

Die Virtuelle Datenbank: Technologie zur Unterstützung in der Regionalplanung

Martin BRÄNDLI & Corina HÖPPNER

Dr. Martin Brändli, Dipl.Geogr. Corina Höppner, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, Schweiz
martin.braendli@wsl.ch, corina.hoepfner@wsl.ch

1 EINFÜHRUNG

Räumliche Informationen werden gegenwärtig zumeist in Form von Karten oder mittels digitaler Speichermedien wie Disks, CD-ROM, etc. zugänglich gemacht. Die Beschaffung und Aktualisierung raumbezogener Daten gestaltet sich jedoch als aufwändig und kostspielig. Von zahlreichen Vertretern der GIS-Gemeinschaft wird daher die Notwendigkeit einer Online-Verbreitung von Geodaten postuliert. Insbesondere öffentliche Stellen sehen sich mit der Erwartung konfrontiert, Daten für eine breite Öffentlichkeit und die Forschung in möglichst effizienter und effektiver Form zugänglich zu machen (Peng and Tsou 2003). Eddy (1993, S. 6) schlussfolgert hierzu: „We must put in place a global data and information system that makes environmental data, past and current, available to all who need them, in a form that they can use“. Verschiedene Firmen wie auch Open-Source-Projekte haben, vor dem Hintergrund einer zunehmenden Nutzung des Internets und der damit verbundenen Technologieentwicklung, in den letzten Jahren Softwareprodukte - sog. Mapserver – entwickelt. Diese dienen der Erstellung und Visualisierung von Webkarten, mit deren Hilfe sich aktuelle Daten bequem über das Internet verbreiten lassen. Allerdings lassen sich die gesendeten Daten für weitergehende Anwendungen nur begrenzt nutzen, weil sie überwiegend nur als Bilder verfügbar sind. Wir verstehen die Forderung von Eddy aber dahingehend, dass eine Nutzung der Daten auch in Richtung ihrer Analyse gehen und somit zum Beispiel die Verknüpfung mit Daten aus eigenen oder anderen Quellen ermöglichen müsste.

Dieser Aufsatz zeigt einen Weg auf, wie Datenbestände aus unterschiedlichsten Quellen über Internet mit einem allgemeinen und einheitlichen Zugriff genutzt werden können. Ziel der hier vorgestellten Virtuellen Datenbank ist es, verteilt vorliegende Datenbanken, die Geodaten beinhalten, zu integrieren, um transparent auf Datenbestände zugreifen und zielgerichtete Analysen vornehmen zu können. Es soll eine Plattform geschaffen werden, die potentiell beliebige Verknüpfungen von Daten über Internet von einem Browser aus ermöglicht. Dabei soll nach Möglichkeit mit offenen Schnittstellen gearbeitet werden. Der Zugriff auf die Daten beschränkt sich auf die Visualisierung und Abfrage von Datenbeständen sowie auf räumliche Datenbearbeitungsfunktionen. Dabei werden die Daten am Ursprungsort nicht verändert. Dies trägt auch Befürchtungen Rechnung, ein Datenproduzent oder Datenherr könne die Kontrolle oder Autonomie über seine Daten verlieren.

Den Ausgangspunkt für die Virtuelle Datenbank bildet eine Forschungsvereinbarung zwischen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) und dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Das BUWAL lässt eine Anzahl von Umweltdatenbanken durch verschiedene Institutionen in der Schweiz verwalten. Dabei handelt es sich um Datenbanken, die Informationen zu bedrohten Tier- und Pflanzenarten, Moosen, Flechten und Pilzen speichern, sowie verschiedenste Inventare aus dem Umwelt- und Landschaftsschutz beinhalten (Moore, Auen, Trockenwiesen und -weiden, etc.). Um Daten, die über den Umfang einer einzelnen Datenbank hinausgehen, zu analysieren und umweltrelevante Fragestellungen beantworten zu können, müssen bisher Datenexporte angefertigt und verschickt werden. Oftmals ist dabei die Datenaktualität nicht gewährleistet. Das Ziel der Virtuellen Datenbank ist es, ein System oder eine Plattform zu entwickeln, die es Institutionen ermöglicht, direkt und ohne den Umweg eines Datenexports auf aktuelle Daten zugreifen zu können. Daneben sollen die Daten auch einer breiten Öffentlichkeit und somit auch der Forschung für verschiedenste Fragestellungen offengelegt werden.

Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Aspekte und Grundlagen dieser Arbeit beleuchtet. Anschliessend werden wir auf die Architektur der Virtuellen Datenbank von der konzeptuellen Seite her und auf die technische Realisierung eingehen. Abschliessend soll gezeigt werden, dass die Virtuelle Datenbank über die Integration von Umweltdaten hinaus, einen potentiellen Nutzen für die Bearbeitung planerischer Fragestellungen besitzt.

2 GRUNDLAGEN

Verschiedene Entwicklungen haben in den letzten Jahren zu einem starken Anstieg der Bedeutung des Intranets/Internets für die Bereitstellung und den Transfer von Geodaten geführt:

- Entwicklung von Softwareprodukten: Die wichtigsten kommerziellen Anbieter von GIS-Produkten (ESRI, Intergraph) haben sog. Mapserver entwickelt, welche es ermöglichen, Karten in digitaler Form über das Web zu verbreiten. Neben kommerziellen Produkten wurden von OpenSource-Projekten Softwarelösungen entwickelt, die heute erfolgreich eingesetzt werden, wie zum Beispiel der UMN MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu>). Diesen Lösungen ist gemein, dass sie sich vor allem auf Aspekte des Web-Mappings, bei dem es sich um Techniken der Nutzung, Distribution und Erzeugung von Karten mittels Internet handelt (Hermann 2001), beschränken. Solche Applikationen ermöglichen es in erster Linie, vorgefertigte Karten abzurufen, thematische Karten individuell zu erstellen oder Ergebnisse raumbezogener Analysen darzustellen (Dickmann, 2000, Asche 2001). Die Manipulier-, Abfrage- und Analysemöglichkeiten sind jeweils beschränkt (Ceconi et al. 1999), was darauf zurückzuführen ist, dass in den meisten Fällen keine Daten, sondern nur digitale Karten in Form von Bildern zur Verfügung gestellt werden.
- Definition und Verbreitung offener Schnittstellen: Die Definition, Spezifikation, Implementation und Verbreitung offener Schnittstellen für die gemeinsame Nutzung und den Transfer von Geodaten wurde durch die Gründung des OpenGIS Consortiums (OGC) 1994 stark vorangetrieben. Herring (1999) und Kottmann (1999) präsentieren eine vertiefte Diskussion des Datenmodells und des Spezifikationsprozesses, die der Generierung der offenen Schnittstellen zugrunde liegt. Für den Internet-/Intranet-basierten Vertrieb von Daten spielen vor allem die OGC-Spezifikationen im Bereich der Webservices eine Rolle. Im Vordergrund steht dabei einerseits die vom OGC verabschiedete Spezifikation des Web Map

Service (WMS, Open GIS Consortium 2001), welche auf der einen Seite bestimmt, wie digitale Karten von Klienten nachgefragt werden müssen und auf der anderen Seite festlegt, auf welche Art Datenserver ihre Daten beschreiben müssen. Den WMS charakterisieren dieselben Eigenschaften, wie oben bereits beschrieben: Es lassen sich nur Karten in Form von Bilddaten austauschen, der Austausch von Daten bleibt versagt. Die zweite Spezifikation von Interesse, die Web Feature Service Spezifikation (WFS, Open GIS Consortium 2002), definiert Schnittstellen, die der Manipulation und dem Austausch geographischer Features dienen. Im Gegensatz zum WMS werden dabei nicht Graphiken, sondern Geodaten übers Internet transportiert. Die in diesem Papier vorgestellte Virtuelle Datenbank basiert auf dieser Schnittstelle, welche wir im Implementationskapitel noch vertiefter behandeln werden.

- Etablierung der Extensible Markup Language (XML, <http://www.w3c.org/XML>) für den Datentransfer: XML hat sich heute in verschiedensten Anwendungsgebieten als Format für den Datentransfer über das Web etabliert. Der Erfolg von XML basiert auf zwei Eigenschaften (Anderson und Moreno-Sanchez 2003): 1) Der Inhalt der Daten wird in Textform kodiert und legt somit eine Repräsentation der Datenstrukturierung vor, die sowohl für eine Interpretation durch den Menschen als auch durch eine Maschine geeignet ist. 2) Das Format sieht der weit verbreiteten Hyper Text Markup Language (HTML) sehr ähnlich. Mit XML-Schema können mittels XML Datenstrukturen definiert werden, die für eine spezifische Anwendung verbindlich sind. In der Geodatenverarbeitung spielen zwei solche Schemen entscheidende Rollen: Einerseits hat sich mit der Geography Markup Language (GML, Open GIS Consortium 2003) ein Schema etabliert, das den Austausch von Geodaten auf der Basis von XML und den Spezifikationen des OGC ermöglicht. Die oben erwähnte Spezifikation des WFS legt den Austausch der Geodaten mittels GML fest. Beim zweiten wichtigen XML-Schema handelt es sich um die Scalable Vector Graphics (SVG, <http://www.w3c.org/Graphics/SVG>), welche den Transfer von graphischen Daten in hauptsächlich vektorieller Form ermöglicht. Im Gegensatz zum Transfer von Bilddaten werden mit SVG graphische Elemente mit ihren verschiedenen Eigenschaften als Vektorzüge übermittelt. Daher ist das Schema auch für den Transfer und die Darstellung von geographischen Daten äusserst attraktiv (Gould und Ribalaygua 1999). Die aktuelle Implementation der Virtuellen Datenbank basiert zwar auf GML, SVG wird indessen nicht verwendet. Brändli und Sparenborg (2002) zeigen aber eine Möglichkeit auf, wie SVG auch dafür einsetzbar ist.

Die aufgezeigten Entwicklungen haben zusammen mit generellen Entwicklungen in der Informationstechnologie dazu geführt, dass heute auch im Bereich der geographischen Informationssysteme ein Trend von monolithischen Systemen hin zu verteilten Systemen zu beobachten ist. Räumliche Daten und in zunehmenden Masse auch Methoden zur räumlichen Datenverarbeitung werden durch Webservices zur Verfügung gestellt, die verteilt vorliegen und beispielsweise durch einen Webbrowser konsumiert werden können (Tsou und Buttenfield 2002, Anderson und Moreno-Sanchez 2003, Peng und Zou, 2003). Die Virtuelle Datenbank beschränkt sich im Moment auf den Zugriff verteilter Daten, weist aber das Potential für den Einbezug verteilt vorliegender Verarbeitungsservices auf.

Für die Entwicklung der Virtuellen Datenbank sind neben allgemeinen IT-Entwicklungen und der Definition offener Schnittstellen auch Entwicklungen in der Datenbanktechnologie von Bedeutung: Hingewiesen sei hier lediglich auf sog. *Component Database Management Systems* (CDBMS), die verschiedene Möglichkeiten für die Integration verteilt vorliegender Datenbanken anbieten. Neben Ansätzen zu föderierten Datenbanksystemen (FDBS), welche die Integration von Datenbanken über die Vereinheitlichung der vorliegenden Datenbankschemen anstreben (Sheth und Larson 1990), bieten CDBMS alternative Wege an (Geppert und Dittrich, 2001). Von speziellem Interesse für die Virtuelle Datenbank ist ein CDBMS, das auf einer Datenbank-Middleware basiert. Für die Vereinigung von Datenbankkomponenten wird als erstes ein gemeinsames Format definiert, in welches die lokalen Formate übersetzt werden können. Als zweites werden einheitliche Schnittstellen (Interfaces) definiert, welche die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten und der Middleware regeln. Die Schnittstellen werden mittels Wrappern implementiert, die beispielsweise in der Lage sind, Queries an die einzelnen Komponenten abzusetzen und entsprechende Antworten zu interpretieren (Roth et al. 2001).

Das Konzept einer Datenbank-Middleware in Verbindung mit der Verwendung von Wrappern, die auf standardisierten und offenen Schnittstellen basieren, verfolgen wir in den nächsten beiden Abschnitten, in denen wir den Entwurf und die Implementation der Architektur der *Virtuellen Datenbank* vorstellen.

3 ARCHITEKTUR

Die konkreten Zielsetzungen der Virtuellen Datenbank sind folgende:

- Integration von verteilt vorliegenden Datenbanken und Datenbeständen auf unterschiedlichsten Systemen ohne Autonomieeinschränkungen der einzelnen involvierten Komponenten.
- Beschränkung der Funktionalität der Integration auf verteilte Abfragen. Transaktionen für das Generieren neuer oder Aufdatieren bestehender Daten sollen durch die einzelnen Komponenten durchgeführt werden.
- Zugriff auf die Daten über einheitlich definierte Schnittstellen.
- Integrierte Darstellung und Abfrage der Daten mittels Browsern und Web-Mapping Software.

Für das Erreichen dieser Ziele wurde eine Architektur entworfen, die in Abbildung 1 dargestellt ist. Diese Architektur lässt sich in einzelne hierarchisch angeordnete Schichten gliedern, deren Eigenschaften und Aufgaben kurz umschrieben werden sollen:

- Datenbanken und Files: Die unterste Schicht der Architektur bilden die Datenbestände (auch als Datenkomponenten bezeichnet). Datenbestände können sowohl in verschiedenen Datenbanksystemen als auch in unterschiedlichsten File-Formaten vorliegen.
- Zugriffsschichten: Die Datenbestände werden über Zugriffsschichten integriert, welche einerseits die Daten über vordefinierte Schnittstellen zur Verfügung stellen und andererseits Schnittstellen vorgeben, über welche die Daten abgefragt werden können. Grosse Bedeutung bei der Integration von Daten kommt auch den beschreibenden Daten - den

Metadaten – zu. Um auf diese zuzugreifen und Abfragen durchzuführen, müssen ebenfalls Schnittstellen definiert sein. Ein schnittstellenbasierter Zugriff bedeutet, dass die Daten und Metadaten nicht in einheitlichen Datenstrukturen oder -modellen vorliegen, sondern nur für den Zugriff schnittstellenkonform aufbereitet werden müssen.

- **Integrationschicht (Middleware):** Dieser Schicht kommt die Aufgabe der Steuerung des verteilten Zugriffs und der Vereinigung der Daten zu. Daneben müssen die aus den Komponenten bezogenen Daten aufbereitet werden, so dass sie entsprechend visualisiert oder weiterverarbeitet werden können. Für die Aufgabe der Steuerung muss die Integrationschicht einerseits die "Adressen" und Datenbestände der einzelnen Komponenten kennen und andererseits Anfragen, die von Benutzerseite gestellt werden, an die Komponenten verteilen. Für die Vereinigungsaufgabe braucht es Strukturen, die die Antworten der Komponenten für die weitere Bearbeitung speichern können. Parallel zur Integrationschicht ist eine Softwarekomponente notwendig, die die graphische Aufbereitung der Daten vornimmt und sich auf Methoden des Webmappings durch die Verwendung von Mapservern stützt.
- **Browser:** Mit einem Datenbrowser soll den BenutzerInnen eine Oberfläche zur Verfügung gestellt werden, mit der räumliche und nicht-räumliche Daten ausgewählt, abgefragt, analysiert und visualisiert werden können. Für die BenutzerInnen soll dabei nicht ersichtlich sein, aus welcher Datenbank oder welchem Datenbestand die dargestellten Daten in Form von Tabellen, Graphiken oder auch digitalen Karten stammen.

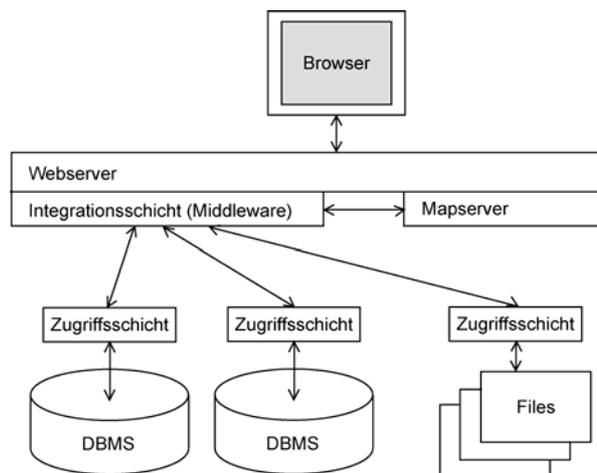


Abb.1: Architektur der Virtuellen Datenbank

4 IMPLEMENTATION

Die Implementation der einzelnen Zugriffsschichten wie auch der Integrationschicht basiert generell auf der Programmiersprache Java und den Webkomponenten der Java 2 Plattform (Armstrong et al. 2003). Beide Schichten sind als Weblösungen implementiert und verwenden Java-Servlets (Hunter und Crawford 2001). Ein Java-Servlet ist ein Computerprogramm, das innerhalb eines sog. Servlet-Containers (z.B. Tomcat) auf einem Webserver läuft. Die Verwendung dieser Technologie bedeutet, dass sowohl die Integrationschicht als auch die Zugriffsschichten, die verteilt vorliegen, an einen Webserver angebunden sein müssen. Als Kommunikationsprotokoll für den Transfer von Abfragen und Daten dient HTTP. Die Details der Implementation der einzelnen Schichten werden in den nächsten zwei Abschnitten beschrieben.

4.1 Implementation der Zugriffsschichten

4.1.1 Wahl der Schnittstelle

Die Wahl der Schnittstellen für die Implementation der Zugriffsschichten fällt auf die Spezifikation des Web Feature Service WFS (Open GIS Consortium 2002). Die Spezifikation definiert Schnittstellen, die Operationen für das Abfragen, Generieren, Löschen und Aufdatieren von geographischen Objekten definiert. Für die Virtuelle Datenbank wird aber nur das vorgeschriebene Minimum implementiert, welches die drei folgenden Schnittstellen für die Datenabfrage umfasst:

- **GetCapabilities:** Beinhaltet die Angaben zu den Daten, welche über den Service bezogen und zu den Operationen, die darauf ausgeübt werden können. Die Fähigkeiten einer über die Zugriffsschicht verfügbaren Komponente werden mit einem XML-Request angefordert und über eine in XML formulierte Antwort zurückgegeben. Diese Eigenschaften beschränken sich auf die Angabe der zur Verfügung stehenden Daten, die Beschreibung der Daten und ihrer Struktur sowie das Ermöglichen des Zugriffs auf die Daten. Eine besondere Bedeutung kommt dabei den Metadaten zu, die über diese Schnittstelle abrufbar sind.
- **DescribeFeatureType:** Beinhaltet die Beschreibung der Struktur der zur Verfügung gestellten Daten. Die Struktur wird mittels XML-Schema beschrieben (<http://www.w3.org/XML/Schema>). Jede Komponente muss ein solches Schema bereitstellen, wofür Elemente der vom OGC spezifizierten und mittlerweile weit verbreiteten Geography Markup Language (GML) verwendet werden.

- GetFeature*: Erlaubt den Zugriff auf die Daten über räumliche und nicht-räumliche Abfragekriterien. Wie bei den anderen beiden Operationen erfolgt die Anfrage mit einem XML-Dokument, welches Queries und Einschränkungen mit speziellen Filtern definiert. Als Antwort resultiert ein GML-Dokument, dessen Struktur mit dem vorher beschriebenen XML-Schema übereinstimmen muss. Die Bereitstellung der GML-Daten ist abhängig vom Datenbanksystem, Filesystem sowie der Strukturierung der Daten bei der jeweiligen Datenkomponente und muss in der Regel individuell implementiert werden. Mit Java wurden Grundklassen und Interfaces programmiert, die das Grundgerüst für die GML-Erstellung bilden. Für jede Komponente müssen dann in Form von objektorientierten Spezialisierungen individuelle Anpassungen vorgenommen werden. Auf zwei konkrete Beispiele gehen wir im anschließenden Abschnitt kurz ein.

4.1.2 Zwei Beispiele für die Implementation

Als erstes Beispiel für die Zugriffsschichtimplementation dient die Datenbank des Datenzentrums Natur und Landschaft (DNL, Baltensweiler und Brändli 2004), welche an der WSL lokalisiert ist. Das DNL speichert Daten zu verschiedensten Inventaren aus dem Umweltbereich, so zum Beispiel Inventare zu Feuchtgebieten, Auengebieten, Hoch- und Flachmooren. Die Sachdaten zu den Inventarobjekten sind in einer Oracle-Datenbank abgelegt, die u.a. das Jahr der Objekterfassung und den Schutzstatus angeben. Die Objektgeometrien sind mit der Spatial Database Engine (SDE) der Firma ESRI gespeichert, einer Software, die die Speicherung und Abfrage räumlicher Daten erlaubt und als Software-Schicht zusammen mit einer relationalen Datenbank aufgesetzt wird. Diese Konfiguration der Datenspeicherung bedeutet, dass die Generierung eines GML-Datensatzes, der von der Zugriffsschicht weitergegeben wird, durch den Zugriff auf SDE erfolgen muss. Die in Oracle abgelegten Sachdaten können ebenfalls über SDE bezogen werden. Die Implementation der Zugriffsschicht verwendet daher das von ESRI für die Programmiersprache Java zur Verfügung gestellte SDE-API, das die entsprechenden Query-Möglichkeiten aufweist (Abb. 2, DNL-Komponente).

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um eine Datenbank des Institutes für Systematische Botanik der Universität Zürich, welche verschiedene Daten zu gesammelten Moosen umfasst. Die Art der Datenspeicherung ist komplizierter als beim DNL. Die Sachdaten der Moosaufnahmen, welche u.a. wiederum das Funddatum und den Schutzstatus bezeichnen, liegen in einer Oracle-Datenbank vor. Die Fundorte der Moose, die sich eigentlich durch Punktkoordinaten auszeichnen, werden vordefinierten naturräumlichen Regionen zugeordnet, welche in einem ESRI-Shapefile gespeichert sind. Die Bereitstellung des GML-Dokumentes muss somit über den kombinierten Zugriff auf die Oracle-Datenbank und einem File im Shapeformat erfolgen. Java-seitig kommen dabei das JDBC-API von Oracle für den DB-Zugriff und speziell entwickelte Java-Klassen für die Bearbeitung von Shapefiles zum Einsatz (Abb. 2, Moos-Komponente).

Die beiden Beispiele zeigen, dass die Schnittstellen des Web Feature Service mittels Java-Klassen und Java-Servlets implementiert werden. Die entsprechenden Programme laufen an ihren jeweiligen Standorten mittels des Servlet-Containers von Tomcat (<http://jakarta.apache.org/tomcat>) und dem Apache-Webserver (<http://httpd.apache.org/>, Abb. 2).

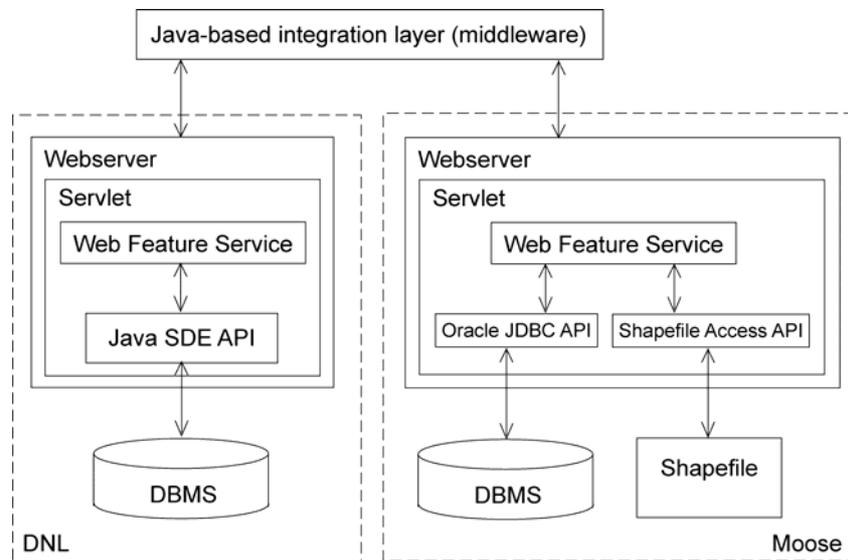


Abb.2: Beispiele für die Implementation der Zugriffsschichten

4.2 **Implementation der Integrationsschicht**

Analog zu den Zugriffsschichten wird auch die Middleware der Integrationsschicht mit Java und Java-Servlets auf einem Webserver implementiert. Die wesentlichen Aufgaben dieser Schicht sind das Verteilen der Anfragen und Einsammeln der Resultate an die und von den Zugriffsschichten sowie die Interpretation und das Zusammenfügen der verschiedenen GML-basierten XML-Schemen und GML-Daten. Letzteres beinhaltet hauptsächlich das Parsen von XML-Dokumenten, welches durch die Verwendung standardisierter und durch Open-Source-Projekte entwickelter Java-Klassen erfolgt (SAX-API, <http://sax.sourceforge.net/>).

Neben den genannten Aufgaben muss die Integrationsschicht auch die Interaktion zwischen den BenutzerInnen und der Virtuellen Datenbank regeln. BenutzerInnen arbeiten mit einem Browser, von welchem aus über HTML und JavaScript HTTP-Requests abgesetzt und Resultate in Form von HTML-Seiten erwartet werden. Die meist in Form digitaler Karten eingehenden Resultate, müssen durch die Integrationsschicht aufbereitet werden. Für die Erstellung der Karten wird der Internet Map Server *ArcIMS* von

ESRI verwendet (<http://www.esri.com/software/arcims>). *ArcIMS* bietet verschiedene Java-Klassen und sog. Tag-Libraries für die Programmierung von JavaServer Pages an, welche die Gestaltung von HTML-Seiten und den Einbau von graphischen Kartenelementen und Legenden server-seitig erlauben.

Während der Implementation hat sich gezeigt, dass beim Transfer von GML-Daten im Gegensatz zu den bei Webapplikationen üblicherweise im JPEG-Format transferierten Bilddaten grosse Datenmengen anfallen. Dies hat zu Datenübertragungszeiten geführt, die weit über der von Nutzern tolerierbaren Wartezeit lag. Deshalb wurde für die Integrationsschicht zusätzlich ein Caching-Mechanismus implementiert, der die grossen Mengen an Geometriedaten repliziert hält. Das Problem der Aktualhaltung der Daten wird dadurch gewährleistet, dass die Zugriffsschichten den Status ihrer Daten überprüfen und Änderungen durch eine Meldung an die Integrationsschicht signalisieren. Diese löst ihrerseits die Aufdatierung des Replikats aus.

5 POTENZIAL FÜR DIE REGIONALPLANUNG

Auf allen Ebenen und in allen Bereichen der räumlichen Planung gehört der Umgang mit raumbezogenen Daten und Informationen zum Arbeitsalltag. Die jeweiligen öffentlichen und privaten Träger sind bei der Bearbeitung eines Planungsproblems von der Bestands- und Bedarfsanalyse bis zur Wirkungskontrolle planerischen Handelns auf Daten angewiesen, die in Ämtern und Stellen des Bundes, der Kantone und Gemeinden, Forschungsinstituten, privaten Büros und anderen Institutionen geführt werden. So bedeutet das oft zeit- und kostenintensive Zusammenstellen benötigter Daten aus verschiedenen Quellen einen nicht zu unterschätzenden Mehraufwand neben der eigentlichen Planungsarbeit.

Die Virtuelle Datenbank kann in diesem Zusammenhang zu Effizienz und Qualität in der Planung beitragen:

- Der Aufwand für Beschaffung, Organisation und Pflege von Daten kann deutlich reduziert werden. Die Auseinandersetzung mit verschiedenen Datenformaten und -strukturen wird dem Nutzer zu einem erheblichen Teil abgenommen, was die Wahrscheinlichkeit von Arbeitsfehlern, die aufgrund einer grossen Menge und hohen Komplexität von Datenbeständen auftreten, verringert.
- Eine ständige Verfügbarkeit der Datenbestände garantiert das Abrufen von Daten auf dem letzten Stand und reduziert das Risiko der Verwendung veralteter Datenbestände.
- Die schnelle Verfügbarkeit von Daten kann Prozesse der Entscheidungsfindung und Planung beschleunigen, macht sie begründeter und besser nachvollziehbar.
- Ein einheitliches, leicht bedienbares Interface, ermöglicht es, die für die spezielle Fragestellung relevanten Daten zielgerichtet abzufragen. Dabei können Datenbestände nach räumlichen und zeitlichen Kriterien selektiert bzw. mit der Eingabe der Geometrien für die jeweilige räumlichen Bezugseinheit der Planung, Datenbestände abgefragt werden.
- Die Nutzung der Virtuellen Datenbank ist plattformunabhängig. Es entstehen keine Kosten durch die Anschaffung neuer Infrastruktur und durch spezielle Mitarbeiterschulungen.
- Angesichts wachsender Möglichkeiten des IT-Einsatzes, wie GIS-Technologien, in der Planung und einer wachsenden Menge an Geodatenbeständen stellt die Virtuelle Datenbank eine Technologie dar, um letztere verfügbar, überschaubar und handhabbarer zu machen. Sie erlaubt damit einen effizienteren Einsatz von IT-Werkzeugen in der Planung.

Mit der Erhebung des Prinzips der Nachhaltigkeit zur Leitvorstellung für die Raumentwicklung in der Schweiz ist die Planung auf allen räumlichen und fachlichen Ebenen diesem Grundsatz verpflichtet. Die Regionalplanung nimmt als Vermittlerin zwischen bundes- und kommunaler sowie interkommunaler Ebene eine besondere Bedeutung für die Umsetzung des Leitbildes Nachhaltigkeit ein. Als vorausschauende, überörtliche und überfachliche Planung koordiniert sie die konkrete raum- und siedlungsstrukturelle Entwicklung einer Region. Dabei setzt sich die Erkenntnis durch, dass für eine effektive, kreative und der nachhaltigen Raumentwicklung verpflichteten Planung Sachgebiete und administrative Grenzen überschreitende Ansätze nötig sind.

Vor diesem Hintergrund haben sich in der Vergangenheit neben den formellen Plänen und Programmen informelle Planungsinstrumente wie Regionale Entwicklungskonzepte (REK) und Landschaftsentwicklungskonzepte (LEK) etabliert. Diese sollen zur Umsetzung raumordnerischer Zielstellungen eine Reihe konkreter Ziele und Massnahmen für Teilräume erarbeiten. Aufgrund der Relevanz, die diese Ansätze für die Konkretisierung nachhaltiger Raumentwicklung unter Einbeziehung regionaler Eigenheiten und Entwicklungspotentiale auf regionaler Ebene besitzen, wird im folgenden skizziert, inwieweit durch den Einsatz der Virtuellen Datenbank die Erarbeitung eines LEK unterstützt werden kann.

In der Schweiz werden LEK auf kommunaler, regionaler und kantonaler Ebene eingesetzt. In der Regel gehen sie auf die Initiative von Gemeinde, regionalen Planungsverbänden, dem Kanton oder auch einer privaten Trägerschaft zurück. Aufgrund des umfassenden Landschaftsverständnisses, auf dem ein LEK beruht, werden bei der Konzeption alle landschaftsprägenden Nutzungen bzw. Interessengruppen und Planungssperimeter in ihrem aktuellen Zustand flächendeckend einbezogen. Der integrative und kooperative Charakter des Ansatzes bedingt, wie aus den Abbildungen 3 und 4 hervorgeht, das Vorhandensein einer Vielfalt von Daten auf verschiedenen räumlichen Ebenen und das Einbinden einer Vielzahl von Akteuren.

An eine Initialisierungs- und Startphase, in der Projektziele und Schwerpunkte der Konzeption festgehalten werden, schliesst eine Phase der Bestandsaufnahme bzw. Analyse. In dieser Phase steht das zielgerichtete Beschaffen und Auswerten von Planungsgrundlagen im Vordergrund. Wie Abbildung 4 zeigt, kann dazu eine sehr grosse Bandbreite von Informationen nötig sein. So müssen Vorgaben übergeordneter Planungen, die z. B. Art und Mass der Bodennutzung, Flächen für Siedlungs- und Freiräume, Infrastrukturanlagen sowie Erholungsgebiete festlegen ebenso berücksichtigt werden wie existierende Angaben über den Ist-Zustand von Arten- und Lebensräumen, des Wassers, Bodens, Landschaftsbildes, des Klimas und der Luft als landschaftliche Schutzgüter. Auf der Grundlage dieser Informationen wird der aktuelle Wert von Landschaften aufgezeigt, werden Bedarfe und bestehende Entwicklungspotentiale ermittelt sowie Konflikte zwischen Schutz- und Nutzungsinteressen offengelegt. In der folgenden

Konzeptionsphase werden aus diesen Ergebnissen heraus die generellen Ziele konkretisiert, Massnahmen für die Umsetzungsphase erarbeitet und eine anschliessende Erfolgskontrolle geplant. Mit Hilfe der Installation einer Virtuellen Datenbank könnten die, wie in Abbildung 4 dargestellt, verstreut in Ämtern des Bundes, der Kantone und der Gemeinden sowie Forschungsinstituten vorliegenden Informationen vor allem für die entscheidenden Phasen der Analyse und Konzeption schnell und umfassend bereitgestellt werden.

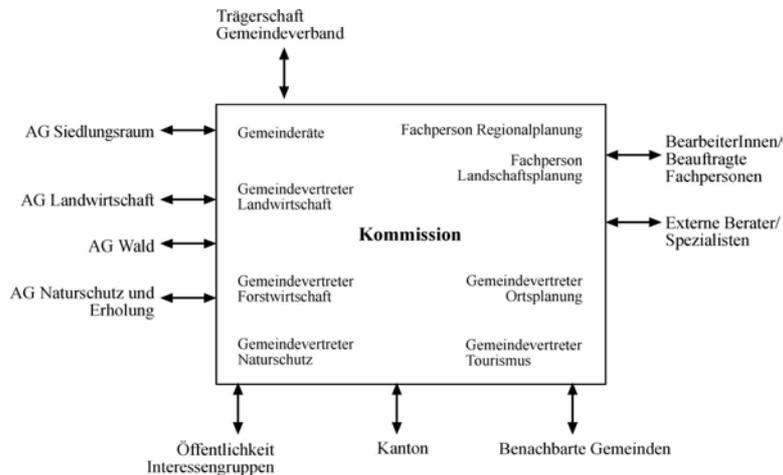


Abb. 3: Beispiel für den Aufbau eines LEK
Quelle: Adaptiert, nach Hochschule für Technik, HSR Rapperswil 2002

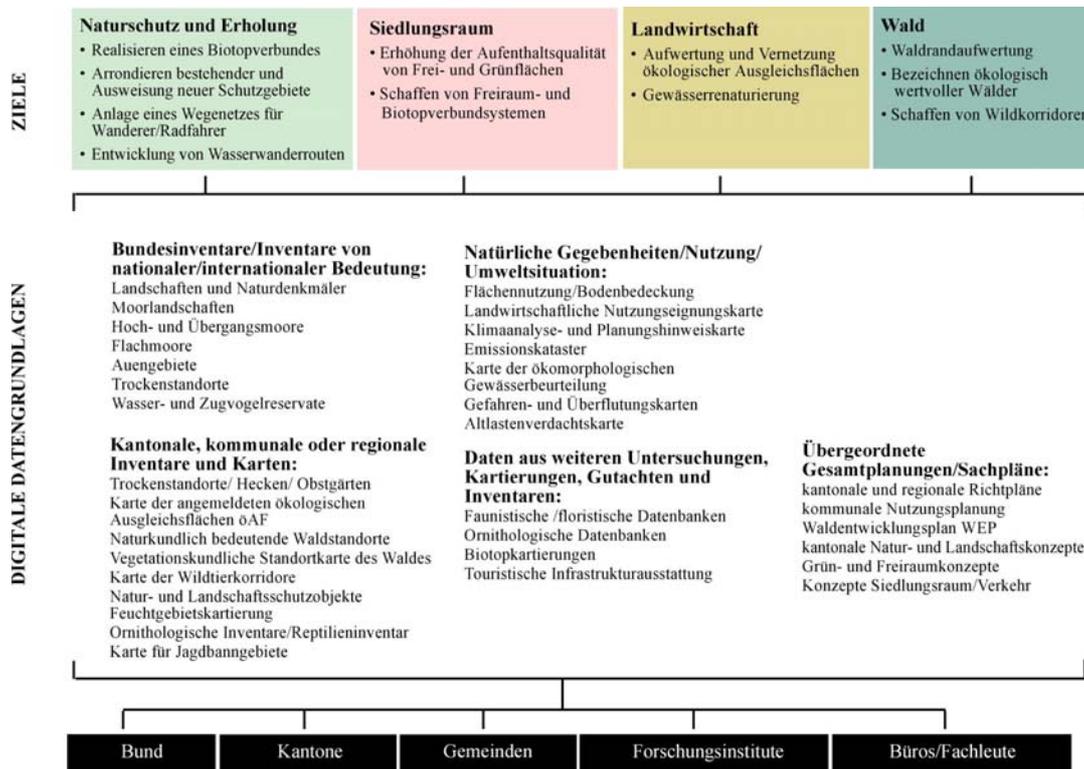


Abb. 4: Beispiel für Ziele, wichtige Datengrundlagen und Datenquellen eines LEK

Gerade für die beteiligten Gemeinden und Kantone, denen zumeist die Bereitstellung der Grundlagen obliegt, stellt eine Zusammenstellung der in den verschiedenen Institutionen geführten Datenbestände eine wesentliche, kosten- und zeitsparende Unterstützung dar und ist eine Voraussetzung für die Qualität planerischer Entscheidungen. Zudem könnten die an einem LEK mitwirkenden bzw. interessierten Akteure die Möglichkeit erhalten, sowohl die der Konzeption zugrundeliegenden Daten einzusehen und zu beurteilen, als auch Planungsergebnisse abzufragen.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorgestellte Architektur der Virtuellen Datenbank ist anhand der Integration von Datenbanken aus dem Umweltbereich als Prototyp realisiert. Die Zielsetzung der Integration von Datenbeständen über die Definition einheitlicher und offener Schnittstellen ohne dass dabei die Autonomie der zu integrierenden Datenbanken eingeschränkt wird, kann mit dem vorgestellten Konzept effektiv umgesetzt werden. Die technische Realisierung des Konzepts mit der Wahl von Java als Programmiersprache und der durchgehenden Verwendung von XML als Kommunikationssprache erlaubt eine einheitliche Handhabung der Schnittstellen und Daten und bietet

eine einheitliche Plattform für die Implementation. Ein grosser Vorteil bei der Verwendung von Java liegt darin, dass für die einzelnen zu programmierenden Module (Zugriffsschichten, Integrationsschicht) auf eine breite und in vielen Fällen auch freie Verfügbarkeit von existierenden und sich in Entwicklung befindenden Klassenbibliotheken zugegriffen werden kann.

Wir sind überzeugt, dass die Verwendung der Virtuellen Datenbank für verschiedenste Aufgaben grosses Potenzial besitzt. An einem Beispiel der nachhaltigen Landschafts- und Regionalentwicklung konnten wir dies übersichtsartig beleuchten. Diesbezüglich wird eine wichtige Herausforderung für die nähere Zukunft darin bestehen, aktiven Gemeinden und Regionen eine Technologie zur Verfügung zu stellen, die sie in ihrem Bemühen unterstützt, integrative und kooperative Ansätze der Planung als Grundlage einer nachhaltigen Landschafts- und Regionalentwicklung anzuwenden. Ein prioritäre Massnahme wird in diesem Zusammenhang die Installation der Virtuellen Datenbank zur Zusammenführung räumlicher Datenbeständen des Bundes, der Kantone und der Gemeinden sein. Die WSL unternimmt mit der Verknüpfung eigener Biotopkartierungen mit Inventardaten des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, faunistischen/floristischen Datenbanken des Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF) und Centre du Réseau Suisse de Floristique (CRSF), sowie Datenbeständen zur Flächennutzung des Bundesamtes für Statistik erste Schritte in diese Richtung.

Die Nutzung der Virtuellen Datenbank durch die Planung und andere Anwendungsgebiete hängt gegenwärtig von der Lösung zahlreicher noch offener Fragen ab. So basiert das System auf der Partizipationsbereitschaft und Freiwilligkeit zur Bereitstellung von Informationen. Ausserdem bleiben grundsätzliche Fragen wie zum organisatorischen Aufbau, technischen Betrieb sowie zum Nutzungsrecht bzw. Nutzerzugriff zu beantworten.

7 REFERENZEN UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- Anderson, G. und R. Moreno-Sanchez: Building Web-Based Spatial Information Solutions around Open Specifications and Open Source Software. *Transactions in GIS*, 7 (4), 2003
- Armstrong, E., S. Bodoff, D. Carson, M. Fisher, S. Fordin, D. Green, K. Haase und E. Jendroc: The Java Web Services Tutorial. Sun Microsystems, Santa Clara, California, 2003 (<http://java.sun.com/webservices/docs/1.1/tutorial/doc/>).
- Asche, H.: Kartographische Informationsverarbeitung in Datennetzen - Prinzipien, Produkte, Perspektiven. In: Hermann, C. und H. Asche (Hrsg.): *Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet*. Wichmann, Heidelberg, 2001
- Baltensweiler, A. und M. Brändli: Web-based Exploration of Environmental Data and Corresponding Metadata, in Particular Lineage Information. In: Scharl, A. (Hrsg.): *Environmental Online Communication. Advanced Information and Knowledge Processing Series*, Springer, London, 2004
- Bossard, Andreas: Vernetzungsprojekte und Landschaftsentwicklungskonzepte (LEK) in der Praxis. *Raum und Umwelt*, Dezember 2001, Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP-ASPASPAN, Bern, 2001
- Brändli, M. und J. Sparenborg: SVG as graphical metadata for distributed spatial data processing. *SVG Open / Carto.net Developers Conference*, Zürich, Schweiz 15. – 17. Juli, 2002 (http://www.svgopen.org/2002/papers/braendli_sparenborg_svg_for_metadata/index.html)
- Cecconi, A., C. Shenton und R. Weibel: Tools for Cartographic Visualization of Statistical Data on the Internet. *Proceedings 19th International Cartographic Conference*, Ottawa, Canada, 1999
- Dickmann, F.: Geodaten im Netz - Die Bedeutung von Geodatenservern für Kartographie und Fernerkundung. *Kartographische Nachrichten*, 50 (4), 2000.
- Eddy, J.A.: Environmental Research: What we must do. In: Goodchild, M.F., B.O. Parks und L.T. Steyaert (Hrsg.): *Environmental Modeling with GIS*. Oxford University Press, New York, 1993
- Geissbühler, Susanna: Das Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) – ein umfassender, die Nachhaltigkeit und die landschaftlichen Qualitäten fördernder Planungsansatz. *Exposé im Rahmen des NDK „Entscheidungsfaktor Raum“ 2001/2002*. ETH Zürich, Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung], 2002
- Geppert, A. und K. R. Dittrich: Component Database Systems: Introduction, Foundations, and Overview. In: Dittrich, K. R. und A. Geppert (Hrsg.): *Component Database Systems*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2001
- Gould, M. und A. Ribalaygua: A new breed of web-enabled graphics. *GeoWorld*, 12 (3), 1999
- Hermann, C.: Webmapping - Thesen, Beispiele und Tendenzen. *Kartographische Nachrichten*, 51 (6), 2001
- Herring, J.: The OpenGIS data model. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 1999
- Hochschule für Technik, HSR Rapperswil (Hrsg.): *Werkzeugkasten LEK. Eine Arbeitshilfe zum Erarbeiten von Landschaftsentwicklungskonzepten*. Rapperswil, 2002
- Hunter, J. und W. Crawford: *Java Servlet Programming*. 2nd Edition, O'Reilly, 2001
- Kottman, C.: The Open GIS Consortium and progress toward interoperability in GIS. In: Goodchild, M. F., M. Egenhofer, R. Fegeas und C. Kottman (Hrsg.): *Interoperating Geographic Information Systems*, Kluwer, Boston, 1999
- Open GIS Consortium: *Web Map Service Implementation Specification. Version 1.1.1*, Open GIS Consortium Inc., 2001
- Open GIS Consortium: *Web Feature Service Implementation Specification. Version 1.0.0*, Open GIS Consortium Inc., 2002
- Open GIS Consortium: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification. Version 3.0.0*, Open GIS Consortium Inc., 2003
- Peng, Z. und M. Tsou: *Internet GIS: Distributed geographic information services for the internet and wireless networks*. John Wiley & Sons, New Jersey, 2003
- Roth, M. T., P. Schwarz und L. Haas: An Architecture for Transparent Access to Diverse Data Sources. In: Dittrich, K. R. und A. Geppert (Hrsg.): *Component Database Systems*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2001
- Sheth, A. P. und J. A. Larson: Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases. *ACM Computing Surveys*, 22 (3), 1990.
- Tsou, M.-H. und B. P. Buttenfield: A Dynamic Architecture for Distributing Geographic Information Services. *Transactions in GIS*, 6 (4), 2002