

# Datenmanagement und GIS-Einsatz bei einem geowissenschaftlichen Großforschungsprojekt – Konzepte, Realisation und Probleme

Kerstin Munier<sup>1</sup>, Heinz Burger<sup>1</sup>, Hans-Jürgen Götz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FU Berlin, Institut für Geologische Wissenschaften, Malteserstraße 74-100, 12249 Berlin,  
E-Mail: kmunier@zedat.fu-berlin.de

<sup>2</sup>Christian-Albrechts-Universität, Institut für Geowissenschaften, Otto-Hahn-Platz 1, 24118 Kiel

Die Vorstellung von Forschungsprojekten im Internet ist heute eine Selbstverständlichkeit, aber bei genauerer Betrachtung erkennt man, dass die Möglichkeiten der visuellen Präsentation zu wenig genutzt werden, um komplexe Fragestellungen und Forschungsergebnisse auch für den Nichtfachmann verständlich und attraktiv darzustellen.

Bei geowissenschaftlichen Projekten liegt es nahe, Geoinformationssysteme einzusetzen, um den regionalen Bezug, räumliche Entwicklungen und Zusammenhänge zu verdeutlichen. Der Sonderforschungsbereich 267 „Deformationsprozesse in den Anden“ nutzte schon in einem frühen Stadium (1996) das Internet, um ca. 120 Wissenschaftler von drei Universitäten, dem Geoforschungszentrum Potsdam und zahlreiche Kooperationspartner in Südamerika miteinander zu vernetzen und mit aktuellen Informationen zu versorgen. Das Web hat damit sowohl Intranetfunktionen (Administration, Diskussionsgruppen, Vortragsankündigungen) als auch Internetfunktionen, um aktuelle Forschungsergebnisse, Daten, Publikationen, Karten und Kontaktadressen der scientific community zur Verfügung zu stellen. Die GIS-Repräsentation der Daten, die während der zahlreichen geologischen und geophysikalischen Feldkampagnen gewonnen werden und die Darstellung im Web-Portal erfordert sorgfältige Planung und permanente Betreuung der Web-Seiten. Die Vorteile dieser aufwendigen Arbeit machen sich bemerkbar, wenn Berichte erstellt oder gemeinsame Publikationen geplant werden.

## 1 Daten und Methoden

Die Webpräsentation des SFB267 begann mit der Analyse der administrativen Struktur des SFB und der Auflistung aller Forschungsprojekte. Der nächste Schritt war die Entwicklung einer geeigneten Web-Darstellung dieser Struktur einschließlich der üblichen Informationen (Mitglieder der Forschergruppen, Adressen etc.). Das Ergebnis war eine Baumstruktur, wie sie in vereinfachter Form in Abbildung 1 dargestellt ist. Dieser Teil der Seite bietet On-line Formulare für Geländearbeiten, Diskussionsforen und Hinweise auf neue Publikation an. Die logistische Vorbereitung von Geländekampagnen wird durch einen Kartenkatalog und durch speziell bearbeitete Satellitenaufnahmen der Arbeitsgebiete unterstützt, die sich als sehr nützlich bei der Orientierung in abgelegenen Gebieten und bei der Dokumentation der räumlichen Informationen im Gelände gezeigt haben, da der Inhalt der topographischen Karten hierfür meist zu düftig war.

Die Website des SFB basiert auf dem Microsoft Information Server, der einen Indexserver zur Textsuche anbietet sowie aktive Serverseiten

(ASP) und Zugang zu verschiedenen Datenbanken über ODBC. Die Suche nach bestimmten Daten, Personen, Publikationen etc. wird durch den Suchindex unterstützt. Der Aufbau dieser Seiten erfordert zwar einen hohen Arbeitsaufwand, aber die laufende Betreuung wird einfacher (Abbildung 2). Statische „clickable maps“ mit den Mittelpunkten der verfügbaren Landsat-Szenen führen zu Quick-looks, die die Identifizierung der Satellitenszenen erleichtern, die speziell aufbereitet werden sollen.

Die Einbindung der interaktiven Karten erfolgt über einen Mapserver (Autodesk MapGuide<sup>®</sup>), der in gewissem Umfang räumliche Abfragen ermöglicht. MapGuide wurde gewählt, um die umfangreichen GIS-Datenbestände auf einfache Art und Weise einer großen Gruppe von Nutzern in Form dynamischer Karten zur Verfügung (bzw. zur Ansicht) zu stellen. Um diese Karten abzurufen muss für den jeweiligen Browser ein (unentgeltliches) PlugIn oder ActiveX- Element installiert werden. Der MapGuide Viewer ermöglicht die Navigation (vergrößern, verkleinern, verschieben) sowie raum- und themenbezogene Abfragen. Analytische GIS-Funktionen (Mes-

sungen, Buffering, Routing) sind teilweise implementiert bzw. in der Entwicklung.

Mit der Website verlinkt ist der Datenkatalog, der umfangreiche topographische, geochemische, geologische und geophysikalische Daten umfasst. Metainformation enthält Angaben über die Datenquelle, Autor, Datentyp, Format, Ort und Zeit der Datenerfassung, vorläufigen Interpretationen sowie Kontaktadressen (OTT et al. 2002). Die Daten sind soweit möglich im ASCII-Format und als Arc/Info-Dateien abrufbar. Ferner werden Links auf Kooperationspartner und andere Forschungseinrichtungen gegeben, die sich mit den zentralen Anden beschäftigen.

Im Jahr 2004 hatten wir ca. 25.000 Besucher der Website, die nicht von der FU-Berlin-Domäne zugriffen; etwa die Hälfte davon außerhalb von der Top-Level Domäne „DE“.

## 2 Remote Sensing

Fernerkundungsdaten und digitale Bildverarbeitung sind bei Forschungsprojekten mit regionalem Bezug nicht mehr wegzudenken. Für die beiden Arbeitsgebiete in den Zentral-Anden (zwischen 18°S und 26°30'S) und den Süd-Anden (zwischen 37°30'S und 43°30'S) wurden schon in den frühen 90er Jahren Satellitenmosa-

ike mit einer Auflösung von 50m x 50m hergestellt, die im Norden mehr als 30 Landsat-Szenen umfassen und im Süden, bei 25m x 25m Auflösung, etwa 20 Landsat-Szenen. Für diese Mosaiken wurden die Spektralkanäle 7, 4, 1 (SWIR, NIR, VIS BLUE) in RGB kodiert und die Szenen farblich angepasst, sodass ein nahezu schnittfreies Bild entsteht. Diese Mosaiken werden als Basis-Layer in vielen GIS-Anwendungen verwendet. Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt des Satellitenmosaiks der zentralen Anden mit einer Überlagerung der Vulkane (klassifiziert nach dem Chemismus) und den Lagerstätten (klassifiziert nach dem abgebauten Hauptelement).

Eine wachsende Bedeutung als Informationslayer gewannen digitale Höhendaten. Während in der ersten Arbeitsphase des SFB267 diese Daten mühsam aus SPOT Aufnahmen abgeleitet werden mussten, konnte in der letzten Arbeitsphase des SFB267 in verstärktem Maße auf die GTO-PO 30 bzw. auf SRTM-Daten mit einer Auflösung von 90m x 90m zugegriffen werden (s. nächstes Kapitel). Die gemeinsame Auswertung von Satellitenbild, digitalem Höhenmodell und punktuellen Geländemessungen ermöglicht es, die Lücke zwischen der Geologie an der Erdoberfläche und dem oberflächennahen Untergrund zu schließen. Dies ist nur in Gebieten mit

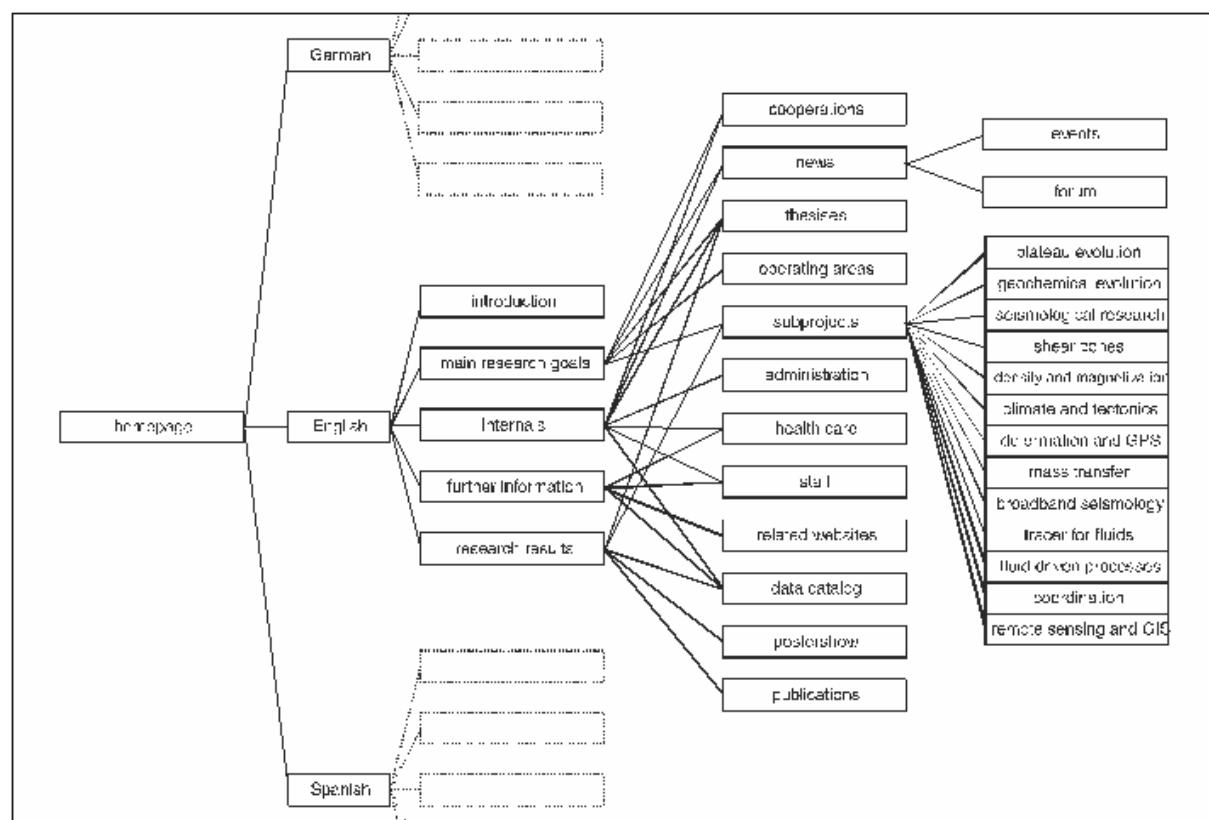


Abb. 1: Vereinfachte Struktur der Website des SFB267.

hohem Relief möglich, wo die Orientierung von geometrischen Objekten (Störungsflächen, Faltenachsen etc.) im Raum mit Hilfe von Referenzpunkten auf dem Satellitenbild und den entsprechenden Punkten im digitalen Höhenmodell abgeleitet werden kann (GÖNI 2003).

### 3 Digitale geologische Karten und GIS

Das geologische Wissen über die zentralen Anden wurde von REUTTER et al. (1994) in der digitalen „Geologischen Karte der zentralen Anden 1: 1.000.000“ zusammengefasst. Diese Kompilation basierte auf regionalen geologischen Karten und der Auswertung von speziell aufbereiteten Satellitenaufnahmen, die eine verbesserte Klassifizierung der Gesteinseinheiten ermöglichen. Um diese Basisinformation mit den geophysikalischen und geochemischen Daten in einem GIS überlagern zu können, wurde eine digitale Fassung dieser Karte hergestellt. Die Überlagerung dieser Karte mit den georeferenzierten Satellitenaufnahmen offenbarte auch die geometrischen Unstimmigkeiten, die sich bei der Kompilation der verschiedenen geologischen und topographischen Regionalkarten ergeben hatten. Diese digitale Karte konnte und kann weiterhin mit Hilfe neuerer Satellitendaten korrigiert und im Detail verbessert werden.

Die Voraussetzung für die Diskussion geowissenschaftlicher Ergebnisse ist die Visualisierung von topographischen und geographischen Informationen in Zusammenhang mit den geologischen und geophysikalischen Daten. Auf einer gemeinsamen digitalen Kartengrundlage kann die heutige Morphologie des Arbeitsgebietes mit den morpho-tektonischen Strukturen und den geophysikalischen Daten überlagert und interpretiert werden. Auch zeitlich ablaufende Prozesse – wie z. B. die Migration des magmatischen Bogens von West nach Ost – werden durch die Synopsis mit anderen geowissenschaftlichen Daten anschaulicher und erweitern die Interpretationsmöglichkeit. Geophysikalische Daten werden zwar meist an der Erdoberfläche gemessen – ihre Quelle muss aber im 3D-Raum (Hypozentren von Erdbeben, Reflektoren von seismischen Wellen) lokalisiert werden. Die 3D-Visualisierung spielt deshalb bei der Darstellung und Diskussion der geometrischen Modelle der Krustenstruktur der Erde oder der tiefenabhängigen Zuordnung von physikalischen Gesteinsparametern (Schwere, Dichte) eine entscheidende Rolle. Es war deshalb ein Ziel der GIS-Arbeitsgruppe im SFB267, die unterschiedlichen 3D-Daten über ein interoperables GIS (IOGIS) zu integrieren und für eine verbesserte Interpretation zugänglich zu machen. Ein erster Schritt zur Entwicklung eines IOGIS war die Definition von

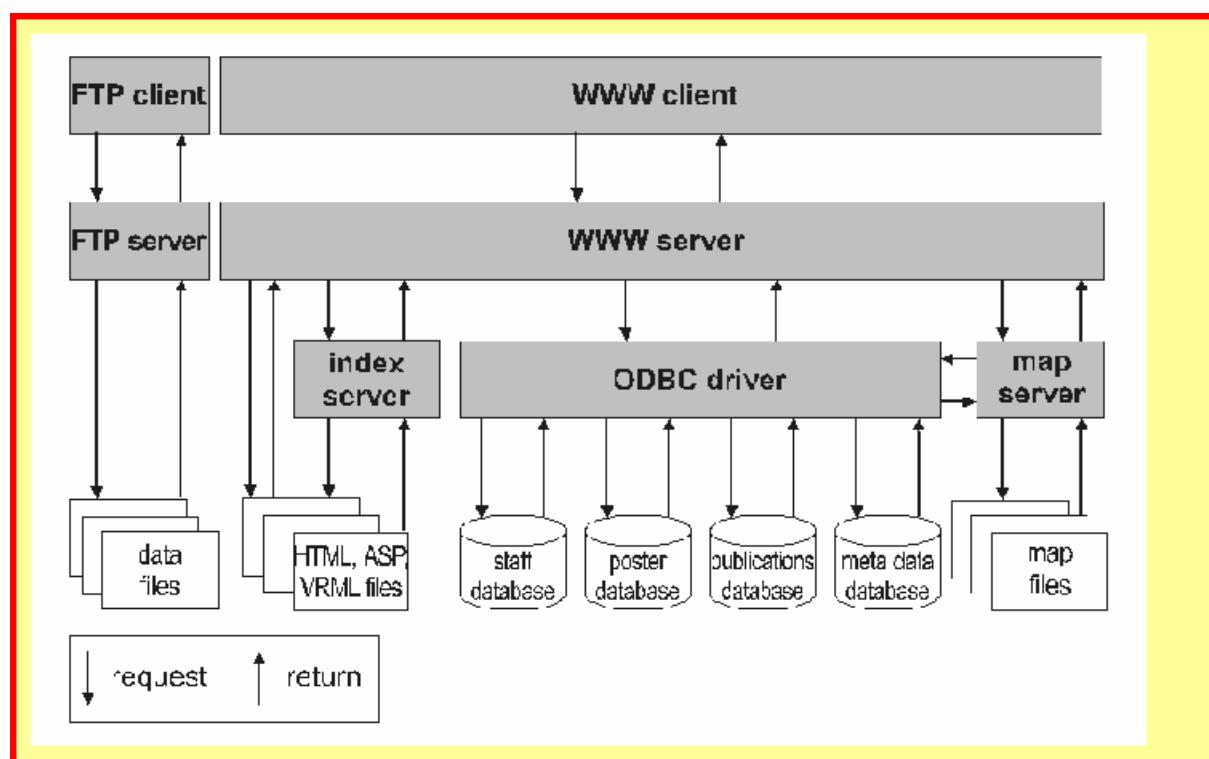


Abb. 2: Client-Server Struktur des Webservers des SFB267.

geometrischen Objekten, die zwischen den 3D-Modellierprogrammen GOCAD und IGMAS ausgetauscht werden können (BREUNIG et al., 2000, Götze & Schmidt, 2002). Inzwischen können auch komplexe 3D-Modelle, die mit einem geometrischen Modellierprogramm entwickelt wurden, in das geophysikalische Modellierprogramm IGMAS überführt und ausgewertet werden.

## 4 Erstellung von Forschungsberichten

Die Vorzüge eines gemeinsamen Datenmanagements bei Großforschungsprojekten zeigen sich bei der Erstellung von Berichten und Gemeinschaftspublikationen. Der Aufbau eines GIS erfordert es, sich auf ein Koordinatensystem zu einigen, sodass die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsgruppen ohne große Probleme in diesem einheitlichen Bezugssystem dargestellt werden können. Die gemeinsame Nutzung der digitalen Karten und Satellitenmosaiks bewirkt auch ein weitgehend ähnliches Layout in den Berichten,

was den Vergleich von Ergebnissen und alternativen Interpretationen dem Leser (und Gutachter!) erleichtert.

Die Zusammenstellung der Publikationen, der Dissertationen, Karten und anderer Materialien kann von der Webseite ohne großen Aufwand digital oder als Druck in Berichte integriert werden. Für den SFB267 ist eine Abschlusspublikation in Buchform in Vorbereitung, die außer den Artikeln der einzelnen Teilprojekte Zusatzinformation auf DVD enthält:

- GIS-Projekt
- Daten (Lage der Messprofile und -stationen, Gesteinsdatierungen geochemische Daten etc.)
- Animationen (Visualisierung der Ergebnisse numerischer Prozesssimulationen; kleine Filme von Simulationen im Analogmodell; simulierte Überflüge)
- 3D-Modelle (als VRML-Dateien)
- Geländephotos

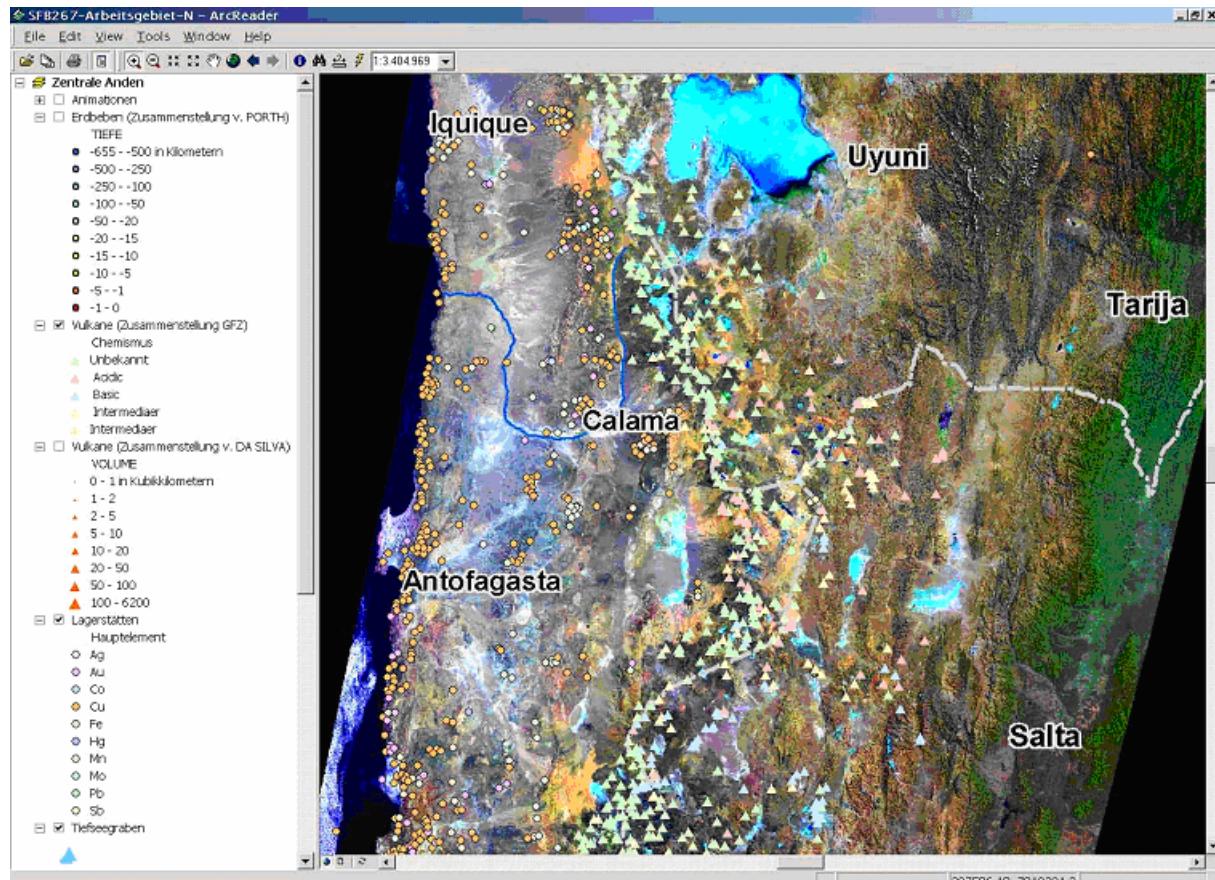


Abb. 3: Satellitenmosaik als Basislayer für GIS-Anwendungen: Überlagerung mit Vulkandaten (Dreiecke) und Lagerstätten (Kreise). Details siehe Text.

Es ist nicht möglich und sinnvoll, alle in den Messkampagnen gewonnenen Daten in dieser Form zu veröffentlichen. Die Karten der Messstationen (Gravimetrie, Seismik-Profile etc.) und die Angabe der Adressen der zuständigen Wissenschaftler soll Interessenten die Auswahl der Daten und Kontaktaufnahme mit dem Besitzer ermöglichen. Es stellt sich ferner das Problem, in welcher Form die Daten den unterschiedlichen Nutzern zur Verfügung gestellt werden.

- Abspeicherung vollständiger GIS-Projekte (als Arc/GIS-Projekt)

- Demonstrationsprojekt (mit entsprechendem Viewer)
- Interaktive Karten mit dynamischer Datenbankabfrage

Die erste Alternative stellt dem Nutzer die Daten in Form von GIS-Layern unmittelbar zu eigenen weiterführenden Arbeiten zur Verfügung; die zweite Alternative kann sowohl dem Fachmann als auch interessierten Laien Forschungsergebnisse präsentieren. Mit dem dritten Teilprojekt soll versucht werden, die Vorteile und technischen Möglichkeiten von Webservern auf

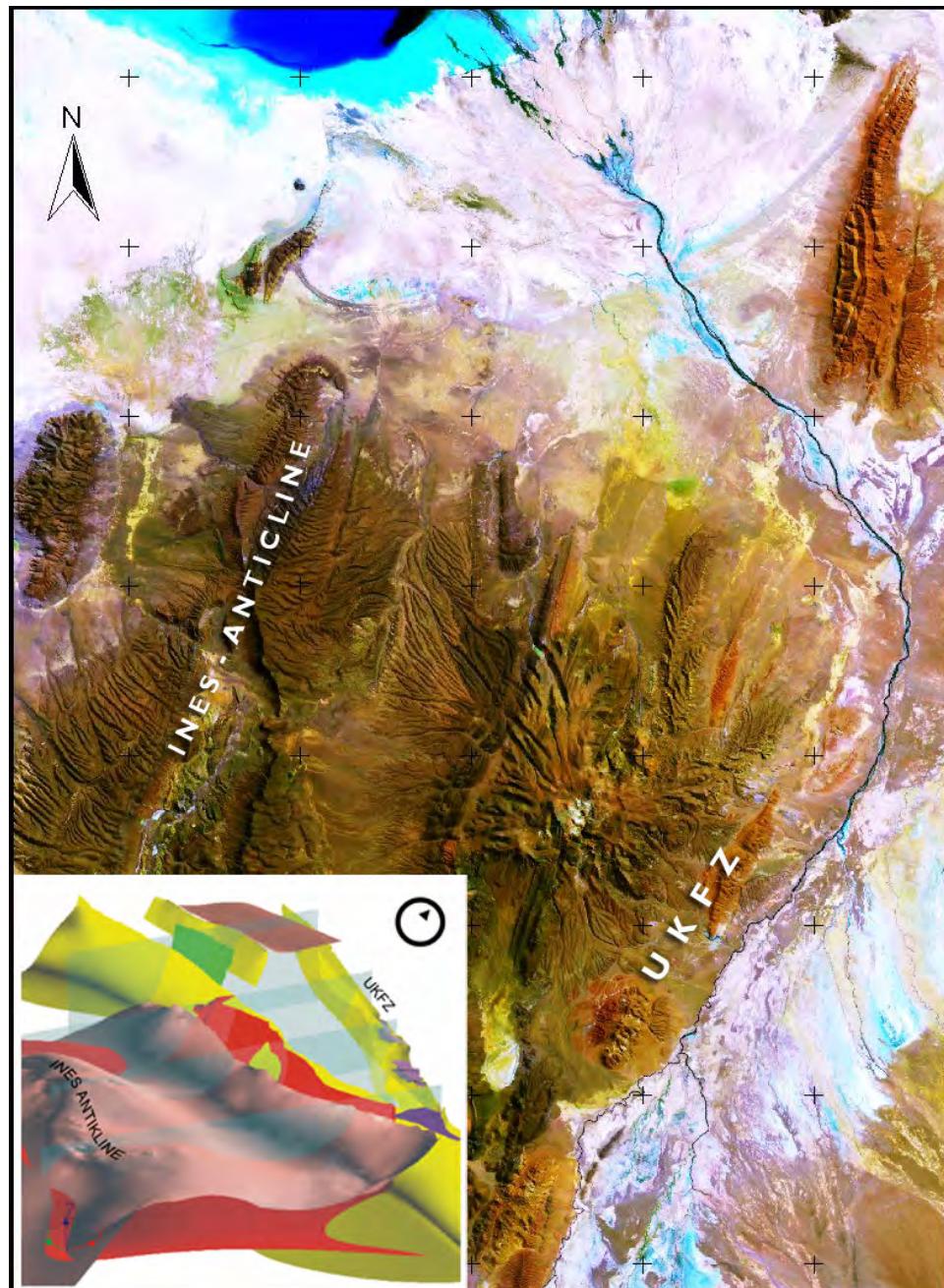


Abb. 4: 3D-Modell der Uyuni-Kehnayani Störungszone (UKFZ) abgeleitet aus Satellitenbildern und digitalem Höhenmodell.

CD/DVD zu emulieren. Da die Programme auf dieselben Daten zugreifen, hält sich der Mehrbedarf an Speicher in Grenzen.

## 5 Probleme und Ausblick

Bei der Diskussion der verschiedenen geophysikalischen Modelle wäre es wünschenswert, die Lagebeziehungen zwischen z.B. zwischen Körpern mit erhöhter Leitfähigkeit und Erdbebenherden oder seismischen Reflektoren interaktiv durch beliebig gewählte Schnitte oder Schnittsequenzen verdeutlichen zu können. Dazu wäre eine Integration der verschiedenen Modellierergebnisse in ein „3D-GIS“ notwendig, das schnelle thematische und räumliche Abfragen und Visualisierung der Ergebnisse ermöglicht.

Während 2D- (oder sog. 2½D) Modelle inzwischen über geeignete Konvertierungsroutinen zwischen verschiedenen Geoinformationssystemen ausgetauscht werden können, ist man bei 3D-Modellen noch weit davon entfernt. Dabei ist die Geometrie der Modelle noch relativ einfach über das weit verbreitete DXF-Format austauschbar, aber die Topologie und die Datenstrukturen für die Eigenschaften („property model“) sind bei den gängigen geologischen Modellierungsprogrammen (z.B. Gocad, Lynx, DataMine, Surpac) so unterschiedlich, dass selbst im Fall des erfolgreichen Imports eines Modells eine Nachbearbeitung (z.B. der Topologie) notwendig wird.

Datenmanagement und der Einsatz von Geoinformationssystemen bei interdisziplinären geowissenschaftlichen Forschungsprojekten werden bei der Bewilligung und Finanzierung dieser Projekte immer öfter von den Geldgebern und Gutachtern gefordert. Der Entwurf von Datenbanken, die Einrichtung von Geoinformationssystemen und die Betreuung von Web-Seiten sind sehr arbeits- und zeitaufwendig. Den komplexen Strukturen und Vernetzungen der wissenschaftlichen Institute und Projekte stehen die mächtigen Softwarepakete gegenüber, deren Einsatz für die o. a. Aufgaben nicht von einem Mitarbeiter nebenher (also z.B. neben seiner Dissertation) wahrgenommen werden kann. Die Notwendigkeit, die gewonnenen Daten auch nach Abschluss der Projekte der „scientific community“ und der Öffentlichkeit (die die Forschung über Steuergelder finanziert) zugänglich

zu machen, erfordert professionelles Management, das auch seinen Preis kostet (z.B. eine Mitarbeiterstelle).

Es muss innerhalb der Forschergruppe ein Konsens bestehen, dass ein zentrales Datenmanagement notwendig ist – nur dann werden auch Daten geliefert. Hier fällt der Leitung des Forschungsprojekts die wichtige Aufgabe zu, durch Hinweis auf die Pflicht zur Publikation und Öffentlichkeitsarbeit immer wieder (mehr oder weniger) sanften Druck auf die Mitglieder der Forschergruppe auszuüben.

## 6 Danksagung

Die Verfasser bedanken sich bei den vielen hier nicht namentlich aufgeführten Mitgliedern des SFB267, die Daten, Modelle oder Kommentare für die vorliegende Publikation geliefert haben.

## 7 Literatur

- BREUNIG M., CREMERS A.B., GÖTZE H.-J., SEIDEMANN R., SCHMIDT S., SHUMILOV S., SIEHL A. (2000): Geologic mapping based on 3D models using an interoperable GIS. – *GIS-Journal for Spatial Information and Decision Making*, **13**(2): pp 12 B 18.
- GÖTZE, H.-J., SCHMIDT S. (2003): Geophysical 3D-Modelling Using GIS-Functions. – Proc. Annual Conf. IAMG, Berlin, 2002: pp. 14—28.
- GÔNI, P. (2003): Ein geologisches Modell für den südlichen Altiplano bei 21° S (Bolivien), erstellt mit Fernerkundungs- und GIS-Methoden. FU Berlin Digitale Dissertation, <http://www.diss.fu-berlin.de/2003/162/>
- OTT N., GÖTZE H.-J., SCHMIDT S., BURGER H., ALTEN M. (2002): Meta Geo-information System Facilitates Use of Complex Data for Study of Central Andes. – *EOS*, **83**(34): [http://www.agu.org/eos\\_elec/020081e.html](http://www.agu.org/eos_elec/020081e.html).
- REUTTER K.-J., DÖBEL R., BOGDANIC T., KLEY, J. (1994): Geological Map of the Central Andes between 20°S and 26°S. – In: Reutter, Scheuber, Wigger (eds.): *Tectonics of the Southern Central Andes*: 121—139; Springer Verlag, Berlin.
- Reutter K.H., Götze H.-J., (1994): Comments on the geological and geophysical maps. – In: Reutter, Scheuber, Wigger (Eds.): *Tectonics of the Southern Central Andes*: pp. 329—333, Springer Verlag Heidelberg.