

Modellintegration in digitalen Atlanten

Konzepte und Lösungsvorschläge am Beispiel ATLAS2000¹

Mario Melle² und Bernd Triebfürst³

Zusammenfassung

Atlanten sind ein integrativer Bestandteil wissenschaftlicher Bibliotheken. Der Einsatz digitaler Atlanten eröffnet weitgehende Nutzungsmöglichkeiten. Hierfür ist die Erarbeitung einer neuen methodischen Basis nötig, die weit über das hinausgeht, was bisher in Zusammenhang mit dem Schlagwort *Digitale Atlanten* diskutiert und realisiert wurde. Es werden neue didaktische Konzepte zur Erschließung raumbezogener Daten vorgestellt, bei denen neben der Datenauswahl und ihrer Darstellung in Karten über den Zugriff auf fachspezifische Modelle das Verständnis für die hinter den Daten stehenden Prozesse vermittelt wird. Die neuen Instrumente müssen und können eine interaktive, individuelle, problembezogene Darstellung, Kombination, Modellierung sowie den Austausch von vieldimensionalen raumbezogenen Datensätzen erlauben. Ungelöste Probleme hierbei sind u.a. die Verteilung der Aufgaben bei der Nutzung des Atlas auf Client und Server, der Transfer von Daten und Modellen unter Einsatz von Kompressions- und Internet-Technologien und eine interaktive visuelle Nutzerführung. Im Forschungsvorhaben ATLAS2000⁴ der Universität Leipzig, Institut für Informatik und der Universität Freiburg, Institut für Physische Geographie, werden zu den genannten Aufgabenfeldern in der Literatur und im Internet existierende Konzepte gesammelt und bewertet, sowie an einer Auswahl von Daten und Modellen darüber hinausgehend Lösungen in Form einer Pilotstudie realisiert.

Ausgehend von der grundlegenden Architektur von ATLAS2000 bieten sich mit diesem Projekt vielfältige Möglichkeiten des Einsatzes der Visualisierung von Daten, Darstellung multimedialer Lehr- und Lerneinheiten, der Nutzung von Medienströmen und der Integration von Modellberechnungen auf der Basis einer Client/Server-Architektur.

¹ ATLAS2000 im Internet: <http://shear.Informatik.Uni-Leipzig.de:2000/>

² Institut für Informatik, Universität Leipzig, PF 920, 04009 Leipzig, <mailto:melle@Informatik.Uni-Leipzig.de>

³ Institut für Physische Geographie, Universität Freiburg, Werderring 4, 79085 Freiburg i.Br., <mailto:betri@IPG.Uni-Freiburg.de>

⁴ Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogrammes *Verteilte Vermittlung und Verarbeitung Digitaler Dokumente* (V3D2).

1. Motivation

1.1 Digitale Bibliotheken und ATLAS2000

Im Sinne klassischer Atlanten ist ATLAS2000 ein didaktisch aufbereitetes Nachschlagewerk für raumbezogene Informationen. Im Sinne eines GIS bietet ATLAS2000 die Möglichkeit, Informationen verschiedener Sachebenen zu verknüpfen und kartographisch darzustellen. Dabei können auch eigene Daten vom Nutzer integriert und bearbeitet werden. Über die Funktionalitäten bisheriger digitaler Atlanten und Web-GIS hinaus bietet ATLAS2000 Zugangsmöglichkeiten zu verschiedenen Modellen, die hinter den Karten stehen. Den Nutzern wird die Durchführung eigener Modellrechnungen und die Erstellung von Karten auf der Grundlage der Modellergebnisse ermöglicht. Hierzu stehen eine Auswahl an numerischen und statistischen Modellen, umfangreiche Meßdaten und beispielhafte Modellläufe zur Verfügung. ATLAS2000 wendet sich dabei an einen großen Nutzerkreis mit unterschiedlichen Kenntnissen – angefangen bei Fachpersonen, über Schüler und Studenten bis hin zu Laien.

Durch die Möglichkeit, selbst Simulationsrechnungen durchzuführen, wird den Anwendern ein Zugang zu den Prozessen gegeben, deren Ergebnisse in den thematischen Karten dargestellt sind. ATLAS2000 liefert einen konzeptionellen Beitrag zur Verwaltung digitaler Karten in digitalen Bibliotheken:

- ?? Ortsgebundene Daten (digitalisierte Tabellen, Statistiken, Texte) können über digitale Karten erschlossen und abgefragt werden.
- ?? Karten können durch den Zugang zu den Primärdaten, aus denen die Karten abgeleitet werden, schnell aktualisiert werden.
- ?? Geowissenschaftliche Modelle werden durch ihre Unabhängigkeit von Rechnerplattformen und ihre didaktische Aufbereitung in Bibliotheken einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt.

Diese Funktionalität kann dem Nutzer auf verschiedene Weise über das Internet zur Verfügung gestellt werden.

1.2 Digitale Atlanten und Geoinformationssysteme

In der Entwicklung von digitalen Atlanten und der Technologie von Geoinformationssystemen (GIS) lassen sich verschiedene, sich überlappende Phasen erkennen (Bartelme 1995):

- ?? Der *Pionierzeit* von 1955 bis 1975, in der erste digitale Daten gesammelt wurden,
- ?? folgte die Umstellung der Verwaltung von Geodaten auf Computer durch *Behörden* von 1970 bis 1985.

- ?? Seit Anfang der 80er Jahre wurden durch *Firmen*⁵ GIS entwickelt, was sich auch auf die Entwicklung der Hardware auswirkte, denn die zu verwaltenden Datenmengen benötigten verbesserte Verarbeitungskapazitäten und Visualisierungsmöglichkeiten.
- ?? Die Nachfrage und die Weiterentwicklung der Hardware und der Darstellungsmöglichkeiten ermöglichte einen stetig wachsenden Markt, der sich nicht nur auf Behörden und Institutionen beschränkt.

Dieser Markt entwickelt sich zu einem *offenen Markt für Geoinformationen*. Das Produkt Geoinformation gehorcht, wie andere Produkte auch den Gesetzen von Angebot und Nachfrage. Die Zeit des "monolithischen" auf einen Mainframe mit limitierter Anzahl von Nutzern beschränkte GIS wurde und wird durch die Entwicklung des Internet beendet. Die wachsende Zahl an Nutzern macht es notwendig, informationstechnische Strukturen zu entwickeln, die das über Jahre gewachsene Know-how von GIS-Anbietern dem Nutzerkreis im Internet zur Verfügung stellt.

Aufgaben

Damit die Daten und Funktionalitäten eines GIS im Internet genutzt werden können, sind folgende Probleme zu lösen:

1. Verfügbarmachung der Informationen für das Internet und Visualisierung mit Hilfe der Internet-Technologien.
2. Konsistenz und Transfer der Daten im Internet. Es muß berücksichtigt werden, daß der Datenbestand nicht immer konsistent sein muß, da dieser von dritten Parteien (Fremdanbieter), dem Anwender (eigene Daten) oder freien Online-Quellen in das GIS eingebunden werden können.
3. Verknüpfung der Datenbestände zu einem Gesamtdatenbestand, wobei das Zeitverhalten des Datenzugriffs (Quality of Service) und die Datenmengen zu untersuchen sind.
4. Verwaltung der Kunden und Abrechnung der Leistungen des GIS mit dem Kunden. Heutige kommerzielle Abrechnungssysteme sind meist Artikel-orientiert (Shop-Systeme), also darauf zugeschnitten Stückmengen abzurechnen. Die Notwendigkeit der Abrechnung von Datenvolumen oder Zeiteinheiten werden hingegen noch nicht berücksichtigt.

Die heute zur Überführung eines GIS in ein Web-GIS eingesetzten Techniken beschränken sich jedoch meist auf die Überführung der Visualisierung ins Internet. Dabei werden alle datenrelevanten Operationen auf dem Server und einfache Interaktionen – beispielsweise mit einem Web-Browser – auf dem Client durchgeführt. Kommandos werden vom Client auf den Server und Resultate vom Server auf den Client übertragen. Dies bildet die klassische *Two tier*-Architektur nach (siehe Kapitel 2.2).

⁵ Intergraph, Arc/Info (ESRI), Sicad (Siemens), etc.

Auf dem Server befindet sich in diesen Fall zumeist ein, um ein spezielles Eingabe- und Ausgabe-Interface erweitertes GIS, ohne visuelles Benutzer-Interface. Die Daten werden dann zu Web-Seiten zusammengebaut und können vom Client visualisiert werden. Die dabei erzielbaren Ergebnisse sind keinesfalls ausreichend und nutzen die vorhandenen Vorteile des Internet nicht aus!

ATLAS2000 hat sich die Aufgabe gestellt, bekannte Ansätze aus Atlanten, GIS und Web-GIS zu sammeln und auf ihre mögliche Integration in Client/Server-basierte Architekturen zu untersuchen und zu verbreiten. Dabei soll anhand eines Prototypen eine beispielhafte Implementierung von einzelnen Lösungen gezeigt werden.

2. Architekturprinzipien von Internet-Anwendungen

Aufbauend von einer einfachen, in Abbildung 1 gezeigten, heute oft eingesetzten Architektur, soll ein Vorschlag für den Aufbau eines im Internet einsetzbaren Atlanten entwickelt werden, der es ermöglichen kann, die eingangs erkannten Probleme zu lösen. Es lassen sich zwei Möglichkeiten der Kommunikation von Client und Server unterscheiden:

2.1 Browser-Technologien

Bei der mittels durch das Hypertext Transfer Protokoll (HTTP) getriebenen Pop-Technologie eines Internet-Browsers richtet dieser vom Client aus Anfragen an den Web-Server (Server). Dieser liefert die erforderlichen Informationen als hypermediale Dokumente aus, die dann durch den Browser dargestellt werden. Eventuell notwendige Anfragen des Server an eine Datenbank oder externe Anwendungen müssen über eine geeignete Interface-Technologie durchgeführt werden.

?? Dies ist über kurzzeitige Verbindungen möglich, die auch als Stateless-Verbindung bezeichnet werden und den Server durch ihren erhöhten Ressourcenaufwand belasten. Dabei werden diese Verbindungen bei jeder Anfrage eines Client durch den Server aufgebaut, ausgeführt und wieder getrennt. Ein Beispiel eines solchen Vorganges ist die Abarbeitung eines *Common Gateway Interface (CGI)*-Programms oder eines *Servlet* (Server-seitiges Java-Programm).

?? Es ist möglich Statefull-Verbindungen aufzubauen, wie dies durch die Server-Erweiterungen *Internet Server Application Programming Interface (ISAPI)* und *Netscape Server Application Programming Interface (NSAPI)* geschieht. Diese Server-Erweiterungen nutzen die durch den Server zur Verfügung gestellten Programmierinterfaces und werden nach dem ersten Aufruf permanent im Speicher des Server gehalten. Die Verbindungen zu den Datenbanken werden nicht getrennt.

?? Eine weitere Möglichkeit bietet der Einsatz von Objekt-Technologien und Client/Server-Architekturen, wie dem *Component Object Model* (COM), dem *Dynamic Component Object Model* (DCOM), *ActiveX* und der *Common Object Request Broker Architecture* (CORBA). Objekt-Technologien (COM/DCOM, ActiveX, CORBA) werden in steigendem Maße eingesetzt und bieten die besten Voraussetzungen für den Einsatz in Client/Server-Umgebungen. Sie sind auch für den Einsatz in GIS geeignet.

2.2 Client/Server-Architektur

Resultierend aus den Einschränkungen einer Architektur mit gemeinsamer Nutzung von Dateien (file sharing architecture) wurden Datenbank-Server eingeführt, die den Zugriff auf Daten über ein *Database Management System* (DBMS) erlauben, statt über Dateien. Durch den Einsatz von *Remote Procedure Calls* (RPC) und SQL-Anweisungen wird der Zugriff auf die Daten direkt möglich und damit der Netzwerkverkehr verringert.

Bei einer Form der Client/Server-Architektur, der *Two tier*-Architektur, wird das Benutzerinterface auf dem Computer des Nutzers aus- und die Operationen mit den Daten auf dem Server durchgeführt. Der Server ist direkt und zentral für alle Nutzer zuständig und unterstützt *Stored Procedures* und *Trigger*, was eine Vorverarbeitung der Daten erlaubt und somit die Programmlogik auf den Computer des Nutzers und den Datenbank-Server aufteilt. Die größten Einschränkungen dieser Architektur bestehen in der Limitierung auf feststehende Benutzergruppen und der Maximalzahl an Benutzern in einer Gruppe.

Mit der Einführung der *three tier*-Architektur (oder auch *multi-tier architecture*) werden die Limitierungen der *two tier*-Architektur aufgehoben, indem zwischen dem Benutzerinterface und dem DBMS eine weitere Stufe (*process management*) eingeführt wird (Abbildung 2). Diese Stufe kann verschieden implementiert werden. Unter anderem durch:

- ?? Transaktionsmonitore (transaction processing monitor, TP),
- ?? Message-Servers,
- ?? Application-Servers.

Die zusätzlich eingeführte Schicht kann mittels Queuing Datenbankoperationen des Benutzer entgegen nehmen, ausführen und Resultate zurückliefern. Dies tut sie selbstständig, so daß die Anwendung des Nutzers während der Abarbeitung der Datenbankoperationen nicht blockiert ist.

Während Transaktionsmonitore in einer niederen Programmiersprache implementiert und Message-Server in drahtlosen Anwendungen bevorzugt eingesetzt werden, sind Application-Server die beste Wahl, wenn es um Sicherheit, Skalierbarkeit und Kosten geht (Schussel 1996).

Der Application-Server ist nicht für das Benutzerinterface (GUI) verantwortlich, sondern beinhaltet vielmehr die Verhaltensregeln (business logic), die Berechnungen und die Verwaltung der Datenbanken. Das bietet die Vorteile der besseren Skalierbarkeit, der erhöhten Sicherheit und der verringerten Installations- und Wartungskosten.

ATLAS2000 schlägt eine *multi-tier architecture* mit Application-Server und Thin-Client vor, um die Funktionalität eines GIS abzubilden. Thin-Clients sind die auf eine Bibliothek von minimal notwendigen Visualisierungen und der Programmoberfläche reduzierten Anwendungen, die auf dem Client ausgeführt werden und das Benutzerinterface bilden. Alle anderen Operationen werden auf den Server verlagert, wobei die Business Rules in der *Model Engine*, die Berechnungen in der *Calculation Engine* und der Zugriff auf die Datenbanken in der *Data Engine* zusammengefaßt werden (Abbildung 2). Auf der Client-Seite befindet sich die *Visualization Engine*, die die minimalen Visualisierungen der Benutzerschnittstelle zur Verfügung stellt. Die *Engines* werden mit Hilfe von Objekt-Technologien (distributed enterprise architecture) als *Object Request Broker* (ORB) implementiert und ermöglichen es, organisatorisch und technologisch flexibel zu sein. So ist vorstellbar, daß ein Teil, wie beispielsweise die *Data Engine*, mit Hilfe von Java (JDBC) implementiert wird, *Model* und *Calculation Engine* in C++ und die Kommunikation über CORBA erfolgt (CORBA/ORB der OMC⁶).

Die Kommunikation von Client und Server erfolgt durch den Einsatz von Middleware, die es ermöglicht ein oder mehrere Prozesse auf einem oder mehreren Computer durch API's zu verbinden. Middleware ist notwendig, um die Migration von Mainframe-Anwendungen in Client/Server-Anwendungen zu unterstützen und die Kommunikation in heterogenen Systemen zu ermöglichen (Abbildung 3).

2.3 Kombination von Browser und Applikationen auf dem Client

Bei der Darstellung der Ergebnisse und der Interaktion des Nutzers mit ATLAS2000 auf dem Client, können Browser-Clients und Anwendungen (Thin-Clients) eingesetzt werden.

Die vom Server ausgelieferten und im Browser-Client (Browser) dargestellten Seiten sind hypermediale Dokumente, in die zu den bereits existierenden Formen von multimedialen Inhalten auch Teile von Objekt-Technologie eingelagert sein können. Dies geschieht in ATLAS2000 durch den Einsatz von Java-Applets und ActiveX-Elementen, die vom Browser als eigenständiger Prozeß ausgeführt werden. Beim Einsatz dieser Technologien ergeben sich allerdings Probleme, die in verschiedenen Herstellern der Browser und deren Marktpolitik begründet liegt. Beispiele sind hier die bei Java in den Versionen des *Java Development Kit* (JDK) und bei

⁶ Object Management Group home page: <http://www.omg.org/>

ActiveX in der Beschränkung auf Microsoft-unterstützende Browser bestehenden Inkompatibilitäten.

Bei Anwendungen treten die für Browser genannten Probleme nicht auf. Dafür gehen aber zum Teil die plattformunabhängigen Eigenschaften browser-basierter Benutzerinterfaces verloren und es müssen die bereits im Browser vorhanden Funktionen für die Benutzerinteraktion in der Anwendung nachgebildet werden.

2.4 Ziele von ATLAS2000

Im folgenden werden einzelne Teile kurz vorgestellt Die Integration von geowissenschaftlichen Modellen wird in Kapitel 3 ausführlicher behandelt.

Konzeption und Didaktik

In konzeptioneller Hinsicht verfolgt ATLAS2000 zwei Ziele: zum einen entspricht ATLAS2000 dem klassischen Atlaskonzept und dient damit als Nachschlagewerk für raumbezogene Informationen und Prozesse. Zum anderen erlaubt die interaktive Nutzung der implementierten Modelle das Erlernen typischer Abläufe und Vorgänge in der Geosphäre auf der Basis eigener Vorgaben und zum Teil eigener Daten. Als Pilotprojekt konzentriert sich ATLAS2000 dabei auf Aspekte aus dem Bereich der Klimatologie und Meteorologie.

Aus didaktischer Sicht wird in ATLAS2000 eine mehrstufige Aufbereitung der dargebotenen Themen angestrebt, so daß ein breiter Kreis potentieller Nutzer mit unterschiedlichem Kenntnisstand und unterschiedlichem Interesse erreicht werden kann. Als Mehrstufigkeit wird hierbei die Aufbereitung der Inhalte auf unterschiedlichen Niveaus von kurzen und einfachen Erläuterungen bis hin zu umfangreichen Lerneinheiten zu bestimmten Themen verstanden.

Aufbereitung und Integration von Primärdaten

Da es sich bei ATLAS2000 um eine Pilotstudie handelt, wurde die Datengrundlage in der ersten Projektphase auf den Untersuchungsraum *südliches Oberrheingebiet, Südlicher Schwarzwald* beschränkt. Für diesen Raum liegt am Institut für Physische Geographie (IPG) der Universität Freiburg eine umfangreiche Datengrundlage vor, die innerhalb des Forschungsprojektes REKLIP (Regionales Klimaforschungsprojekt) erstellt werden konnte.

Kompression

Geoinformationssysteme arbeiten mit sehr großen Datenmengen, die über das Internet übertragen werden müssen. In ATLAS2000 sollen Untersuchungen zu verschiedenen Anwendungsgebieten der Kompression untersucht werden, z.Bsp. für Bilder, Bildfolgen (Interframe), 3D-Daten durch Nutzung der Wavelet-Domain und JPEG2000.

XML

Die *Extensible Markup Language* (XML) wird durch das *World-Wide-Web-Konsortium*⁷ zur Zeit als Standard abgeschlossen und bereits von verschiedenen Anwendungen und Datenbanken unterstützt. Unter Verwendung dieses Standards ist es möglich, den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen DBMS und der Middleware zu erleichtern. Die Abstraktion des Datenaustausches wird bereits von einigen Client/Server-Anwendungen unterstützt, wie das Beispiel der *enfinity*-Technologie der *INTERSHOP Communications GmbH*⁸ zeigt. XML bietet zur Abstraktion des Datenaustausches und zur Datenstrukturierung an.

3. Modellintegration in digitalen Atlanten

Sollen in digitalen Atlanten Modelle integriert werden, um raumwirksame Prozeßabläufe zu simulieren und zu erläutern, ist dafür Sorge zu tragen, das die Modelle den unterschiedlichen Nutzergruppen entsprechend aufbereitet werden. Dies bedeutet einerseits eine sorgfältige didaktische Aufbereitung und damit leichte Bedienbarkeit der Modelle andererseits die Möglichkeit, Modelle unterschiedlicher Komplexität auswählen zu können, die den gleichen geowissenschaftlichen Sachverhalt auf unterschiedliche Weise darstellen. In ATLAS2000 wird anhand ausgewählter Beispiele aus der Klimatologie versucht, diese Konzeption umzusetzen.

Die Modelle, die zur Modellierung geophysikalischer Prozesse in ATLAS2000 eingesetzt werden, lassen sich in zwei Kategorien unterteilen. Einerseits handelt es sich um allgemeine statistische Modelle, andererseits um fachspezifische physikalische Modelle. Für beide Kategorien wurden exemplarisch Modelle verschiedener Komplexität ausgewählt, die alle innerhalb der Konzeption des Freiburger Regionalisierungsmodells FREIM stehen. FREIM wurde am Institut für Physische Geographie (IPG) der Universität Freiburg ausgehend von konkreten geowissenschaftlichen Anwendungen entwickelt (Bartelme 1995, Saurer et al. 1995). Es handelt sich hierbei um ein Methodengerüst zur Ableitung flächendeckender Datensätze geophysikalischer Parameter zur Erschließung des Raum-Zeit-Kontinuums dieser Parameter. Hierbei werden zeitlich hochaufgelöste Punktmessungen dieser Parameter in statistischen und deterministischen Modellen mit räumlich hochaufgelösten Flächendatensätzen gekoppelt, so daß eine Ableitung neuer hochaufgelöster Flächendatensätze zu verschiedenen Zeitpunkten ermöglicht wird. Eine Einführung in FREIM gibt Saurer et al. 1995.

⁷ <http://www.w3c.org/>

⁸ INTERSHOP Communications GmbH, Amsinckstr. 57, D-20097 Hamburg, <http://www.intershop.de/>

Alle Modelle wurden so aufbereitet, daß eine leichte Bedienung durch Anwender möglich ist. Eingangsdaten können sowohl die innerhalb von FREIM zur Verfügung stehenden Daten, als auch neue Datensätze von Anwenderseite sein.

Lineares Regressionsmodell für Temperaturkarten

Die einfachste Möglichkeit, Karten der Luft- oder Oberflächentemperatur aus Meßwerten abzuleiten, besteht darin, durch eine lineare Regression die Lufttemperatur aus der Geländehöhe zu bestimmen. Die Regression ergibt sich aus den Stationsmessungen der Temperatur zu einem ausgewählten Zeitpunkt und der Höhe der Stationen. Mit Hilfe der Regressionsgleichung kann aus dem DGM (Flächendatensatz) ein Flächendatensatz der Temperatur erzeugt werden. Eine Verbesserung läßt sich durch eine anschließende Residueninterpolation erreichen. Dieses einfache Modell ist nur von didaktischer Bedeutung, da alle wichtigen Schritte der Regionalisierung im Rahmen des FREIM-Schemas hier verdeutlicht werden können.

Modell zur Berechnung der Oberflächentemperatur in windschwachen Strahlungsnächten

Die nächtliche Oberflächentemperatur spielt eine wichtige Rolle bei der Abschätzung der Frostgefährdung bestimmter Areale in den Übergangsjahreszeiten. Die Oberflächentemperatur läßt sich mit Hilfe der multiplen Regression aus der Landnutzung und geeigneten Reliefparametern modellieren. Dabei wird das Gelände in sogenannte CoForm⁹-Klassen mit ähnlicher Landnutzung und ähnlichem Relief gegliedert. Diesen CoForm-Klassen werden mit Hilfe von Satellitenthemaufnahmen typische Temperaturwerte zugewiesen. Durch Veränderung der Landnutzung im Modell können Anwender klimatologische Auswirkungen landschaftsverändernder Maßnahmen (Bewaldung, Bebauung, etc.) abschätzen.

Kaltluftproduktions-Modell

Als Beispiel eines komplexeren numerischen Modells wird eine Simulation des nächtlichen Kaltluftabfluß in reliefiertem Gelände herangezogen (Schwab 1994). Eingangsdaten für das Modell sind Informationen über die Topographie (digitales Geländemodell) und die Landnutzung. Den einzelnen Landnutzungsclassen können unterschiedliche Kaltluftproduktionsraten¹⁰ zugewiesen werden. Als Ergebnis erhält man die Kaltluftmächtigkeiten am Ende einer Nacht. Das Modell ermöglicht eine Abschätzung der Veränderungen dieses Prozesses bei verschiedenen Eingriffen des Menschen.

⁹ Cover + Form

¹⁰ Die nächtliche Kaltluft entsteht bei negativer Strahlungsbilanz durch Abkühlung der bodennahen Luft an der sich aufkühlenden Erdoberfläche.

4. Ausblick

Hinsichtlich der in ATLAS2000 implementierten Modelle sollen hypermedial aufbereitete Beispielrechnungen und Erläuterungen dem Nutzer einen raschen Einstieg sowohl in eine prozessorientierte Betrachtung klimatologischer Vorgänge als auch in die mit den Methoden der computergesteuerten Simulation dieser Prozesse verbundenen Problematik erlauben. Durch die Möglichkeit der Interaktion soll dem Nutzer die Gelegenheit gegeben werden, Eingangsdaten und Startparameter für entsprechende Beispielrechnungen zu modifizieren und somit die Auswirkungen dieser Einflußgrößen auf klimatologische Prozesse nachzuvollziehen. Dem bereits fortgeschrittenen Nutzer soll es schließlich ermöglicht werden, sowohl anhand der in der ATLAS2000-Datenbank vorhandenen Datensätze als auch auf der Basis eigener, entsprechend aufbereiteter Daten eigenständige Simulationsrechnungen durchzuführen und damit sein Verständnis für klimatologische Zusammenhänge zu festigen.

Abbildungen

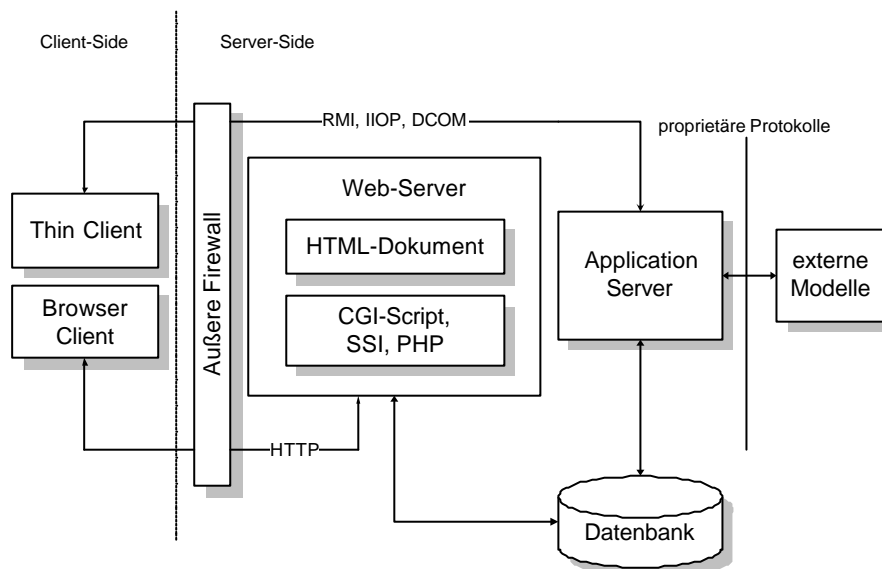


Abbildung 1: Typische Client/Server-Architektur mit Client (links) und Server (rechts).

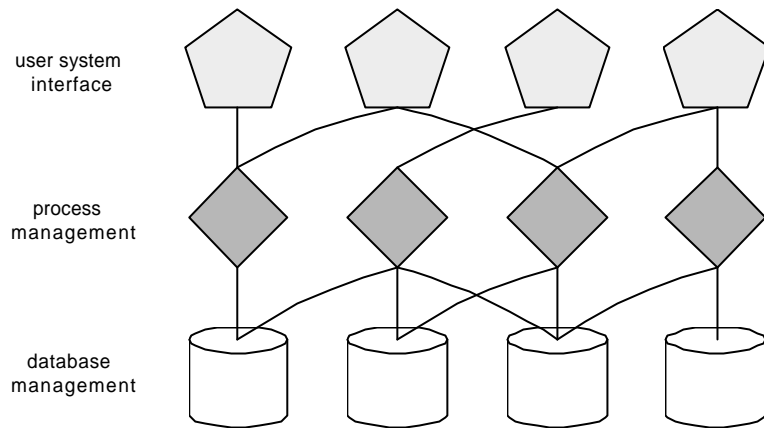


Abbildung 2: Die three tier-Architektur ist eine Erweiterung der two tier-Architektur, indem die Schicht der Prozeßverwaltung eingeführt wird.

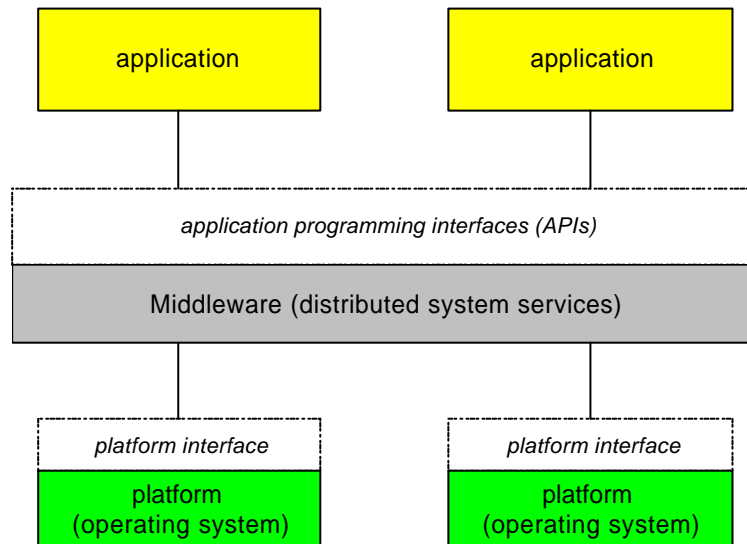


Abbildung 3: Middleware zur Verbindung von Prozessen auf einer oder mehreren Computern.

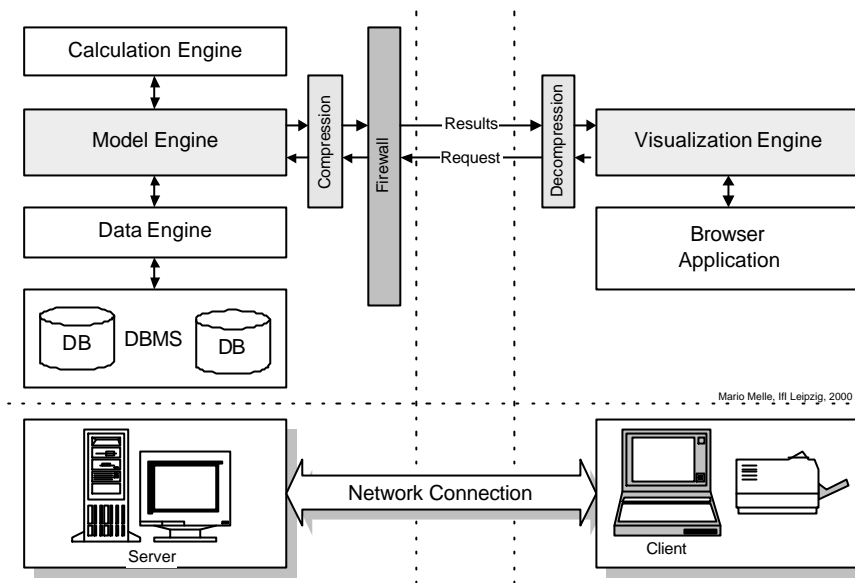


Abbildung 4: Client/Server-Architektur von ATLAS2000.

Literatur

- Bartelme 1995: N. Bartelme. *Geoinformatik*, Springer-Verlag, 1995.
- Goßmann et al. 1998: H. Goßmann, S. Ernst and H.-P. Thamm. Verfahren der Regionalisierung und Visualisierung von Meßdaten. in: Editions Coprur, Strasbourg, editor, *Regionale Variabilität des Klimas und der Energiebilanz des Erdbodens (REKLIP-Bericht Nr. 1)*, Editions Coprur, 34rue du Wacken, F-67000, Strasbourg, 1998. This document is in preparation.
- Müller et al. 1999: R. Müller and T. Ottmann. "Authoring on the Fly" Systems for Automated Recording and Replay of (Tele)Presentations. *ACM/Springer Multimedia Systems Journal*, 1999. This document is in preparation.
- Saurer et al. 1995: H. Saurer, G. Klein, and H. Goßmann. Das Freiburger Regionalisierungsmodell (FREIM) - Ein Konzept und seine Anwendung zur Erzeugung von Niederschlagsdaten. In Institut für Angewandte Geodäsie, editor, *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen*, number 113 in Reihe I, pages 195-208. Verlag des Instituts für Angewandte Geodäsie, Frankfurt/M, 1995. ISSN 0469-4236.
- Schussel 1996: G. Schussel. *Client/Server Past, Present and Future*, <http://www.dciexpo.com/geos/>, 1995.
- Schwab 1994: A. Schwab. Die Simulation nächtlicher Kaltluftabflüsse in reliefierten Gelände mit einem einfachen numerischen Modell. Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Physische Geographie, 1994.