

# ATLAS2000\* - Atlanten der Zukunft im Internet

Mario Melle<sup>†</sup>  
Universität Leipzig

Matthias Friedrich und Bernd Triebfürst<sup>‡</sup>  
Albert-Ludwigs Universität Freiburg

## Zusammenfassung

Sehr lange war der Atlas eines der wichtigsten Hilfsmittel, um geographisches Wissen über die Erde zu sammeln und zu verbreiten. Aber in der Geographie führten neue Meßtechniken und Datenaufbereitungsmethoden zu einem immensen Aufkommen von digitalen Daten, die neue Verarbeitungsmethoden erfordern ([11]). Zur Verbesserung der Konzepte die dem Atlas zu Grunde liegen, ist es notwendig, auf einer anderen methodischen Basis zu arbeiten, als der, wie sie bis jetzt unter dem Begriff digitaler Atlas verwendet wurde ([2, 9, 1]). Die neuen Werkzeuge, die innerhalb dieser Arbeit entwickelt werden sollen, werden eine interaktive, individuelle und problembezogene Repräsentation, Kombination, Modellierung und Austauschbarkeit von multi-dimensionalen räumlichen und zeitlichen Datensätzen ermöglichen. So werden einige theoretische und praktische Aspekte angesprochen, wie zum Beispiel die Interpretation der Daten in verschiedenen Auflösungen und die Nutzung von themen-bezogenen Modellen für die Repräsentation von gemessenen und simulierten Daten. Ebenfalls in diesen Themenbereich fallen die Entwicklung von hierarchischen Methoden für die Komprimierung, Visualisierung und den Datenzugriff bezogen auf die effiziente Handhabung von verteilten Ressourcen in weltweiten Daten- und Computer-Netzwerken. Es sollen zudem didaktische Konzepte für die digitale Nutzung von wissenschaftlichen Daten durch verschieden Nutzerklassen erarbeitet werden. Dieses Projekt ist eine Kooperation zwischen dem Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg und dem Institut für Informatik der Universität Leipzig.

## 1 Daten und Modelle in ATLAS2000

ATLAS2000 arbeitet mit einer klimatologischen Datenbank und verschiedenen räumlichen Datensätzen über die Region des Oberrheingrabens, die aus Untersuchungen im Rahmen des REKLIP-Projektes ([15]) entstanden sind. Diese Daten und einige numerische sowie statistische Modelle werden als Demonstration der Arbeitsweise von neuen Konzepten für digitale Atlanten genutzt.

- gemessene Daten:  
Dies sind einerseits Punktdaten in hoher zeitlicher Auflösung, z.B. Klimameßreihen, andererseits Daten in hoher räumlicher Auflösung, z.B. digitale Geländemodelle, Luftbilder und Satellitendaten. Diese Daten werden in Datenbanken abgelegt.

---

\*homepage: <http://shear.informatik.uni-leipzig.de:2000>

<sup>†</sup>Fakultät für Mathematik und Informatik, Institut für Informatik, Arbeitsgruppe Bildverarbeitung und Computergrafik, D-04109 Leipzig, Germany, email: [Melle@Informatik.UNI-Leipzig.de](mailto:Melle@Informatik.UNI-Leipzig.de)

<sup>‡</sup>Geowissenschaftliche Fakultät, Institut für Physische Geographie, D-79085 Freiburg, Germany, email: [MaFri@IPG.UNI-Freiburg.de](mailto:MaFri@IPG.UNI-Freiburg.de), [betri@ipg.uni-freiburg.de](mailto:betri@ipg.uni-freiburg.de)

- abgeleitete Daten:

Dies sind Daten, die aus den gemessenen Daten mithilfe der verschiedenen in ATLAS2000 integrierten Modelle errechnet werden können.

Die Visualisierungstools von ATLAS2000 lassen sich entsprechend dieser Aufteilung in zwei Kategorien aufteilen, die in den Kapiteln 1.1 und 1.2 dargestellt werden.

## **1.1 Visualisierung gemessener Daten**

Die Punktmessungen lassen sich mit den herkömmlichen Mitteln der Zeitreihendarstellung visualisieren, z.B. in Form von Meßdiagrammen. Klimameßreihen haben die besondere Eigenschaft einen Tagesgang und einen Jahresgang zu besitzen. Damit ist gemeint, daß alle Meßwerte einer gemessenen Größe nicht nur bei aufeinanderfolgenden Meßwerten eine hohe Korrelation aufweisen (Tagesgang) sondern auch zu festen Zeitpunkten zwischen aufeinanderfolgenden Tagen (Jahresgang). Um gleichzeitig Jahresgang und Tagesgang visualisieren zu können, werden die Meßreihen in ATLAS2000 in zweidimensionaler Form als Raster dargestellt (Abb. 1). Diese Darstellung ermöglicht eine schnelle visuelle Erfassung komplexer Phänomene, wie z.B. eine schnelle Erkennung von Strahlungswetterlagen oder ausgeprägte Westwindwetterlagen.

Besondere Anforderungen ergeben sich bei der Visualisierung von Daten mit periodischer Skalierung, wie z.B. Windrichtungen. Diese Daten sollen in Anlehnung an den REKLIP-Klimaatlas ([15]) in Form von Windrosen dargestellt werden ([9]). Als Weiterentwicklung zum REKLIP-Klimaatlas wird hier den Nutzern eine interaktive Datenexploration ermöglicht. Insbesondere soll es möglich sein über von den Nutzern ausgewählten Zeiträumen zu mitteln, beispielsweise die Berechnung der mittleren Windrichtung in Nächten mit ausgeprägten Inversionswetterlagen. Anfragen dieser Art waren mit herkömmlichen Atlanten nicht möglich.

Neben den Punktmessungen sollen Flächendaten visualisiert werden. Die einfachste Möglichkeit besteht in der Darstellung in Form von Grauwertbildern bzw. bei multispektralen und multitemporalen Luftbildern und Satellitenaufnahmen in Form von Farbkompositen. Da es sich bei diesen Daten letztendlich auch um Meßwerte handelt, wird es in ATLAS2000 ermöglicht, anhand beliebiger Schnitte Profile durch diese Daten zu legen (Abb. 7). Beim digitalen Geländemodell (DGM) bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit einer 3D-Simulation. Dies wurde in ATLAS2000 in Form eines Fluges durch eine VRML-Welt realisiert. Dem DGM können beliebige andere Rasterdaten überlagert werden (Landnutzungsklassifikationen, Luftbilder, Temperaturverteilungen etc.).

## **1.2 Visualisierung abgeleiteter Daten aus Modellrechnungen**

Die Modelle in ATLAS2000 lassen sich unterteilen in statistische und numerische Modelle:

### **1.2.1 statistische Modelle**

Im Rahmen des Modellkonzeptes FREIM (Freiburger Regionalisierungsmodell) (Abb. 2) dienen alle statistischen Modelle der Füllung des Raum-Zeit-Kontinuums geophysikali-

scher Parameter. Es handelt sich dabei um Modelle mit Hilfe derer zeitlich hochaufgelöste Punktdaten (Meßreihen) mit räumlich hoch aufgelösten Flächendaten kombiniert werden. Die statistischen Modelle liefern in der Regel 2D-Datensätze, die die räumliche Ausdehnung eines geophysikalischen Parameters zu einem festen Zeitpunkt liefern. Da diese Ausgabe für jeden von den Benutzern festgelegten Zeitpunkt möglich ist, können so 3D-Datensätze erzeugt werden.

Als Beispiel der Kategorie statistischer Modelle wird die Bestimmung der Wärmebelastung für hochsommerliche Strahlungswetterlagen verwendet ([6, 3]). Das am Institut für Physische Geographie entwickelte Modell berechnet den bioklimatisch wichtigen thermischen Komfortindex (Predicted Mean Vote, PMV) über einen Regressionsansatz aus Meßwerten an Klimastationen, Reliefformen (abgeleitet aus einem DTM) und einem dazugehörigen Landnutzungsdatensatz. Die hiermit erzielte Regionalisierung kann unter besonderen Voraussetzungen (ähnliche Landnutzungsverhältnisse, ähnliche geographische Breite) auf andere Regionen übertragen werden, ohne daß von diesen neue Klimameßwerte vorhanden sein müssen. Die Verwendung eines Thermalbildes bringt eine Verbesserung des Ergebnisses, ist aber nicht unbedingt erforderlich. Es kann daher bereits mit geringem Aufwand an Ausgangsdaten eine komplexe klimatologische Fragestellung modelliert werden.

Einem ähnlichen Prinzip folgt die Modellierung der nächtlichen Strahlungstemperatur, die beispielsweise für Probleme der Frostgefährdung bestimmter Areale eine wichtige Rolle spielt ([7, 5]). Die Ausgangsdaten sind auch hier Klimameßwerte, Reliefklassen aus einem DTM und die Landnutzungs-klassifikation. Mittels Fuzzy-Clustering erreicht man damit eine Regionalisierung. Beide Modelle erfordern einen hohen Aufwand an Expertenwissen, der für eine Bereitstellung im Internet erheblich verringert werden muß. Durch die Zuordnung eines Nutzers zu einer Nutzerklasse wiederum kann die Komplexität der Benutzerschnittstelle variiert werden.

### **1.2.2 numerische Modelle**

Als Beispiel eines komplexeren numerischen Modells wird eine Simulation des nächtlichen Kaltluftabfluß in reliefiertem Gelände herangezogen ([12]). Die nächtliche Kaltluft entsteht bei negativer Strahlungsbilanz durch Abkühlung der bodennahen Luft an der sich aufkühlenden Erdoberfläche. Der Grad der Kaltluftbildung ist stark abhängig von der Landnutzung. Wasserflächen und bebaute Areale sind keine oder nur schlechte, Wälder mäßig gute und Wiesen bzw. Äcker sehr gute Kaltluftproduzenten. Die Produktion von Kaltluft findet solange statt, wie die Strahlungsbilanz negativ ist, im allgemeinen also die ganze Nacht. Da kalte Luft schwerer ist als warme, kommt es in reliefiertem Gelände zum hangabwärtsgerichteten Kaltluftabfluß. Dieser kann, wie in dem am IPG entwickelten Modell ([12]), durch einfache geometrische Gesetzmäßigkeiten beschrieben werden. An der Stelle der abgeflossenen Kaltluft kann wieder neue produziert werden. Da der Betrag dieser von der Bodennutzung abhängig ist, wird jeder Landnutzung eine Kaltluftproduktionsrate zugewiesen. Durch wiederholten Abfluß und Produktion kann somit das meteorologische Problem iterativ modelliert werden. Eingangsdaten für das Modell sind Informationen über die Topographie (digitales Geländemodell, Abb. 3) und die Landnutzung (Abb. 4). Die Kaltluftproduktionsraten können beliebig zugewiesen werden. Als Ergebnis erhält man die

Kaltluftmächtigkeit in Meter am Ende einer Nacht (Abb. 5).

Für die Nutzer lassen sich mit einem solchen Modell eine Reihe interessanter Fragestellungen lösen: beispielsweise können sowohl Gebiete mit erhöhter Frostgefährdung (Kaltluft-sammelgebiete) als auch Bereiche guter Durchlüftung (Frischluftschneisen) am Rechner erkannt werden, was sonst nur durch aufwendige Meßkampagnen im Gelände möglich ist. Ein unverzichtbarer Vorteil eines Modells ist jedoch die Simulation von verschiedenen Szenarien, die in der Realität nicht zu beobachten sind, wie zum Beispiel der vollständigen Bewaldung oder Abholzung eines Gebietes. Abb. 6 zeigt die Veränderung der Kaltluftmächtigkeiten bei vollständiger Bewaldung des Untersuchungsgebietes. Es wird deutlich, daß vor der Besiedlung durch den Menschen noch größere Kaltluftflüsse herrschten. Derartige Manipulationsmöglichkeiten der Ausgangsdateien sollten den Nutzern jedoch nur in einem für das Modell sinnvollen Maße erlaubt werden.

## 2 Softwareimplementierung

Die Architektur von ATLAS2000 ([4]) ermöglicht es, neben der visuellen Datenexploration (Datawarehouse) auch Manipulationen an geowissenschaftlichen Modellen durchzuführen und die Ergebnisse zu präsentieren. Diese Funktionalitäten, die das System sowohl lokal als auch dem Internet zur Verfügung stellen soll, werden in einer Client-Server-Architektur implementiert. Die Software ist in Java implementiert, da diese Programmiersprache all die von uns geforderten Anforderungen erfüllt.

### 2.1 Aufgaben des Server

Die Module der Datenexploration und die geowissenschaftlichen Modelle werden auf der Server-Seite stationiert und als *Model Engine* vom Client angesprochen. Die serverseitige Platzierung der Berechnung garantiert eine zentrale Wartung, die leichte Kontrollmöglichkeit, die einfachere Verteilung der Berechnungsaufgaben von einer zentralen Stelle aus und Zentralisierung von Verwaltungsaufgaben, wie Nutzerkonfiguration und Sicherheitsüberprüfungen (Firewall).

Durch die Speicherung der geowissenschaftlichen Messungen in Datenbanken (DBMS – Database Management System) ist es notwendig eine Verbindung zwischen der *Model Engine* und dem DBMS zu schaffen. Unter Java ist dies durch die von den meisten DBMS unterstützte Abfragesprache SQL möglich, die in Java als Java Database Connectivity (JDBC, [8]) genutzt werden kann. Zur Abstrahierung der Struktur der Tabellen und der Zusammenführung von eventuell mehrerer vorhandener Datenbanken, die auch verteilt an mehrere Orte vorliegen können, wird eine Zwischenschicht eingeführt. Diese Schicht wird im Allgemeinen als Application Server ([14], Abb. 8) bezeichnet und trägt in ATLAS2000 den Namen *Data Engine*. Sie sorgt für eine einheitliche Abbildung der Daten in Java-Klassen indem alle Zugriffe mit Hilfe von JDBC in SQL formuliert und an das DBMS weitergeleitet werden. Die Anwendung nutzt die Daten des DBMS letztendlich als multidimensionale Datenstruktur über dem Raum und der Zeit.

An dieser Stelle sollten die Nutzer auch ihre eigenen Daten in ATLAS2000 einbringen können, indem die *Data Engine* das DBMS der Nutzer anspricht und die Daten an die *Mo-*

*del Engine* und die *Visualization Engine* weitergibt. Diese Dienstleistung kann mit Hilfe von *electronic commerce* –Funtionen in Rechnung gestellt werden. Hierzu werden Untersuchungen notwendig, die die Gewährung von Zugriffsrechte, die Protokollierung von Zeit- bzw. Rechenaufwand und den Schutz der Benutzerdaten betreffen.

Bei der Evaluierung eines Modelles in der *Model Engine* sind unter Umständen sehr zeitaufwendige Berechnungen notwendig. Da aber eine interaktive Arbeit mit dem System möglich sein soll, bieten sich eine Reihe von Möglichkeiten an: die Erhöhung der Rechenleistung und Parallelisierung (Kapitel 2.1.1) und ein hierarchischer Aufbau des geowissenschaftlichen Modelles mit progressiver Datenübertragung (Kapitel 2.1.2).

### **2.1.1 Rechenleistung und Parallelisierung**

Die Erhöhung der Rechenkapazität durch die Wahl eines schnelleren Rechners als Server bzw. eines dedizierten Rechners, der die Modellberechnungen durchführt, ist eine einfache Möglichkeit der Leistungserhöhung. Es ist allerdings auch möglich das Modell in parallelisierbare Teile aufzuteilen und diese dann gleichzeitig zu berechnen. Dabei ist allerdings zu beachten, daß evtl. nicht das gesamte Modell parallelisierbar ist und zwischen den parallelisierten Teilen Kommunikation notwendig sein kann. Diese Tatsache beschränkt den durch Parallelisierung erreichbaren Leistungsgewinn (Gesetz von *Amdahl*). Für eine spätere Ausbaustufe des Systems ist die Implementierung eines *Calculation Server* vorgesehen, der die Parallelisierung ermöglichen soll. Zur Durchführung der Kommunikation bieten sich hierbei Sockets, RMI ([13]) und CORBA ([10]) an, die von Java unterstützt werden. Vorerst sollen jedoch nur Sockets und RMI genutzt werden.

### **2.1.2 Modellaufbau und Datenübertragung**

Eine weitere Verbesserung der Interaktionsfähigkeit des Nutzers mit dem geowissenschaftlichen Modell ist möglich, indem das Modell hierarchisch aufgebaut wird. Das bedeutet, daß bei der Berechnung des Modelles zuerst ein groberes vorläufiges Ergebnis berechnet und angezeigt wird. Dieses wird fortschreitend verfeinert. Der Nutzer hat jederzeit die Möglichkeit die Modellberechnung zu stoppen und die Modellparameter zu ändern sollte das Ergebnis nicht seinen Erwartungen entsprechen. Andernfalls wird die Berechnung vollständig ausgeführt. Die Ergebnisdarstellung der Modellberechnung ist somit auf eine progressive Datenübertragung angewiesen, die zuerst grobe Darstellungen ermöglicht um diese dann zu verfeinern.

Generell ist bei der Datenübertragung dem hohen Datenvolumen von geowissenschaftlichen Anwendungen Rechnung zu tragen. Das bedeutet, daß ein komprimierter Datenaustausch und effiziente Datenstrukturen implementiert werden müssen. All diese Funktionalitäten werden im Laufe des Projektes schrittweise integriert und getestet.

Weiterhin sollen Modellkombinationen und -interaktionen getestet werden. Interessant werden dabei die Untersuchungen zur Anpassungen der Hierarchie und der räumlichen und zeitlichen Auflösung in den geowissenschaftlichen Modellen sein. Aber auch der Datenaustausch zwischen unabhängigen Modellen soll Gegenstand von Untersuchungen werden.

## 2.2 Aufgaben des Client

Der Client nutzt eine Softwarebibliothek (*Visualization Engine*), die eine visuelle und dem Benutzer angepaßte Modellinteraktion (*Applet, Application*) ermöglicht. Dieser Teil des Systems kommuniziert direkt mit der *Model Engine* und nutzt alle auf dem Server zusätzlich installierten Teile des Gesamtsystems (*Data Engine, Calculation Engine, HTML-Seiten, Scripte, etc.*). Alle Komponenten der Software sind auf Grund der Heterogenität des Internet so zu erstellen, daß sie unabhängig vom verwendeten Betriebssystem oder der Computerplattform verwendet werden können.

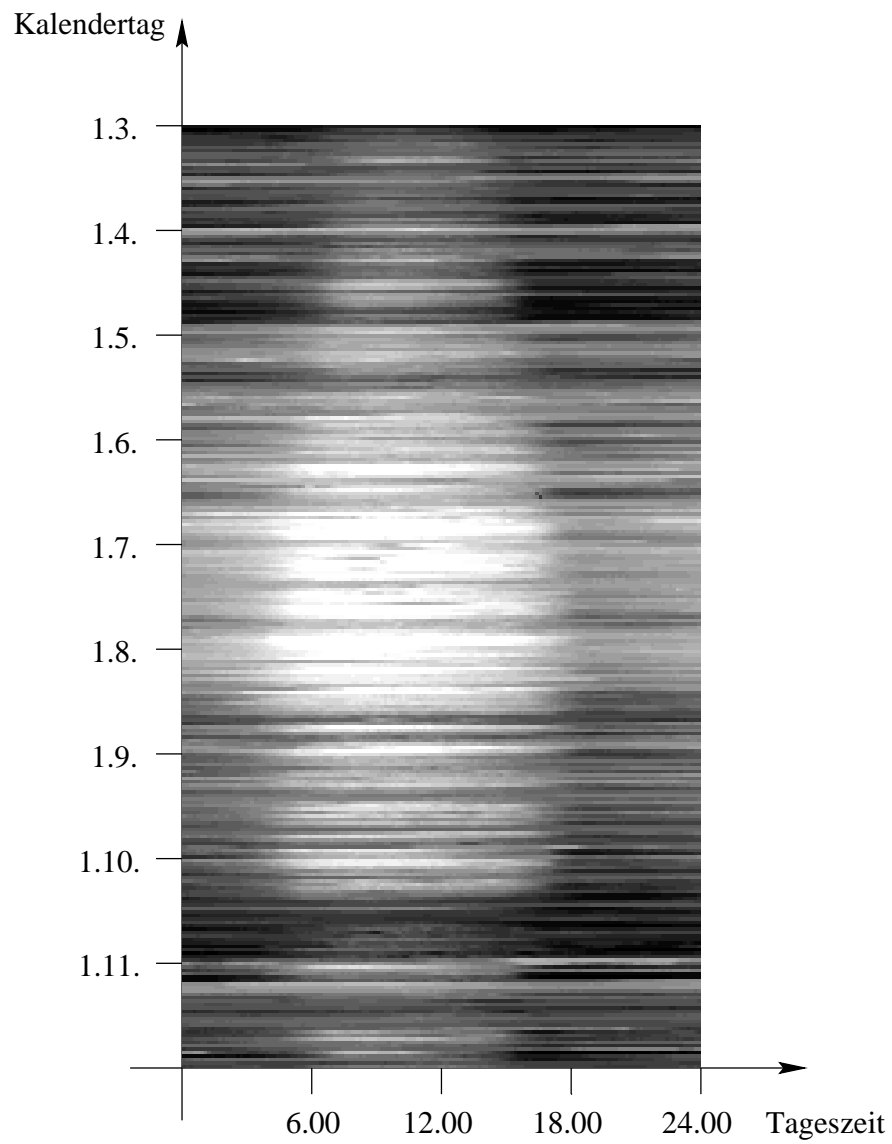
Welche Daten die Nutzer sehen möchten und wie diese angezeigt werden sollen, sollen sie selbst entscheiden können. Dies erfordert die Verwaltung von Nutzern und Nutzergruppen, welche wiederum entsprechend den ihnen eingeräumten Rechten klassifiziert werden müssen. Die Nutzer werden weiterhin entsprechend ihres Wissens über Internet und zu den geowissenschaftlichen Zusammenhängen mit unterschiedlichen Schnittstellen (*Applet, Application*) durch das System geführt.

## Literatur

- [1] Distribution of urban anthropogenic heat in Tokyo based on very precise digital land use data. CD-ROM. Edited by Dr. Toshiaki Ichinose.
- [2] Abt. Stadtklimatologie des Amt für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart. Stadtklima 21 – Stuttgart. Interaktive CD-ROM, Mai 1997. Unter Beteiligung des Meteorologischen Instituts der Universität Freiburg i.Br.
- [3] E. Banzhaf, H. Gossmann, and H. Saurer. *Die Modellierung der Wärmebelastung als Beitrag zur bioklimatischen Raumbewertung Mainfrankens*, volume 89 of *Würzburger Geographische Arbeiten*, pages 97–109. Geographisches Institut, Würzburg, 1994.
- [4] M. Friedrich, M. Melle, and D. Saupe. ATLAS2000 – Atlases of the Future in Internet. In José L. Encarnação, editor, *Computer & Graphics*, chapter vol. 22, no.6. Elsevier Science, 1998. This document is in preparation.
- [5] H. Gossmann. Karten der nächtlichen Minimumtemperatur, der Kaltluft- und Frischluftpotentiale im REKLIP-Gebiet. In Editions Coprur, Strasbourg, editor, *Klima und Raumplanung (REKLIP-Bericht Nr. 4)*, Editions Coprur, 34rue du Wacken, F-67000, Strasburg, 1998. This document is in preparation.
- [6] H. Gossmann, E. Banzhaf, and G. Klein. *Regionalisierung ökologischer Daten – alte Aufgaben, neue Lösungswege*, volume 87 of *Würzburger Geographische Arbeiten*, chapter Das Freiburger Regionalisierungsmodell FREIM, pages 399–418. Geographisches Institut, Würzburg, 1993.
- [7] H. Gossmann, H.-P. Thamm, B. Triebfürst, S. Ernst, A. Schwab, and K. Braun. Zeitliche Dynamik und räumliche Differenzierung der nächtlichen Energiebilanz. In Edi-

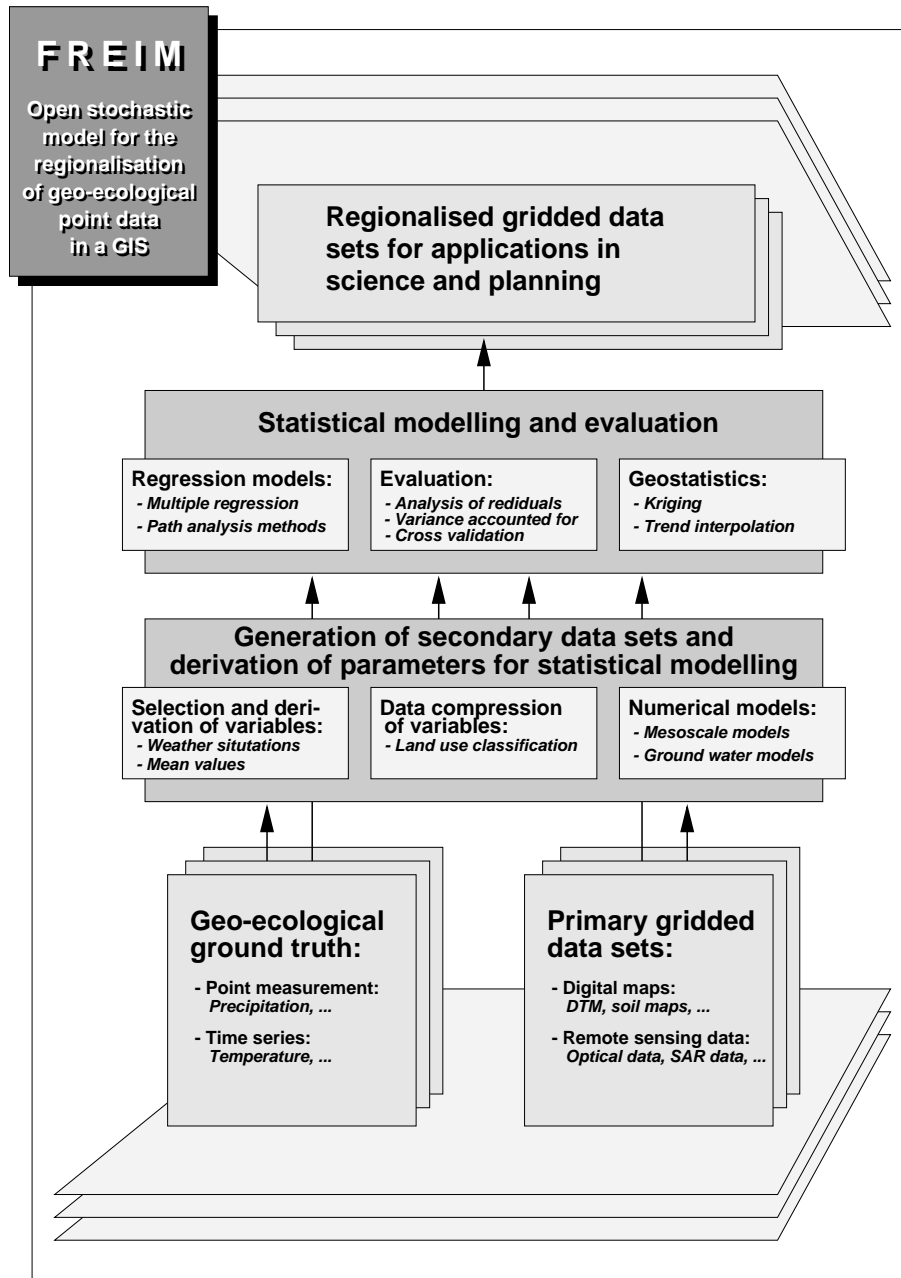
tions Coprur, Strasbourg, editor, *Regionale Variabilität des Klimas und der Energiebilanz des Erdbodens (REKLIP-Bericht Nr. 1)*, Editions Coprur, 34rue du Wacken, F-67000, Strasbourg, 1998. This document is in preparation.

- [8] G. Hamilton, R. Cattell, and M. Fisher. *JDBC: Datenbankzugriffe mit Java*. Graham Hamilton, Addison-Wesley-Longman, 1st edition, 1998.
- [9] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Windstatistiken in Baden-Württemberg: Interaktive Windrosen. Interaktive CD-ROM, 1997. Unter Beteiligung der Fachhochschule Karlsruhe.
- [10] G. Lewis, S. Barber, and E. Siegel. *Programming with Java IDL*. Robert Ipsen, Wiley Computer Publishing, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [11] F. Ormeling. Konzeptionelle Konsequenz für die Bearbeitung elektronischer Atlanten. In *Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie*. 1996.
- [12] A. Schwab. Die Simulation nächtlicher Kaltluftabflüsse in reliefierten Gelände mit einem einfachen numerischen Modell. Master's thesis, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Insitiut für Physische Geographie, 1994. Zulassungsarbeit zum Staatsexamen bei Prof.Dr. H.Gossmann.
- [13] Sun Microsystems, Inc. Java Remote Method Ivocation Specification. Technical report, Sun Microsystems, Inc., 2550 Garcia Avenue, Mountain View, California 94043-1100 U.S.A., 1997.
- [14] Sun Microsystems, Inc. JDBC Guide: Getting Started. Technical report, Sun Microsystems, Inc., 2550 Garcia Avenue, Mountain View, California 94043-1100 U.S.A., 1997.
- [15] Trinationale Arbeitsgemeinschaft Regio-Klima-Projekt REKLIP. *Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd*. IFG, Institut für angewandte Geowissenschaften, Odenwaldring 38, D-63069 Offenbach, 1995. ISBN CH=3-7281-2105-3, D=3-00-000100-X, F=2-903297-07-5.

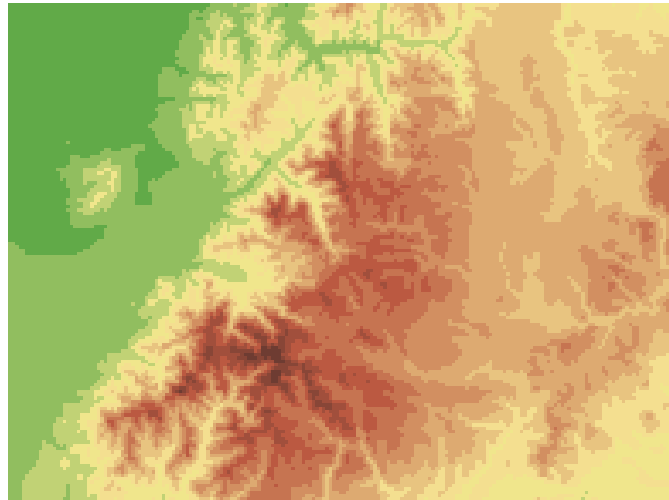


**Abbildung 1:** Darstellung des zeitlichen Ganges eines Klimaelementes als zweidimensionales Feld („Iso-plethendarstellung“). Beispiel: Temperaturwerte (10min-Mittel) der REKLIP-Station Ebnet, 1. März.–30. November 1994, X-Koordinate: Tageszeit, Y-Koordinate: Kalendertag.

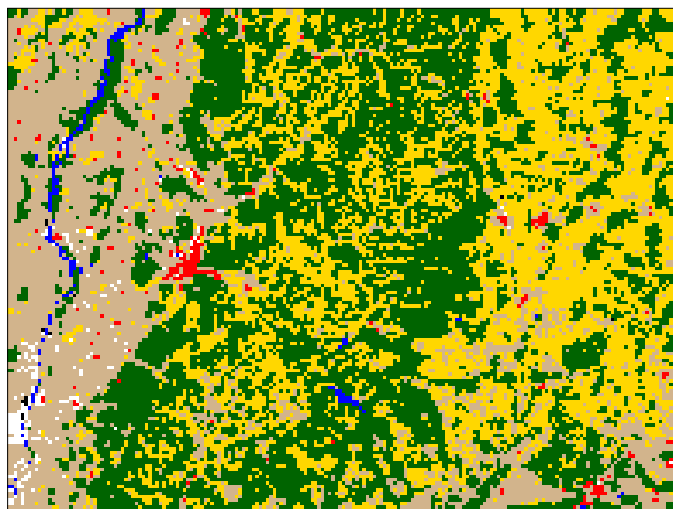




**Abbildung 2:** Das Freiburger Regionalisierungsmodell FREIM

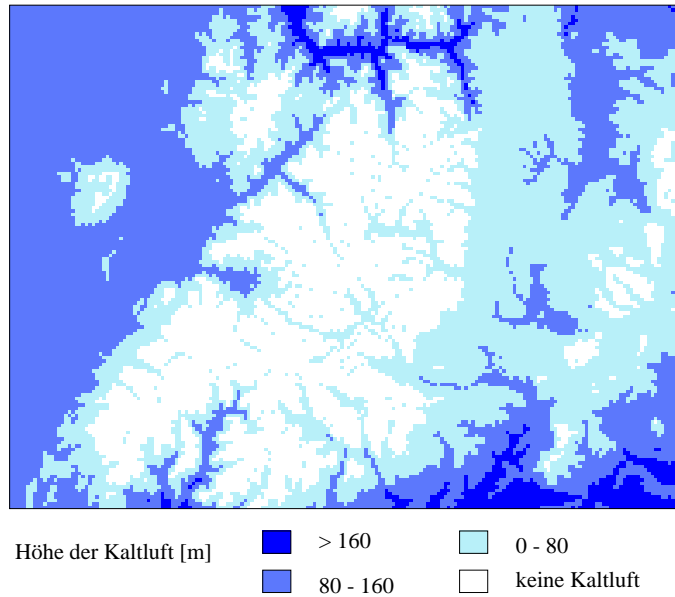


**Abbildung 3:** Das digitale Geländemodell (DGM) des südlichen Schwarzwald und Oberrheingraben (200 x 150 Pixel, Auflösung 500 m x 500 m).

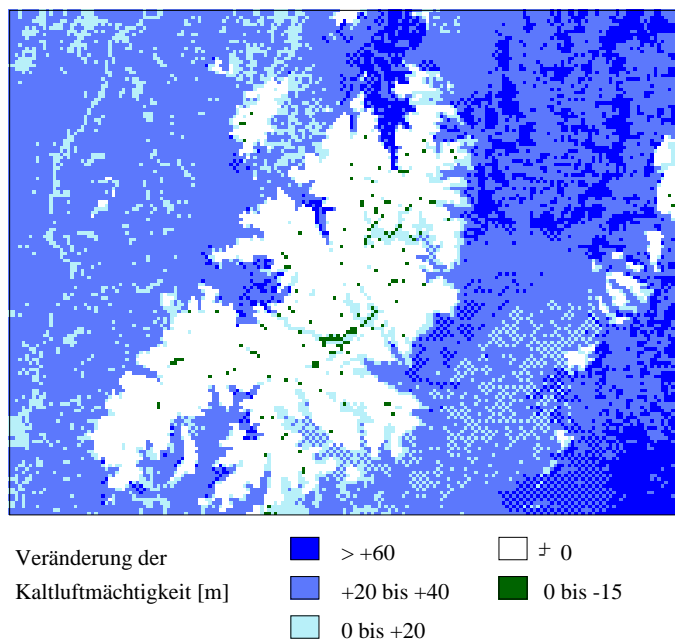


Landnutzung:	<span style="color: blue;">■</span> Wasserflächen	<span style="color: yellow;">■</span> Wiesen, Weiden
	<span style="color: green;">■</span> Wald	<span style="color: brown;">■</span> Äcker
		<span style="color: red;">■</span> Siedlung

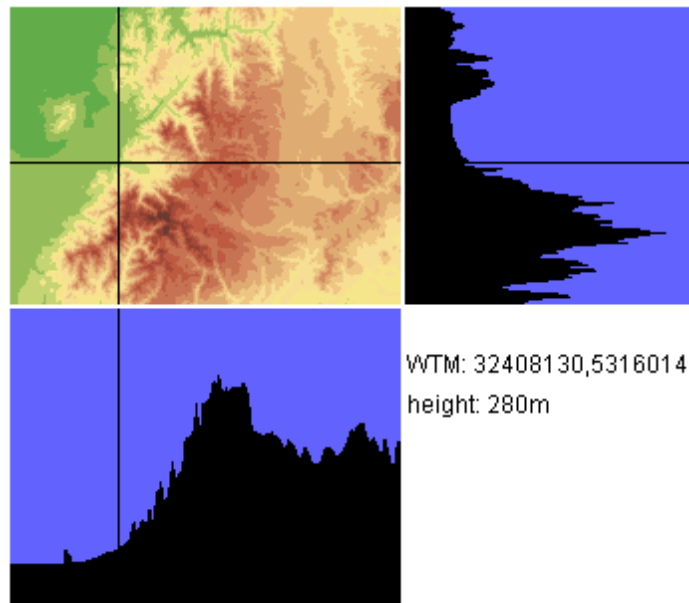
**Abbildung 4:** Landnutzungsklassifikation des Untersuchgebietes basierend auf einer LANDSAT-TM-Aufnahme von 1984



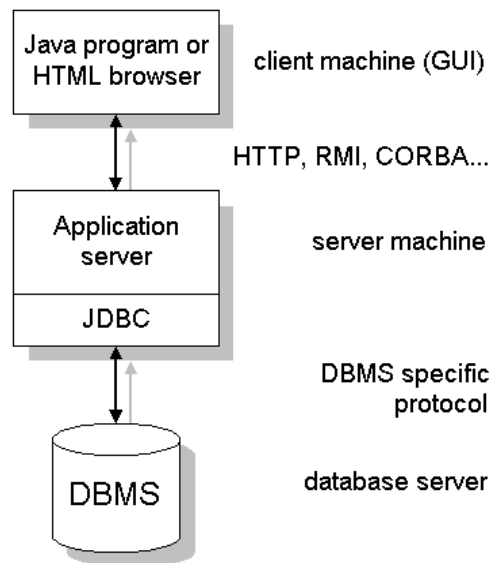
**Abbildung 5:** Kaltluftmächtigkeiten einer elfstündigen Simulation



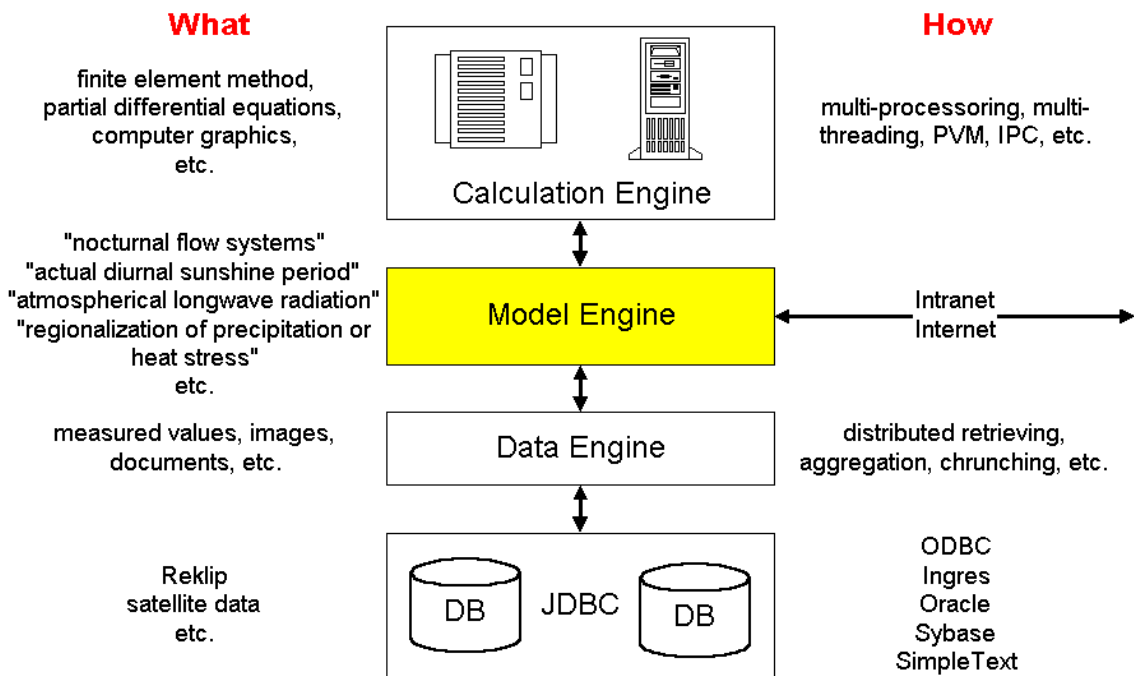
**Abbildung 6:** Veränderung der Kaltluftmächtigkeiten bei vollständiger Bewaldung des Gebietes gegenüber heutiger Landnutzung



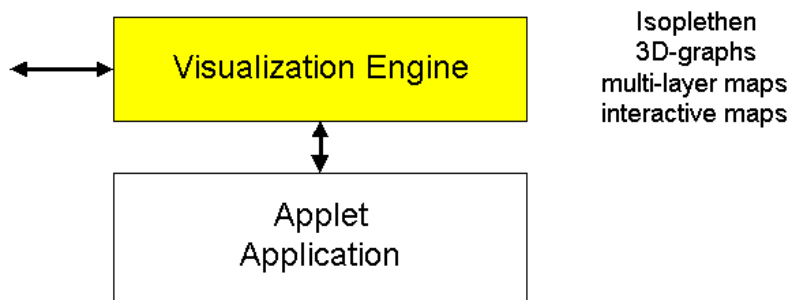
**Abbildung 7:** Der Schnitt durch ein digitales Geländemodell des südlichen Teiles des Oberen Rheingrabens als Java-Applet. Unten der Schnitt in Ost-West-Richtung und rechts der Schnitt in Nord-Süd-Richtung. Bei der Bewegung der Maus über der Karte werden die beiden Schnitte, die WTM-Position und die Höhe aktualisiert.



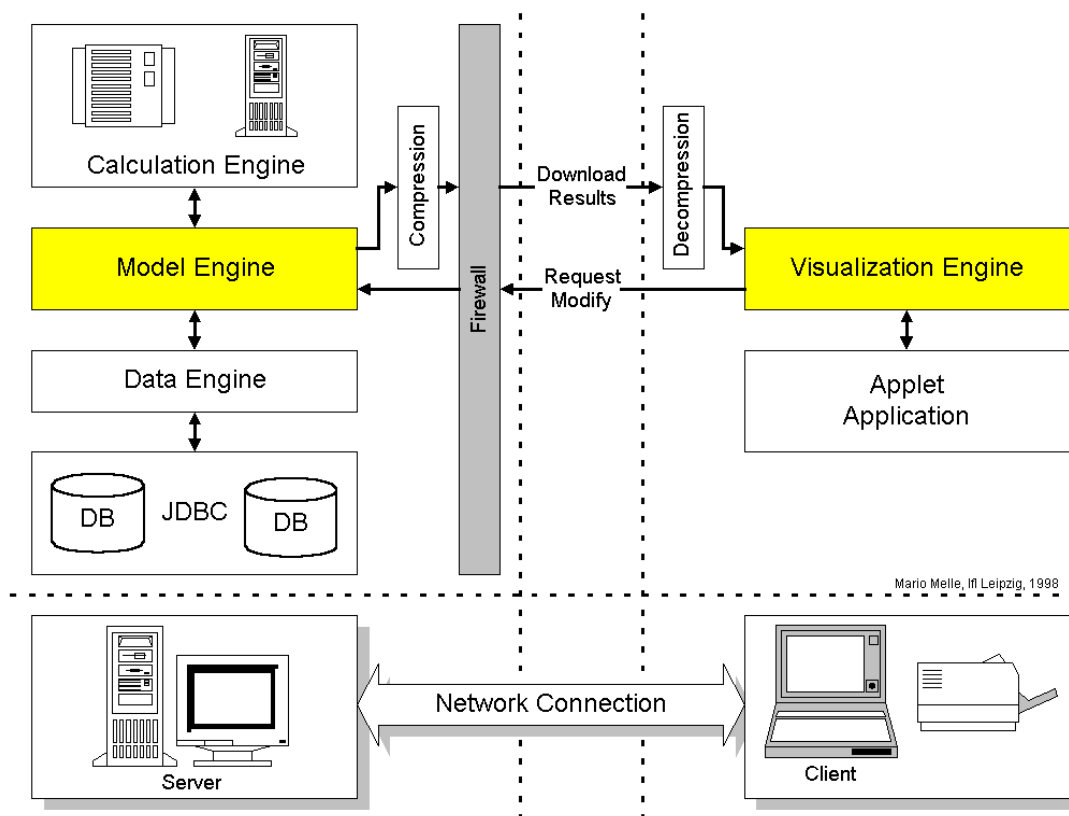
**Abbildung 8:** Die Abstrahierung des Zugriffes auf die Daten einer Datenbank mittels eines Application Server ([14]). Der Application Server wird in ATLAS2000 als Data Engine bezeichnet (Abb. 9).



**Abbildung 9:** Der Aufbau des Server von ATLAS2000 zeigt die Model Engine, die vom Client aus angesprochen werden kann und die Ergebnisse an diesen zurückliefert.



**Abbildung 10:** Der Aufbau des Client von ATLAS2000 zeigt die Visualization Engine, die es dem Benutzer ermöglicht mit Hilfe des Applet oder der Application auf Darstellungsprimitive zurückzugreifen.



**Abbildung 11:** Die Gesamtstruktur von ATLAS2000 zeigt die Aufteilung in Server und Client und die Kommunikation über das Intranet bzw. Internet.