenzlinien wurden bereits Definitionen und Übersetzungsschlüssel von FLEISCHMANN et al. (1980) entwickelt. Die Übertragung mit dem Terminal, dem Digitalisierer und eventuell mit dem Scanner führt zu Punkt- und Liniendaten, die mit dem "GRASP"-Programm bzw. einer um das "DASCH"-Programm erweiterten "DASP"-Version verwaltet werden. Daran schließen sich - ebenso wie bei der Weiterverarbeitung von digitalisierten, bereits vorhandenen Bodenkarten - Auswertungen mit interaktiven Programmen zur Anfertigung von Karten mit Punktsignaturen, Profilsäulen und der Bodenverbreitung bzw. mit neukombinierten Flächeninhalten an (OELKERS und VINKEN, 1980).

Tabelle 1: Rechnergestützte Konstruktion von Bodenkarten

Aufbereitung	Übertragung	Verwaltung	Weiterverarbeitung	
Auswertung d. Bodenschätzg.: Übersetzungsschlüssel für Bestimmende Grablöcher, Definition der Liniendaten	Off-Line Terminal Digitalisierer Scanner	Punktdaten: GRASP Liniendaten: DASP (DASCH+GRASP)	Interaktive Programme f. Karten mit Punktsignaturen, Profilsäulen, Bodenverbreitung	Automat. Kartographie

4. Forschungsprojekte des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde Kiel

Die konsequente Auswertung des reichhaltigen Datenmaterials der Bodenschätzung folgt theoretischen Konzepten, die sich aus dem *"Magischen Viereck" der Bodeninventur* ergeben (SCHROEDER und LAMP, 1976). Die Flächenleistung der Bodenkartierung kann bei konstantem Aufwand, gegebener natürlicher Bodenvariabilität und gesetztem zulässigen Fehler der Karten nur durch verbesserte Erhebungstechniken beschleunigt werden. Unausgeschöpfte Reserven an dafür notwendigen Vor- und Stützinformationen bei der Geländeerkundung durch den Bodenkartierer sind insbesondere aus den Quellen *Fernerkundung* und *Bodenschätzung* mit Hilfe der ADV systematisch auszuwerten. Diese theoretischen Forderungen hat das *Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel* ab 1969 durch eine Reihe von Forschungsprojekten zur Methodik der *Erkundung*, *Klassifizierung* und *Regionalisierung* von Böden mit numerischen Verfahren und am Beispiel experimenteller Untersuchungen in Testgebieten verschiedener Landschaften Schleswig-Holsteins untermauert (s. Tab. 2), von denen einige wichtige Ergebnisse in einem Poster zusammengestellt sind (SCHROEDER et al., 1980).

Tabelle 2: Forschungsprojekte zur Erkundung, Klassifizierung und Regionalisierung des Kieler bodenkundlichen Institutes

Stichwort	Bearbeiter Veröffentl.	Gebiet (ha)	Erhebung	Num. Verfahren
Klassifizierung	LAMP 1972/74	Hohe Geest (16)	60x80 m Raster	Cluster, Hauptkomponenten, Trend-Flächen
Regionalisierung	MUTERT 1978	Ostholstein (1 bzw. 30)	100 m Graben 25x25 m Raster	Cluster, Hauptkomponenten
Erdgas-Transekte	FELIX-HENN. STRUCK, SIEM; MUTERT, LAMP 1974/78/79	Ostholstein Nied.u.Hohe Geest (80 km Länge)	kontinuierlich	Häufigkeiten
Kartierung	KNEIB 1977/79	Nied.Geest (1000 bzw.160)	3 Reihen à 40 m, 60x60 m Raster	Häufigkeiten, Diskriminanzen, Pfadkoeffizienten
Fernerkundung	JAKOB/LAMP 1979/80	Ostholstein, Nied.u.Hohe Geest	Freie Kartierung	DIBIAS
Pedon-Datenbank	LAMP 1979	BRD	aus Literatur und Archiven	u.a. Häufigkeiten, Regressionen
Pedofunktion	ARP/KNEIB 1980	Schleswig-Holstein	Buchf. Betriebe, Ernteermittlg.	Häufigkeiten

Bodenerkundung:

Um die Verfahren der traditionellen, "freien" Kartierung, d.h. gezielte Stichprobenahme aufgrund von Theorien und Vorinformationen, zu überprüfen und unabhängige Zufallsauswahlen für statistische Verrechnungen zu erhalten, wurden in einigen Projekten die Böden nach *Rastern* mit verschiedenen Punktabständen sowie kontinuierlich während des Baus von insgesamt 80 km *Erdgasleitung* erhoben und die Merkmale der Böden im Feld und Labor bestimmt. In speziellen, praxisrelevanten Projekten zur Bodenerkundung werden insbesondere Verfahren zur digitalen Aufnahme und Verarbeitung von Daten der *Bodenschätzung* und Methoden zur *Fernerkundung* von Böden bearbeitet. Dabei werden sowohl der Einsatz der traditionellen Interpretation von Stereo-Luftbildern, Farb- und Infrarotaufnahmen (JAKOB und LAMP, 1979, 1980) als auch von Daten der Landsat-Satelliten und eines Meßflugzeuges mit einem 11-Kanal-Scanner für bodenkundliche Zwecke untersucht (in Vorbereitung).

Regionalisierung und Kartierung von Böden:

Zusätzlich zu den oben angeführten Verfahren der Erkundung wurden auch numerische Verfahren der Verrechnung und Darstellung lateraler Bodenvariabilität erforscht, z.B. Häufigkeitsverteilungen, Trendflächenanalyse, regionale Cluster und Streumaße (LAMP, 1972; MUTERT, 1978; KNEIB, 1977, 1979; MUTERT et al., 1979). Damit können quantitative Aussagen zur regionalen Variabilität einzelner Bodenmerkmale, von Pedons und Pedotopen sowie zu Typeninventur und -abfolge von Bodengesellschaften bzw. zur Reinheit von Bodeneinheiten auf Karten vorgenommen werden. Die überraschend hohe kleinräumige Bodenvariabilität erfordert in fast allen Gebieten eine hohe Erhebungsintensität und läßt für Karten mit Maßstäben kleiner als 1:10.000 meistens nur noch die Darstellung von Bodengesellschaften, nicht aber von reinen Bodentypen bzw. -formen zu, wie in Bodenkarten mit dem Maßstab 1:25.000 und selbst 1:50.000 oft praktiziert.

Bodenklassifikation:

Cluster- und Hauptkomponentenanalysen lassen sich mit Erfolg - insbesondere in Kombination - ebenso wie unter den o.a. regionalen auch für allgemein bodensystematische Zwecke, insbesondere zur *Gruppierung* von Böden, d.h. zum Bilden und Vergleichen von Bodenklassen, heranziehen (LAMP, 1972, 1974). Häufigkeits- und Varianzanalysen bewähren sich zur Berechnung der Merkmalsvariabilität innerhalb und zwischen Klassen (LAMP, 1979), die Diskriminanzmethoden dienen einer möglichst korrekten *Identifikation*, d.h. der Zuordnung von einzelnen Böden zu Klassen (KNEIB, 1979). Diese Verfahren der multivariaten Statistik stehen im Mittelpunkt von taxonometrischen Auswertungen der *Pedon-Datenbank* der Bundesrepublik Deutschland mit bisher fast 0,5 Mill. Einzeldaten zu ca. 2000 Pedons bzw. 9000 Horizonten sowohl unter pedogenetischen als auch unter pedofunktionalen Aspekten (LAMP, 1979). Die quantitative Erfassung von *Pedofunktionen* ist für ökologische Bewertungen, z.B. der Puffer- und Filtereigenschaften von Böden, aber auch für agronomische Standortbeurteilungen von großer Bedeutung.

Kieler-Boden-Informations-System (KIBIS):

Die praktische Anwendung von numerischen Verfahren an Bodendaten verschiedener Testgebiete, insbesondere aber die Auswertung der Pedon-Datenbank erforderte den Aufbau einer Sammlung von speziellen Programmen zur Ein- und Ausgabe, Prüfung, Sortierung und Auswertung von bodenkundlichen Daten. Diese Sammlung wird in Verbindung mit allgemeinen Statistik- und Dateiverwaltungsprogrammen (SPSS, CLUSTAN, GRASP) zu einem "Kieler-Boden-Informations-System" für wissenschaftliche Zwecke ausgearbeitet.

5. Ausblick

Die numerischen Methoden haben sich, trotz einiger Verbesserungsmöglichkeiten, generell als leistungsfähige Instrumente bei der Bodeninventur erwiesen, so daß ihr Einsatz auch in der Praxis forciert werden sollte. Der zweckgerichtete Verbund dieser Methoden mit sich rapide entwickelnden Techniken zur Übertragung und Verarbeitung von Daten sowie mit Menschen und Institutionen der Bodeninventur führt zu leistungsfähigen Informationssystemen in der Bodenkunde (LAMP, 1977), mit denen die vielfältigen Probleme einer intensiven Landnutzung in der Bundesrepublik in der Zukunft erfolgreicher als bisher gelöst werden können. Voraussetzung dafür ist die aktive Mitarbeit von Bodenkundlern beim Aufbau von Informationssystemen, da nur so zum einen automatisierte Fehlentscheidungen und "Datenfriedhöfe" vermieden und zum anderen Impulse zur Erarbeitung besser standardisierter und quantifizierter Verfahren der Bodeninventur an die Bodenkunde herangetragen werden. Hierzu gehört auch ein steigendes Problembewußtsein hinsichtlich des Informationsgehaltes von Bodenklassifikationen und -karten. Der Aufbau integrierter Boden-Informationssysteme wird durch die förderative Struktur und unterschiedliche administrative Zuständigkeiten der Bodeninventur in der Bundesrepublik Deutschland vergleichsweise stark beeinträchtigt. Bereitwillige Kooperation und politische Unterstützung könnte aber zur Entwicklung von integrierten Informationssystemen führen, deren Vernetzungsgrad die Informationsgehalte einzelner Datenbanken potenziert. Diese Systeme könnten auch die bisherige Trennung der Institutionen regionaler Bodenerkundung verringern helfen: der pedogenetischen Bodenkartierung der Geologischen Landesämter, der ökofunktionalen Bodenuntersuchung der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten, der statistischen Ernteermittlungen, des Versuchswesens und der ökonomischen Bodenschätzung der Landwirtschafts- und Finanzämter. Voraussetzung dafür sind abgestimmte Verfahren geographischer und bodenkundlicher Standortskennzeichnung.

Auch auf internationalem Niveau sind Vernetzungen von Boden-Informationssystemen realisierbar und anzustreben (SCHELLING and BIE, 1978). Sie können zur Lösung weltweiter Probleme der Bodennutzung wesentlich beitragen und einer koordinierten, verbesserten Entwicklungshilfe dienen.

LITERATUR

ANONYM: Catalogue on Soil Information Systems. Posters on Soil Information Systems. Working Group on Soil Information System. Dr.S.W.Bie, Norsk Regnesentral, P.O.Box 335, Blindern, Oslo 3, Norwegen.

BIE, S.W. (Ed.): Soil Information Systems. Proc. Meeting ISSS Working Group Soil Information Systems, Wageningen. PUDOC, Wageningen, 1975.

FLEISCHMANN, R., HACKER, E. und OELKERS, K.H.: Vorschlag zu einem Übersetzungsschlüssel für die automatische bodenkundliche Auswertung der Bodenschätzung. Geol. Jahrb., Reihe F, 1980.

GARBUCHEV, I.P. and SADOVSKI, A.N.: Development and use of soil information systems in Europe. Symposia Papers 11th Congr. Intern. Soc. Soil Sci. Edmonton, Vol. 3, 132-142, 1978.

JAKOB, J. and LAMP, J.: The compilation of agro-phenological crop calendars for remote sensing of cultured landscapes. Proc. Internat. Symp. Observation and Inventory of Earth Resources and the Endangered Environment, Freiburg, 1979.

JAKOB, J. und LAMP, J.: Fossile Frostpolygonmuster auf Luftbildern Mittelholsteins und ihre bondenkundliche Bedeutung. Meyniana 32, 1980.

KNEIB, W. und SCHROEDER, D.: Empirie und Theorie bei der Bodenkartierung. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 25, 483-488, 1977.

KNEIB, W.: Untersuchungen zur Gruppierung von Böden als Grundlage für die Bodenkartierung. Diss., Kiel 1979.

LAMP, J.: Untersuchungen zur Numerischen Taxonomie von Böden - durchgeführt an einem Bodenareal der Hohen Geest Schleswig-Holsteins. Diss., Kiel, 1972.

LAMP, J. und SCHROEDER, D.: Ein Vergleich numerischer und traditioneller Bodenklassifikation. Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci. Moskau VI(II), 496-506, 1974.

LAMP, J.: Zur Entwicklung und Anwendung von Informationssystemen in der Bodenkunde. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 25, 453-458, 1977.

LAMP, J.: Taxonometrische Auswertung von Bodendaten der Bundesrepublik Deutschland. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 29, 865-874, 1979.

McCORMACK, D.E., MOORE, A.W. and DUMANSKI, J.: A review of soil information systems in Canada, the United States, and Australia. Symposia Papers 11th Congr. Intern. Soc. Soil Sci. Edmonton, Vol. 3, 143-160, 1978.

MOORE, A.W. and BIE, S.W. (Ed.): Uses of Soil Information Systems. Proc. Australian Meeting ISSS Working Group Soil Information Systems, Canberra. PUDOC-Verlag, Wageningen, 1977.

MEMORANDUM BODENKUNDE: Stand und Entwicklung bodenkundlicher Forschung. Hrsg.: Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, v. Sieboldstr. 4, 3400 Göttingen, 1979.

MUTERT, E.: Untersuchungen zur regionalen Gruppierung von Böden - durchgeführt an einer Kleinlandschaft im Schleswig-Holsteinischen Jungmoränengebiet. Diss., Kiel 1978.

MUTERT, E., LAMP, J. und KNEIB, W.: Zur regionalen Variabilität von Böden in Schleswig-Holstein. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 29, 787-792, 1979.

OELKERS, K.H. und VINKEN, R.: Möglichkeiten des ADV-Einsatzes in der bodenkundlichen Landesaufnahme. Geol. Jahrbuch, Reihe F, H. 8, 23-37, 1980.

SADOVSKI, A.N. and BIE, S.W.: Developments in Soil Information Systems. Proc. Second Meeting ISSS Working Group Soil Information Systems, Varna/Sofia. PUDOC-Verlag, Wageningen 1978.

SCHELLING, J. and BIE, S.W.: Soil information systems - considerations for the future. Symposia papers 11th Congr. Intern. Soc. Soil Sci. Edmonton, Vol. 3, 208-213, 1978.

SCHROEDER, D. und LAMP, J.: Prinzipien der Aufstellung von Bodenklassifikationssystemen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. H. 5, 139, 617-630, 1976.

SCHROEDER, D.: Bodenkunde in Stichworten. 3. Aufl., Hirt-Verlag, Kiel 1978.

SCHROEDER, D., LAMP, J., MUTERT, E., KNEIB, W. und JAKOB, J.: Soil Surveying - Classification - Regionalisation. Research projects on numerical methods. Poster, Oslo 1980 (siehe ANONYM).

TOMLINSON, R.F.: Design considerations for digital soil map systems. Symposia papers 11th Congr. Intern. Soc. Soil Sci. Edmonton, Vol. 3, 191-207, 1978.

VINKEN, R.: Projektstudie: Neue Kommunikationswege in den Geowissenschaften mit Hilfe der Automatischen Datenverarbeitung. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, 1979.