

Interaktionsstrategien für digitale Bodenkarten

Stefanie Kübler¹

Abstract

Converting analogue soil maps into digital maps offers new possibilities for soil scientific working methods. In Geoinformation systems (GIS) a database can be build up by relating map objects to their attributes. However, the best database is useless if it does not provide the enduser with an easy-to-use interface to the available information. In order to gain insight in users' needs, interviews have been made with geologists of different disciplines. The output has been used to design tools for the interaction between users and digital soil maps.

Objectives, concepts and methods have been tested using a prototype which was developed using the GIS environment ArcView from ESRI. Tools for visualization and analysis of the database has been implemented. Tests with various types of users have shown that the prototype matches their expectations and serves as a good basis for further development work.

In this paper, we report about tools which have been especially implemented to support the preparation of environmental impact assessments.

1 Einleitung

Heutzutage ist in der BR Deutschland ein Großteil der bodenkundlichen Karten auch digital verfügbar. Für das Bundesland Nordrhein-Westfalen liegt beispielsweise ein flächendeckendes Kartenwerk im Maßstab 1 : 50 000 vor. Zur optimalen Nutzung dieser Karten sind jedoch auch geeignete digitale Werkzeuge erforderlich. Aus diesem Grund sind im Rahmen eines DFG-Projektes in Kooperation mit dem geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen Interaktionsstrategien für digitale Bodenkarten entwickelt worden. Als Pilotstudie diente das Kartenblatt Brilon/ Sauerland.

Um Aufschluß über die Bedürfnisse der späteren Nutzer zu erhalten, wurden am Anfang des Projektes Interviews mit Geowissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen durchgeführt. Die Ergebnissen dieser Interviews zeigten, daß eine wichtige Aufgabe der angewandten Geowissenschaften in der Bereitstellung von Daten für Umweltverträglichkeitsprüfungen besteht. In diesem Zusammenhang müssen unter anderem die Eigenschaften der im Gebiet vorhandenen Böden bewertet werden.

¹ FU Berlin, Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik,
email: kstef@zedat.fu-berlin.de, Internet: <http://userpage.fu-berlin.de/~kstef/page.html>

Für die Bewertung dieses Schutzgutes ist die Sichtung verschiedener Daten und Karten (z.B. Karte der geplanten Baumaßnahmen, Bodenkarte, Kartendarstellung von Altlastenlokationen oder der Schadstoffbelastung, etc.) notwendig. Durch GIS-Funktionalitäten kann der mitunter sehr mühsame Prozeß des Kartenvergleichs entschieden erleichtert werden. Die digitale Bodenkarte unseres Pilotgebietes Brilon enthält neben den Abgrenzungen der einzelnen Bodeneinheiten auch deren Attribute wie Feldkapazität, ökologische Feuchtestufe, Kationenaustauschkapazität, etc. Diese umfangreiche Datenbasis ermöglicht die Bewertung der Bodeneinheiten nach diversen Aspekten, welche eine hohe Relevanz für Umweltverträglichkeitsprüfungen aufweisen.

Mit Hilfe der GIS-Entwicklungsumgebung ArcView (ESRI 1996) sind Werkzeuge erstellt worden, die eine sequentielle Erstellung und Analyse einer digitalen Informationsbasis ermöglichen. Der Nutzer wird durch Dialoge Schritt für Schritt durch den Bewertungsverlauf (Bewertung des Ist-Zustandes, Konfliktdanalyse, Ausweisung von Vermeidungs- und Ersatzmaßnahmen) geleitet. Hierfür stehen ihm Funktionen zur

1. Ermittlung schutzwürdiger Böden und der Standortfunktionalität
2. Abfrage chemischer Hintergrundbelastungen
3. flexiblen Darstellung von Attributen
4. Bewertung der Altlasten- und Schadstoff-Situation
5. Digitalisierung von Informationen (z.B. geplante Baumaßnahmen)
6. Verschneidung der zu berücksichtigenden Informationen (z.B. zur Ermittlung des Ist-Zustandes)

zur Verfügung. Weitere Werkzeuge - auch für geologische Karten - sind in Kübler et al. (1998) und Kübler/Voisard (1999) beschrieben.

Dieser Artikel ist folgendermaßen strukturiert: Kapitel 2 beschreibt die entwickelten Werkzeuge zur Bewertung des Ist-Zustandes. In Kapitel 3 werden die Werkzeuge für die Konfliktdanalyse dargestellt. Kapitel 4 beinhaltet die Schlußfolgerungen.

2 Ist-Analyse/Bestandserfassung auf der Grundlage der digitalen Bodenkarte

Zu Beginn einer Umweltverträglichkeitsprüfung erfolgt die Bewertung des Ist-Zustandes. Hierzu muß einerseits der Eigenwert der Bodeneinheiten ermittelt werden, der je nach Fragestellung unterschiedlich ausfallen kann. So sind beispielsweise in landwirtschaftlich genutzten Gebieten andere Bewertungskriterien anzusetzen als in industriellen Ballungsgebieten. Andererseits ist der reale Wert der Bodeneinheiten zu erfassen. Hierzu ist die Verknüpfung mit der potentiellen Schadstoffbelastung

(Altlasten, Altlastenverdachtsflächen u.ä.) sowie mit den Ergebnisse von Schadstoff-Analysen notwendig.

Im Prototypen sind die notwendigen Funktionen zur Erfassung des Ist-Zustandes von Böden über ein Menü erreichbar. In das Menü sind einerseits durch Hilfetexte vereinfachte GIS-Funktionen wie z.B. das Digitalisieren am Bildschirm oder die Verschneidung zweier GIS-Layer integriert. Andererseits kann der Nutzer zwischen verschiedenen Bewertungskriterien wählen, die eine automatisierte Datenabfrage nach sich ziehen. Auf dieser Basis erfolgen automatisierte Datenbankselektionen und die Vergabe von Eigenwertstufen der Bodeneinheiten. Die realen Wertstufen können durch die Verschneidung mit Altlastenflächen und/oder der Schadstoffbelastungssituation ermittelt werden.

Die einzelnen Funktionalitäten werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

2.1 Erfassung der Bodeneinheiten im Untersuchungsgebiet

Zur Erfassung der Bodenformen im Untersuchungsgebiet wird der Nutzer zunächst aufgefordert, die Grenze des Untersuchungsgebietes zu digitalisieren oder das gegebenenfalls schon vorhandene GIS-Layer einzuladen. Mit Hilfe dieser Grenze wird das entsprechende Gebiet aus der Bodenkarte ausgeschnitten, die der Prototyp GeoHyp für das Gebiet Brilon im Maßstab 1 : 50 000 zur Verfügung stellt. Für die resultierende Karte erfolgt eine automatische Legendenerstellung.

2.2 Ermittlung der Eigenwertstufen der Bodeneinheiten

Je nach Untersuchungsrahmen sind zur Ermittlung der Eigenwertstufen unterschiedliche Bewertungskriterien notwendig. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten zählt die Standortqualität für den Anbau von Kulturpflanzen am meisten, während in industriellen Ballungsgebieten eher Wert auf die Erhaltung von Bodeneinheiten, die eine hohe ökologische Bedeutung aufweisen, gelegt wird.

Aus diesem Grund bietet das Menü mehrere Bewertungskriterien an, von denen der Nutzer die für seine Fragestellung relevanten auswählen kann. Im Prototyp erfolgen die notwendigen Abfragen der Datenbank automatisch. Je nach gewähltem Bewertungskriterium werden unterschiedliche Selektionen ausgeführt. Folgende Bewertungskriterien stehen zur Verfügung:

1. Wasser- und Nährstoffgehalt/Biotopentwicklungspotential (nach Schraps/Schrey 1997): Bei der Wahl dieses Bewertungskriteriums werden Böden auf Extremstandorten hinsichtlich des Wasser- und/oder Nährstoffangebots selektiert, da diese eine hohe Bedeutung für die Biotopentwicklung eines Gebietes aufweisen. Konkret handelt es sich dabei um grund- oder stauwasserbeeinflusste Böden

einerseits sowie um trockene Sand- und Schuttböden bzw. sehr trockene Felsböden andererseits.

2. Natürliche Ertragsfähigkeit/Landwirtschaftliche Nutzungseignung (nach Schraps/Schrey 1997): Durch diesen Bewertungsansatz werden diejenigen Böden ausgewiesen, die in der Regel eine hohe und sehr sichere landwirtschaftliche Produktion ermöglichen. Selektionsbedingungen sind hierbei hohe nutzbare Feldkapazitäten (ab 180 mm) als Kennwert für das Speichervermögen von pflanzenverfügbarem Bodenwasser, hohe Kationenaustauschkapazitäten (ab 179 mol/m²) als Maß für die Nährstoffspeicherfähigkeit der Böden sowie hohe Bodenwertzahlen (ab 55) der Reichsbodenschätzung als abstützendes Merkmal.
3. Regionaltypische und/oder besonders seltene Böden (nach Schraps/Schrey 1997): Hierbei werden diejenigen Böden selektiert, die eine Archivfunktion für die Natur- und Kulturgeschichte der Region aufweisen. Auf dem Kartenblatt Brilon befindet sich z.B. eine reliktsche Terra Rossa, die auf Kalksteinverwitterungslehm des Tertiärs entstanden ist und somit ein Archiv für bodenbildende Prozesse unter den tropischen Verwitterungsbedingungen des Tertiärs darstellt. Weitere in diesem Zusammenhang zu schützende Böden sind u.a. Tschernoseme, Böden auf Vulkaniten oder kreidezeitlichem Lockergestein sowie Böden aus Quellen- oder Sinterkalk, aus Mudden oder Wiesenmergel.
4. Standortqualität für natürliche Vegetation (nach Clemens et al. 1997): Dieser Bewertungsansatz weist diejenigen Böden aus, die eine hohe potentielle Leistungsfähigkeit als Standort für die natürliche Vegetation aufweisen. Zur Charakterisierung des Wasser- und Lufthaushaltes wird die bodenkundliche Feuchtestufe herangezogen, während der Nährstoffhaushalt durch die Kationenaustauschkapazität ermittelt wird. Böden, die in einer oder beiden der Merkmale Extreme aufweisen, gelten als leistungsfähiger Standort für die natürliche Vegetation.
5. Standortqualität als Wasserspeicher (nach Clemens et al. 1997): Böden sind oft auch in ihrer Funktion als flächenhafte Wasserspeicher schützenswert, da sie durch ihre abflußverzögernde Wirkung pflanzenverfügbares Wasser zurückhalten können. In diesem Zusammenhang sind Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität besonders wertvoll.

Soll die Ausweisung schützenswerter Böden auf mehr als einem Bewertungsansatz beruhen, können die aufgeführten Selektionskriterien nacheinander ausgeführt werden. Die Selektion der Bodeneinheiten erhöht sich jeweils um diejenigen Einheiten, die die neuen Auswahlbedingungen erfüllen. Sollen z.B. alle schützenswerten Böden nach den Kriterien "Biotopotential" und "Landwirtschaftliche Nutzungseignung" ermittelt werden, erfolgt zunächst eine Selektion der grund- bzw. stauwasserbeeinflussten und der sehr trockenen Standorte. Zusätzlich werden die Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität und hoher Kationenaustauschkapazität selektiert.

Nach Beendigung der Angabe aller gewünschten Bewertungsansätze kann in dem Menü die Vergabe der Eigenwertstufen gestartet werden. Alle selektierten Einheiten erhalten hierbei eine hohe Wertstufe, während den anthropogen beeinflussten Böden (z.B. versiegelte Flächen, Aufschüttungen, etc.) eine niedrige Wertstufe zugeordnet wird. Die übrigen Bodeneinheiten werden als mittelwertig eingestuft (Abb. 1).

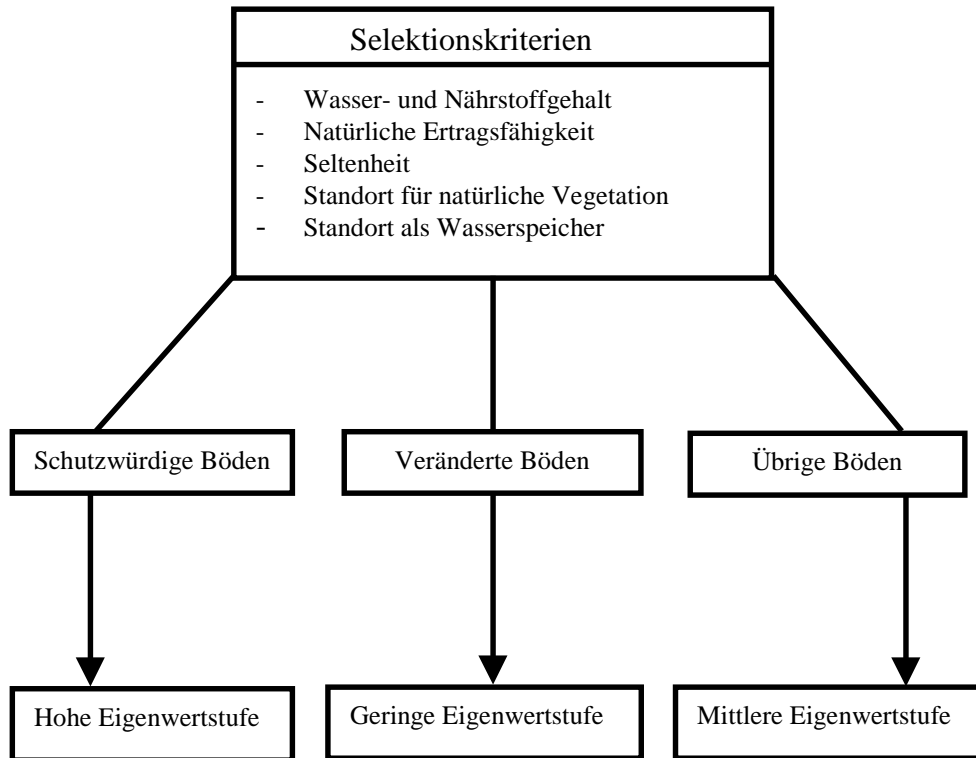


Abbildung 1
Ermittlung der Eigenwertstufen

2.3 Ermittlung der realen Wertstufen im Untersuchungsgebiet

Durch die Verschneidung der Eigenwertstufen der Bodeneinheiten im Untersuchungsgebiet mit den Einflußbereichen der potentiellen Schadstoffbelastung (Altlasten/Altlastenverdachtsflächen) sowie der gemessenen Schadstoffbelastung (z.B.

grenzwertüberschreitende Analysenwerte von Bodenproben) wird die reale Wertstufe ermittelt (Abb. 2).

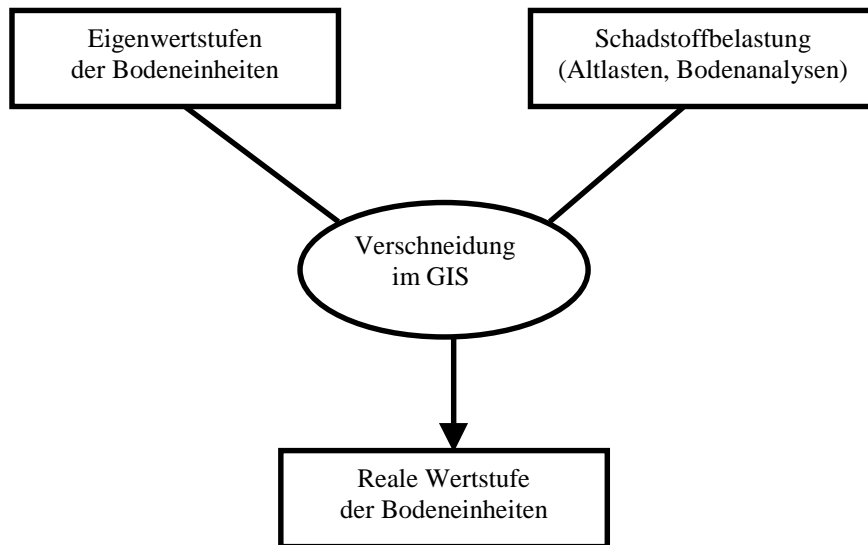


Abbildung 2
Ermittlung der realen Wertstufen

Der Nutzer kann die Geometrien der Schadstoffbelastung entweder einladen, falls diese bereits als GIS-Layer vorliegen oder sie am Bildschirm per Maus digitalisieren, wobei er mit Hilfetexten durch die notwendigen Schritte geleitet wird. Die digitalisierten Objekte werden in einem GIS-Layer gespeichert. Nach abgeschlossener Digitalisierung erscheint ein Menü, über das der Nutzer zwischen verschiedenen Bewertungsmöglichkeiten wählen kann. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

2.3.1 Bewertung von Altlasten

Dem Nutzer stehen zur Bewertung der Schadstoffbelastung zwei Optionen zur Verfügung. Er kann a) das Ausmaß selbst einschätzen, indem er in einem Menü zwischen den Klassifizierungen "sehr gering" bis "sehr hoch" wählt. Die vom Nutzer angegebene Höhe der Altlastenbelastung wird in der Attribut-Tabelle des GIS-Layers, das die Lage der Altlasten enthält, gespeichert.

Sind jedoch detailliertere Informationen über die Altlast bekannt, stehen dem Nutzer b) ein Werkzeug eines Bewertungsverfahrens, das vom Umlandverband Frankfurt (UVF 1998) aufgestellt wurde, zur Verfügung. Im Rahmen dieses Verfahrens werden abhängig vom Typ (z.B. Deponie, Gaswerk, Trümmerschutt, etc.) und Volumen der Altlast Punkte vergeben und zu einer Bewertungsstufe zwischen "sehr gering" und "sehr hoch" zusammengefaßt. Abb. 3 zeigt die Umsetzung dieses Bewertungsprozesses im Prototyp. In dem dargestellten Beispiel wird das Gelände eines ehemaligen Gaswerkes, das ein Volumen zwischen 5 000 und 50 000 m³ aufweist, mit einer hohen Belastungsstufe belegt. Die jeweilige Belastungshöhe wird in der Attribut-Tabelle des GIS-Layers, das die Lage der Altlasten enthält, gespeichert.

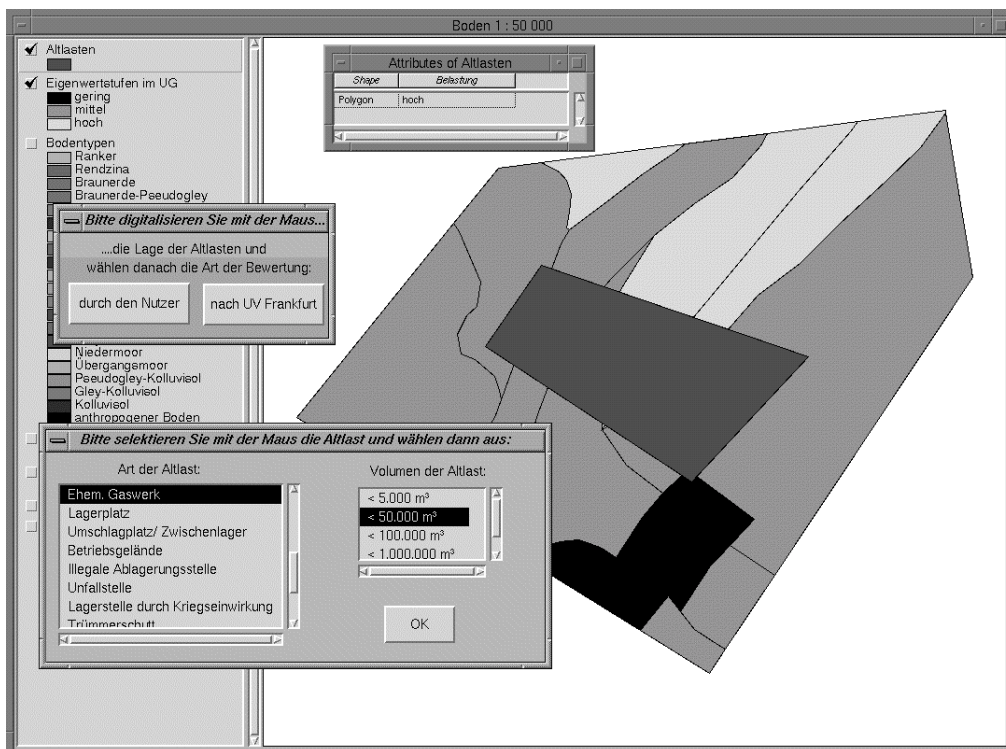


Abbildung 3

Werkzeug zur Anwendung des Altlastenbewertungsverfahrens des UVF (1998)

2.3.2 Bewertung von chemischen Bodenanalysen

Analog zur Altlastenbewertung stehen dem Nutzer auch zur Bewertung der gemessenen Schadstoffbelastung zwei Optionen zur Verfügung. Er kann sie a) selbst beurteilen, indem er sie über ein Menü einer fünfstufigen Skalierung zwischen "sehr gering" und "sehr hoch" zuordnet. Die entsprechenden Werte werden in der Attribut-Tabelle des GIS-Layers mit der Lage der Bodenproben festgehalten. Die andere Option stellt b) ein Vergleich mit Prüf- oder Vorsorgewerten dar, die von Bachmann et al. (1998) auf der Grundlage des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) abgeleitet worden sind.

Prüf- und Vorsorgewerte haben folgende Bedeutung (Schrader 1998): Bei Überschreitung der Prüfwerte ist in einer einzelfallbezogenen Prüfung zu ermitteln, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. Die Prüfwerte sind streng an die Gefahrenbetrachtung gebunden und deshalb nutz- und schutzgutbezogen aufgebaut. Unterschieden wird zwischen den Wirkungspfaden Boden-Mensch (untergliedert nach Kinderspielflächen, Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen sowie unbefestigten Industrie- und Gewerbeflächen), Boden-Nutzpflanze (für Acker- und Grünlandflächen) sowie Boden-Grundwasser (Prüfwerte für Sickerwasser). Bei der Überschreitung der Vorsorgewerte besteht in der Regel die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung. Die Vorsorgewerte werden nicht nach Wirkungspfaden, sondern aufgrund des unterschiedlichen Schadstoffbindungspotentials nach den Bodenarten Ton, Lehm und Sand differenziert.

Abb. 4 verdeutlicht den Bewertungsablauf. Der Nutzer kann nach der Digitalisierung der Lage der Bodenproben zwischen einer der aufgeführten Bewertungsmöglichkeiten wählen (Menü A in Abb. 4). Im dargestellten Fall hat er sich für den Vergleich mit Prüfwerten für den Pfad Boden-Mensch entschieden. Demzufolge erscheint ein weiteres Menü (Menü B in Abb. 4), in dem er das Nutzungsziel, die Schadstoffart sowie den Meßwert angeben muß. Je nach Nutzungsziel wird dieser Meßwert mit unterschiedlich hohen Prüfwerten verglichen. In der Attribut-Tabelle des GIS-Layers, das die Lage der Bodenproben enthält, werden die zugehörigen Meßwerte sowie die Schadstoffarten gespeichert, die die Prüfwerte überschreiten. Nach der abgeschlossenen Zuweisung der Meßwerte werden alle Probenpunkte, bei denen mindestens eine Schadstoffart Überschreitungen des Prüfwertes aufweist, selektiert und die zugehörigen Werte der Attribut-Tabelle in einem Fenster dargestellt (Fenster C in Abb. 4). Zusätzlich wird an die Attribut-Tabelle ein weiteres Attribut zur Klassifizierung der Belastung gehängt. Alle Bodenproben, deren Meßwerte in mindestens einem Fall über dem Prüfwert liegen, werden mit einer hohen Belastung belegt. Denjenigen Bodenproben, deren Meßwerte in mindestens einem Fall über dem fünffachen Prüfwert liegen, wird eine sehr hohe Belastung zugewiesen.

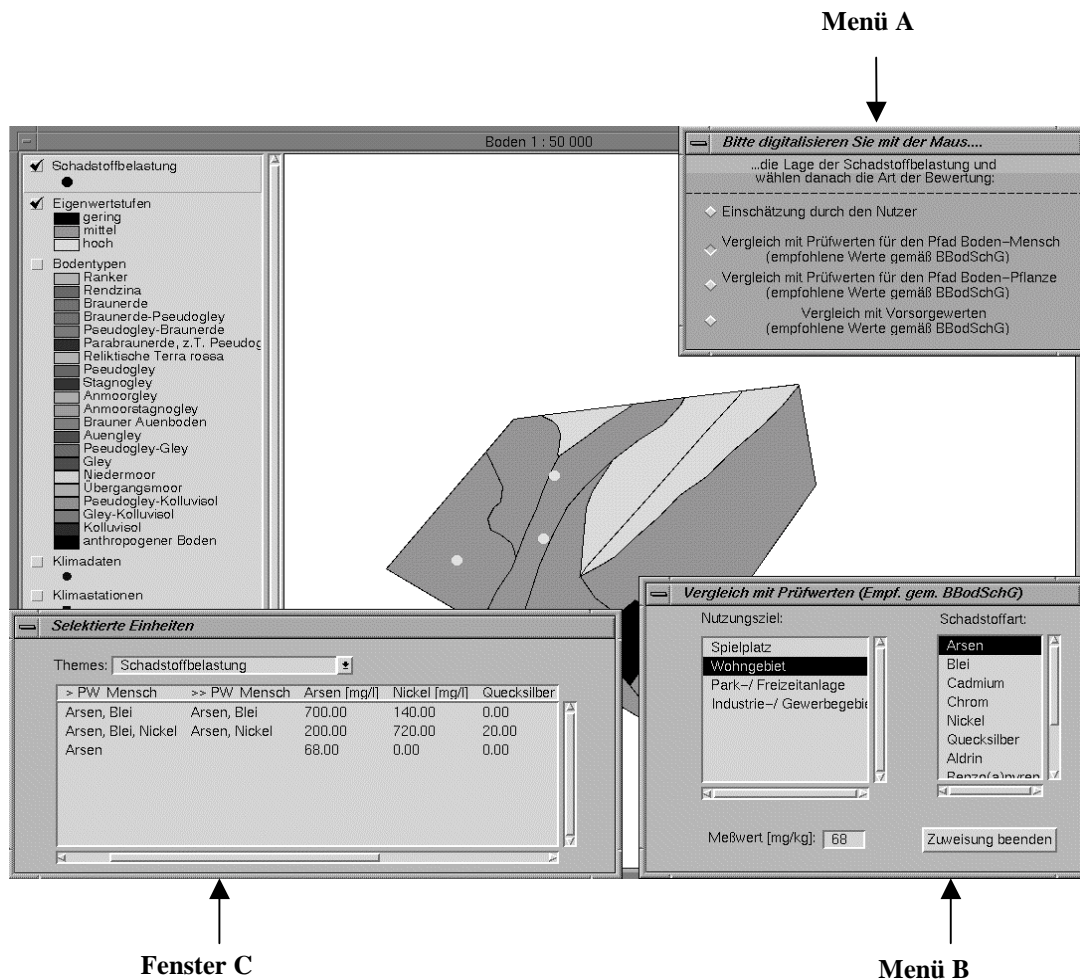


Abbildung 4
Vergleich von chemischen Meßwerten mit Prüfwerten gemäß BBodSchG

2.3.3 Einflußbereich der Schadstoffbelastung

Den Einflußbereich bzw. die angenommene Ausbreitung einer Schadstoffbelastung kann entweder ebenfalls am Bildschirm digitalisiert oder auch durch Pufferung der Geometrien der Schadstoffbelastung ermittelt werden. Hierfür müssen durch den Nutzer die zu puffernden Objekte per Maus selektiert und in einem Menü die Puffer-Distanz angegeben werden. Die gepufferten Bereiche werden in einem zusätzlichen GIS-Layer gespeichert, wobei die zuvor vom Nutzer angegebene Höhe der Schadstoffbelastung automatisch auf den gepufferten Bereich übertragen wird.

2.3.4 Verschneidung der Schadstoffbelastung mit den Eigenwertstufen

Die einzeln aufgenommenen Informationen zur Schadstoffbelastung (Geometrien der Altlasten, Einflußbereiche der Altlasten, Geometrien der gemessenen Schadstoffbelastung, Einflußbereiche der gemessenen Schadstoffbelastung) können anschließend zu einem gemeinsamen GIS-Layer zusammengefaßt werden. Durch die topologische Verschneidung der beiden GIS-Layer Schadstoffbelastungen und Eigenwertstufen werden letztendlich die realen Wertstufen der Bodeneinheiten räumlich ermittelt, indem in den Bereichen, in denen Schadstoffbelastungen vorliegen bzw. vermutet werden, die Eigenwertstufen herabgesetzt werden. Dies erfolgt nach dem in den Abb. 5 dargestellten Schema:

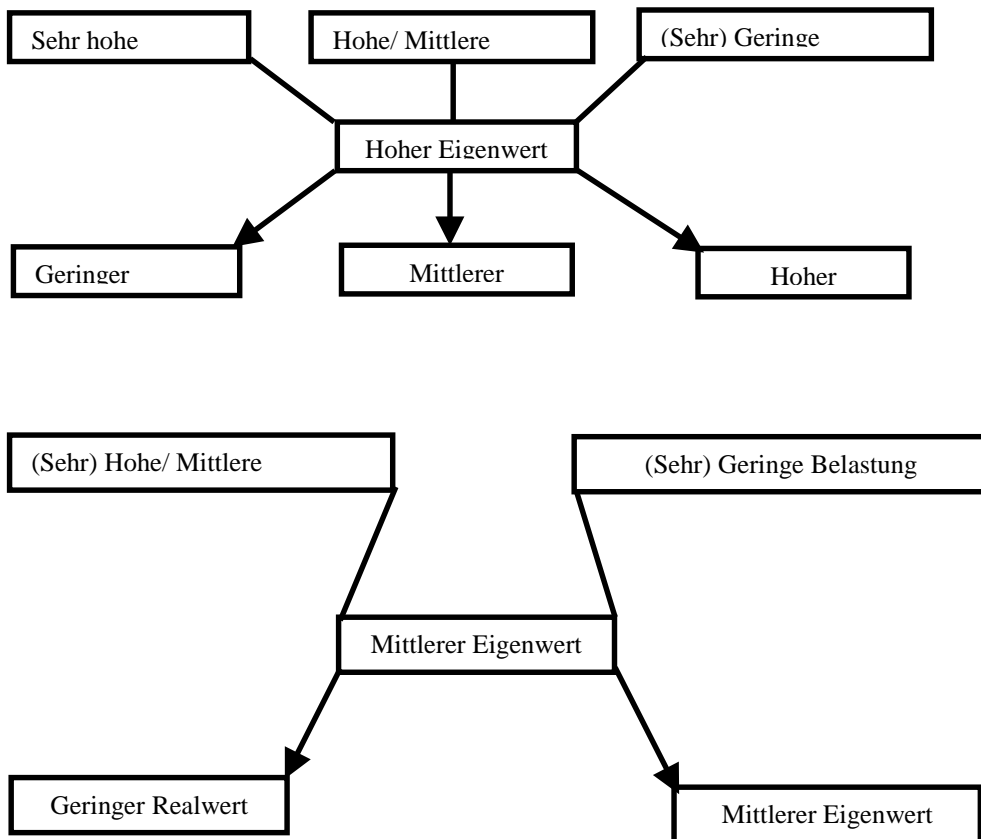


Abbildung 5
Reale Wertstufen bei hohen bzw. mittleren Eigenwertstufen und verschiedenen Schadstoffbelastungen

3 Konfliktanalyse und Ausweisung von Vermeidungs- bzw. Ersatzmaßnahmen

Im Rahmen der Konfliktanalyse ist die Bestandsbewertung des Schutzgutes Bodens in Bezug zu den geplanten Eingriffen (z.B. Baumaßnahmen, Bodenabtrag, Aufschüttungen, etc.) zu setzen. Es ist zu erfassen, welcher Boden welcher Wertstufe mit welcher Art von Eingriff belastet wird. Für die von den geplanten Eingriffen betroffenen Bereiche sind Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen auszuweisen. Abb. 6 stellt das Schema der im Prototyp umgesetzten Konfliktanalyse dar.

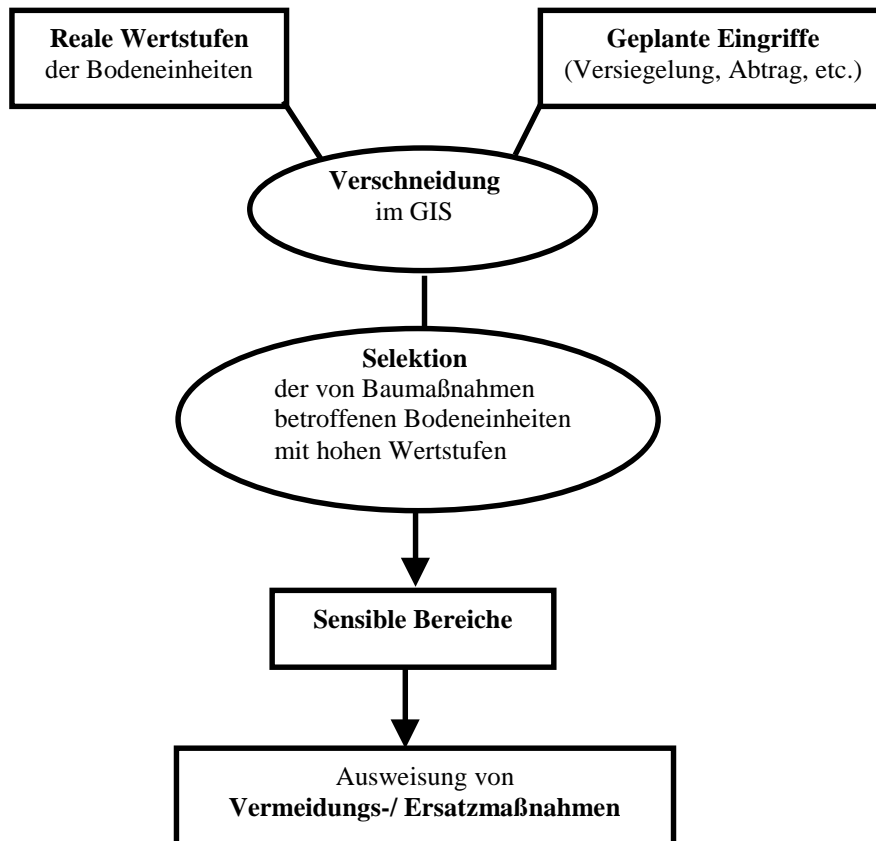


Abbildung 6
Schema der im Prototypen umgesetzten Konfliktanalyse

Die Geometrien der geplanten Baumaßnahmen können entweder eingeladen werden, falls sie bereits als GIS-Layer vorhanden sind oder per Maus am Bildschirm digi-

talisiert werden. Die digitalisierten Objekte werden in einem GIS-Layer gespeichert. Zur Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Eingriffe sind für den Prototyp Angaben aus dem UVP-Bericht (BfUWL 1991) umgesetzt worden. Der Nutzer kann in einem Menü die Eingriffsart auswählen (Menü 1 in Abb. 7).

Abhängig von der angegebenen Eingriffsart werden die möglichen bau- und betriebsbedingten Auswirkungen in einem Textfenster angezeigt. Ist die geplante Eingriffsart nicht in dem Menü aufgeführt, besteht für den Nutzer zusätzlich die Möglichkeit, andere Eingriffsarten sowie die von ihm vermuteten Auswirkungen selbst anzugeben. Auf Knopdruck werden die jeweiligen Eingriffsarten mit den zugehörigen Auswirkungen schließlich in der Attribut-Tabelle des GIS-Layers festgehalten.

Sobald alle Eingriffsflächen mit den Attributwerten zu ihrer Eingriffart belegt sind, kann die Ermittlung sensibler Bereiche erfolgen. Dazu wird das GIS-Layer der realen Wertstufen mit dem Layer der Eingriffsflächen topologisch verschritten und das Ergebnis in einem separaten GIS-Layer gespeichert. In einem Ergebnisfenster erscheinen die Datenbankeinträge der Bodeneinheiten mit hohen realen Wertstufen, die von Baumaßnahmen betroffen sind

Für die Bereiche der geplanten Baumaßnahmen kann der Nutzer schließlich über das Menü der Konfliktanalyse (Menü 2 in Abb.7) Vorschläge zu Vermeidungs- bzw. Ausgleichsmaßnahmen (Text 1 in Abb. 7) abfragen. Dem Nutzer werden per Mausclick auf die geplanten Eingriffsflächen je nach Eingriffsart die jeweiligen Ratschläge angezeigt.

4 Schlußfolgerungen

In diesem Artikel wurden Interaktionsstrategien für digitale Bodenkarten vorgestellt. Als Testgebiet diente die Karte des Gebietes Brilon/Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 50 000. Basierend auf den Ergebnissen von Interviews mit Geowissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen wurden Werkzeuge entwickelt, die eine sequentielle Erstellung und Analyse einer Informationsbasis für Umweltverträglichkeitsuntersuchungen ermöglichen.

Zur Erfassung des Ist-Zustandes kann der Nutzer auf verschiedene Ansätze zur Bewertung des Schutzgutes Bodens sowie der Altlasten- und Schadstoff-Situation zugreifen. Für die Konfliktanalyse wird eine anlagenspezifische Eingriffsbeurteilung bereitgestellt, über die die möglichen Auswirkungen des jeweiligen Bauvorhabens abgeschätzt werden können. Tests mit verschiedenen Nutzern haben gezeigt, daß die entwickelten Werkzeuge zur Interaktion zwischen Nutzer und digitalen Bodenkarten sehr gut geeignet sind und eine hervorragende Basis für weitere Entwicklungsarbeiten darstellen.

Zur Zeit wird der Prototyp auf der Grundlage des Bundesbodenschutzgesetzes um weitere Bewertungsmöglichkeiten erweitert.

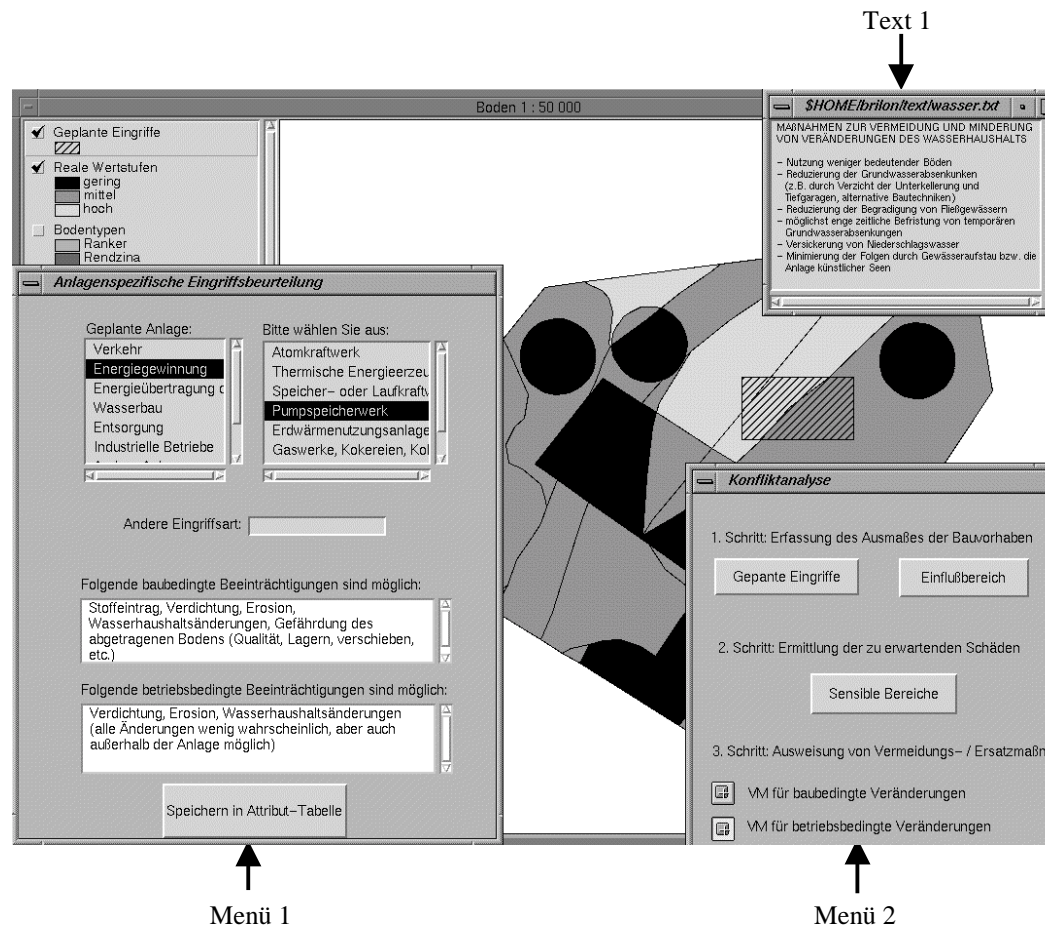


Abbildung 7
Menü zur Angabe der Eingriffsart digitalisierter Eingriffsflächen

Danksagung

Ich möchte mich bei dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen für ihre Kooperation sowie bei Herrn Prof. Dr. Skala und Frau Dr. Voisard für ihre fachliche Unterstützung bedanken. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Bachmann, G., Einsele, G., Harreß, H.-M. (1998): Fachliche Eckpunkte zur Ableitung von Bodenwerten im Rahmen des Bundes-Bodenschutzgesetzes, in: Rosenkranz, D. (Hrsg.): Sonderausgabe aus Bodenschutz, Ergänzendes Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Berlin
- BfUWL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1991): Boden und UVP, Empfehlungen für die Bearbeitung des Bereiches "Boden" in einem Bericht zur Prüfung der Umweltverträglichkeit (UVP-Bericht), Mitteilungen zur Umweltverträglichkeit, Nr. 6, Bern
- Bundes-Bodenschutzgesetz - BbodSchG, Gesetz zum Schutz des Bodens, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, Text des am 5.2.1998 vom deutschen Bundestag beschlossenen Bundes-Bodenschutzgesetzes (Zustimmung des Bundesrates am 6.2.1998 erfolgt)
- Clemens, G., Bartel, L., Lehle, M., Lennartz, H., Wolf, D. (1997): Fachinformationssystem Bodenschutz - Modul Bodenbewertungssystem (BoBeS), Mittlg. d. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 85, II, pp. 1119-1122
- ESRI, Inc. Environmental Systems Research Institute (1996): ArcView GIS: The Geographic Information System for Everyone, New York
- Kübler, S., Skala, W., Voisard, A. (1998): The Design and Development of a Geologic Hypermap Prototype, in: Fritsch, D., Englich, M., Sester, M. (Hrsg.): GIS - Between Visions and Applications, ISPRS Commission IV Symposium, 32, Part 4, Stuttgart
- Kübler, S., Voisard, A. (1999): GeoHyp: An Adaptive Human Interface for Geologic Maps and Their Databases, in: Madden, M., Sester, M., Krug, T. (Hrsg.): Special Issue on Women's Activities in ISPRS, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, erscheint im August 1999
- Schrader, C. (1998): Das neue Bundes-Bodenschutzgesetz, in: Wasser & Boden, 50, Heft 5, S. 8-13
- Schraps, W.G., Schrey, H.P. (1997): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen - Bodenschutz-Fachbeitrag zum Gebietsentwicklungsplan, Mittlg. d. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 85, II, pp. 769-772
- UVF, Umlandverband Frankfurt (1998): Umweltbewertung, Band 1, Methoden zur Umweltbewertung in Umweltschutz und Landschaftsplanung des Umlandverbandes Frankfurt, Umlandverband Frankfurt, Dezernat IV, Abteilung Umweltschutz