Ber. Naturhist. Ges. Hannover	137	71–89	Hannover 1995

Fachinformationssystem Boden – Baustein eines kommunalen Umweltinformationssystems –

von

H. U. BARTSCH, J. KUES, J. SBRESNY, J. SCHNEIDER

mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung. Mit den Arbeiten des Teilprojektes „Stadtböden" im Forschungsvorhaben „Modellhafte Entwicklung eines kommunalen Umweltinformationssystems im Rahmen des ökologischen Forschungsprogrammes Hannover" wurden zwei Zielsetzungen verfolgt:

Zum einen sollte eine Methode zur möglichst effektiven Erhebung und Bereitstellung von bodenkundlichen Informationen für Großstädte mittlerer Größenordnung erarbeitet werden, zum anderen sollte der Prototyp eines Fachinformationssystems Bodenkunde für urbane Räume entwickelt werden, um die Informationsvermittlung innerhalb der Stadtverwaltung für den Verwaltungsvollzug zu verbessern.

Die Erhebung bodenkundlich relevanter Daten für das Stadtgebiet von Hannover erfolgte in zwei Arbeitsschritten. Zunächst wurden im Rahmen einer Faktorenanalyse pedologisch relevante Informationen gesichtet, normiert, digitalisiert und in eine alphanumerische und eine graphische Datenbank überführt. Durch Verschneidung der einzelnen Informationsebenen (acht Ebenen) wurde das bodenkundliche Faktorengefüge der Stadt Hannover (200 km^2) ermittelt. In einem zweiten Schritt wurden dann 43 Testflächen typisch urbaner Nutzungen ausgewählt, um die Hypothese der Übertragbarkeit von Ergebnissen auf Flächen gleicher Faktorenkombination zu überprüfen. Diese Testflächen wurden unter Berücksichtigung geostatistischer Anforderungen kartiert und sowohl bodenkundlich, wie auch bodenphysikalisch und bodenchemisch untersucht. Die Prognose von Bodenverbreitung und Eigenschaften aufgrund einer Faktorenanalyse (Hypothese: Faktorengefüge = Wirkungsgefüge) wurde exemplarisch durchgeführt. Die Ergebnisse hinsichtlich der Überprüfung der Hypothese werden ausführlich bei SCHNEIDER (1994) abgehandelt.

Parallel zu den bodenkundlichen Arbeiten wurde der Prototyp des Fachinformationssystems Bodenkunde entwickelt. Das nach außen einheitliche System setzt sich zusammen aus einer Datenbank, einer Methodenbank, einem geometrischen Paket und einem Steuerungssystem. Dieses ermöglicht den Benutzern einem sachdaten-, sachfragen- und raumorientierten Zugriff. Die Speicherung der alphanumerischen Daten erfolgte in einer relationalen Datenbank, die der geometrischen Daten in ISAM-Dateien. Als Vorbereitung für den Aufbau der Methodenbank wurden empirische und numerische Methoden zur Kennwertermittlung von Böden und zur Beschreibung von Prozessen gesichtet und unter dem Aspekt der Einsetzbarkeit im

Rahmen der Umweltverwaltung (Datenverfügbarkeit) geprüft. Wegen des geringeren Dateninputbedarfs wurden vornehmlich empirische Modelle in die Datenbank integriert. Als geometrisches Paket wurde das vom NLfB entwickelte GIROS eingesetzt (PREUSS 1988).

Mit Hilfe der durch die bodenkundlichen Arbeiten bereitgestellten Daten und unter Einsatz des Fachinformationssystems Bodenkunde können (zum Teil flächendeckende) Aussagen zum Zustand der Böden im Stadtgebiet von Hannover, zu Prozessen (z. B. Sickerwasserraten) und Wirkungen auf andere Umweltmedien oder Schutzgüter in Form von thematischen Karten und statistischen Darstellungen als Basis für Maßnahmen der Stadtverwaltung bereitgestellt werden.

Summary: Soil information system as part of a municipal environmental information system. The "Soils" subproject within the "Development of a municipal environmental information system" project within the scope of an ecological research program of the city of Hannover had two main objectives:

- development of an effective method of data acquisition and storage of pedological information that can be used at the municipal level;
- development of a prototype soil information system for urban areas to improve the availability of information to the city administrative bodies.

Data acquisition was done in two steps: First, soil relevant data was selected, standardized, digitized and stored in an alphanumeric and a graphic database for a factor analysis. By intersection of the eight information levels, the factors affecting the soil were determined for the city of Hannover (200 km^2). To test the hypothesis that the results for one site can be transferred to another site with the same combination of factors, 43 test sites typical of urban landuse were selected. These test sites were mapped in a way to fulfill geostatistical requirements; physical and chemical analyses of the soils were made. A prognosis of soil distribution and properties was made on the basis of the factor analysis. This prognosis was compared with the actual conditions (SCHNEIDER 1994).

Concurrent with the pedological research, a prototype soil information system was developed. The system consists of databases, a methodbase, a geometrical tool, and a control system. Alphanumeric data is stored in a relational database, the geometric data in ISAM (indexed sequential accessed memory) files. Methods for determining soil parameter values were selected and tested for their applicability. Most of the methods integrated into the system were selected because they need relatively little data for the desired results. The geometrical tool is the GIROS package developed by the NLfB (PREUSS 1988).

Using the pedological data and the soil information system, information can be obtained about soil conditions in Hannover (in some cases, for the entire area), as well as about soil processes (e.g. infiltration rates) and interaction with the atmosphere, hydrosphere, etc. This information can be obtained in the form of thematic maps and statistical representations, which can be used by decision-makers at the municipal level.

0 Einleitung und Zielsetzung

In den Jahren 1989 bis 1992 wurde vom Bundesministerium für Forschung und Technologie der Bundesrepublik Deutschland ein Pilotprojekt zur ‚Modellhaften Entwicklung eines kommunalen Umweltinformationssystems' in der niedersächsischen Landeshauptstadt Hannover gefördert. Die Ziele des Forschungsvorhabens reichten von der Entwicklung, Anpassung und Verbesserung von Methoden zur Datenerhebung (Datenebene) einer darauf aufbauenden Zustandbeschreibung der Umwelt (Zustandsebene) bis hin zu der Bewertung dieser Befunde

(Wirkungsebene) als Grundlage für umweltrelevante Maßnahmen der Kommune (Maßnahmenebene). Zu diesem Zweck wurde das Forschungsvorhaben als interdisziplinäres Projekt angelegt, das unterschiedliche Bausteine zu den Bereichen ‚Luft', ‚Wasser', ‚Boden', ‚Biotope' und ‚Raum' integriert.

Der Forschungsbereich Boden gliederte sich in die Teilprojekte Stadtböden und Prozesse in Stadtböden. Das Projekt Prozesse in Stadtböden strebte die Beschreibung und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen auf typisch urbanen Böden an. In dem Teilprojekt ‚Stadtböden', dessen Arbeiten im folgenden beschrieben werden, wurden prinzipiell zwei Zielsetzungen verfolgt:

Zum einen sollte eine Methode zur Erhebung und Bewertung von bodenkundlichen Informationen für Großstädte erarbeitet werden; zum anderen sollte die Informationsbereitstellung für den Verwaltungsvollzug durch die prototypische Entwicklung eines Fachinformationssystems Bodenkunde (FIS BO) für urbane Räume ermöglicht werden. Um diese Ziele zu erreichen wurde das Vorhaben in vier Teilabschnitte untergliedert:

- Durchführung einer Faktorenanalyse zur Beschreibung des für pedologische Fragestellungen wichtigen Wirkungsgefüges einer Stadt;
- Systematische Untersuchungen zur Regionalisierung von Böden in Städten;
- Entwicklung einer Konzeption und Aufbau eines Fachinformationssystems Bodenkunde,
- Bewertung der Ergebnisse für Fragen der kommunalen Verwaltung mit Hilfe des Fachinformationssystems Bodenkunde.

1 Faktorenanalyse des Stadtgebietes

Die Konzeption zum Teilprojekt Stadtböden sah die Durchführung einer Faktorenanalyse zur Bestimmung des pedologischen Wirkungsgefüges eines urbanen Raumes vor.

Dieser Forschungsansatz sollte erprobt werden, um ein zeit- und kosteneffektives Verfahren zu entwickeln, mit dem der Bedarf kommunaler Entscheidungsträger an bodenkundlichen Informationen abgedeckt werden kann.

Hierbei wird die Sichtung, Aufbereitung und Auswertung bodenkundlich relevanter Daten vor der Geländearbeit durchgeführt (vgl. ARBEITSKREIS STADTBÖDEN 1989, KNEIB & BRASKAMP 1990, SCHNEIDER & KUES 1990, GRENZIUS 1991). Zur Analyse des pedologisch bedeutsamen Wirkungsgefüges der Stadt Hannover mußten die Informationen zur **geogenen Ausgangssituation** und zur **anthropogenen Überprägung** des Stadtgebietes digital bereitgestellt werden. Diese sollten DV-technisch überlagert und inhaltlich verschnitten werden (Abb. 1), um sie in Konzeptkarten darstellen zu können.

Für den ländlichen Raum wird in Niedersachsen die Sichtung vorhandener Unterlagen bereits routinemäßig als Vorbereitung für die bodenkundliche Landesaufnahme durchgeführt. Sinn der Faktorenanalyse ist die Erstellung einer **Konzeptkarte** (kartographisches Ergebnis der Faktorenanalyse). Diese Konzeptkarte wird genutzt, um die Flächenfindung im Gelände durch einen Grenzentwurf auf Grundlage der Vorinformationen vorzube-reiten. Die in der Konzeptkarte dargestellten und ausgegrenzten Flächen gleicher Faktorenkombinationen bilden die Schwerpunkte bei der Erarbeitung der Feldreinkarte, in der die Ergebnisse der Geländearbeit verarbeitet und dargestellt werden können. Die Konzeptkarte schafft somit als Ergebnis der Faktorenanalyse die Voraussetzung für eine gezielte Geländearbeit, für eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse, für eine Erhöhung der Genauigkeit der bodenkundlichen Geländeaufnahme sowie für eine Verkürzung der Aufnahmedauer und damit nicht zuletzt auch für eine Minimierung der Kosten (OELKERS & ECKELMANN 1983).

Grundlage der Auswertung vorhandener Informationen über die standortbildenden und -beeinflussenden Faktoren ist die wissenschaftliche Aufbereitung der in sich häufig heterogen vorliegenden Informationen im Sinne einer Datennormierung, -homogenisierung und -interpretation. Arbeitsschwerpunkte lagen in Hannover in der Erarbeitung eines Interpretationsschemas zur Ableitung der historischen Flächennutzung aus historischen Karten (OSTMANN 1993); bei der Entwicklung von Regeln zum Abgleich zwischen Daten aus Geologie und Bodenschätzung und bei der Anpassung des Regelwerkes zur Übersetzung der Angaben der Bodenschätzung in die heutige Nomenklatur (BENNE et al. 1990).

Nach Abschluß der Datenaufbereitung konnten die für die Faktorenanalyse benötigten Daten durch eine DV-technische Überlagerung und inhaltliche Verschneidung folgender Informationsebenen zur Verfügung gestellt werden:

Informationen zur geogenen Ausgangssituation der Bodenbildung

- Geologische Karten i. M. 1:25 000
- Bodenübersichtskarte der Acker-, Grün- und Waldflächen i. M. 1:25 000
- Bodenschätzungskarten i. M. 1:5 000
- Karten des anthropogen veränderten Baugrundes i. M. 1:10 000

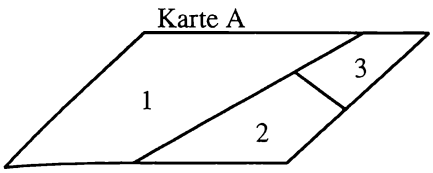
Informationen zur anthropogenen Beeinflussung

- Karten der historischen Landnutzung i. M. 1:25 000
- Karten der aktuellen Flächennutzung, abgeleitet aus der Biotopkarte i. M. 1:25 000
- Karten potentiell kontaminierter Gewerbe-, Industrie- und Dienstleistungsstandorte i. M. 1:1 000
- Karte der Altablagerungsverdachtsflächen i. M. 1:5 000

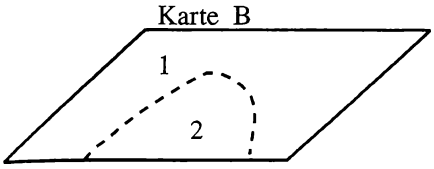
Die neu entstandene **flächendeckende Konzeptkarte** für das Stadtgebiet von Hannover enthält die Informationen aller 8 Ebenen. Im Fachinformationssystem Bodenkunde erfolgte anschließend eine Aggregierung bzw. Klassifizierung der Flächeninhalte. Die Klassifizierung wurde mit dem Ziel durchgeführt, einerseits die Attribute der Informationsebenen zu reduzieren und andererseits eine Informationsgrundlage zu erhalten, die geforderte Auswertungen ermöglicht.

Die Arbeitsschritte zur Aggregierung wurden unter der Berücksichtigung folgender Überlegungen durchgeführt:

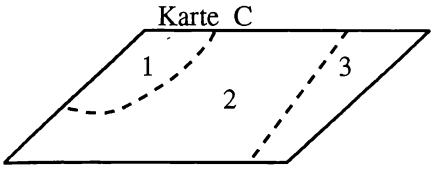
- Die Untersuchungen der Teststandorte wurden auf ausgewählten, stadttypischen Faktorenkombinationen (geogenes Ausgangsmaterial/anthropogene Nutzung) durchgeführt. Diese Teststandorte wurden in mehrfacher Wiederholung untersucht, um die Gültigkeit der **Arbeitshypothese, ‚gleiche anthropogene Nutzung'** und **‚gleiches geogenes Ausgangsmaterial'** führen **zu ‚gleicher Bodenentwicklung' bzw. zu gleichen bodenkundlichen Merkmalen, Prozessen und Eigenschaften** überprüfen zu können. Für den außerstädtischen Raum ist dieser Zusammenhang nachgewiesen, so daß der Schwerpunkt auf das innerstädtische Wirkungsgefüge gelegt werden konnte.
- In den acht erhobenen Informationsebenen sind durch die Karten der Bodenschätzung und die Bodenübersichtskarte für die landwirtschaftlich genutzten Flächen bodenkundliche Informationen vorhanden. Da die Arbeitshypothese für diese Informationsebenen nicht mehr überprüft werden mußte, blieben diese Faktoren für die Aggregierung unberücksichtigt. Die speziellen pedologischen Informationen wurden nur unter dem Aspekt der Aggregierung nicht einbezogen. Eine spätere Verifizierung der bodenkundlichen Ergebnisse aufgrund der vorhandenen Informationen war möglich.
- Außer den bodenkundlichen Daten wurden auch die Informationen der historischen Landnutzung für die Aggregierung vernachlässigt, da sich diese in Geländebefunden innerstädtischer Bodenkartierungen nicht nachweisen lassen.



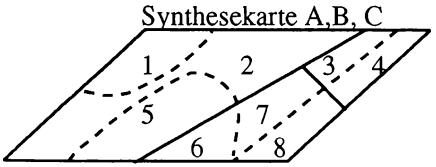
Karte A	
Fläche	Attribut
1	A_1
2	A_2
3	A_3



Karte B	
Fläche	Attribut
1	B_1
2	B_2



Karte C	
Fläche	Attribut
1	C_1
2	C_2
3	C_3



Synthesekarte A,B,C	
Fläche	Attribut
1	$A_{1\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_1$
2	$A_{1\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_2$
3	$A_{3\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_2$
4	$A_{3\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_3$
5	$A_{1\wedge}\, B_{2\wedge}\, C_2$
6	$A_{2\wedge}\, B_{2\wedge}\, C_2$
7	$A_{2\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_2$
8	$A_{2\wedge}\, B_{1\wedge}\, C_3$

Abb. 1: Prinzip der Überlagerung und Verschneidung von Vorinformationen (KLEEFISCH 1993)

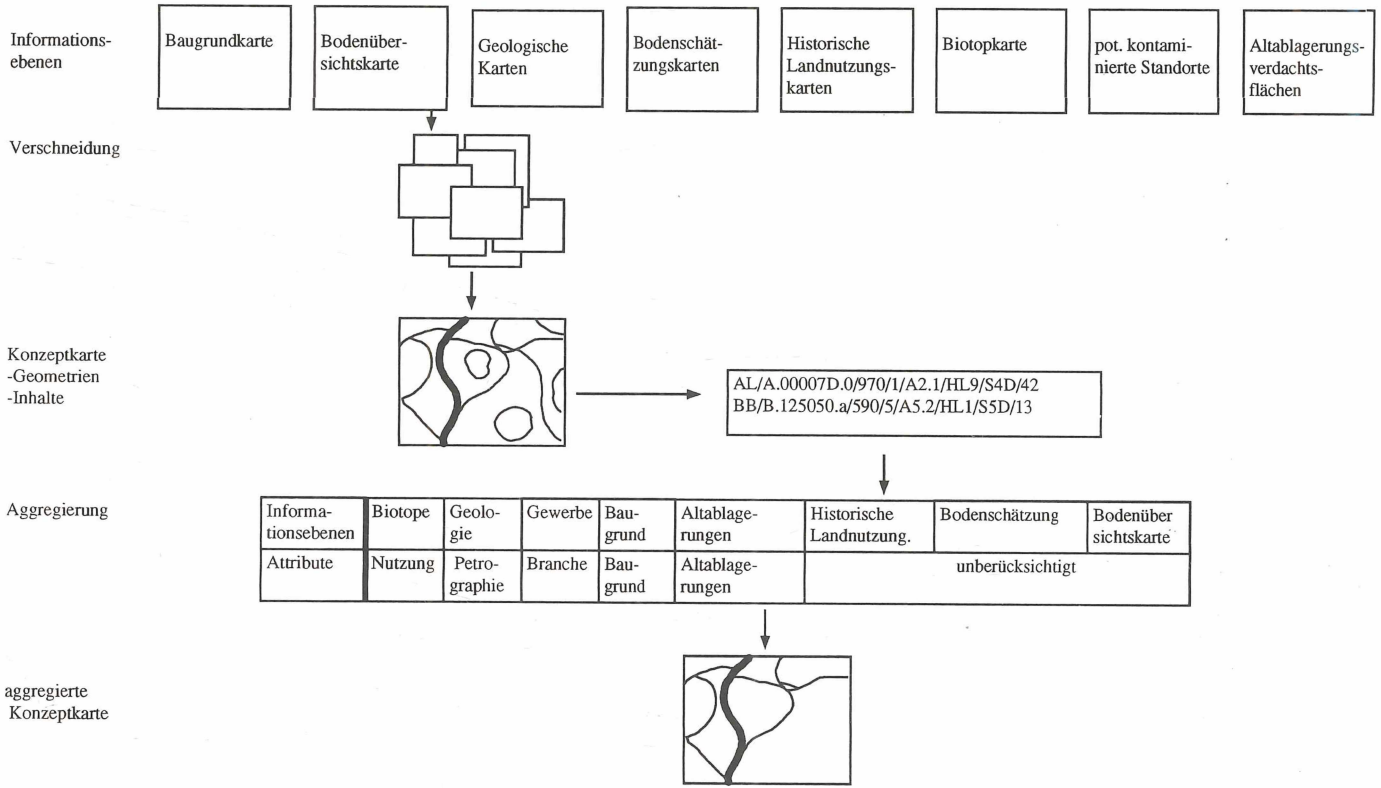


Abb. 2: Flußdiagramm zur Aggregierung der Faktorenkombinationen

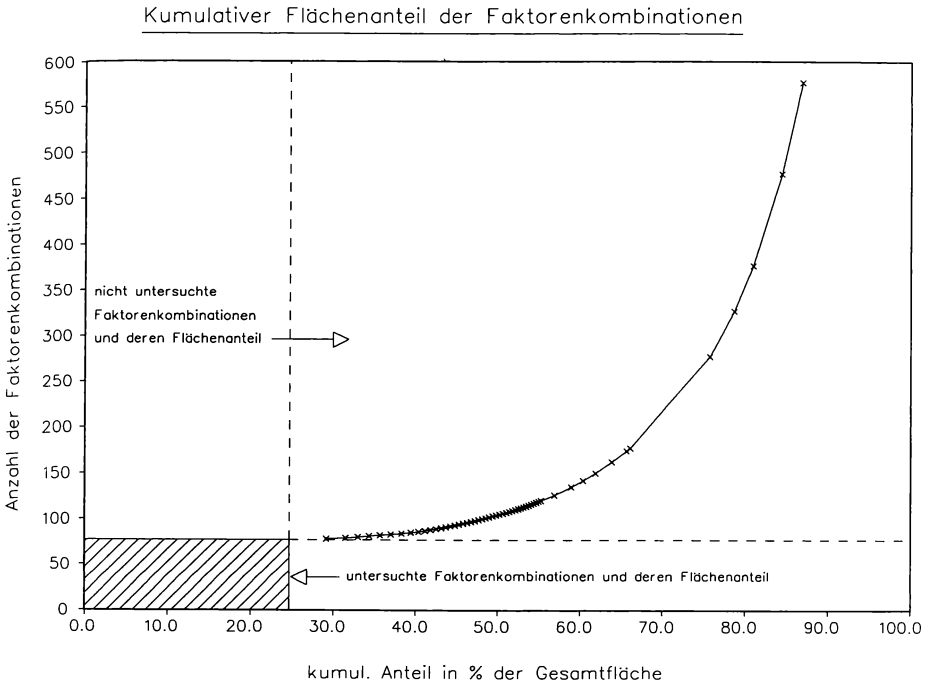


Abb. 3: Kumulativer Anteil der Faktorenkombinationen

Folglich wurde die Aggregierung auf Gelände der Informationsebenen der Geologischen Karte, der Karte der Altablagerungsverdachtsflächen, der Baugrundkarte, der Biotopkarte (Karte der aktuellen Flächennutzung) und der Karte potentiell kontaminierter Standorte durchgeführt.

Dabei wurden die erfaßten Gewerbebetriebe entsprechend ihrer Branchenzugehörigkeit (KINNER et al. 1986, NICLAUSS et al. 1989), die geologischen Einheiten nach ihrer Petrographie und die Biotopattribute nach Nutzungstypen zusammengefaßt (Abb. 2). Anschließend wurden den Geometrien der bestehenden Konzeptkarten die neuen, aggregierten Faktorenkombinationen graphisch zugeordnet. Insgesamt konnten ca. 4000 relevante Faktorenkombinationen identifiziert werden.

Die Überprüfung der Konzeptkarte und der o. a. Arbeitshypothese erfolgte an 43 repräsentativen Untersuchungsstandorten. Die untersuchten Faktorenkombinationen erlauben bei Bestätigung der Arbeitshypothese bereits eine Flächenaussage für ca. 25% des Stadtgebietes (vgl. Abb. 3).

2 Regionalisierung und Charakterisierung

Entsprechend der Zielsetzung wurden auf den ausgewählten Teststandorten, die durch Überlagerung und Verschneidung entstandenen Grenzen der Konzeptkarte durch bodenkundliche Kartierung und begleitende Analytik überprüft.

Die Bestätigung bzw. Korrektur der Grenzentwürfe der Konzeptkarte führt zur Abgrenzung unterschiedlicher bodenkundlicher Einheiten und damit zur Regionalisierung der erhobenen

Punktinformationen (bodenkundliche Profilbeschreibungen). Diese Überprüfung wurde für jede Faktorenkombination in jeweils 3 Parallelen durchgeführt. Die Bohrungen wurden in der Regel in einem Raster bzw. in Form von Transekten angeordnet, um die geostatistische Auswertbarkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten (DUTTER 1985, SACHS 1980).

Das gewählte Raster (Abstand der Profilaufnahmepunkte) variierte in Abhängigkeit der zu erwartenden Inhomogenität der Testflächen. Mit Hilfe der Vorinformationen der Konzeptkarte wurden folgende Schrittweiten zur Datenerhebung gewählt:

Ackerflächen	100	Meter
Waldflächen	100	Meter
Grünlandflächen	50	Meter
Grünflächen/Parks	50	Meter (Ausgangsmaterial der Bodenbildung anthropogen nicht verändert)
Grünflächen/Parks	15	bzw. 25 Meter (Ausgangsmaterial der Bodenbildung anthropogen verändert)
Industriebetriebe	10	Meter
Gewerbebetriebe	10	Meter
Gleisanlagen	10	Meter

Die Wahl unterschiedlicher Schrittweiten erfolgte zum einen zur optimalen Nutzung der Vorinformationen und zum anderen zur Überprüfung geeigneter Kartierungsraster für bodenkundliche Untersuchungen auf urban, gewerblich und industriell überprägten Standorten.

Nach Auswertung der Ergebnisse der Geländearbeit sowie der erhobenen chemischen und physikalischen Leitparameter konnten Leitprofile ausgewählt werden. Diese wurden umfassend beprobt und auf ihren Stoffbestand (anorganische und organische Schadstoffe) und ihre physikalischen Kennwerte (Porengrößenverteilung, Wasserleitfähigkeit etc.) hin untersucht.
Eine Zustandsbeschreibung der Untersuchungsstandorte lag nach Abschluß der Arbeitsschritte Faktorenanalyse, Kartierung, Beprobung und Analytik

- hinsichtlich des pedologischen Wirkungsgefüges,
- hinsichtlich der bodentypologischen Abgrenzung und Inhaltsbeschreibung und
- hinsichtlich ihrer bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften

vor. Die bodentypologische Abgrenzung ist Produkt der Regionalisierung. Im Zuge der Regionalisierung erfolgte die Umsetzung von Punktinformationen in Flächeninformationen. Dabei wurde der Versuch unternommen, in großmaßstäbigen Bodenkarten isogene und isofunktionale, zumindest aber isomorphe Böden auszuweisen. Die Vorgehensweise läßt sich in folgende Schritte untergliedern:

- Sichtung und Interpretation aller verfügbaren Informationen;
- Bohrpunktauswahl im Gelände;
- Profilansprache mit Typisierung nach einem bestehenden Klassifikationssystem bzw. nach Vorschlägen zur Klassifikation für anthropogen stark überprägte Böden (AK STADTBÖDEN 1989);
- Festlegung der Bodengrenzen durch Berücksichtigung der Informationen der Konzeptkarte, der Geländemerkmale und den Informationen der einzelnen Bohrpunkte.

Die ausgewiesenen Bodeneinheiten wurden durch Leitbodentypen charakterisiert und in großmaßstäbigen Bodenkarten für die Testflächen dargestellt. Dies gilt für alle Standorte, für die Geländeerhebungen des Teilprojektes Stadtböden vorliegen. Die Ergebnisse sind in digitaler Form im FIS BO enthalten und abrufbar. Digital sind auch die Daten zur Versiegelung sowie bodenbiologische Daten, die im Rahmen des Projektes Stadtböden erhoben wurden (HAMMERSCHMIDT 1991, WOLFF 1991) vorhanden.

3 Konzeption und prototypischer Aufbau eines Bodeninformationssystems

Die Investitionen zur Erarbeitung des bodenkundlichen Wissens (Daten und Methoden) können nur dann sinnvoll und effizient genutzt werden, wenn dieses in geeigneter Form zum Anwender (kommunale Entscheidungsträger etc.) transportiert werden kann. Dies kann durch Informationssysteme gelingen, die in der Lage sind, bodenkundliche Daten und Methoden sinnvoll und problemorientiert miteinander in Beziehung zu setzen.

3.1 Konzeption eines Bodeninformationssystems

Der Hauptschwerpunkt der Konzeption lag in Untersuchungen zu einer möglichst weitgehenden Unterstützung des Nutzers bei der Erschließung bodenkundlicher Informationen. Die durch das System potentiell erbring-baren Informationen sollten den Aufgabenbereichen (= Kontexte) der Anwender zugeordnet werden, die in einem Dialog eine Spezifikation ihres Informationswunsches durch die Auswahl bzw. Ablehnung von Kontexten vornehmen können.

Als Voraussetzung für die weitgehend automatische Aufbereitung bodenkundlicher Informationen mußten im System folgende Zusammenhänge in Abhängigkeit von Problemstellungen (Mengen von Kontexten) abgebildet werden:

- welches sind die relevanten Parameter (Daten) und in welcher Form liegen sie vor,
- welche Methoden der Bearbeitung und Auswertung der Daten sind nötig,
- welche Darstellungsverfahren sind notwendig.

Um die Grundlage für eine Verknüpfung von Daten und Methoden unter Beachtung von formalen und inhaltlichen Kriterien zu schaffen, sollten diese in einer definierten Struktur in das System eingebracht werden. Dabei wurde eine Strategie der Zerlegung der Methoden in **Module** verfolgt, um die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten und damit die Anzahl der potentiell erbringbaren Informationen zu erhöhen (Module sind kleinste Einheiten der Informationsverknüpfung, die für sich selbst genommen ein sinnnvolles Ergebnis liefern und innerhalb des Systems Grundlage der Beschreibung sind).

Das System konnte innerhalb des Projektes auf eine breite Basis normierter und homogenisierter Daten (siehe z. B.: Datenschlüssel Bodenkunde, AG BODENKUNDE 1982 und Datenschlüssel Bodenkunde, OELKERS 1984, Symbolschlüssel Geologie, PREUSS et al. 1991) gestellt werden. Damit konnte in weiten Bereichen die Grundlage für eine automatisierte Datenauswertung gelegt werden.

Zusätzlich zu den raumbezogenen Daten, die im vorangegangenen Kapitel schon aufgelistet wurden, standen Wetterdaten der letzten 30 Jahre sowie Ergebnisse einer Versiegelungkartierung für Hannover zur Verfügung:

Das Spektrum der potentiell erbringbaren Informationen, reicht von Zustandsbeschreibungen über Verfahren zur Bewertung von Bodenmerkmalen und Eigenschaften für verschiedene Fragestellungen bis hin zur Beschreibung von Prozessen (z. B.: Grundwasserneubildung). Auf Grundlage dieser Informationen kann eine inhaltliche Verküpfung mit den anderen Umweltmedien zur Beschreibung von Stoffkreisläufen vorgenommen werden. Für das System sollten keine neuen bodenkundlichen Methoden entwickelt werden, da es seiner Intention nach bestehende Methoden integrieren soll.

Folgende Module wurden im Rahmen des Projektes programmiert und in das System integriert:

- Ermittlung des Ziel pH-Wertes im Oberboden bei land- und forstwirtschaftlicher Bodennutzung,
- Ermittlung der relativen Bindungsstärke der Böden für Schwermetalle im Oberboden,
- Ermittlung der potentiellen Evapotranspiration (ETP),
- Ermittlung der kulturspezifischen potentiellen Evapotranspiration,

- Einstufung der Grundwasserstände,
- Ermittlung und Einstufung der Wasserdurchlässigkeit (kf),
- Ermittlung des Betrages des mittleren kapillaren Aufstiegs (KA),
- Ermittlung der Wasserbindung (nFK),
- Ermittlung der bodenkundlichen Feuchtestufe und der Grundnässestufe,
- Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wasser,
- Nutzungsabhängige Erosionsgefährdung der Böden durch Wasser oder Wind in Abhängigkeit von der potentiellen Erosionsgefährdung,
- Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wind,
- Potentielle Erosionsgefährdung der Moore durch Wind,
- numerisches Wasserhaushaltsmodell.

3.2 Realisierung

Der realisierte Prototyp umfaßt eine getrennte Daten- und Methodenbasis sowie Komponenten zur problemorientierten Verknüpfung beider Teile. Als Werkzeuge wurden eine Expertensystemshell (Nexpert Objekt Neuron Data), die relationale Datenbank RDB (Digital) und das geographische Tool GIROS, (PREUSS 1988), eingesetzt und unter einer Oberfläche UIS (Digital) integriert. Der Prototyp sieht keine Möglichkeit zur Modifikation der Daten aus dem Auswertungssystem heraus vor und setzt den Schwerpunkt auf die Umsetzung der systeminternen Logik.

Abb. 4 gibt einen Überblick über die Komponenten des Systems und deren Inhalte. Neben den Datenbanken (RDB und Filesystem) und der Methodenbank (RDB, Filesystem und Objektlibraries) hat die Komponente Steuerung (NEXPERT und spezifische Erweiterungen) eine besondere Bedeutung. Hier sind u. a. die notwendigen Schnittstellen (auf die Datenbanken, auf die Methodenbank und das geographisches Werkzeug) und die dynamischen Datenstrukturen zur Aufnahme der Ergebnisse angesiedelt.

Die wesentliche Aufgabe der Steuerung ist die problemorientierte Integration aller Komponenten. Als Abbildungsformalismus werden Regeln und Objektnetzwerke eingesetzt. Im Problemfinder werden Zusammenhänge zwischen potentielen Informationen und Kontexten abgebildet. Der Sequenzer dient der Konstruktion und Abarbeitung der aus Modulen bestehenden Methoden. Für beide Funktionen werden Metawissen zu Daten und Modulen (Kontexte, Einsatzmaßstäbe und bei Modulen Eigenschaften der Ein- bzw. Ausgabedaten) abgebildet und eingesetzt.

3.3 Anwendung des Prototyps

Der Prototyp entbindet den Nutzer zunächst von der Kenntnis technischer Details wie z. B. der Organisation der Datenbanken. Darüberhinaus kann der Benutzer (hier z. B. ein Planer) in seiner Begriffswelt (Kontexte) mit dem System „kommunizieren", woraufhin das System Daten und Methoden miteinander verknüpft und dem Anwender zur Verfügung stellt. Abb. 5 stellt das prinzipielle Ablaufschema einer Anwendung dar. Der Ablauf ist in verschiedene Stadien unterteilt:

Problemdefinition (strukturelle Einschränkung):

Zunächst bestimmt der Nutzer im Dialog, welche Informationen er erhalten will. Dabei werden die zur Verfügung stehenden Daten und Methoden in einem problemorientierten Kontext vorgeschlagen. Benutzte Kategorien sind z. B. die Aussagegenauigkeit der Anwendungen im Hinblick auf den Zielmaßstab oder die Art der Ergebnisaufbereitung in qualitativer oder quantitativer Form. Die zum Einsatz kommenden Kategorien bei der Anwendung können sich je nach Fragestellung und Methode unterscheiden.

Komponenten des Prototyps

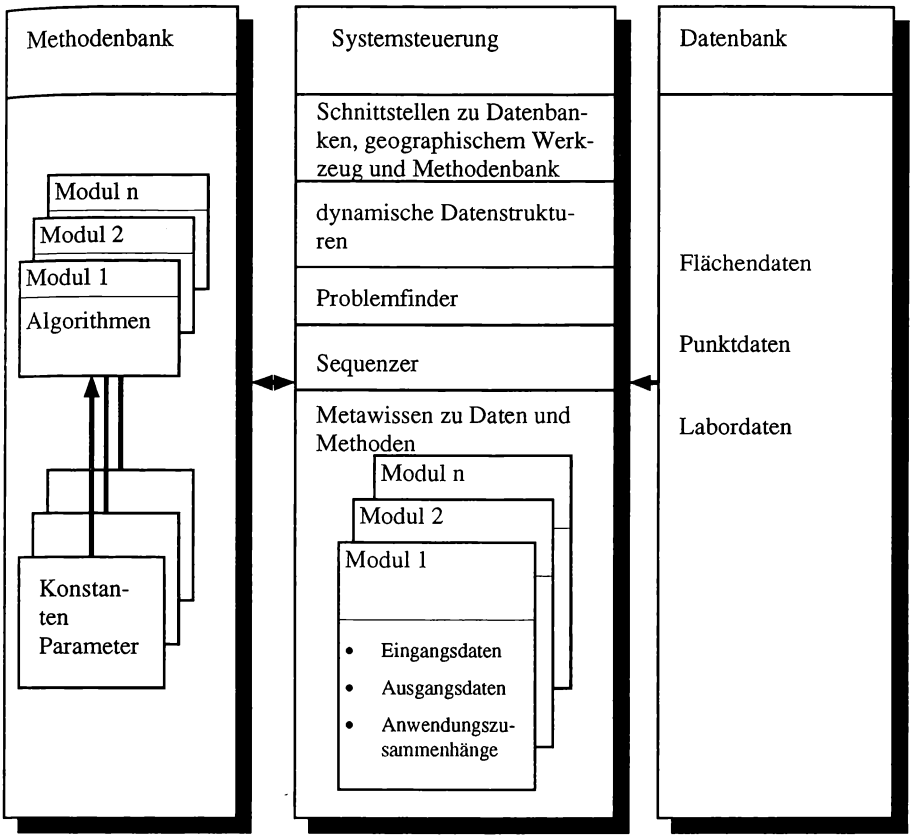


Abb. 4: Komponenten des Prototyps

Datenauswahl:

Ist das Problem spezifiziert, wird eine dem Problemkontext entsprechende Karte geladen. Aus dieser Karte kann sich der Nutzer den gewünschten Ausschnitt wählen. Der gewählte räumliche Kontext bestimmt den Umfang der zu erstellenden Informationen.

Datenverknüpfung (fakultativ):

Wird durch die Problemstellung eine Anwendung von Methoden notwendig, werden Sequenzen von Modulanwendungen über den ausgewählten Datenumfang generiert. Die Ergebnisse werden im Arbeitsspeicher vorgehalten.

Darstellung der Ergebnisse:

Handelt es sich um eine bloße Sichtung von Datenbeständen (aus der Datenbank), so muß der Nutzer im gewählten Ausschnitt der Karte diejenigen Objekte auswählen, zu denen er Informationen im Problemkon- text haben will. Die Ergebnisse der Datenbankabfragen werden in

Ablauf einer Anwendung des Prototyps

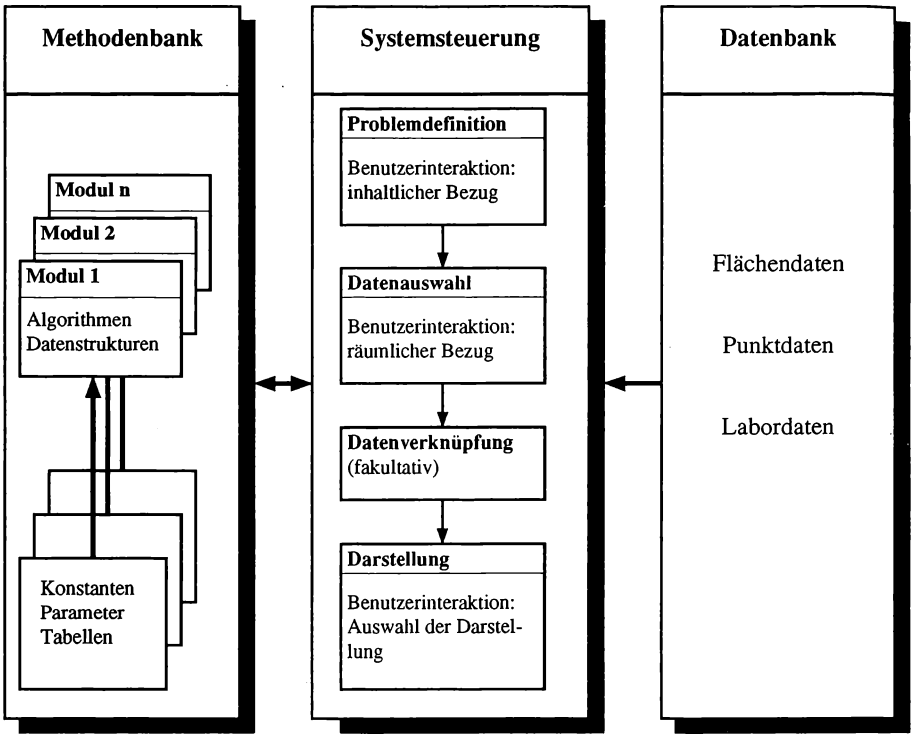


Abb. 5: Ablauf einer Anwendung des Prototyps

einem Fenster ausgegeben. Bei der Anwendung von Methoden werden die Ergebnisse den Elementen in der Karte zugeordnet und dargestellt.

Das System ändert nach einer Anwendung seinen Zustand nur auf Benutzerwunsch, sodaß innerhalb der einmal gewählten inhaltlichen Kontexte und des räumlichen Bezugs andere oder auf die erzielten Ergebnisse aufbauende Fragestellungen bearbeitet werden können.

3.4 Ausblick

Der Prototyp stellt eine Studie zu Machbarkeit und Möglichkeiten der problemorientierten Integration von bodenkundlichen Daten und Methoden dar. Trotz seiner technischen (z. B.: unzureichende Fähigkeiten des geographischen Tools oder der Datenbanken) und inhaltlichen (z. B.: fehlendes Umgehen mit Genauigkeiten oder Zuordnung von potentiellen Informationen zu Kontexten) Unzulänglichkeiten wird er als eine Basis zur Entwicklung von entsprechenden Werkzeugen am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung eingesetzt.

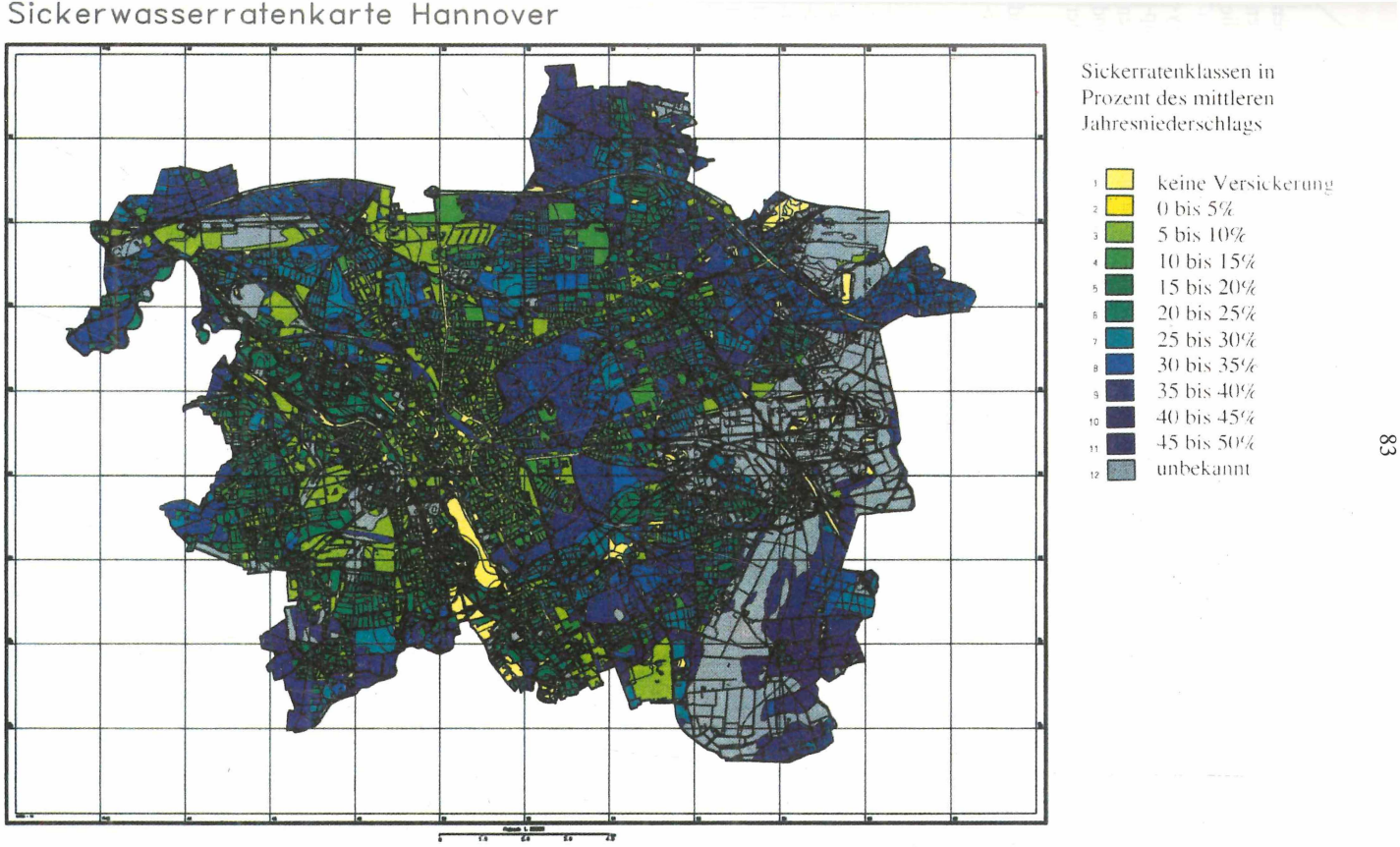


Abb. 6: Sickerwasserratenkarte von Hannover

4 Beispielhafte Auswertungen für kommunale Auswertungen

Im Teilprojekt Stadtböden wurden Ergebnisse zur Methodik der Bodenkartierung in urbanen Räumen und zur rechnergestützten thematischen Auswertung erarbeitet. Mit den gewonnenen Daten und dem geschaffenen **FIS BO** sind für den Bereich Boden die **Datenebene** und die **Zustandsebene** des UIS umfangreich ausgestattet. Die erprobten und bereitgestellten Methoden sind ein guter Grundstock für die **Wirkungsebene**. Prototypisch wurde ein Gesamtsystem geschaffen, das unter einer einheitlichen Oberfläche die problemgesteuerte Verknüpfung von Daten und Methoden erlaubt, die auch dem nicht bodenkundlich spezialisierten Bearbeiter eine Benutzung erlaubt. Die Ergebnisse können in Karten ausgegeben werden und stellen somit auf der **Handlungsebene** eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Fragen der Verwaltung zur Verfügung.

Um die Möglichkeiten einer Kommune zu demonstrieren, die umfangreichen Daten- und Methodenbestände für fachliche Auswertungen in verschiedenen Maßstäben zu nutzen, werden im weiteren einige, während des Projektes erarbeitete Beispiele präsentiert:

4.1 Wasserwirtschaft:

Beispiel: **Sickerwasserratenkarte**

Die Berechnung von Sickerwasserraten ist sowohl für die Ermittlung der Grundwasserneubildung als eine Grundlage für wasserwirtschaftliche Planung wie auch als Eingangsparameter für Stoffverlagerungsmodelle als Instrument der Gefährdungsabschätzung, z. B. bei Altlasten, von großer Bedeutung. Nach einer Methode von RENGER, WESSOLEK und PLATH, (RENGER et al. 1987), werden Sickerwasserraten für unversiegelte Flächen über ein numerisches Wasserhaushaltsmodell in Abhängigkeit von Klimadaten, Bodenart, Grundwasserflurabstand und Vegetation errechnet. Für unbewachsene und versiegelte Bereiche werden, in Abhängigkeit von dem Oberflächenmaterial, experimentell ermittelte Sickerwasserraten benutzt. Das eingesetzte Wasserhaushaltsmodell ist von RENGER, WESSOLEK und STREBEL, (RENGER & STREBEL 1982), entwickelt worden. Die dafür notwendigen Klimadaten standen von der Klimastation Hannover-Langenhagen zur Verfügung.

Durch die digitale Verschneidung der folgenden Karten entstanden bezüglich der Eingangsdaten homogene Flächen:

- Bodenartenkarte, erzeugt aus der digitalen geologischen Karte
- Grundwasserflurabstandskarte, erzeugt mit einem Isolinienprogramm aus den mittleren Grundwasserständen von 450 Brunnen des Stadtgebietes
- Flächennutzungs- und Versiegelungskarte, erzeugt aus der digitalen Biotopkarte durch Klassifizierung der Biotoptypen in 10 Versiegelungsklassen.

Den Verschneidungsflächen entsprechend wurden Sickerwasserraten in Abhängigkeit von Bodenart, Grundwasserflurabstand und Versiegelungsklasse berechnet. Mit der Zuordnung der errechneten Sickerwasserraten zu den Flächen entsteht eine Sickerwasserratenkarte (Abb. 6), die ca.82 % der Stadtfläche Hannovers abdeckt.

4.2 Umweltüberwachung

Beispiel: **Grundwassergüte oder Grundwasserbelastung durch Schwermetallaustrag aus dem Boden**

Die ‚Gewässerüberwachung' betrachtet Grundwassermenge und -güte aus behördlicher Sicht. Zur Prognose künftiger Belastungen des Grundwassers sind der Stoffinput und die Standorteigenschaften entscheidende Größen. Mit Hilfe einer im FIS BO implementierten Methode wurde die potentielle Grundwassergefährdung durch Schwermetalle für einen Straßenbegleitgrünstandort ermittelt (Abb. 7). Die hinsichtlich der Gefährdung bewerteten Einzel-

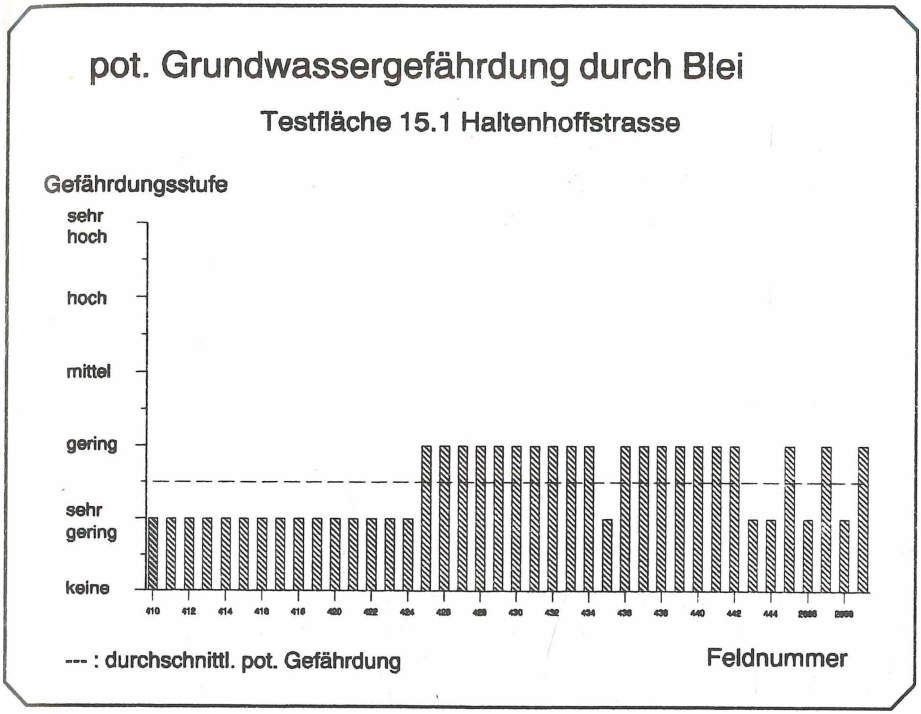


Abb. 7: Grundwassergefährdung durch Blei an einem Straßenbegleitgrün-Standort

profile weisen geringe bis sehr geringe potentielle Gefährdungen aus. Imissionen des Schwermetalls Blei, die an einem Straßenbegleitgrünstandort relativ hoch sind, wirken auf Grund vor kommender Bodeneigenschaften nicht grundwassergefährdend. Ursache hierfür ist u. a. die Tatsache, daß die Verlagerung von Schwermetallen an bestimmte pH-Bereiche gebunden ist. Für den untersuchten Standort liegen die pH-Werte im Carbonat-Pufferbereich. Bei diesem Pufferbereich findet keine Verlagerung statt. Die implementierte Methode liefert also als Ergebnis, daß trotz der exponierten Lage von durch $CaCO_3$-haltigen Bauschutt veränderten Straßenbegleitgrünstandorten, potentiell keine Grundwassergefährdung ausgeht.

Beispiel: **CKW-Verteilung im Grundwasser und potentielle Verursacher**

Durch eine Auswertung der Recherche der potentiell kontaminierten Standorte, nach solchen Gewerbebetrieben, die zu einer mit CKW's arbeitenden Branche gehören, wurde eine Karte potentieller CKW-Emittenten erzeugt. Diese Standorte wurden dann über eine, aus in Grundwasserbrunnen gemessenen CKW-Belastungswerten interpolierte Karte gelegt. Die Ergebniskarte zeigt eine deutliche Korrelation zwischen den Standorten und der CKW-Konzentration (Abb. 8).

Beispiel: **Grundwassergefährdung durch Tankstellen**

Die Abschätzung der Grundwassergefährdung durch organische Schadstoffe für Tankstellenstandorte zeigt den Nutzen der im FIS BO verfügbaren Daten und Methoden für Aufgaben im Bereich der kommunalen Umweltüberwachung. Die Auswertungen auf der Basis einer

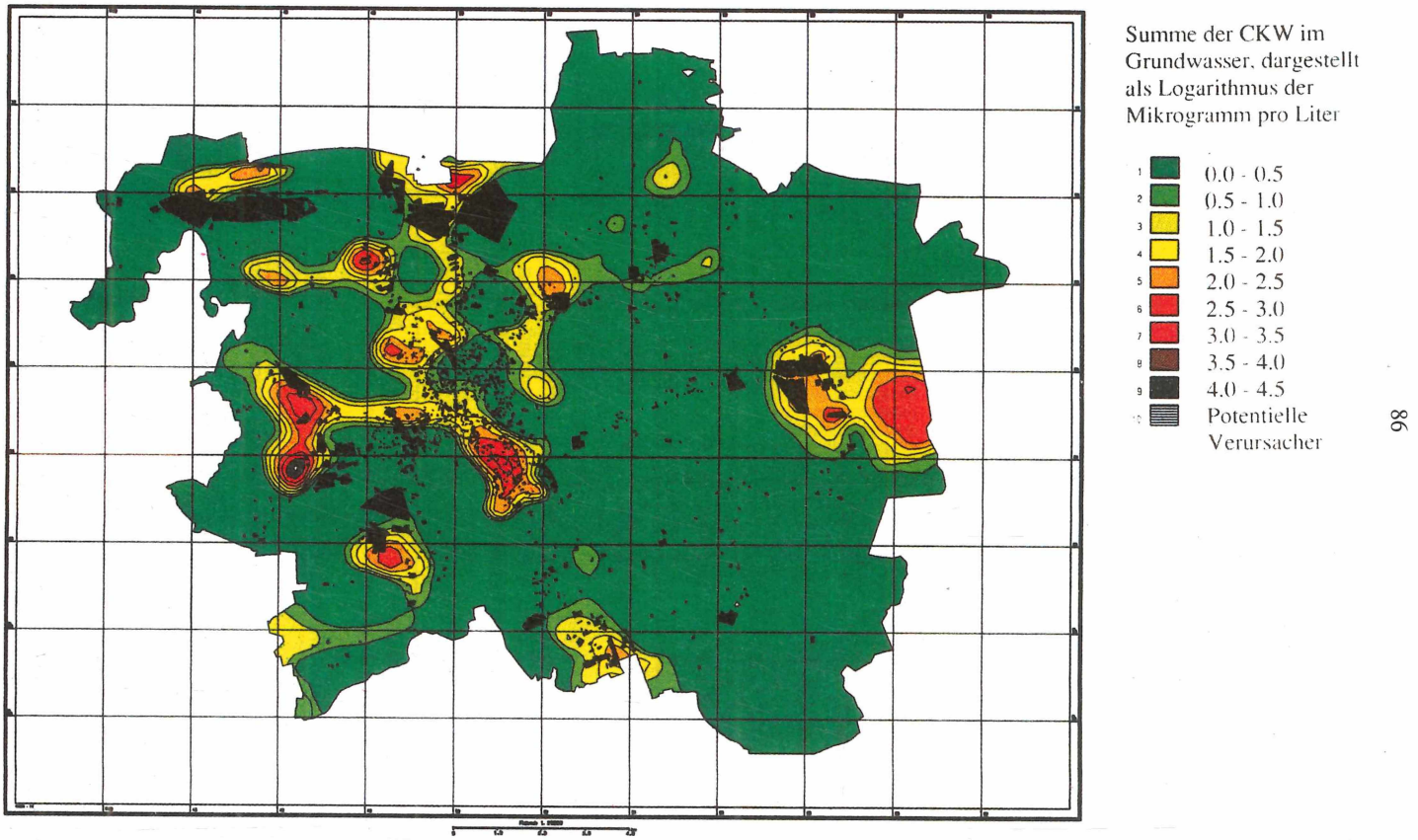


Abb. 8: CKW-Verteilung im Grundwasser und potentielle Verursacher

detaillierten Standortuntersuchung zeigen eine hohe Grundwassergefährdung durch Benzol und machen daher eine Standortsanierung erforderlich. Die für die Sanierung erforderlichen Massenansätze können mit Hilfe des FIS BO bequem ermittelt werden.

4.3 Agrarwirtschaft und Landschaftsplanung

Beispiel: **Stadtwald**

Im Rahmen des Bodenuntersuchungsprogrammes Stadtwald Hannover (KUES 1987) wurde neben einer forststandortkundlichen Kartierung eine bodenchemische Inventur als Basis für eine flächenbezogene Kennzeichnung der Nähr- und Schadstoffsituation der Waldböden durchgeführt. Auf der Basis dieser Erhebungen wurden Vorschläge für bodenchemische Meliorationsmaßnahmen abgeleitet. Diese Arbeitsergebnisse wurden im Laufe dieses Forschungsvorhabens in das Fachinformationssystem Bodenkunde und in das Umweltinformationssystem der Stadt Hannover integriert.

Aus einer Karte der Pufferbereiche in den Oberböden des Stadtwaldes können Aussagen über den bodenchemischen Zustand der Waldböden und über deren Wirkung auf die Vitalität der Waldvegetation entnommen werden (ULRICH 1981).
Aufbauend auf dieser Auswertung wurden unter Einbeziehung der Kartierergebnisse sowie weiterer Analysedaten (Basenneutralisierungskapazität) Handlungsempfehlungen für die Durchführung von Meliorationskalkungen dargestellt. Diese Empfehlungen wurden bereits vom städtischen Forstamt mit Erfolg umgesetzt.

Beispiel: **Landschaftsplanung**

Entscheidungen zum Naturschutz, der Landschaftspflege und der Landschaftsentwicklung werden von der unteren Naturschutzbehörde zunehmend unter Beachtung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse getroffen. Bodenkundliche Daten und Auswertungsmethoden liefern in diesem Zusammenhang wichtige Entscheidungsgrundlagen. So können beispielsweise durch Einbeziehung von Kennwerten zum Bodenwasserhaushalt und zum bodenchemischen Status Biotopentwicklungspotentiale abgeleitet werden (ARUM 1991).

4.4 Umweltberatung

Eine weitere Aufgabe der kommunalen Umweltverwaltung ist die Umweltberatung. Im Rahmen dieser Tätigkeiten werden Umweltberichte erstellt, Informationstagungen durchgeführt oder konkrete Hilfestellung bei anstehenden Problemen geleistet. Die hierfür benötigten statistischen und kartographischen Auswertungen können über das FIS BO bereitgestellt werden.

5 Übertragbarkeit der Vorgehensweise auf andere Kommunen

Ergebnisse des Pilotprojektes zur Entwicklung eines kommunalen Fachinformationssystems Bodenkunde können auf andere Kommunen übertragen werden. Die Erstellung einer Datenbasis (Datenebene) ist der Grundstock, um Informationen über den Zustand (Zustandsebene) des Bodens und der auf ihn einwirkenden Prozesse zu erhalten. Dies wird in Abhängigkeit von den vorhandenen analogen Daten und den Möglichkeiten der jeweiligen Kommunen sehr unterschiedlich sein. Eine gezielte Kartierung aufgrund einer Konzeptkarte führt zu einer hohen Datendichte, die die Einbeziehung des Mediums Boden in die kommunale Planung erlaubt. Die programmierten Methoden können nach eventuellen Anpassungen an die speziellen Standorte direkt übernommen werden. Das prototypisch implementierte EDV-Werkzeug zur problembezogenen Auswertung (Wirkungsebene) von kommunalen Fragestellungen ist in der Konzeption leicht auf andere Hardware zu übertragen. Wesentlich für die Auswertungsmöglichkeiten sind die Entscheidung für ein GIS-System, das wenigstens folgende Funktionen anbietet:

- Möglichkeit zum Verschneiden;
- Zuordnung beliebiger Schlüsselattribute an die geometrischen Objekte;
- Ausreichende Genauigkeit für Fragestellungen;
- Eingangsdaten dürfen sich durch Datenoperationen nicht verändern;
- Vorhandensein von Programmierschnittstellen;
- Integrationsmöglichkeit von Methoden;
- Datenbankschnittstellen (SQL);
- EDBS-Schnittstelle zu ATKIS-Daten.

Literatur

AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Auflage, S. 331, 19 Abb., 98 Tab., Hannover 1982.

AK STADTBÖDEN (1989): Empfehlungen des Arbeitskreises Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartieranleitung urban, gewerblich und industriell überformter Flächen, UBA-Texte 18/89, S. 162, Berlin.

ARUM (ARBEITSGEMEINSCHAFT UMWELTPLANUNG) (1991): Defizite in der Landschaftsplanung, unveröffentlicht.

BENNE, I.; HEINEKE, H.J. & NETTELMANN, R. (1990): Die DV-gestützte Auswertung der Bodenschätzung, Technische Berichte zum NIBIS, S. 125, Hannover.

DUTTER, R. (1985): Geostatistik, Mathematische Methoden in der Technik, Bd. **2**, Teubner Verlag, Stuttgart, S.159.

GRENZIUS, R. (1991): Methodisches Konzept für das Modellprojekt Saarbrücken im Rahmen von SAAR-BIS, Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 66/II, S. 795–798.

HAMMERSCHMIDT, U. (1991): Quantitative Erfassung der Versiegelungsstruktur im Stadtgebiet von Hannover und deren Einfluß auf die Grundwasserneubildung und deren Bedeutung für das Stadtklima, Dipl. Arbeit, S. 113, 13 Abb., 8 Kart., 21 Tab., Geogr. Institut Univ. Hannover (unveröffentlicht).

KINNER, H.; KÖTTER, C. & NICLAUSS, M. (1986); Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen – ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände, UBA-Texte 31/86, Berlin.

KLEEFISCH, B. (1993): Die automatisierte Vorhersage der Bodenverbreitung – eine Anwendung für wissensbasierte Systeme?, Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Bd. **27**, S. 39–57,
8 Abb., Hannover.

KNEIB, W. & BRASKAMP (1990): Vier Jahre Stadtbodenkartierung von Hamburg – Probleme und Ergebnisse, Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., **61**, S. 97–104.

KUES, J. (1987): Bodenuntersuchungsprogramm Stadtwald Hannover, S. 270, 40 Abb., 23 Tab., NLfB, Hannover.

NICLAUSS, M., WINKELSTÄTTER, J., HUNTING, K.E. & HARDES, A. (1989): Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Geländen mit ehemaliger Nutzung aus dem Dienstleistungsbereich, UBA-Texte 16/89, Berlin.

OELKERS, K.H. (1984): Datenschlüssel Bodenkunde, S. 99, Hannover.

OELKERS, K.H. & ECKELMANN, W. (1983): Das Auffinden und Abgrenzen bodenkundlicher Kartiereinheiten bei der Landesaufnahme und ein Vorschlag zur Beschreibung der Flächeninhalte, Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., **36**, S. 47–55.

OSTMANN, U. (1993): Die Übernahme der historischen Landnutzungsarten aus Karten des 18. und 19. Jahrhunderts in das Niedersächsische Bodeninformationssystem, Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Band **27**, S. 145–183, 11 Abb., 2 Tab., Hannover.

PREUSS, H. (1988): Map construction using Advanced Raster Techniques, Geologisches Jahrbuch, Reihe A, Heft 104, S. 187–195, 7 Abb., Hannover.

PREUSS, H.; VINKEN, R. & VOSS, H.H. (1991); Symbolschlüssel Geologie, S. 328, 1 Abb., 21 Tab., Hannover.

RENGER, M. & STREBEL, O. (1982): Beregnungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Niedersachsen, Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Bd. **13**, S. 3–66, 43 Abb., 26 Tab., Hannover.

RENGER, M., WESSOLEK G., KASCHANIAN, B. & PLATH, R. (1987): Boden- und Nutzungskarten als Grundlage für die Bestimmung der Grundwasserneubildung mit Hilfe von Simulationsmodellen am Beispiel von Berlin (West), S. 231–236, 3 Abb. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 53.

SACHS, L. (1980): Statistische Methoden: Planung und Auswertung, 298 S., Springer Verlag.

SCHNEIDER, J. & KUES, J. (1990): Erstellung einer bodenkundlichen Konzeptkarte für urbane Ballungszentren – Konzeption des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., **61**, S. 135–136.

SCHNEIDER, J. (1994): Eignung DV-gestützter Verfahren zur bodenkundlichen Datenerhebung in urbanen Räumen, S. 129, 42 Abb., 13 Tab., Dissertation Essen.

ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, **144**, S. 289–305.

WOLFF, D. (1991): Untersuchungen an Collembolenzönosen in Stadtböden von Hannover, S. 136, Dipl. Arbeit, Biogeogr. Institut Univ. Saarbrücken (unveröffentlicht).

Manuskript eingegangen am: 12. November 1994

Anschrift der Autoren:
H.U. Bartsch, J. Kues, J. Sbresny, J. Schneider
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Stilleweg 2
30655 Hannover

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: 137

Autor(en)/Author(s): Bartsch H. U., Kues J., Sbresny J., Schneider Jürgen

Artikel/Article: Fachinformationssystem Boden - Baustein eines kommunalen Umweltinformationssystems - 71-89