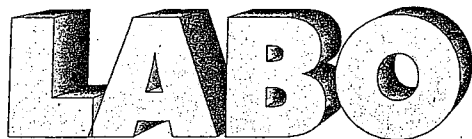


Aufgaben und Funktionen von  
**Methodenbanken**  
des Bodeninformationssystems  
als Teil von Umweltinformationssystemen



**Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft  
Bodenschutz**



**Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Kernsysteme und Methodenbanken“ des Arbeitskreises  
„Bodeninformationssysteme“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz  
(LABO)**

Aufgaben und Funktionen von  
**Methodenbanken**  
des Bodeninformationssystems  
als Teil von Umweltinformationssystemen

Herausgeber: Umweltministerium Baden-Württemberg (Vorsitzender der LABO 1992 - 1994)

## Vorwort



Bodenschutz ist eine Querschnittsaufgabe. Die Bewertung des Zustands und der Gefährdung von Böden erfordert eine medien- und fachübergreifende Betrachtungsweise; Daten über ihre chemische und physikalische Beschaffenheit werden ebenso benötigt wie solche aus anderen Umweltbereichen.

Diese übergreifende Betrachtungsweise ist die Grundlage für den Aufbau von Bodeninformationssystemen. Bodeninformationssysteme bestehen aus einem Verbund von Kernsystem, Datenbank und Methodenbank. Das Thema Kernsystem wurde in Heft 1 dieser Schriftenreihe behandelt. Die im vorliegenden Heft näher erläuterte Methodenbank stellt ein Werkzeug dar, mit dessen Hilfe die große Anzahl der für die fachlichen Auswertungen in Frage kommenden Methoden sicher angewendet werden kann.

Das Heft soll helfen, in den Grenzen bestimmter, einheitlicher, struktureller Vorgaben den Aufbau individueller Lösungen zu realisieren.

A handwritten signature in black ink, reading "Harald B. Schäfer".

Harald B. Schäfer  
Umweltminister des  
Landes Baden-Württemberg



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	3
<b>2</b>	<b>Aufgaben und Ziele der Methodenbanken</b> .....	5
<b>3</b>	<b>Die Methoden</b> .....	8
3.1	<i>Daten und Methoden</i> .....	10
3.1.1	Transparenz .....	11
3.1.2	Reproduzierbarkeit .....	11
3.1.3	Vergleichbarkeit .....	12
3.2	<i>Beziehungen zwischen Methoden</i> .....	12
3.3	<i>Strategie beim Aufbau von Methoden</i> .....	12
3.4	<i>Methodentypen</i> .....	13
3.4.1	Methoden zur Erfassung und Erhebung von Daten .....	13
3.4.2	Methoden zur Datenauswertung.....	13
3.4.3	Methoden zur Darstellung von Daten .....	14
<b>4</b>	<b>Methodenstrukturen</b> .....	14
4.1	<i>Zerlegung von Methoden</i> .....	14
4.2	<i>Module</i> .....	15
4.3	<i>Methoden als Informationslieferanten</i> .....	17
4.4	<i>Methoden(-banken) im Netzwerk</i> .....	17
4.5	<i>Methoden als Schnittstellen</i> .....	17
<b>5</b>	<b>Realisierung der Methodenbank</b> .....	18
5.1	<i>Technische Voraussetzungen</i> .....	18
5.2	<i>Client-Server Konzepte</i> .....	18
5.3	<i>Systemsteuerung</i> .....	20
5.4	<i>Organisationsstrukturen</i> .....	21
5.5	<i>Die Methodenbank im Fachinformationssystem</i> .....	22
<b>6</b>	<b>Empfehlungen zum Aufbau von Methodenbanken</b> .....	25
6.1	<i>Berücksichtigung fachlicher und technischer Entwicklungen</i> .....	25

6.2 Lösungskonzepte.....	25
--------------------------	----

## **Abbildungen**

Abb. 1	UIS als Verbund von Informationssystemen .....	4
Abb. 2	Prinzip des modularen Aufbaus der Methoden .....	8
Abb. 3	Ein Beispiel für Module im <i>Methodennetz</i> .....	9
Abb. 4	Beispiel der Dokumentation eines Moduls für die Methodenbank Abb. 4.1 Beispiel für eine Methodenbeschreibung .....	16
Abb. 5	Client-Server Prinzip .....	19
Abb. 6	Beispiel für Leistung der Systemsteuerung .....	20
Abb. 7	Struktur eines FIS und des Systemkerns .....	24

<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>27</b>
-----------------------------------	-----------



# 1 Einleitung

Der ressourcenschonende Umgang mit dem Boden setzt voraus, daß der Boden selbst, seine Interaktionen mit den anderen Medien und nicht zuletzt die gesellschaftlichen Ansprüche an ihn bzw. die anthropogenen Einflüsse auf ihn berücksichtigt werden. Umfang und Komplexität der relevanten Kenntnisse machen den Einsatz von Bodeninformationssystemen, die die Integration aller Wissensgebiete für Forschung und gesellschaftliche Entscheidungs- und Steuerungsprozesse unterstützen, unumgänglich.

Bodeninformationssysteme sind entsprechend des SAG-Konzepts (SAG 1989) keine geschlossenen Einheiten, sondern stellen einen Verbund unterschiedlicher Fachinformationssysteme dar, die von verschiedenen Organisationen betrieben werden können. Solche Verbünde setzen zunächst formale Vereinbarungen voraus, die Inhalte und Terminologien (Sprachen) der beteiligten Systeme zum Gegenstand haben. Für die Werkzeuge zur Handhabung dieser Vereinbarungen wurde eine neutrale Bezeichnung gewählt: Kernsystem (s. Ad-hoc AG 1993).

Kernsysteme sind u.a. Träger dieser Vereinbarungen in zweierlei Hinsicht:

- Sie sind durch ihre Strukturen Metasprache zur Beschreibung der Inhalte der beteiligten Systeme.
- Sie tragen die Beschreibungen der Inhalte der beteiligten Systeme im Sinne einer Datenbank.

Zusätzlich zu diesen Vereinbarungen müssen innerhalb der Bodeninformationssysteme Werkzeuge zur Anforderung von Informationen und zur Bereitstellung der eigentlichen Daten der Informationen vorhanden sein. An dieser Stelle greifen die Methodenbanken. Sie sind im Rahmen der Bereitstellung von Informationen wesentliche Leistungsträger (s. SAG 1987, SAG 1989 und Vinken 1992).

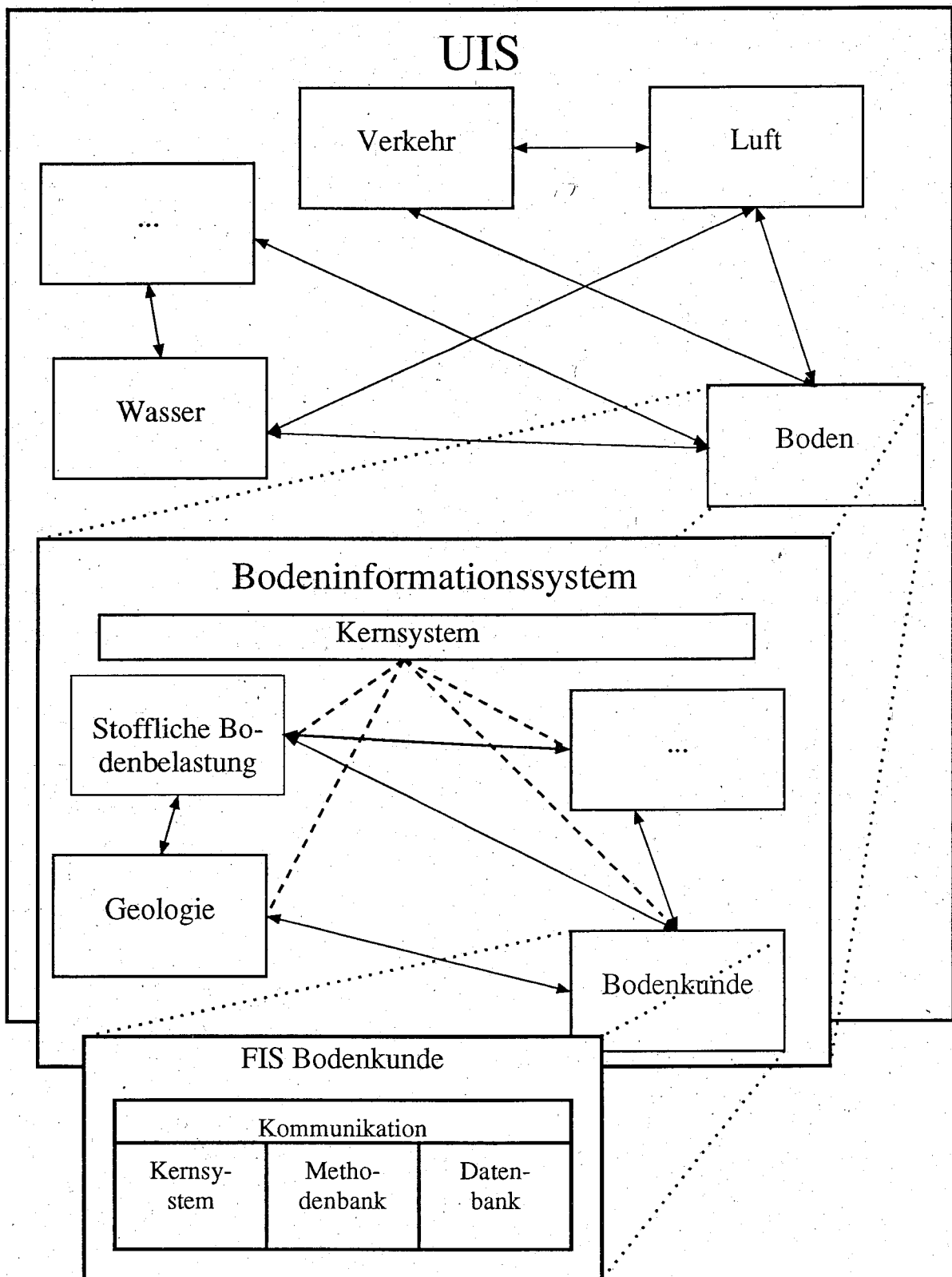
Erst der Verbund aus Kernsystem, Datenbanken und Methodenbanken ermöglicht dem Nutzer der Bodeninformationssysteme und Fachinformationssysteme eine sachgerechte Verarbeitung der Daten.

Die aus Kernsystem, Datenbanken, Methodenbank und notwendigen Kommunikationskomponenten aufgebauten Bodeninformationssysteme bilden wiederum Bausteine im Verbund inhaltlich umfassenderer Umweltinformationssysteme (s. Abb. 1). Die Grundstrukturen der einzelnen Fachinformationssysteme und Teilverbünde, für die ein Bodeninformationssystem als Beispiel stehen kann, sind idealerweise immer wieder dieselben.

Die Umweltministerkonferenz hat 1989 den Bundesländern die Einrichtung von Bodeninformationssystemen empfohlen. Für die Koordinierung wurde unterhalb des Bund/Länder-Arbeitskreises Bodenschutz (LABO) der Arbeitskreis Bodeninformationssysteme (AK-BIS) eingerichtet. Der AK-BIS wiederum hat die Ad hoc Arbeitsgruppe "Kernsysteme und Methodenbanken" beauftragt, in Fortschreibung der oben zitierten Ausarbeitung die Aufgaben und Funktionen der in die Bodeninformationssysteme bzw. Fachinformationssysteme zu integrierenden Kernsysteme und Methodenbanken zu formulieren. Der vorliegende Bericht beschreibt die Aufgaben und Funktionen der Methodenbanken. Er basiert auf Vorlagen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (H.-U. Bartsch, H.J. Heineke, J. Sbresny), die durch Erfahrungen vor allem aus den Bundesländern Bayern (E. Weihs, Baye-

risches Staatsministerium Landesentwicklung und Umweltfragen) und Nordrhein-Westfalen (V. Thiele, Bodenschutzzentrum NRW) ergänzt wurden.

**Abb. 1** UIS als Verbund von Informationssystemen



Entwurf: Bartsch und Sbresny, 1994

## 2 Aufgaben und Ziele der Methodenbanken

Produkte von Bodeninformationssystemen sind Informationen, die zu einem wesentlichen Teil aus Daten aufgebaut sind. Dazu müssen Bodeninformationssysteme Funktionen (s. z.B. Burrough 1986 oder Bill und Fritsch 1991)

- zum Erfassen, Speichern und Verwalten von Daten,
- zum Auswerten von Daten,
- zum Darstellen von Daten (in der Regel visuell) und
- zum Austauschen von Daten (im Verbund der Informationssysteme) umfassen.

Alle Funktionen müssen durch entsprechende Methoden realisiert werden. Die Menge der in Frage kommenden Methoden, die gerade für den fachspezifischen Bereich der Auswertung groß sein wird, verlangt damit innerhalb der Bodeninformationssysteme Methodenbanken (vgl. z.B. Burrough 1989, Vinken 1992, Müller et al. 1993, Thiele 1993), die folgende Aufgaben haben (vgl. Bartsch et al. 1992):

- Speicherung und Verwaltung der Beschreibung der Methodeneigenschaften und Programme und
- Anwendung der Methoden.

Bei der Erfüllung dieser Aufgaben sollen durch den Einsatz von Methodenbanken folgende inhaltlichen Ziele erreicht werden:

- Gewährleistung der Transparenz der Daten,
- Gewährleistung der Reproduzierbarkeit der Daten,
- Unterstützung einer sinnvollen und problemorientierten Integration von Daten und Methoden:
  - Zuordnung von Fragestellungen zu Methoden,
  - Sicherstellung der sinnvollen Verknüpfung von Daten und Methoden unter der Berücksichtigung von Daten- und Methodeneigenschaften,
  - Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Daten und Methoden,
- Unterstützung der Datenverarbeitung von der Erfassung bis zur Auswertung und Darstellung der Daten,
- Berücksichtigung des Umstandes, daß es für ein gewünschtes Ergebnis unter Umständen verschiedene Methoden geben kann und
- Schaffung eines formalen Rahmens für das Einbringen der Methoden.

Auf diese Weise soll sichergestellt werden, daß Daten und Methoden nur innerhalb der fachlich anerkannten Grenzen zum Einsatz kommen. Darüberhinaus müssen die Methodenbanken durch ihre Konstruktion Unterstützung

- bei der Wiederverwendung der Software,
- der Kommunikation innerhalb der Bodeninformationssysteme und
- beim problemorientierten Zugriff auf Daten und Methoden bieten.

Zur Erfüllung der obigen Ziele müssen die Methodenbanken eine Reihe von Randbedingungen einhalten, die sich aus informations- und verwaltungstechnischen und insbesondere fachlichen bzw. nutzungsorientierten Gründen ergeben. Die Methodenbanken, die im Zusammenhang mit Datenbanken die wesentlichen Leistungsträger bei der Bereitstellung von Daten sind, befinden sich in einem komplexen und dynamischen Umfeld, das inhaltlich wie folgt kurz umrissen werden kann:

Es gibt eine große Vielfalt bodenrelevanter Fragestellungen und Methoden. Die Menge der Fragestellungen und Methoden wird ständig verändert. Es kommen neue Fragestellungen und Methoden hinzu oder für bestehende Fragestellungen werden neue Methoden als geeigneter erkannt. Zusätzlich wenden sich Bodeninformationssysteme an unterschiedliche Nutzerkreise mit unterschiedlichen bodenkundlichen Fach- und DV-Kenntnissen.

Schon jetzt sind bei Verwaltung und Wissenschaft große Investitionen für Hard- und Software getätigt worden, um den Informationsansprüchen bezüglich umweltrelevanter Fragestellungen gerecht zu werden.

Für die Methodenbanken ergeben sich die folgenden Randbedingungen

- in verwaltungstechnischer Hinsicht:
  - Sie müssen Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit berücksichtigen.
  - Sie müssen sich in gewachsene Verwaltungsstrukturen integrieren lassen.
  - Sie müssen der Umweltproblematik, die per se nicht hierarchisch strukturiert ist, und den sich daraus ergebenden Verwaltungsstrukturen strukturell anpassbar sein.
- in nutzungsorientierter Hinsicht:
  - Sie müssen eine einheitliche Sicht auf Daten bzw. Informationen unterstützen.
  - Sie müssen den Nutzer der BIS von der Notwendigkeit zur Kenntnis technischer und auch inhaltlicher Details entbinden.
  - Sie müssen sich an verschiedene Anwendergruppen richten.
  - Sie müssen die Datenbehandlung auf unterschiedlichen Niveaus der Aggregation unterstützen.
  - Sie müssen fachübergreifend einsetzbar sein.
  - Sie müssen eine Integration fachlich verschiedener Umweltprobleme erlauben.
  - Sie müssen auf einem einheitlichen überschaubaren Konzept beruhen.
- in wissenschaftlicher Hinsicht:
  - Sie müssen für folgende Bereiche flexibel anpassbar sein:
    - \* Veränderung des Datenbestandes,
    - \* Veränderung des Methodenbestandes und
    - \* Veränderung der Fragestellungen.
  - Sie müssen im Falle von alternativen Methoden eine Auswahl erlauben.
  - Sie müssen Informationen zur Qualität der Zielgrößen geben.

- Sie müssen ein Gerüst bilden, anhand dessen sich methodische Lücken oder Ergänzungsmöglichkeiten feststellen lassen.
- in informationstechnischer Hinsicht:
  - Sie müssen sich in bestehende Rechnerumgebungen und -netze integrieren lassen.
  - Sie müssen sich in die Client-Server Technologie integrieren lassen.
  - Sie müssen die Möglichkeit zur Integration bestehender Standard- und Fachsoftware bieten.
  - Sie müssen einen einheitlichen Rahmen zur Integration der Methoden bilden.

Der Aufbau von Methodenbanken läßt sich in zwei Schritte unterteilen.

1. Zunächst muß ein einheitliches, überschaubares und fachübergreifendes Konzept in die Bodeninformationssysteme integriert werden. Durch den strukturellen Aufbau der Methodenbank muß die Idee unterstützt werden, bestehende Fach-Software zu integrieren. Aufgrund des fachlich breiten Spektrums an Anforderungen kann damit nur ein Rahmen zur Aufnahme fachlicher Methoden geschaffen werden. Bildlich gesprochen sind Methodenbanken ein Gerüst, in das die fachspezifischen und auch die fachunspezifischen Methoden eingehängt werden.
2. Die Integration der fachlichen Methoden in die Strukturen der Methodenbanken bildet den zweiten Schritt, der von den jeweiligen Fachinstitutionen durchgeführt werden muß. Er besteht aus dem Bereitstellen der fachlichen Methoden sowie aller Angaben zu ihren Eigenschaften und Anwendungszusammenhängen.

Grundlage für die Beschreibung der Eigenschaften der Methodenbanken innerhalb des Bodeninformationssystems ist eine Eingrenzung dessen, was eine Methode ist und die anschließende Analyse der in den Bodeninformationssystemen abzubildenden Methoden und Fragestellungen.

Methodenbanken setzen gut dokumentierte Daten und Methodenbestände voraus. Sie sollen parallel zu den Kernsystemen aufgebaut werden.

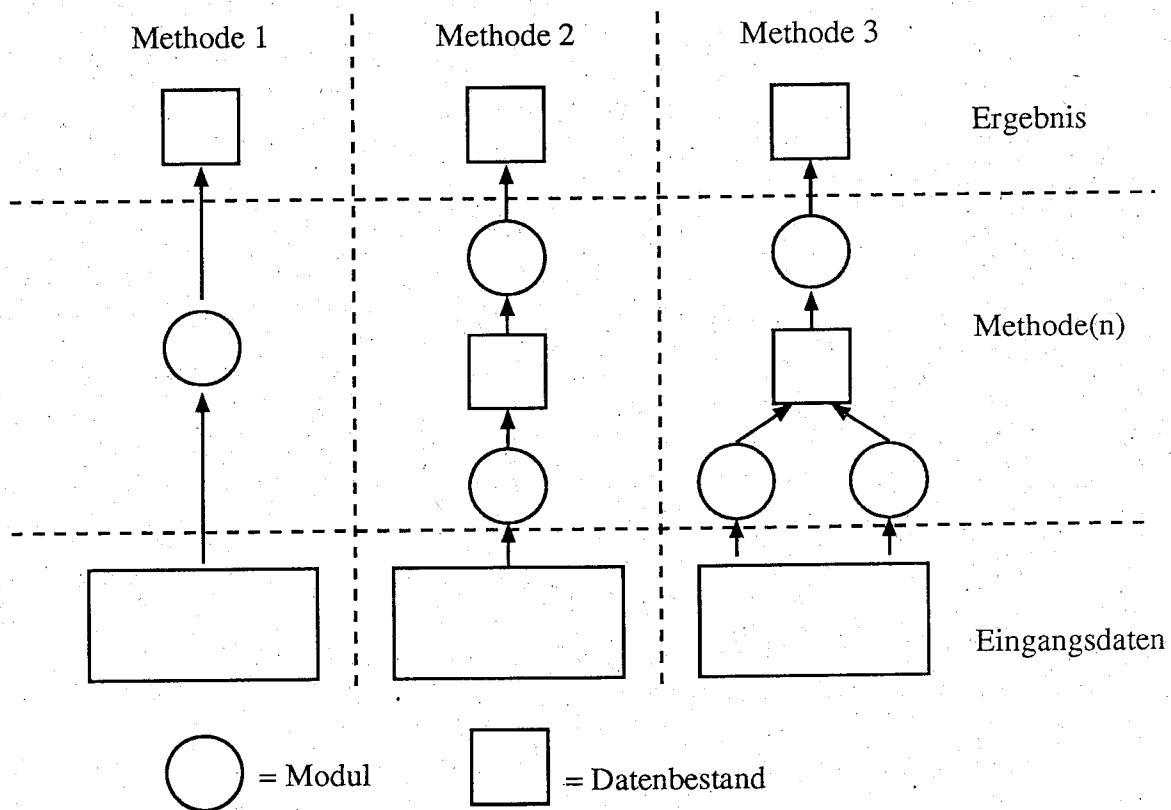
Die Menge der notwendigen Leistungen und Strukturen muß geeigneten Komponenten innerhalb der Bodeninformationssysteme bzw. Methodenbanken zugeordnet werden. Anhand der Aufgaben und Ziele der Methodenbanken läßt sich ablesen, daß die Methodenbanken mehr als bloße Sammlungen von Programmen sein müssen. Sie stehen im engen Zusammenhang mit den Metainformationen aus den Kernsystemen und müssen in der Lage sein, den Benutzer bei seinen Datenrecherchen und -verknüpfungen zu unterstützen. Das breite fachliche Spektrum der Methoden, die Vielgestaltigkeit der Datenbasen und Fragestellungen und die Integration der Methodenbanken in die Netze der Bodeninformationssysteme machen es notwendig, Methodenbanken als Werkzeuge zu konstruieren, die dynamisch auf Benutzeranfragen reagieren können, indem sie entsprechende Methoden unter der Einhaltung fachlicher Restriktionen aufbauen und anwenden.

### 3 Die Methoden

Bei der Diskussion von Methoden spielt die Unterscheidung in DV-technisch umgesetzte oder nicht umgesetzte Methoden zunächst keine Rolle. Es ist festzustellen, daß es verschiedene Methoden gibt, von denen ein Teil auf dem Rechner automatisiert ablaufen kann.

Wegen der großen Vielfalt der Methoden in den Bodeninformationssystemen wird der Aufbau einer Methodenbank nur dann gelingen, wenn allgemeine Strukturen identifiziert sind, die sich in allen Methoden wiederfinden. Diese Grundstrukturen sind dann durch entsprechende Konzepte in den Methodenbanken abgebildet.

**Abb. 2 Prinzip des modularen Aufbaus der Methoden**

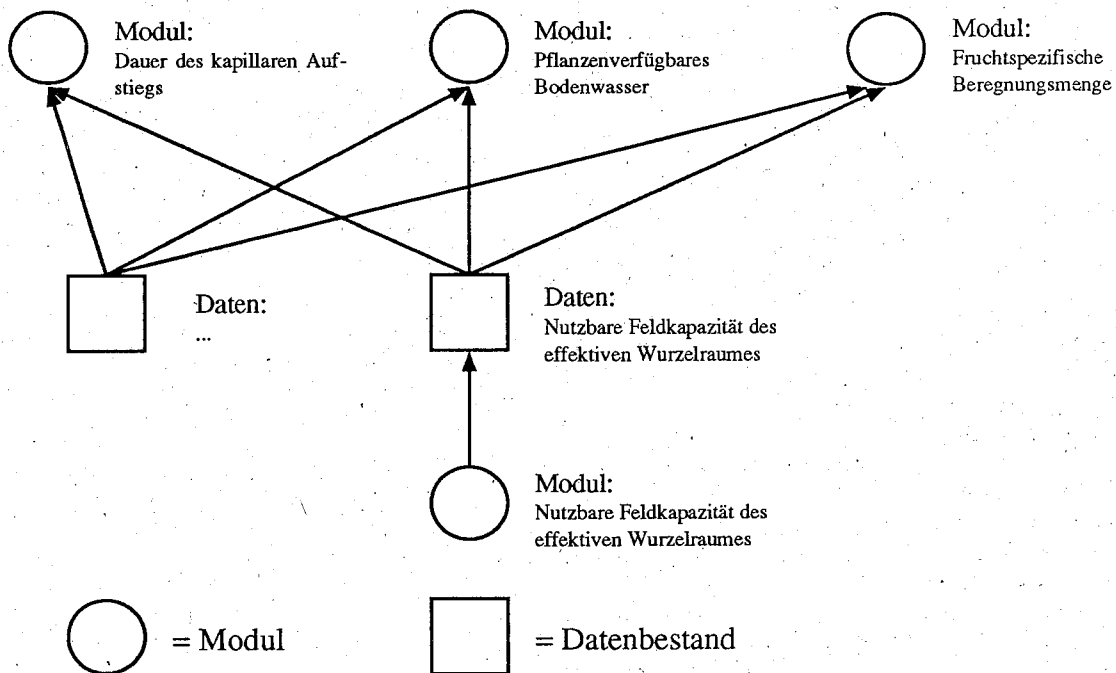


Entwurf: Bartsch und Sbresny, 1993

Die Grundüberlegung (s. Abb. 2) zum Aufbau von Methoden innerhalb der Bodeninformationssysteme geht davon aus, daß sich jede Methode aus verschiedenen Schritten zusammensetzt, die in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden müssen, um zu einem sinnvollen Ergebnis zu kommen. **Der Baum von den Eingangsdaten über die Verarbeitungsschritte zu den Ergebnissen bildet eine Methode. Jeder Verarbeitungsschritt einer Methode wird als Modul bezeichnet, sofern es sich um eine abgeschlossene Einheit handelt, die u. U. in anderen Zusammenhängen wieder eingesetzt werden kann.** Jedes dieser Module erfüllt spezifische Aufgaben. Innerhalb der Module müssen diejenigen Spezifika be-

handelt werden, für die das allgemeine Werkzeug Methodenbank nicht eingesetzt werden kann. Die Gesamtheit aller möglichen Methoden bildet ein Netz (s. Abb. 3), indem die Verarbeitungsschritte in verschiedenen Methoden eingesetzt werden können. In Anbetracht der vielfältigen fachlichen Methoden, die in den Methodenbanken einheitlich abgebildet werden müssen, ergeben sich aus dieser Grundüberlegung verschiedene Alternativen, die Methodennetze zu behandeln. Die große fachliche Dynamik (s. Kap. 2), die sich u. a. im raschen Wandel der Fragestellungen und der bodenrelevanten Methodik ausdrückt, läßt den Aufbau von Methodenbanken ratsam erscheinen, die die Methodennetze dynamisch behandeln können. Demgegenüber steht die Alternative, daß die Methodennetze fest gespeichert werden müssen. Will man bei dieser Alternative alle möglichen Ergebnisse berücksichtigen, die sich aus allen möglichen Modulkombinationen (Methoden) ergeben, so müssen alle möglichen Kombinationen im Vorhinein beschrieben und programmtechnisch umgesetzt werden. Dies ist im Rahmen von Bodeninformationssystemen, einem Verbund einer ganzen Reihe von Fachinformationssystemen, die möglicherweise alle über eigene Methodenbanken verfügen, schwierig, ohne die Informationsmöglichkeiten der Systeme einzuschränken.

**Abb. 3 Ein Beispiel für Module im Methodennetz**



Entwurf: Bartsch und Sbresny, 1993

Für die weiteren Ausführungen ist die Festlegung wichtig, unter dem Begriff "Methode" immer die einzelnen Verarbeitungsschritte und ihre Zusammenhänge zu subsumieren, um so den komplexen Anforderungen der Bodeninformationssysteme an die Methodenbanken gerecht zu werden.

Unabhängig von der Tatsache, ob Methoden lediglich beschrieben oder als ausführbare Programme vorliegen, müssen sie dokumentiert werden (Ad-hoc AG 1993). Im Verbund der

Bodeninformationssysteme sind hierzu zunächst die Kernsysteme zuständig. In den Kernsystemen müssen alle Methoden direkt oder indirekt über Verweise beschrieben sein, die innerhalb der Bodeninformationssysteme analog oder digital zum Einsatz kommen. Die Menge der im Kernsystem dokumentierten Methoden wird also weit über die Menge der Methoden in Methodenbanken, in denen sich lediglich die digitalen bzw. automatisierten Methoden befinden, hinausgehen.

Während sich die Metadaten der Kernsysteme in einer durch den Nutzer direkt interpretierbaren Form befinden, findet sich in Methodenbanken, in dem hier diskutierten Sinn, die formale Sammlung noch zu definierender Eigenschaften der Methoden. Sie werden gespeichert und zur automatisierten Nutzung bereit gehalten.

So gesehen können die Kernsysteme und Methodenbanken durch die im folgenden angegebenen Merkmale gegeneinander abgegrenzt werden (s. z.B. Abb. 4):

- In den Methodenbanken finden sich die formalen Beschreibungen der Eigenschaften der Methoden, die zur automatisierten Interpretation gedacht sind.
- Im Kernsystem finden sich Beschreibungen, die nicht zur automatisierten Interpretation gedacht sind, sondern der Information der Nutzer dienen.
- Die Menge der Methoden in der Methodenbank ist immer nur eine Teilmenge der Methoden, die im Kernsystem beschrieben sind.

### 3.1 Daten und Methoden

Voraussetzung zum Aufbau von Methodenbanken - mit dem Ziel der Unterstützung einer einheitlichen Repräsentation aller Inhalte eines Informationssystems - ist das Erkennen der Zusammenhänge zwischen Methoden und Daten. Für die Nutzung von Methoden sind ihre Eigenschaften in einer ziel- bzw. datenorientierten Sicht tatsächlich nicht relevant, sofern sichergestellt werden kann, daß abgeleitete Methodenergebnisse (Daten) den gestellten Anforderungen entsprechen. Die Entscheidung für oder gegen eine Methode fällt über die Eigenschaften der Eingangsdaten und der Ergebnisse (vgl. Abb. 4). Das heißt, daß im Prinzip die Strukturen zur Beschreibung von Dateneigenschaften dieselben sind, mit denen auch die Eigenschaften der Methoden in der Methodenbank formal beschrieben werden können. Sie müssen lediglich um eine Anzahl von Verwaltungsattributen ergänzt werden, die z.B. zum Anwenden der Methoden benötigt werden (vgl. Abb. 2). Diese Sicht, die Methoden über ihre Ergebnisse zu beschreiben, bildet die Grundvoraussetzung zu einem durchgängigen Aufbau und zu einer Integration von Methodenbanken und Kernsystemen.

Allerdings ist diese zweckorientierte konzeptionelle Sicht nicht vollständig. Tatsächlich bildet die Beschreibung und Kenntnis von Methodeigenschaften eine Grundlage zur Ableitung von Eigenschaften der Methodenergebnisse und bestimmt damit die Auswahl und Entscheidung für bestimmte Methoden in Abhängigkeit von Fragestellung und Eigenschaften der vorhandenen (Eingangs-) Daten.

Weiterhin zu beachten sind qualitative Beschreibungen der Daten, die besonders im Zusammenhang mit dem Einsatz von Methoden relevant werden, da sich die Qualität von Daten durch Art und Anzahl der Verarbeitungsschritte drastisch verändern kann (Burrough et al. 1989, Goodchild und Gopal 1992).

Um ein einheitliches Konzept für die Bodeninformationssysteme zu verwirklichen, seien folgende konzeptionelle Grundlagen der Methodenbanken dargestellt:



- Fragestellungen - geforderte Daten - bestimmen die einzusetzenden Methoden,
- alle Daten resultieren aus Methoden und
- alle Methoden können formal gleich aufgebaut werden (s. Abb. 2)

Bei der Betrachtung von Methodenbeschreibungen (vgl. z.B. Haber et al. 1988, Müller et al. 1992, AG Bodenkunde 1994) muß man sich vergegenwärtigen, daß es unterschiedliche Sichten auf Methoden gibt. Auf der einen Seite steht die formale (technische) Beschreibung, die bei der automatischen Bereitstellung von Daten genutzt werden kann. Auf der anderen Seite steht der Betreiber bzw. Nutzer, der eine wesentlich andere Art der Beschreibung als Arbeitsgrundlage und Interpretationshilfe für unterschiedliche Fragestellungen benötigt. So kann eine formale Beschreibung einer Methode sämtliche Bodenarten, für die die Methode sinnvolle Ergebnisse liefert, in Form von Bodenartensymbolen oder Korngrößenanteilen auflisten, während die an den Nutzer gerichtete Beschreibung auch umgangssprachliche Kategorien oder solche aus verschiedenen Fachgebieten enthalten kann.

Die automatische Nutzung der Methodendokumentation findet auf syntaktischer Ebene statt. Eine semantische Analyse soll nicht durch den Rechner vorgenommen werden. Sie wird zuvor durch den Betreiber der Methodenbank vorgenommen, dem die eigentlichen Verarbeitungsschritte der Methoden inhaltlich zum Zeitpunkt des Einstellens einer Methode in die Methodenbank bekannt sein müssen. Liegen z.B. zwei Methoden zur Abschätzung eines Gefährdungsrisikos vor, die strukturell das gleiche Ergebnis produzieren, so kann der Betreiber der Methodenbank diese beiden Methoden unter zwei verschiedenen Namen nebeneinander in die Methodenbank einstellen. Die Dokumentation aus dem Kernsystem kann dem Benutzer weitere Interpretationshilfen geben.

Die Bedeutung der inhaltlichen Methodendokumentation wird zunehmend erkannt und bildet den Diskussionsgegenstand verschiedener Arbeitsgruppen (Lenz und Herderich 1993, Lenz 1993), die eine Formalisierung und Homogenisierung der Beschreibung der Eigenschaften von Methoden anstreben. Metadaten über Methoden bilden eine wesentliche Grundlage zur Auswahl der in die Bodeninformationssysteme aufzunehmenden Methoden.

Methodendokumentationen müssen Transparenz, Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit gewährleisten.

### 3.1.1 Transparenz

Zwei eng zusammenhängende Aspekte sind hier von Bedeutung. Zunächst muß der Entstehungsweg jedes durch eine Methode produzierten Datums transparent sein. Das heißt, der Nutzer muß die Methode nachvollziehen können. Ferner muß sichergestellt werden, daß sowohl die einzelnen Schritte der Methode in ihren Eigenschaften als auch der Zusammenhang der einzelnen Schritte nachvollziehbar sind. Außerdem müssen die verarbeiteten Daten über alle Schritte in ihren Eigenschaften transparent sein.

### 3.1.2 Reproduzierbarkeit

Ein produziertes Datum kann nur unter der Einschränkung reproduzierbar sein, daß die zugrundeliegenden Daten und Methodenbestände nicht verändert worden sind. Wird die Reproduzierbarkeit gewünscht, so muß ein Protokoll über die zur Anwendung gekommenen Daten und Methoden geführt werden (s. z.B. auch: GLP 1983). Damit wird gefordert, daß dieselben Eingabedaten und Methoden immer wieder dasselbe Ergebnis produzieren. Dies

hat z.B große Bedeutung, wenn die Methodenergebnisse als Entscheidungsgrundlage bei rechtsverbindlichen Vorgängen eingesetzt werden sollen.

### 3.1.3 Vergleichbarkeit

Ergebnisse der Anwendung derselben Methode auf verschiedene Daten der gleichen Art oder unterschiedlicher Methoden auf dieselben Daten sind dann vergleichbar, wenn sie im Rahmen bestimmter Fehlertoleranzen gleich sind. Bei entsprechenden Vergleichen ist eine Fehlerbetrachtung unerlässlich.

## 3.2 Beziehungen zwischen Methoden

Daten werden durch Methoden erzeugt. Allerdings sind für die meisten Daten verschiedene Methoden vorstellbar. Hat man für einen bestimmten gewünschten Datenumfang eine Menge von Methoden zur Verfügung, so muß eine Entscheidung darüber gefällt werden, welche Methode angewendet werden soll. An dieser Stelle soll auf zwei besondere Beziehungen zwischen Methoden hingewiesen werden, die geklärt sein müssen, wenn zu entscheiden ist, ob die Anwendung einer einzigen Methode ausreichend ist, oder ob mehrere Methoden eingesetzt werden müssen.

### **Konkurrenz**

Sie liegt vor, wenn ein Datenumfang durch alle Methoden einer gegebenen Menge von Methoden erzeugt werden kann, wobei jede Methode allein in der Lage ist, den Ergebnisdatenumfang voll zu erzeugen.

### **Ergänzung**

Sie liegt vor, wenn zur Erzeugung eines Ergebnisdatenumfanges gleichzeitig alle Methoden aus einer gegebenen Menge von Methoden eingesetzt werden müssen, wobei keine Methode allein in der Lage ist, den Datenumfang voll zu erzeugen.

Innerhalb tatsächlicher Methoden können sich Konkurrenz und Ergänzung an verschiedenen Stellen in verschiedenen Konstellationen finden.

## 3.3 Strategie beim Aufbau von Methoden

Neben den oben genannten Anforderungen können weitere Punkte angeführt werden, die beim Aufbau von Methoden berücksichtigt werden müssen, darunter:

- Gültigkeit oder Ungültigkeit von Kommutativgesetz oder Assoziativgesetz (Weihs 1985) zwischen den Modulen,
- Kosten, die bei der Anwendung einer Methode entstehen,
- Laufzeitverhalten der Methoden zum Zeitpunkt der Ausführung,
- Verfügbarkeit von Daten,
- Genauigkeiten der erzielten Ergebnisse und
- Einsatz von vorgeschriebenen Methoden

Werden beim Aufbau und Einsatz von Methodenbanken Werkzeuge eingesetzt, die Methoden automatisch generieren, so müssen derartige strategische Überlegungen bei der Konzep-

tion der entsprechenden Werkzeuge berücksichtigt werden. Durch die Realisierung entsprechender Werkzeuge werden wiederum Methoden beschrieben. Diese Arten der Methoden enthalten Formalismen zur Konstruktion von Methoden und werden deshalb Metamethoden genannt.

### 3.4 Methodentypen

Die Methoden lassen sich in Anlehnung an die unter den Zielsetzungen aufgeführten Funktionen aufteilen, die unter Umständen unterschiedlich berücksichtigt werden können bzw. müssen. Dies hat aber eher technische als primär inhaltliche Gründe und bekommt erst im Rahmen einer Realisierung von Methodenbanken eine größere Bedeutung. Innerhalb jedes Methodentyps werden sich sowohl fachspezifische als auch fachunspezifische Methoden finden.

#### 3.4.1 Methoden zur Erfassung und Erhebung von Daten

Erfassungsmethoden werden im wesentlichen beim Aufbau von Datenbeständen angewendet (Maguire et al. 1991). Die Bedeutung dieser Methoden darf keinesfalls unterschätzt werden, da sie sicherstellen müssen, daß sich die Datenbestände der Informationssysteme in einem normierten und homogenisierten Zustand befinden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Auswertungsmethoden (s.u.) eine wesentliche Grundvoraussetzung für das Funktionieren der Methodenbanken.

Die Menge der Erfassungsmethoden beschränkt sich nicht auf die Erfassung digitaler Daten. Erfassungsmethoden greifen schon viel früher, z.B. bei den Geländearbeiten zur Erhebung von Daten (vgl. z.B. Symbolschlüssel Geologie 1991, Datenschlüssel Bodenkunde 1984, Bund-Länder-AG Dioxine 1991 oder Müller et. al. 1994 ). Schon hier müssen normierte Methoden eingesetzt werden, um valide und vergleichbare Daten bereitstellen zu können. Es ist gerade dann von entscheidender Bedeutung, daß Erfassungsmethoden ausreichend dokumentiert werden, wenn die Datenbestände zwischen Informationssystemen ausgetauscht werden sollen. Erfassungsmethoden sind derart vielgestaltig (z.B. Online-Erfassung im Laborbereich), daß im einzelnen Fall entschieden werden muß, inwieweit sie in vollem Umfang in Methodenbanken eingebracht werden müssen, ohne die Leistungsfähigkeiten der Methodenbanken zu überfordern, bzw. deren Funktionalitäten unnötig aufzublähen.

Einen Sonderfall der Erfassungsmethoden bilden automatische Methoden zur Anpassung von Datenbeständen an Normen. Sie haben besonders dort ihre Bedeutung, wo es "Altdaten"-Bestände gibt, deren Terminologie sich nicht an die z.B. in den Kernsystemen dokumentierten Normen hält oder bei der länder- oder fachübergreifenden Anpassung von Datenbeständen.

#### 3.4.2 Methoden zur Datenauswertung

Hierunter fallen alle Datenauswahlen mit oder ohne weitere Manipulation. Die Methoden zur Datenauswertung (Maguire et al. 1991) können viele Arbeitsschritte unterschiedlichster Eigenschaften umfassen (Beispiele bei Fürst 1989, Weidemann 1989, Peschel 1991, Oelkers 1993 oder Kleefisch und Köthe 1993). Eine weitere Unterteilung dieser Methoden ist nicht sinnvoll, wenn man von den besonderen Problemen absieht, die sich aus der Verarbeitung von Geometrien (s. z.B. Freska und Habel 1991 Neumann et al. 1992), Texten oder Bildern (Meyer-Wegener 1991) ergeben.

### 3.4.3 Methoden zur Darstellung von Daten

Dieser Typ von Methoden verarbeitet die Daten nicht mehr im bisher diskutierten Sinne, sondern sie stellt die Ergebnisse lediglich dar (Bartsch 1992). Dieser Umstand darf aber nicht über die besondere Bedeutung hinwegtäuschen, da sie dem Nutzer den einzigen Zugang zu den Daten bieten. Dazu müssen die Beziehungen zwischen Darstellungszielen und Darstellungsmitteln analysiert und abgebildet werden.

Daten sind im geowissenschaftlichen Bereich häufig komplex aufgebaut und bedürfen einer entsprechenden Aufbereitung. Oft kann nur ein Teil der Daten oder nur ein bestimmter Aspekt dargestellt werden. Dargestellt werden Objekte mit ihren Eigenschaften und die Beziehungen zwischen den Objekten unter Berücksichtigung von Raum und Zeit, wie z.B. die Verlagerung von Stoffen im Boden.

Viele der benötigten Darstellungsmethoden sind in ihren Eigenschaften nicht auf die Bodeninformationssysteme beschränkt. Bodeninformationssystemtypische Besonderheiten finden sich z.B. in der Gestaltung von Schnitten oder in der Symbolik.

## 4 Methodenstrukturen

Die Dynamik der umweltrelevanten Methodik unter Berücksichtigung von Datenlage, Verfügbarkeit von Methoden und Fragestellung läßt eine ausschließlich statische Abbildung von Methoden in den Methodenbanken nicht geeignet erscheinen. Methoden sind deshalb im allgemeinen als Strukturen aufzufassen, die erst im Fall der Anforderung bestimmter Daten dynamisch erstellt werden.

### 4.1 Zerlegung von Methoden

Die Grundstrategie, mit der Dynamik der Methoden umzugehen, besteht in der Zerlegung von Methoden in Module (vgl. Kap. 3). Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Die Größe der Module ist überschaubar.
- Module lassen sich unter Einhaltung von Restriktionen miteinander kombinieren und sind in verschiedenen Zusammenhängen anwendbar.
- Module lassen sich unabhängig voneinander betrachten, beschreiben und in die Methodenbanken einstellen.
- Modulbestände können aktiv auf neue Kombinationsmöglichkeiten durchsucht werden. Damit kann das Informationspotential der Bodeninformationssysteme erhöht werden.
- Bestehende Verarbeitungsschritte können als Modul in die Methodenbanken eingebracht und dokumentiert werden. Beliebige vorhandene Programme (z.B. Simulationsmodelle) können als Module aufgefaßt werden.

## 4.2 Module

Module sind die kleinsten beschreibbaren Einheiten der Methoden. Sie bilden den Hauptgegenstand der Methodenbanken. Aus ihnen können komplexe Methoden zusammengesetzt werden.

Idealerweise bilden Module Arbeitsschritte ab, deren Ergebnisse fachlich interpretierbar sind. Jedes Modul sollte eine einzige Ergebnisart erzielen. Allerdings sind in der Realität kaum solche Module vorhanden. Häufig werden komplexe Programmsysteme realisiert und eingesetzt, deren Handhabung (Bedienung, Dokumentation, Modifikation) mit großem Aufwand verbunden ist. Formal erfüllen auch solche Konstrukte die Anforderungen von Modulen, weshalb sie in Methodenbanken integrierbar sind.

Module müssen einheitlich dokumentiert in die Methodenbanken eingestellt werden. Der Umfang der Dokumentation muß sowohl technische als auch inhaltliche Aspekte umfassen. Für den zu automatisierenden Bereich reichen folgende Angaben (Ad-hoc AG 1993 S. 28 und Abb. 4 / Abb. 4.1):

- Eingangsdatenbestände,
- Ergebnisdatenbestände,
- formale Beschreibung der sinnvoll verarbeitbaren Eingangsdaten (Anwendungsrestriktionen) und
- formale Beschreibung der Anwendungszusammenhänge (z.B.: Maßstabs- oder Maßnahmenbezogenheit)

Sinnvollerweise sollten diese Angaben um folgendes ergänzt werden:

- Angaben zur Qualität der Module und
- Angaben zur Qualität der Ergebnisse in Abhängigkeit von den Eingangsdaten

Die Qualitätsangaben können in verschiedenen Weisen von rein qualitativen Aussagen bis hin zu exakten Quantifizierungen gegeben werden.

Weitergehende Informationen zu Modulen, wie z.B. Algorithmen oder Verweise auf fachliche Dokumentationen, die für einen Nutzer von Bedeutung sind, gehören nicht in die Methodenbank, sondern zur Beschreibung innerhalb der Kernsysteme (Ad-hoc AG 1993 S. 28 und Abb. 4 / Abb. 4.1).

Module werden entsprechend ihrer Eigenschaften ausgesucht und in Abhängigkeit von Datenlage und Fragestellung zu Methoden entsprechend der gewählten Strategie (Metamethode) zusammengesetzt und ausgeführt. Bei der Auswahl von Modulen und Konstruktion der Methode werden zunächst Anwendungsrestriktionen und Anwendungszusammenhänge betrachtet. Daran anschließend müssen strategische Überlegungen unter Einbeziehung von Konkurrenz und Ergänzung (s. Kap. 3.2) vorgenommen werden.

Methoden können dynamisch aufgebaute Strukturen für eine bestimmte Fragestellung sein. So finden sich in der Methodenbank in der Regel keine fertigen Methoden, sondern nur die in ihren Eigenschaften beschriebenen Module. Allerdings müssen Methodenbanken die Möglichkeit bieten, Methoden fest einzustellen, wenn es erforderlich wird, für ein bestimmtes Ergebnis stets die gleichen Daten und Methoden einzusetzen.

**Abb. 4 Beispiel der Dokumentation eines Moduls für die Methodenbank**

<b>Name</b>	FSMw (= Gefährdung des Grundwassers durch Schwermetalle)
<b>Eingangsdaten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge aller zu einem Profil gehörenden Horizontbeschreibungen als geordnete Liste mit den atomaren Attributen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert (neg. dekadischer Logarithmus der Wasserstoffprotonenkonzentration)</li> <li>- Horizont (nominalskaliert; nach KA3)</li> <li>- Horizontmächtigkeit [cm]</li> <li>- Bodenart (nominalskaliert; nach KA3)</li> <li>- Grobboden/Festgestein (nominalskaliert; nach KA3)</li> <li>- Humusgehalt (ordinalskaliert; Stufen [1,...,5]; nach KA3)</li> </ul> </li> <li>• Beschreibung des Standortes des Profiles mit den atomaren Attributen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundwasserstufe (ordinalskaliert; Stufen [1,...,7]; nach KA3)</li> <li>- Klimatische Wasserbilanz (ordinalskaliert; Stufen [1,...,5]; nach KA3)</li> </ul> </li> <li>• Angaben zum Metall mit dem atomaren Attribut: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metallname (nominal skaliert, chemisches Symbol)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Anwendungsrestriktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anwendbar auf landwirtschaftlich genutzte Gebiete (Nutzung nominal skaliert; Datenschlüssel Bodenkunde)</li> <li>• nicht anwendbar auf natürlich oder anthropogen stark belastete Böden (Konzentration [ppm]; &gt; Normalwert entsprechend empirischer Untersuchungen)</li> </ul>
<b>Ergebnis:</b>	potentielle Gefährdung des Grundwassers durch ein Schwermetall als atomarer Wert = FSMw (ordinalskaliert; Stufen [1,...,5])
<b>Qualität:</b>	offen

vgl. Ad-hoc AG 1993, S. 28

KA3 = Bodenkundliche Kartieranleitung (AG Bodenkunde 1982)  
 Datenschlüssel Bodenkunde (Oelkers 1984)

**Abb. 4.1 Beispiel für eine Methodenbeschreibung**

<b>Methodenbeschreibung</b>	
<b>Inhalt</b>	Gefährdung des Grundwassers durch Schwermetalle
<b>Eingangsdaten</b>	<p>Menge aller zu einem Profil gehörenden Horizontbeschreibungen als geordnete Liste mit den atomaren Attributen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert</li> <li>- Horizont</li> <li>- Horizontmächtigkeit</li> <li>- Bodenart</li> <li>- Grobboden/Festgestein</li> <li>- Humusgehalt</li> </ul> <p>Beschreibung des Standortes des Profiles mit den atomaren Attributen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundwasserstufe</li> <li>- Klimatische Wasserbilanz</li> </ul> <p>Angaben zum Metall mit dem atomaren Attribut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metallname</li> </ul>
<b>Kennwert</b>	potentielle Gefährdung des Grundwassers durch ein Schwermetall als atomarer Wert = FSMw (ordinalskaliert; Stufen 1-5)
<b>Kennwertermittlung</b>	Die Kennwerte werden ermittelt mit Hilfe der Verknüpfungsregeln (VKR) 2, 3.1, 4.1, 5 und 7.
<b>Qualität der Ergebnisse</b>	Die Kennwerte sind als relative Ergebnisse auf Nominalskalenniveau (Stufen 1-5 / sehr gering - sehr stark) zu interpretieren.
<b>Anwendungsrestriktionen</b>	<p>anwendbar auf landwirtschaftlich genutzte Gebiete (Nutzung nominalskaliert; Datenschlüssel Bodenkunde)</p> <p>nicht anwendbar auf natürlich oder anthropogen stark belastete Böden (Konzentration [ppm]; &gt; Normalwert entsprechend empirischer Untersuchungen)</p>
<b>Anmerkungen</b>	<p>Der pH-Wert kann auch mit Hilfe von VKR 1 ermittelt werden.</p> <p>Die Eingangsdaten Auflagehorizont und Grobboden/Festgestein sind keine Voraussetzung für die Kennwertermittlung; sie werden nur bei Vorhandensein berücksichtigt.</p>
<b>Verantwortlicher Ansprechpartner</b>	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
<b>Quelle</b>	DVWK (1988): Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen. DVWK-Merkblatt 212, Teil I: Beurteilung der Fähigkeit von Böden zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren. Verlag Paul Paray.
<b>Alternative Methode</b>	keine alternative Methode bekannt
<b>Rechliche Grundlage</b>	fehlt bisher

### 4.3 Methoden als Informationslieferanten

Erst der zum Verständnis notwendige Kontext zwischen Fragestellung und Erzeugung der Daten kann beim Nutzer sinnvolle Informationen entstehen lassen. Durch den einheitlichen Aufbau der Methodenbanken liefern diese neben der eigentlichen Bereitstellung der Daten einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Daten, da in ihnen die einzelnen Verarbeitungsschritte und ihr Zusammenhang beschrieben sind.

### 4.4 Methoden(-banken) im Netzwerk

Da jeglicher Austausch im Bodeninformationssystem einen Austausch von Daten darstellt und Daten nur über Methoden bereitgestellt werden können, wird ein einfaches und einheitliches Konzept zur Bereitstellung von geowissenschaftlichen Informationen innerhalb des gesamten Bodeninformationssystems benötigt. Das bedeutet, daß alle beteiligten Fachinformationssysteme nicht nur über Datenbanken, sondern auch über Methodenbanken verfügen müssen. Ob diese Verfügbarkeit unmittelbar, das heißt am jeweiligen Informationssystem, oder nur mittelbar, das heißt an einer beliebigen Stelle innerhalb des Bodeninformationssystems, sein muß, hängt von der Konfiguration des Bodeninformationssystems bzw. der einzelnen Fachinformationssysteme ab.

Ist diese Voraussetzung gegeben, so spielt es im Prinzip (bei Vorhandensein entsprechender Netzwerke und Protokolle) keine Rolle mehr, welcher Methodenbank man sich von einem gegebenen Fachinformationssystem aus bedient.

### 4.5 Methoden als Schnittstellen

In den heterogenen Verbänden der Bodeninformationssysteme gibt es verschiedene Begriffswelten, die im Kernsystem vereinigt werden. Aus dieser formalen Vereinigung in der Metaebene erwächst nicht notwendigerweise eine Homogenisierung und Normierung der eigentlichen Datenbestände in den Fachinformationssystemen. Ein klassisches und vergleichsweise einfaches Problem ist hier z. B. die unterschiedliche Abbildung von Lagebeschreibungen im Gauß-Krüger oder im UTM-System. Ein geeigneter Aufbau der Methodenbanken kann nun mit dieser Art von Problemen umgehen. Muß man in einem Informationssystem A, in dem es eine "Gauß-Krüger-Welt" gibt, auf Daten eines Systems B mit einer "UTM-Welt" zugreifen, so reicht es aus, im System A eine Methode in die Methodenbank zu integrieren, die die entsprechenden Transformationen leistet und die Methodenbank des "UTM-Systems" B beauftragt, die gewünschten Daten zu liefern, welche dann im System A als Eingangsdaten der Transformationsmethode behandelt werden. Ähnliche Beispiele können für viele Bereiche angegeben werden. Genannt sei hier z.B. die Ableitung von Bodenartensymbolen aus Prozentangaben zum Korngrößengemisch oder eine nicht triviale Zuordnung chemischer Stoffnamen zu Strukturformeln. Allgemein können so Methodenbanken als die inhaltlichen Schnittstellen im Verbund der Bodeninformationssysteme eingesetzt werden.

Diese Interpretation der Methodenbanken - bzw. der Daten der Information, die durch die Methodenbanken erzeugt wird - als einzige Schnittstelle im Verbund, erlaubt den schrittweisen Aufbau von Kernsystemen (im Sinne eines einen Verbund umfassenden Metasystems), in dem Bodeninformationssysteme schon dann funktionsfähig sein können, wenn nur die zwischen den Systemen auszutauschenden Daten bzw. Informationsarten fachinformationssystemübergreifend dokumentiert sind. Solche Übereinkünfte müßten nicht einmal an zentra-



ler Stelle vorhanden sein, sondern könnten z. B. bilateral zwischen zwei Systemen innerhalb eines Bodeninformationssystems getroffen werden. Allerdings bestünde dann die Gefahr von Lücken im "Netz der Metainformationen". Trotzdem ist der Ansatz, in den Kernsystemen zunächst nur soviel wie nötig dokumentieren zu müssen, im Sinne der Machbarkeit der Bodeninformationssysteme notwendig.

## 5 Realisierung der Methodenbank

Innerhalb der Methodenbanken müssen die Methoden mit den gezeigten Eigenschaften abgebildet werden. Dabei müssen die Zielvorgaben (s. Kap. 2) eingehalten werden.

### 5.1 Technische Voraussetzungen

Zum Aufbau der Methodenbanken kann nur teilweise auf gängige Technologien zurückgegriffen werden. Insbesondere seien hier die Vorteile genannt, die moderne Datenbanksysteme bieten, wie die verteilte Datenhaltung (Özsu und Valduriez 1991, Lamersdorf 1992) und standardisierte Schnittstellen (z.B. SQL2 1992 oder ODBC 1993), die zumindest für den Bereich der Attributdaten und der gleich aufgebauten formalen Metadaten der Methodenbanken sinnvoll eingesetzt werden können. Die Speicherung und Verarbeitung geometrischer Daten werfen dagegen große Probleme auf.

Für den großen Bereich der fachlichen Methodik kann oftmals nur auf Software zurückgegriffen werden, die weder inhaltlich noch technisch einwandfrei ist. In diesem Punkt müssen beim Aufbau der Methodenbanken noch erhebliche Anstrengungen unternommen werden.

Die Methodenbanken und ihre Werkzeuge (s. Kap. 5.2) selbst stellen in der notwendigen Form, auch von der informationstechnischen Seite, in weiten Teilen noch Neuland dar. Es ist bis jetzt nur zum Teil möglich, Werkzeuge mit entsprechenden Fähigkeiten am Markt zu erwerben.

Beim Aufbau der Methodenbanken müssen Produkte integriert werden, die sich sowohl software- als auch hardwaretechnisch in die Client-Server Konzepte (s.u.) integrieren lassen, die nach dem heutigen Stand der technischen Entwicklung gerade auch für vernetzte Systeme eingesetzt werden. Dazu gehören u.a.:

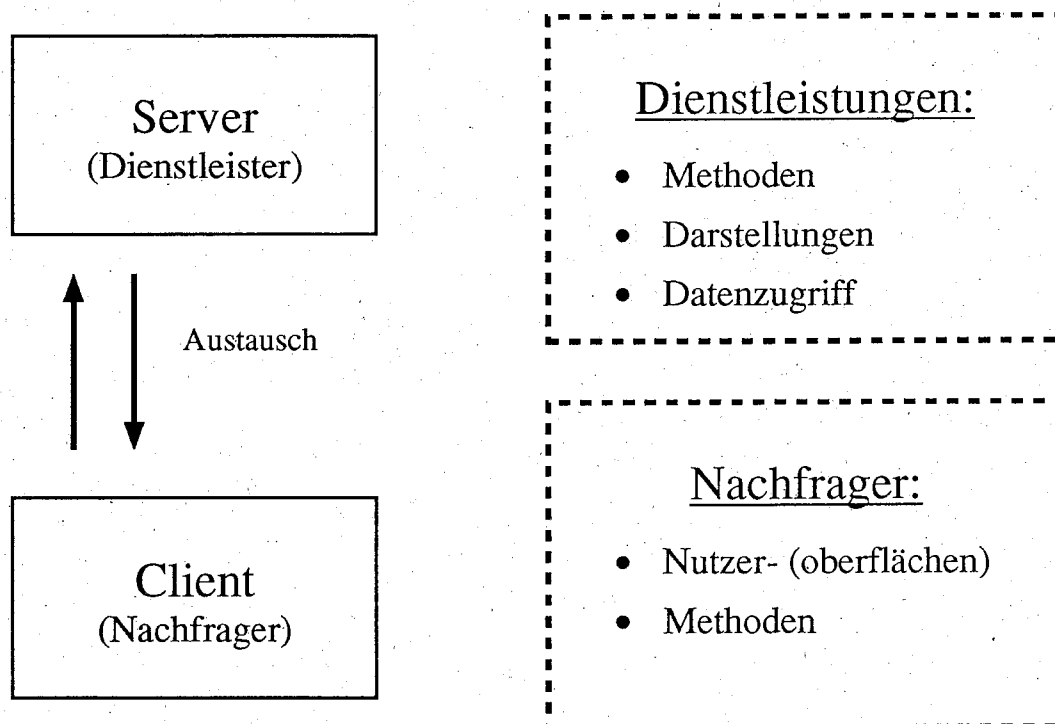
- Datenbanken
- Tools für die Verarbeitung geometrischer Daten
- Tools für numerische Auswertung und Klassifizierung
- Betriebssysteme
- Netzwerksoftware/Protokolle

### 5.2 Client-Server Konzepte

Die technische Realisierung darf die Randbedingung des schnellen Wandels der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der technischen Möglichkeiten auf keinen Fall außer acht lassen.

Die Strategie, dieser Bedingung gerecht zu werden, stellt gewissermaßen eine Parallele zu der Auffassung eines Bodeninformationssystems als ein Verbund von Informationssystemen dar: Das Bodeninformationssystem wird durch verschiedene Komponenten aufgebaut, zwischen denen "Botschaften" (Anforderungen und Ergebnisse) ausgetauscht werden. Jede dieser Komponenten hat einen definierten Leistungsumfang. Durch die Aufteilung der Leistungen auf verschiedene Komponenten kann jede Komponente einzeln ausgetauscht werden. Komplexe Bodeninformationssysteme mit ihren Methodenbanken lassen sich nur durch die Verfolgung der genannten Strategie realisieren. Solche Konstruktionen lassen sich heute in Form von Client-Server-Umgebungen realisieren (Digital 1992, Loomis 1992). Dabei ist die alleinige hardwaretechnische Interpretation des Terms "Client-Server" auf eine Konstellation, bei der ein Groß- und ein Kleinrechner zusammenarbeiten, eine oft vorgenommene Reduktion der Mächtigkeit dieses Konzeptes. In einer hier im Zuge des Aufbaues von Methodenbanken notwendigen softwaretechnischen Interpretation liegen Komponenten vor, die "Aufträge" und "Ergebnisse" sowohl entgegennehmen als auch versenden können. Damit können Komponenten je nach Konstellation sowohl Client als auch Server (s. a. Abb. 5) sein. Dieses Konzept macht gerade keine Aussage darüber, ob alle Komponenten auf einem Rechner ausgeführt werden oder, wie es die Regel sein wird, in einem (Rechner-) Netz verteilt sind. Weiterhin setzt dieses Konzept definierte Kommunikationsformen (Schnittstellen) zwischen den Komponenten voraus und läßt sich damit relativ zwanglos auf ein Rechnernetz übertragen. Es wird deutlich, daß sich mit diesem Konzept auch die Idee eines Bodeninformationssystems als ein Verbund von einzelnen Informationssystemen unterstützen läßt.

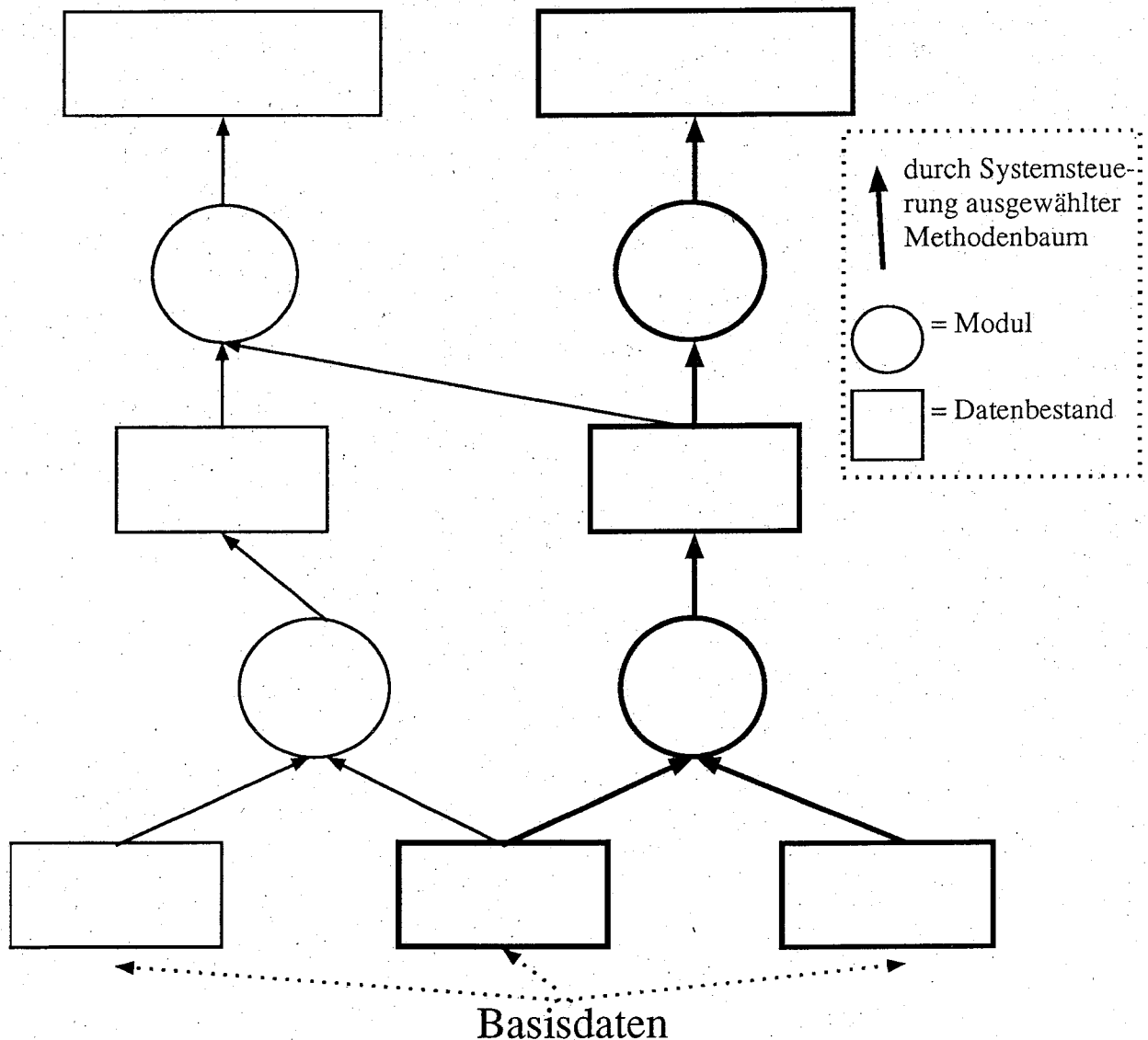
**Abb. 5 Client-Server Prinzip**



### 5.3 Systemsteuerung

Da Methoden dynamische Strukturen sind, ist zum Einsatz der Methodenbanken eine weitere Komponente notwendig, die die Konstruktion und Abarbeitung der Methoden übernimmt (Vinken 1992 und Bartsch 1993). Diese Komponente wird Systemsteuerung genannt. Durch diese Vorgehensweise kann der Dynamik innerhalb der Fragestellungen, der Datenlage und der Methodik, die durch die Konstruktion des Bodeninformationssystems als ein Verbund sich ändernder Fachinformationssysteme verstärkt wird, Rechnung getragen werden, da die Steuerung im Verbund mit den anderen Komponenten auf diese Dynamik reagieren kann. Die Abbildung 6 skizziert das Produkt (= Bestimmung des Methodenbaumes) einer der Leistungen der Steuerung. Die Steuerung baut die Methoden so auf, daß die Blätter (= Knoten ohne Vorgänger) eines Methodenbaumes durch Basisdaten gebildet werden. Im Kontext eines Informationssystems sind die Basisdaten solche, die nicht abgeleitet werden und in Datenbanken stehen bzw. durch andere Informationssysteme zugeliefert werden.

Abb. 6 Beispiel für Leistung der Systemsteuerung



Entwurf: Bartsch und Sbresny, 1993

## 5.4 Organisationsstrukturen

Der Aufbau von Bodeninformationssystemen und Methodenbanken setzt das Vorhandensein bzw. den Aufbau bestimmter Organisationsstrukturen voraus. Entsprechend der dezentral angelegten Grundstruktur des Systems, sollten die notwendigen Organisationseinheiten nahe am Nutzerkreis installiert sein. Im einzelnen müssen vorhanden sein:

- **technischer Support**  
Er bezieht sich auf die Unterstützung des Betreibers bei der Weiterentwicklung, bzw. Behebung von Problemen bei betriebssystemnahen Komponenten des Systems und betrifft sowohl Hardware als auch Softwarekomponenten, z.B. Netzwerk, Datenbanksystem. Er kann zentral für mehrere Fachinformationssysteme existieren.
- **Softwaresupport**  
Er betrifft in diesem Kontext die Pflege und Weiterentwicklung der Methodenbestände und u.U. der Systemkernkomponenten und bezieht sich im wesentlichen auf die ständige Kontrolle der Funktionsfähigkeit vorhandener Komponenten bei ständig wechselnden Randbedingungen hinsichtlich Problemstellung und Datenlage und der damit verbundenen Behebung von Funktionsfehlern bzw. Weiterentwicklung fachlicher Module. In diesem Zusammenhang ist auch die Einstellung von neuen Methoden in die Methodenbank vorzunehmen. Eine weitere Aufgabe liegt in der technischen Dokumentation des Systems in Zusammenarbeit mit dem technischen Support. Diese Aufgabe kann wegen der engen Verbindung zu Fachaufgaben nur dezentral wahrgenommen werden, d.h., für jedes Fachinformationssystem getrennt.
- **Datenbankadministration**  
Die umfangreichen Datenbestände in Bodeninformationssystemen machen eine ständige Kontrolle und Überwachung des Datenbankbetriebes notwendig. Es ist eine Instanz erforderlich, die ausschließliche Rechte in Bezug auf den Einsatz von Methoden mit einem die Basisdaten (= diejenigen Datenbestände eines Informationssystems, die die Grundlage für Auswertungen bilden) verändernden Zugriff besitzt. Jedem Fachinformationssystem muß mindestens eine solche Instanz zugeteilt werden. Demgegenüber kann das ausschließliche Leserecht nach außen im Verbund zur Verfügung gestellt werden. Bei Datenschutzproblemen ist die Datenbankadministration ebenfalls die Instanz, die Zugriffsrechte erteilen kann.  
Die notwendige Anbindung der Methodenbanken an die Fachinformationssysteme läßt auch hier eine dezentrale Struktur am geeignetsten erscheinen.
- **Nutzersupport**  
Die Komplexität des Systems und seine kontinuierliche Weiterentwicklung machen eine ständige Schulung von Nutzern des Systems erforderlich; jedem Fachinformationssystem sollte eine entsprechende Instanz zur Verfügung stehen, die auch die Benutzer-Dokumentation erstellt und verteilt. Auch sollte hier wegen der engen Anbindung an die durchzuführenden Aufgaben eine dezentrale Struktur vorgesehen werden.
- **Datensicherheit:**  
Die Tatsache, daß Methodenbanken in einen Verbund von Informationssystemen integriert sind und dort ihre besonderen Leistungsfähigkeiten entfalten können, läßt es angezeigt erscheinen, zwischen Methoden mit allein lesendem Zugriff und Methoden mit einem die Basisdaten verändernden Zugriff zu unterscheiden:

- Methoden mit lesendem Zugriff können im Verbund und nach außen hin zur Verfügung gestellt werden, sofern dem keine Datenschutzbedenken entgegenstehen.
- Methoden mit Basisdaten veränderndem Zugriff dürfen nur innerhalb eines Fachinformationssystems ( innerhalb einer Organisationseinheit) zur Verfügung gestellt werden.

## 5.5 Die Methodenbank im Fachinformationssystem

Eine Methodenbank kann ihre Leistungsfähigkeit nicht allein entwickeln. Erst im Verbund mit anderen Komponenten, die zum Betrieb eines Informationssystems nötig sind, entfaltet sie ihren Nutzen (Bartsch und Sbresny 1992). Die Menge der Komponenten des Verbundes, die u.a. zu einem sinnvollen Betrieb der Methodenbank nötig ist, wird Systemkern genannt. Systemkerne sind in ihrem Aufbau und ihrer Funktionalität nicht spezifisch. Sie stellen den generischen Teil der Fachinformationssysteme dar, die wiederum - wie gezeigt - in einem Verbund das Bodeninformationssystem bilden. Jedes Fachinformationssystem des Verbundes verfügt über eine Instanz des Systemkerns.

Systemkerne ermöglichen die Interaktion eines Nutzers mit den Informationssystemen und sind in der Lage, Informationen bereitzustellen, indem sie die Daten und Methoden von Informationssystemen in einem problemorientierten Zusammenhang zugänglich machen.

Die Komponenten eines Systemkerns sind funktionale Einheiten und werden nach dem Client-Server-Prinzip realisiert. In ihrer Summe umfassen sie diejenigen Funktionalitäten, die zum Betrieb eines einzelnen Fachinformationssystems und auch eines Bodeninformationssystems mindestens vorhanden sein müssen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit können in der Abbildung 7 nur die wesentlichen Komponenten zusammengefaßt werden. Lediglich die zur Bereitstellung der Daten einer Information notwendigen Komponenten sind abgebildet. Auf Komponenten, die etwa der Darstellung oder der Speicherung der Ergebnisse dienen, wurde verzichtet.

Die in der Abbildung benachbarten Komponenten können sich gegenseitig "beauftragen". Jede Komponente deckt eine Teilmenge der Funktionen des Systemkerns ab. Die Kommunikationskomponente ist gesondert dargestellt, da sie unabhängig von einer bestimmten Komponente vorhanden sein kann. Gleichwohl existiert sie in einer konkreten Realisierung nicht einzeln, sondern ist Teil einer jeden Komponente.

Das Kernsystem, das die für ein Bodeninformationssystem relevanten Metadaten beinhaltet, wird durch die Komponenten Katalogbank und Navigation realisiert. Für jede Komponente müssen entsprechende Datenbestände innerhalb des Informationssystems vorhanden sein. Die Komponenten und die jeweiligen Datenbestände sind im einzelnen:

- **Sitzungsverwaltung**

Datenbestand:

Nutzungsdaten

Funktion:

Die Sitzungsverwaltung integriert die Funktionen des Systemkerns. Sie macht alle anderen Funktionen sowohl für interaktiven Zugriff (im Netz der Bodeninformationssysteme) als auch für andere Zugriffsformen (Batch) zugänglich. Sie umfaßt weiterhin

Funktionen zur Prüfung der Zugangsberechtigung, Führung von Nutzungsstatistiken und Erstellung von Abrechnungen.

- **Navigation**

Die Komponente Navigation nutzt die Datenbestände des Katalogs und dient der Identifikation des Informationswunsches durch den Nutzer und kann weitere Erläuterungen, Verweise usw. zur Verfügung stellen. Die Navigation kann nach zwei unterschiedlichen Ansätzen (primär inhaltlich orientiert und primär raumorientiert) stattfinden:

**begriffliche Navigation**

Datenbestand:

Katalogbank

Funktion:

Sie hantiert mit Begriffen und deren strukturierten Beschreibungen. Die Begriffe können einander in einer Hierarchie zugeordnet sein. Sie erlaubt dem Nutzer die Navigation über die miteinander in Verbindung stehenden Begriffe, die Suche nach Begriffen und deren Beschreibungen und die Auswahl eines Informationswunsches.

**räumliche Navigation**

Datenbestände:

Geometrien

Katalogbank

Funktion:

Es findet zunächst eine Navigation auf den Koordinaten der Geometrien statt, die mit einem Tool zur Bearbeitung geometrischer Daten visualisiert werden. Der Nutzer wählt zunächst einen räumlichen Bezug aus. Anschließend kann er aus den für das gewählte Gebiet erbringbaren Informationen wählen. Dazu verfährt er entsprechend Punkt "begriffliche Navigation"

- **Steuerung**

Datenbestände:

Methodenbank

Geometrien

Sachdaten

Funktion:

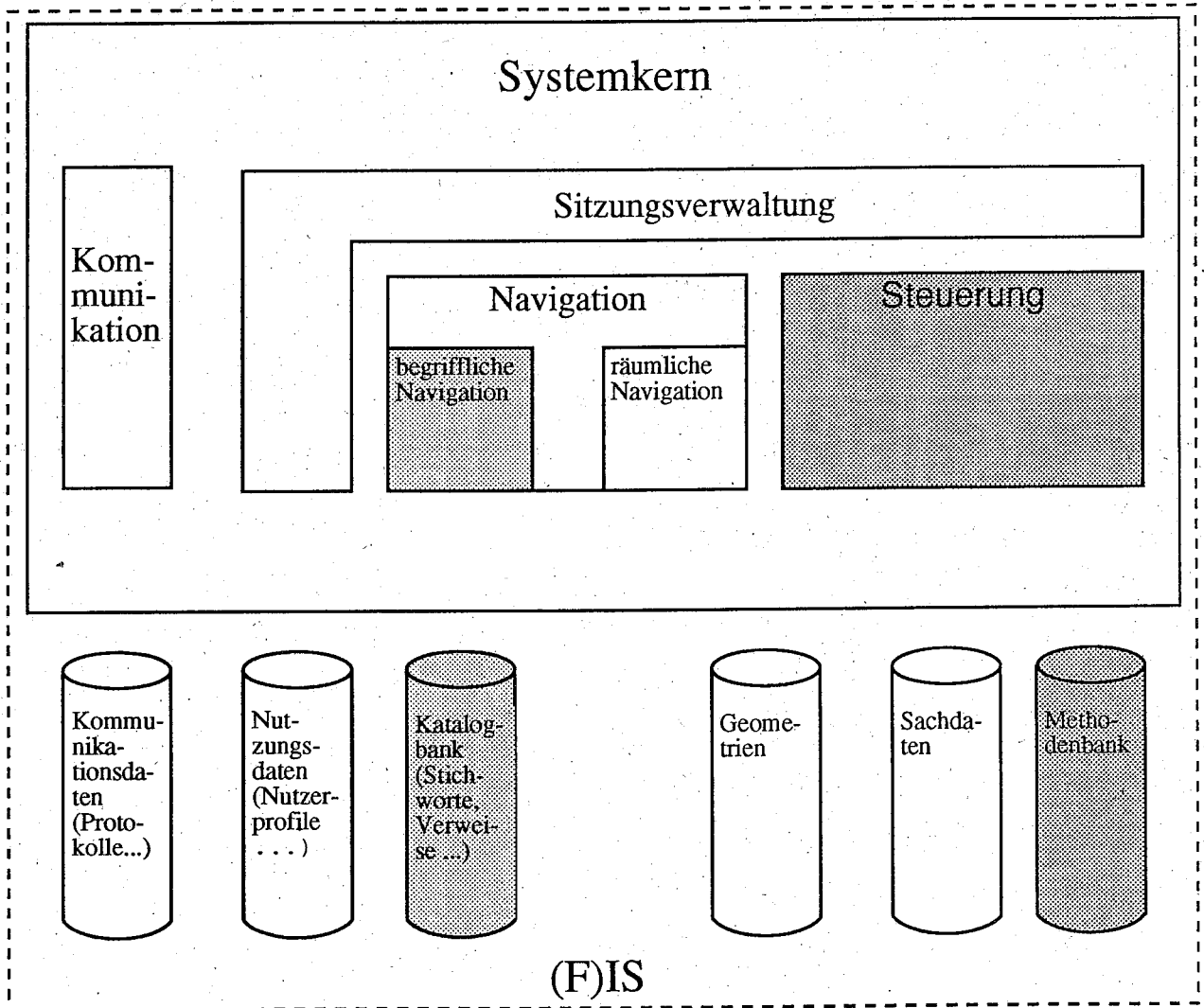
Die Steuerung dient der Ableitung der Information. Sie kann dazu Daten und Methoden zielgerichtet verknüpfen. Sie arbeitet dabei zunächst mit den Metadaten aus den Methodenbanken. Darin sind die drei Bereiche Datenstrukturen (Eingabe- und Ausgabedaten), Anwendungszusammenhänge und Anwendungsrestriktionen beschrieben. Sie umfaßt außerdem Funktionen zur Komplettierung (Umfang der Information) des Informationswunsches. Die Steuerung ist in der Lage, aus den Angaben der Methodenbank, dem Informationswunsch und dem Vorhandensein bzw. Fehlen von Daten bzw. deren Ausprägungen mögliche Wege (Methoden) zur Ableitung der Information zu generieren, zu bewerten und die entsprechenden Methoden mit den Daten auszuführen.

- **Kommunikation**  
Datenbestand:  
Kommunikationsdaten

Funktion:

Die Kommunikationskomponente unterstützt die Kommunikation innerhalb eines Informationssystems und mit anderen Informationssystemen. Sie bringt die in den Kommunikationsdatenbeständen in Abhängigkeit von den zu adressierenden Systemen und Systemkomponenten abgelegten Übertragungsmodalitäten zur Anwendung.

Abb. 7 Struktur eines FIS und des Systemkerns



- zentrale Komponenten der Methodenbank
- zentrale Komponenten des Kernsystems

Entwurf: Bartsch und Sbresny, 1992/93

## 6 Empfehlungen zum Aufbau von Methodenbanken

### 6.1 Berücksichtigung fachlicher und technischer Entwicklungen

Aufgrund der Komplexität und Menge der im Umweltbereich zu lösenden fachlichen Aufgaben sind an die zuständigen Fachdienststellen Anforderungen zu stellen, die in dieser Form in der Vergangenheit nicht bekannt waren. So sind in diesem Zusammenhang die Anforderungen an Qualität, Anzahl und Komplexität der zur Verfügung stehenden Methoden stetig gestiegen. Die Menge der Fragestellungen und die zu ihrer Lösung notwendigen Methoden ändern sich ständig; neue Fragestellungen und Methoden kommen hinzu. Auch für bestehende Problemlösungsstrategien ändern sich ständig die Randbedingungen, indem neue Methodiken hinzukommen oder bestehende verändert werden. Ferner müssen Ergebnisse reproduzierbar sein. Dieses Umfeld erfordert eine Anpassung bestehender hard- und softwaretechnischer Lösungen.

War in der Vergangenheit eine Strukturierung von "Anwendungen" dahingehend festzustellen, daß man Daten und Anwendungen trennte, um die Unabhängigkeit von Daten und Programmen zu erreichen, so muß vor dem gegebenen Hintergrund eine weitergehende Strukturierung der Technik der Informationsbereitstellung durch den Aufbau von Methodenbanken in dem beschriebenen Sinne erfolgen.

So kann auf der fachlichen Seite, im Gegensatz zur Situation, die sich in der Vergangenheit durch die einfache Trennung von Daten und Programmen ergeben hat, sichergestellt werden, den Nutzer von der Notwendigkeit der genauen Kenntnis technischer Zusammenhänge zu entbinden, ohne dadurch möglicherweise Qualitätsverluste bei der Aufgabenerfüllung hinnehmen zu müssen. Auf der technischen Seite kann so der Anspruch nach hoher Flexibilität sichergestellt werden.

### 6.2 Lösungskonzepte

Anders als im Bereich der Datenbanklösungen stellen die Methodenbanken und die dort integrierten Werkzeuge informationstechnisch weitestgehend Neuland dar. Es ist nur z.T. möglich, notwendige Komponenten am Markt zu erwerben.

Ihre Entwicklung muß unter Berücksichtigung integrierbarer, vorhandener Produkte initiiert werden. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, daß sie sich sowohl hardware- als auch softwaretechnisch in bestehende Client-Server Konzepte integrieren lassen (s.a. Ad-hoc AG, 1993).

Folgende Arbeitsschwerpunkte ergeben sich:

- Dokumentation der Datenbestände,
- Normierung und Homogenisierung der Datenbestände,
- Dokumentation der bestehenden (softwaretechnisch realisierten) Methodenbestände,
- Integration der bestehenden Methoden im Sinne von Modulen entsprechend den Prioritäten,



- Identifikation methodischer Lücken (durch systematische Auswertung der Methodenbanken und Kernsysteme),
- Aktive Einflußnahme auf die Methodenentwickler, hinsichtlich inhaltlicher, struktureller und dokumentationstechnischer Fragestellungen, unter Beachtung der sich aus den Methodenbanken ergebenden Strukturierungsansätzen,
- Integration weiterer Informationssystemkomplexe in die Strukturen der Bodeninformationssysteme,
- Beeinflussung der Software-Anbieter zur Bereitstellung von Softwaretools, die sich voll in Client-Server Umgebungen integrieren lassen. Hier ist insbesondere für Werkzeuge zur Verarbeitung von Geometrien und zur Visualisierung der Ergebnisse ein erheblicher Bedarf festzustellen und
- Koordination der Entwicklung notwendiger Komponenten der Methodenbanken (Steuerung, Navigation, usw.).

# Literaturverzeichnis

- Ad-hoc AG (1993): Aufgaben und Funktionen von Kernsystemen. Im Druck, Ad-hoc AG "Kernsysteme und Methodenbanken BIS" des AK 2 "Bodeninformationssysteme" des Bund/Länder Arbeitskreises Bodenschutz (LABO).
- AG Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. 3. Auflage, Hannover.
- AG Bodenkunde (1994): Methodendokumentation. Veröffentl. in Vorb., Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.).
- Bartsch, H.U., Kues, J., Sbresny, J. und Schneider, J. (1992): Endbericht des Teilprojektes Stadtböden zum Forschungsvorhaben "Modellhafte Entwicklung eines kommunalen Umweltinformationssystems im Rahmen des Ökologischen Forschungsprogrammes Hannover". Unveröff. Ber. NLFb, BMFT Forschungsvorhaben 07160122.
- Bartsch, H.U. (1992): Stand und Perspektiven der visuellen Aufbereitung bodenkundlicher Informationen in einer Landesbehörde. In: Visualisierung von Umweltdaten 1992, Denzer R. et. al (Hrsg.), S. 52 - 56, Springer Berlin, Heidelberg.
- Bartsch, H.U. und Sbresny, J. (1992): Kernsysteme. Unveröff. Ber. NLFb, 3 S., 1 Abb., Hannover.
- Bartsch, H.U. (1993): The Methodbase of NIBIS. Unveröff. Tagungsbeitrag, International Consortium of Geological Surveys for Earth Computing Sciences ICGSECS, Eighth Meeting, NLFb, Hannover.
- Bill, R. und Fritsch, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme - Hardware, Software und Daten. Bd. 1, Verlag Wichmann.
- Bund-Länder-AG Dioxine (1991): UAGI, Meßprogramme — Harmonisierung von Methoden der Probennahme und Analytik zur Durchführung von Meßprogrammen Medien I (Boden, Sedimente, Staub).
- Burrough, P.A. (1986): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press Oxford.
- Burrough, P.A. (1989): Matching spatial databases and quantitative models in land resource assessment. In: Soil use management, Vol. 5, No. 9.
- Burrough, P.A., Heuvelink, G.B.M., Stein, A. (1989): Propagation of errors in spatial modeling with GIS. In: International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 3, No. 2, S. 303 -323.
- Digital (1992): Client/Server-Konzepte — Grundlagen. Reihe Technologie im Brennpunkt, Digital Equipment GmbH.
- Freska, C. und Habel, C. (Hrsg.) (1991): Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens. Reihe Informatik Fachberichte, Bd. 245, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Fürst, J., Haider, S., Nachtnebel, H.P. (1989): Ein geographisches Informationssystem als Basis für ein Entscheidungshilfesystem für wasserwirtschaftliche Probleme -

- Kopplung eines GIS mit einem Grundwassermodell. In: Informatik Fachberichte. Jaeschke, A., Geiger W. und Page, B. (Hrsg.), Bd. 228, S. 146 - 155.
- GLP (1983): Bekanntmachung der OECD - Grundsätze der "Guten" Labor Praxis (GLP). Der Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit (Hrsg.), Bonn.
- Goodchild, M.F. und Gopal, S. (1992): The accuracy of spatial databases. In: The accuracy of spatial databases, Goodchild, M.F. und Gopal Denzer R. et. al (Hrsg.), S. 107 -115.
- Haber, W., Spandau, L. und Voerkelius, U. (1988): Datenaufbereitung und -Auswertung mit einem geographischen Informationssystem im Rahmen von Bodeninformationssystemen. In: Bodenschutz ein ergänzbares Handbuch, Rosenkranz, D. et al. (Hrsg.), Erich Schmidt Verlag Berlin.
- Kleefisch, B. und Köthe, R. (1993): Wege zur Rechnergestützten bodenkundlichen Interpretation digitaler Reliefdaten. In: Geol. Jb. Reihe F, Heft 27, S. 59 - 122, Hannover.
- Lamersdorf, W. (1992): Datenverwaltung in heterogenen verteilten Umgebungen. Vortrag-sunterlagen DECollege, Fachseminar Datenbanken, Digital Equipment Corporation, München.
- Lenz, R. (1993): Systemökologische Anforderungen an ein Umweltforschungs - Informationssystem (UFIS) als optionale Basis für Scaling-Konzepte in der Umweltplanung. Informatik aktuell, Tagungsband für 7. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Ulm, Jaeschke, A. (Hrsg.), S. 427 - 440, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Lenz, R. und Herderich, C. (1993): Das Umweltinformationssystem UFIS - Ein integriertes Informationssystem über ökologische Vorhaben, Modelle und Daten. 1. Workshop Integration von Umweltdaten, Schloß Dagstuhl, Denzer, R. et al. (Hrsg.), Kernforschungszentrum Karlsruhe KFK 5187, S. 109 - 115.
- Loomis M.E.S. (1992): Client-Server architecture. Journal of Object-Oriented Programming, Vol. 4, No. 9, S. 40 - 44.
- Maguire, D.J., Goodchild, M.F. und Rhind, D. W. (1991): Geographical Information Systems - Principles and Applications. Bd. 1 und 2, Longman Scientific and Technical UK.
- Meyer-Wegener, K. (1991): Multimedia Datenbanken. B.G. Teubner Verlag, Stuttgart.
- Müller, U., Degen, C. und Jürging, C. (1992): Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde (FIS Boden). Loseblattsammlung, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.), Technische Berichte zum NIBIS, H3, Hannover.
- Müller, U., Eckelmann, W. und Heineke, H. J. (1993): Zum Aufbau der Methodenbank im Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS). In: Geol. Jb. Reihe F, Heft 27, S. 185 - 196, Hannover.
- Müller, U., Scheffer, B., Schneider, J., Kues, J. Kühn, D., Eckelmann, W. und Hennings, V. (1994): Anleitung zur Entnahme von Bodenproben. Veröffentl. in Vorb., NLFb und BGR (Hrsg.), Hannover.

- Neumann, K., Lohmann, F. und Ehrich, H.D. (1992): An Experimental Geoscientific Database System. In: Geol. Jb., Reihe A, Heft 122, S. 91 - 100, Hannover.
- ODPC (Open Database Connectivity) (1993): Datenbankschnittstellen - Konzepte und Strategien. In: Datenbankfocus, Jg. 1, H. 9/10.
- Oelkers, K.H. (1984): Datenschlüssel Bodenkunde, Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover.
- Oelkers, K.H. (1993): Aufbau und Nutzung des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS — Fachinformationssystem Bodenkunde (FIS-Boden). In: Geol. Jb. Reihe F, Heft 27, S. 5 - 38, Hannover.
- Özsu, T. Valduriez, P. (1991): Principles of Distributed Database Systems. Prentice Hall Int., Englew. Cliffs.
- Peschel, G.J. (Hrsg.) (1991): Klassifizierung geowissenschaftlicher Informationen. Reihe Beiträge zur Mathematischen Geologie und Geoinformatik, Bd. 1, Verlag Sven von Loga Köln.
- Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (SAG) (1987): Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems. Materialien, Heft 47, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München.
- Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (SAG) (1989): Vorschlag für die Einrichtung eines länderübergreifenden Bodeninformationssystems. In: EXPERT, Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.), Hannover.
- SQL2 (1992): SQL - Standard. ISO 9075-1992.
- Symbolschlüssel Geologie (1991): 3. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Geol. Landesämter der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.
- Thiele, V., Neite, H. und Gollan, B. (1994): Bodeninformationssystem des Landes Nordrhein-Westfalen (BIS NRW) — Prototyp eines Modells zur Vermittlung von Daten und Anwendungen. Veröffentl. in Vorb., Vortrag, Workshop Umweltdatenbanken, Gesellschaft für Informatik (GI), Düsseldorf 4. - 5. 11. 1993.
- Weidemann, R. und Geiger, W. (1989): XUMA — Ein Assistent für die Beurteilung von Altlasten. In: Informatik Fachberichte. Jaeschke, A., Geiger W. und Page, B. (Hrsg.), Bd. 228, S. 385 - 394.
- Weih, E. (1985): Zur Anwendung der Nutzwertanalyse des Handbuches zur ökologischen Planung für raumbedeutsame Fragestellungen. In: Natur und Landschaft, Jg. 60, Nr. 1, S. 12 - 16.
- Vinken, R. (1992): From Digital Map Series in Geosciences to a Geo-Information System. In: Geol. Jb., Reihe A, Heft 122, S. 7 - 26, Hannover.

# Register

## A

Anwendungsrestriktion, 15, 24  
Anwendungszusammenhang, 15, 24  
Arbeitsschwerpunkte, 26

## B

Basisdaten, 21  
begriffliche Navigation, 25  
Bodeninformationssystem, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27  
    Datenaustausch, 17  
    Funktionen, 5  
    Konfiguration, 17, 20  
    konzeptionelle Grundlagen, 10  
    Organisation, 22  
    Übereinkünfte, 19  
    und Fachinformationssystem, 3, 9, 23  
    und Kernsystem, 23  
    Verbund, 3, 10, 17, 20  
    Verfügbarkeit von Methodenbanken, 17  
    Ziel, 5

## C

Client-Server Technologie, 7, 19, 20, 23, 26, 27

## D

Daten  
    Darstellung, 14  
    Datenauswertung, 13  
    Datenlage, 15  
    Erfassung, 13  
    Geometrien, 25  
    homogenisierte Daten, 13  
    Katalogbank, 25  
    Kommunikationsdaten, 25  
    Methodenbank, 25  
    normierte Daten, 13  
    Nutzungsdaten, 25  
    Sachdaten, 25  
    "Altdatenbestände", 13  
Datenbank, 3, 6, 17, 19, 22, 26  
    Datenbankadministration, 22  
datenorientierte Sicht, 10

## E

Ergänzung, 12

## F

Fachinformationssystem, 3, 22

im Bodeninformationssystem, 17

Steuerung, 21

Systemkern, 23

Komponenten, 23

begriffliche Navigation, 24

Kommunikation, 25

Navigation, 24

räumliche Navigation, 24

Sitzungsverwaltung, 23

Steuerung, 24

Verbund, 9

Fragestellung, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 21, 26, 27

## H

Homogenisierung, 26

## K

Katalogbank, 23, 24, 25. *Siehe auch* Kernsystem

Kernsystem, 3, 7, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 23, 25, 27

Kommunikation, 5, 20, 23, 25

Konkurrenz, 12

## M

Meta-

daten, 10, 11, 19, 23, 24

ebene, 17

information, 7, 19

methode, 13, 15

sprache, 3

system, 17

Methode, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26

Auswahl von Methoden für das Bodeninformationssystem, 11

Datenlage, 15

dynamisch aufgebaute Strukturen, 15

Fragestellung, 15

Konzeptionelle Gleichheit der Methoden, 11

Metamethode, 13

Methodenaufbau, 12

Methodenbaum, 8, 21

- Methodenbeschreibungen, 11
- Methodenbestand, 6, 7, 11, 26
- Methodenbestimmung, 11
- Methodenbeziehungen
  - Assoziativgesetz, 12
  - Ergänzung, **12**
  - Kommutativgesetz, 12
  - Konkurrenz, **12**
- Methodendokumentation, 11
- Methodeneigenschaften, 5, 10
- Methodenergebnisse, 10, 12
- Methodennetze, 9
- Methodenreproduzierbarkeit, 11
- Methodentransparenz, 11
- Methodenvergleichbarkeit, 12
- methodische Lücke, 27
- modularer Aufbau, 8
- Zusammenhang zwischen Daten und Methoden, 10
- Methoden
  - Auswertungsmethoden, 13
  - Darstellungsmethoden, 14
  - Erfassungsmethoden, 13
  - lesender Zugriff, 23
  - Methodentyp, 13
  - Normierung von Daten, 13
  - schreibender Zugriff, 23
- Methodenbank, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 24, 25
  - als Schnittstellen, 17
  - Aufbau, 10, 26
    - Inhalt, 10, 11, 14, 15, 24
      - Abgrenzung zum Kernsystem, 10
      - formale Beschreibungen, 10, 16
      - Integration mit Kernsystem, 10
    - Schritte, 7, 11
    - Werkzeuge, 19, 26
  - Aufgaben, 5, 17, 19, 20, 22, 24, 27
  - Auswertung, 27
  - automatische Methodengenerierung, 9, 12, 14. *Siehe auch* Steuerung
  - im Bodeninformationssystem, 17, 20, 22, 23
  - im Systemkern, 23
  - konzeptionelle Grundlagen, 10
  - Organisationsstrukturen, 22
  - Randbedingungen, 6
    - informationstechnisch, 7
    - nutzungsorientiert, 6
    - verwaltungstechnisch, 6
    - wissenschaftlich, 6
  - Steuerung, 21
  - systematische Auswertung, 27
  - Voraussetzung, 7

Voraussetzung, 10  
Ziele, 5  
Modul, 8, 9, 12, 14, 15, 21, 22, 26  
formale Beschreibung, 16  
Modulkombination, 8, 9, 14

## N

Navigation, 23, 24, 25, 27  
Normierung, 26

## O

ODBC, 19

## R

räumliche Navigation, 25  
Reproduzierbarkeit, 5, 11  
Restriktion, 14

## S

Sitzungsverwaltung, 23, 25  
SQL, 19  
Steuerung, 21, 24, 25, 27  
Systemsteuerung, 21  
Systemkern, 22, 25  
Aufgaben, 23  
Instanzen, 23  
Komponenten  
begriffliche Navigation, 24  
Kommunikation, 25  
Navigation, 24  
räumliche Navigation, 24  
Sitzungsverwaltung, 23  
Steuerung, 24  
Menge von Komponenten, 23

## T

Transparenz, 5, 11

## U

Umweltinformationssystem, 3

## V

Verarbeitungsschritt, 8, 9, 10, 11, 14. *Siehe auch* Modul  
Vergleichbarkeit, 12



## Z

Zerlegung von Methoden, 14  
zielorientierte Sicht, 10

## Mitglieder der Arbeitsgruppe

Dr. Hans J. Heineke  
(Sprecher der Arbeitsgruppe, Co-Autor)  
Niedersächsisches Landesamt  
für Bodenforschung  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

U. Bartsch  
(Autor des Berichtes, Redaktionskomitee)  
Niedersächsisches Landesamt  
für Bodenforschung  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

J. Sbresny  
(Autor des Berichtes, Redaktionskomitee)  
Niedersächsisches Landesamt  
für Bodenforschung  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

Dr. Thiele  
(Co-Autor, Redaktionskomitee)  
Bodenschutzzentrum des Landes  
Nordrhein-Westfalen  
Essener Str. 3  
46047 Oberhausen

E. Weihs  
(Co-Autor, Redaktionskomitee)  
Bayerisches Staatsministerium für  
Landesentwicklung u. Umweltfragen  
Postfach 81 01 40  
81901 München

Fr. Buchleither  
Landesamt für Umweltschutz  
- Ref. 51  
Postfach 21 07 52  
76157 Karlsruhe

U. Gutteck  
Landesamt für Umweltschutz  
Reideburgerstr. 47-49  
06116 Halle

Dr. V. Hennings  
Bundesanstalt für Geowissenschaften  
und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

Dr. G. Kleinstäuber  
Sächsisches Landesamt für  
Umwelt und Geologie  
Halsbrücker Str. 31a  
09599 Freiberg  
Dr. W. Martin  
Geologisches Landesamt Bayern  
Heßstr. 128  
80797 München

Dr. Monn  
Ministerium für Umwelt  
Postfach 10 34 39  
70029 Stuttgart

E. Roß-Reginek  
Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin

A. Schleyer  
Wirtschaftsministerium  
Baden-Württemberg  
Postfach 7 00 29  
70174 Stuttgart

Dr. M. Schmidt  
Landesumweltamt Brandenburg  
Berliner Str. 21-25  
14467 Potsdam

Dr. R. Schulz-Sternberg  
Landesumweltamt Brandenburg  
Berliner Str. 21-25  
14467 Potsdam

Dr. Staude  
Geologisches Landesamt  
Nordrhein-Westfalen  
De-Greif-Straße 195  
47803 Krefeld

Dr. H. v. Kamp  
Geologisches Landesamt  
Nordrhein-Westfalen  
de-Greif-Str. 195  
47803 Krefeld

Dr. Th. Vorderbrügge  
Hessisches Landesamt  
für Bodenforschung  
Leberberg 9  
65193 Wiesbaden

H. Wolf  
Landesamt für Umweltschutz  
Postfach 21 07 52  
76157 Karlsruhe