erschienen in: Vortragsband 18. DOAG-Konferenz, Mannheim, November 2005, 179-184.

Die Entwicklung eines visuellen SQL-Werkzeugs für Oracle Spatial

Thomas Brinkhoff
FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven
Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik, Oldenburg

Schlüsselworte:

Oracle Spatial, Visuelle SQL-Schnittstelle, Datenbankausbildung, e-Learning

Einleitung

Das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG) der FH Oldenburg/ Ostfriesland/Wilhelmshaven ist für die *Datenbankausbildung* in den Bachelor-Studiengängen „Angewandte Geodäsie“ und „Geoinformatik“ und im Master-Studiengang „Geodäsie und Geoinformatik“ verantwortlich (http://www.fh-oow.de/geoinformation/). Das dort angebotene Modul "Datenbanken" führt in die Theorie und Praxis *relationaler Datenbanken* ein. Die Übungen erfolgen u.a. auf dem Datenbanksystem Oracle 10g, das im Rahmen der Oracle Academic Initiative (OAI; http://www.oracle.com/global/de/oai/) zur Verfügung steht.

Eine Besonderheit der Datenbankausbildung im Bereich Geoinformation ist die Erfordernis, Modellierung, Speicherung und Anfrage von Geodaten zu behandeln. *Geodatenbanken* [Bri05] sind ein essentieller Bestandteil von *Geoinformationssystemen (GIS)* und anderen Anwendungen, die räumliche Daten verarbeiten. Im Rahmen des Übergangs zu *offenen Geoinformationssystemen* werden derzeit dateibezogene, proprietäre Datenverwaltungskomponenten durch standardisierte *objektrelationale Geodatenbanksysteme* wie *Oracle Spatial* ersetzt [Ora05d]. Dies erlaubt eine integrierte Verwaltung von Sach- und Geodaten und vereinfacht den Datenaustausch zwischen verschiedenen Anwendungsprogrammen. Systeme wie Oracle Spatial erlauben nicht nur die Speicherung von einfachen 2D-Vektordaten, sondern auch von komplexeren Geometrien, von georeferenzierten Rasterkarten, von XML-basierten Geodaten und von topologischen Datenmodellen. Zusätzlich stellen sie auch geometrische und topologische Verschneidungs- und Analysefunktionalitäten zur Verfügung, die bislang nur Geoinformationssysteme aufwiesen. Diese Thematik wird im Lehrangebot durch das Modul „Geodatenmanagement“ abgedeckt.

Eine weitere Besonderheit der Datenbankausbildung im Bereich Geoinformation der FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven ist, dass ein Großteil der Lehrunterlagen für die Themen „Objektrelationale Datenbanksysteme“ und „Geodatenbanksysteme“ als *e-Learning-Module* zur Verfügung stehen. Diese Teilmodule wurden im Rahmen des Projektes „FerGI“ entwickelt und werden seit Sommersemester 2005 in der studentischen Ausbildung in Oldenburg eingesetzt. Eine spätere Nutzung außerhalb der FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven und im Rahmen der Weiterbildung ist vorgesehen.

Ein wichtiges Ziel in der Datenbankausbildung ist die enge Verzahnung von Theorie und Praxis. Für relationale Datenbanken wird dies in der Regel über Übungen mit Hilfe einer (ggf. Web-basierten) *SQL-Schnittstelle* erreicht (im Fall von Oracle z.B. über SQL*Plus oder iSQL*Plus). Beim Umgang mit Geodatenbanken ist es hingegen schwierig, ein alphanumerisches Anfrageergebnis richtig zu interpretieren. Aufgrund dieser Gegebenheiten bestand die Notwendigkeit für ein *visuelles SQL-Werkzeug für Geodatenbanken*. Da die existierenden Werkzeuge die gewünschten Anforderungen nicht erfüllten, entstand eine Eigenentwicklung in Java, die auf Oracle Spatial ausgerichtet ist.

FerGI

Das hochschulübergreifende e-Learning-Projekt FerGI (http://www.fergi-online.de) wurde im Oktober 2003 begonnen und wird für eine Dauer von drei Jahren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) des Landes Niedersachsen gefördert. Projektpartner sind fünf niedersächsische Institute aus dem „Kompetenzzentrum für Geoinformatik“ (GiN; http://www.gin-online.de), die sich gegenseitig ergänzend für die fachliche Expertise sorgen, und das Zentrum für Fernstudium und Weiterbildung (ZFW) der Universität Hildesheim aus dem „Kompetenzzentrum Online Distance Learning“ (Via Online), das bei mediendidaktischen und technischen Fragen Unterstützung bietet.

Primäres Ziel von FerGI ist es, Module zu fachspezifischen Themen zu entwickeln, einzusetzen und zu evaluieren, wobei FerGI nicht den Ansatz verfolgt, ein gesamtes Curriculum abzudecken, sondern den inhaltlichen Schwerpunkt auf anwendungsbezogene Spezialthemen legt und die Module möglichst flexibel gestaltet [Sch04]. Die Zielgruppe der Module sind Studenten geowissenschaftlicher Studienfächer an den partizipierenden Hochschulen. Das mediendidaktische Konzept richtet sich daher an ihnen aus. So werden zum Beispiel Präsenzveranstaltungen um e-Learning-Anteile ergänzt („Blended Learning“). In einer zweiten Realisierungsphase sollen die Module weiteren Hochschulen im In- und Ausland sowie zur Weiterbildung angeboten werden.

Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die FerGI-Module mit Bezug zur Geodatenverwaltung.

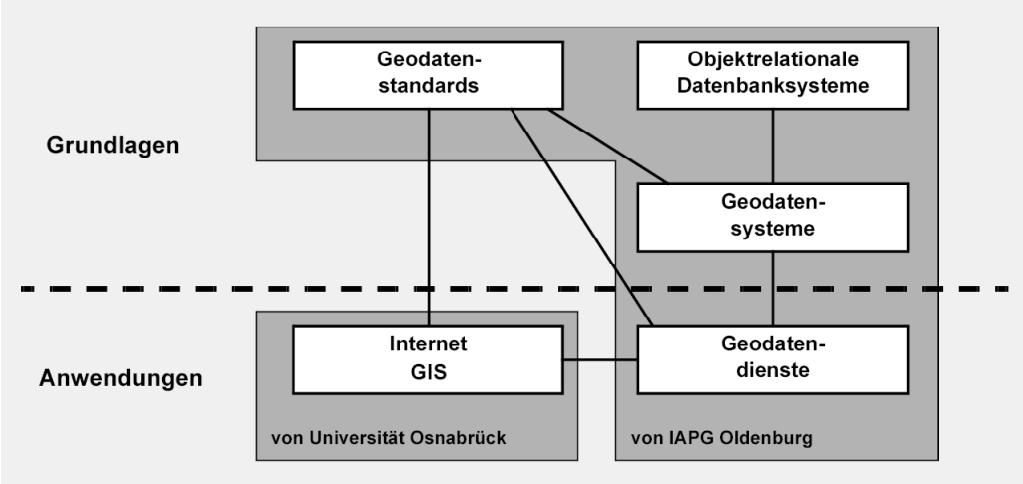

Abb. 1: FerGI-Module mit Bezug zur Geodatenverwaltung

Anforderungen und Eignung existierender Werkzeuge

Für die Präsenz- und e-Learning-Ausbildung bestand also der Bedarf, ein geeignetes Werkzeug für den Umgang mit den objektrelationalen und Geo-Erweiterungen von Oracle einzusetzen.

Die wesentlichen Anforderungen an dieses Werkzeug waren:

1. Eine SQL-Eingabeschnittstelle, bei der das SQL dem SQL des Basissystems (also Oracle Spatial) exakt entspricht und die alle erforderlichen SQL-Anweisungen (u.a. zur Definition von Klassen, Methoden und Objekttabellen) unterstützt
2. Grafische Visualisierung der in der Datenbank gespeicherten geometrischen und topologischen Daten sowie der geometrischen Resultate von (räumlichen) Anfragen
3. Ausführung des Werkzeuges auf dem Client, da seitens der Hochschule neben dem Datenbank-Server keine weitere Server-Infrastruktur unterhalten werden sollte
4. Möglichst keine oder nur geringe Lizenzkosten

Oracle liefert eine Reihe von Werkzeugen zur Unterstützung von Oracle Spatial. Der *Oracle MapViewer* ist ein Java Servlet, das im Rahmen des Oracle Application Servers ausgeführt wird (vgl. Kap. 11 in [KGB04]). Aufgrund einer deutlich anderen Zielrichtung und der Anforderung 3 kam er nicht als SQL-Werkzeug in Frage. Der *Oracle GeoRasterViewer* (Oracle 10g Release 1) bzw. das *Oracle GeoRasterTool* (Oracle 10g Release 2) haben einen sehr eingeengten Fokus auf GeoRaster-Daten [Ora05b]. Ähnliches gilt für den *Oracle Network Data Model Editor*, der den Umgang mit Netzwerken unterstützt [Ora05c].

Die meisten *Geoinformationssysteme* ermöglichen eine Kopplung an Oracle Spatial und damit auch die Formulierung von Anfragen und die Visualisierung der in der Datenbank gespeicherten Geodaten. Da die Ankopplung in der Regel durch GIS-spezifische Mechanismen (z.B. mit speziellen Zusatztabellen) erfolgt und auch Anforderung 1 nicht erfüllt wurde, konnten sie nicht als visuelle SQL-Schnittstelle ge- bzw. missbraucht werden.

Der Spatial Database Viewer

Der *Spatial Database Viewer* ist ein Java-basierter Datenbank-Client, der die Formulierung von SQL-Anweisungen erlaubt. Zusätzlich zu herkömmlichen SQL-Schnittstellen werden objektrelationale und Geo-Erweiterungen von Oracle speziell unterstützt. Die Darstellung von Tabellen und Karten wird automatisch aktualisiert, falls die Datenbank über den Spatial Database Viewer verändert wird. Das Werkzeug hat eine deutsch- und eine englischsprachige Benutzerschnittstelle. Der Auto-Commit-Modus kann wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden. Zurzeit werden Oracle Spatial 9.x und 10.x unterstützt.

Objektrelationale Erweiterungen

Objektrelationale Datenbanksysteme sind die Basis derzeitiger Geodatenbanksysteme. Daher ist das Verständnis der Konzepte objektrelationaler Datenbanksysteme Grundvoraussetzung für eine adäquate Nutzung und Einschätzung von Geodatenbanksystemen. Wesentliche Konzepte, die durch den Spatial Database Viewer veranschaulicht werden sollen, sind:

- Strukturierte Datentypen wie Felder
- Klassen, Vererbung und Polymorphie (vgl. Abb. 2)
- Prozedurale Erweiterungen zur Programmierung von Methoden einschließlich der Anzeige von Fehlern
- Objekttabellen, Referenztypen and Objektsichten (vgl. Abb. 3)

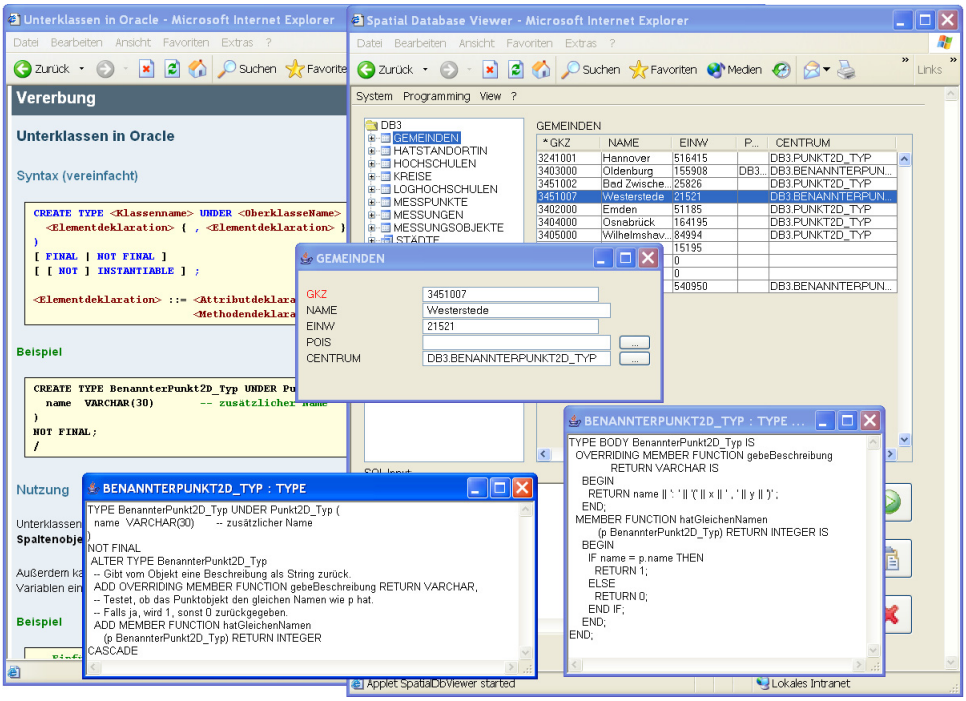

Abb. 2: Vererbung

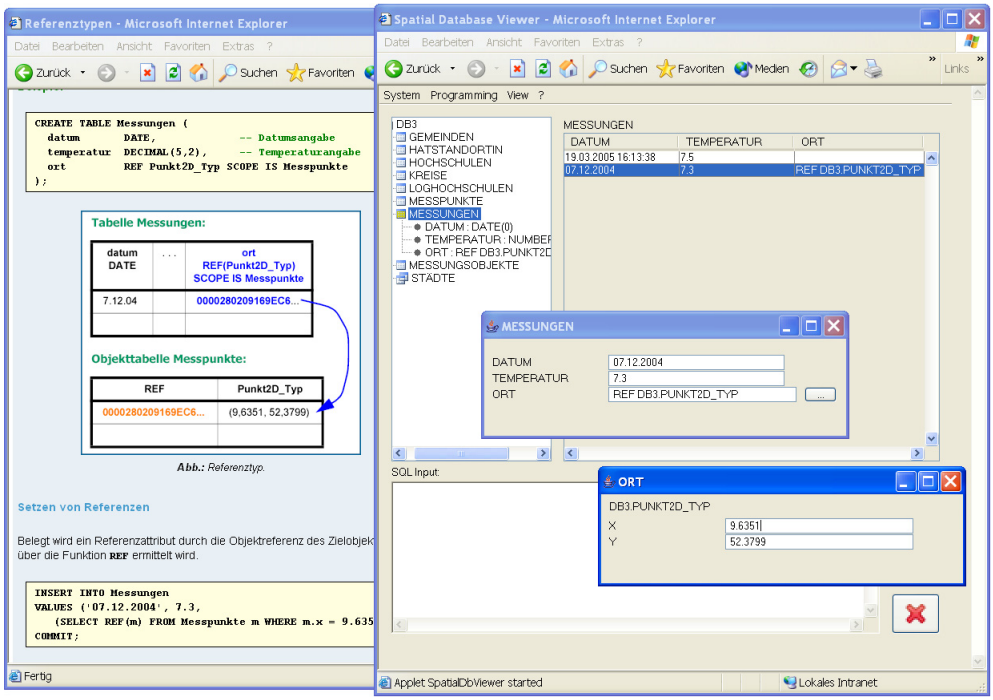

Abb. 3: Referenzen auf Objekttabellen

Oracle Spatial

Im Rahmen des Moduls „Geodatenbanksysteme“ wird Oracle Spatial als Implementierung des *Simple-Feature-Modells* [OGC99] und des ISO-Standards *SQL/MM Spatial* [ISO03] betrachtet. Der Spatial Database Viewer unterstützt die *Visualisierung* von gespeicherten Geodaten und Metadaten (vgl. Abb. 4) als auch von geometrischen Anfrageergebnissen (vgl. Abb. 5). Selektierte Zeilen werden, falls sie ein geometrisches Attribut enthalten, in der zugehörigen Karte hervorgehoben.

Zum Export von Geodaten besteht die Möglichkeit, Anfrageergebnisse in XML-Dokumente der *Geography Markup Language* (Version 3.1) [ISO04] zu überführen; dies ist eine Erweiterung gegenüber der Oracle-Funktion `SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY`, die Elemente gemäß Version 3.0 erzeugt [OGC03], wobei Teile nach GML 3.1 als veraltet gelten.

Eine Visualisierung von topologischen Geometrien und von Netzwerkdaten, die Oracle Spatial seit Version 10 unterstützt, ist über die entsprechende Umwandlung in eine `SDO_GEOMETRY` möglich. Die Visualisierung von Rasterdaten wird zurzeit nicht unterstützt.

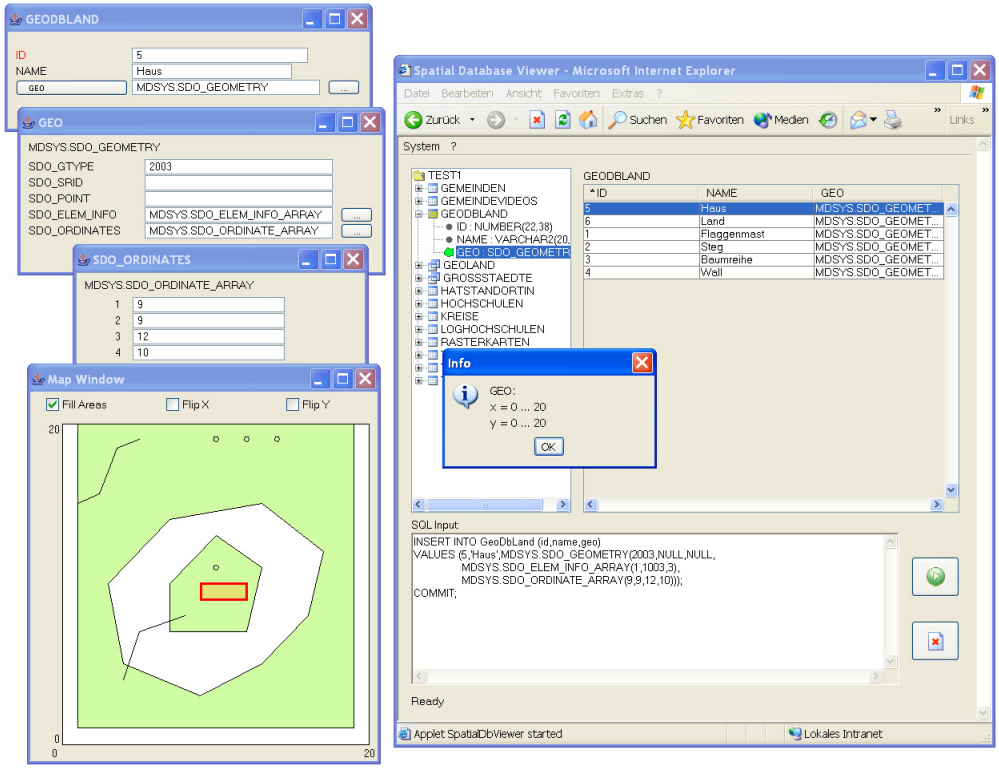

Abb. 4: Visualisierung von gespeicherten Geodaten, komplexen Attributen und Metadaten

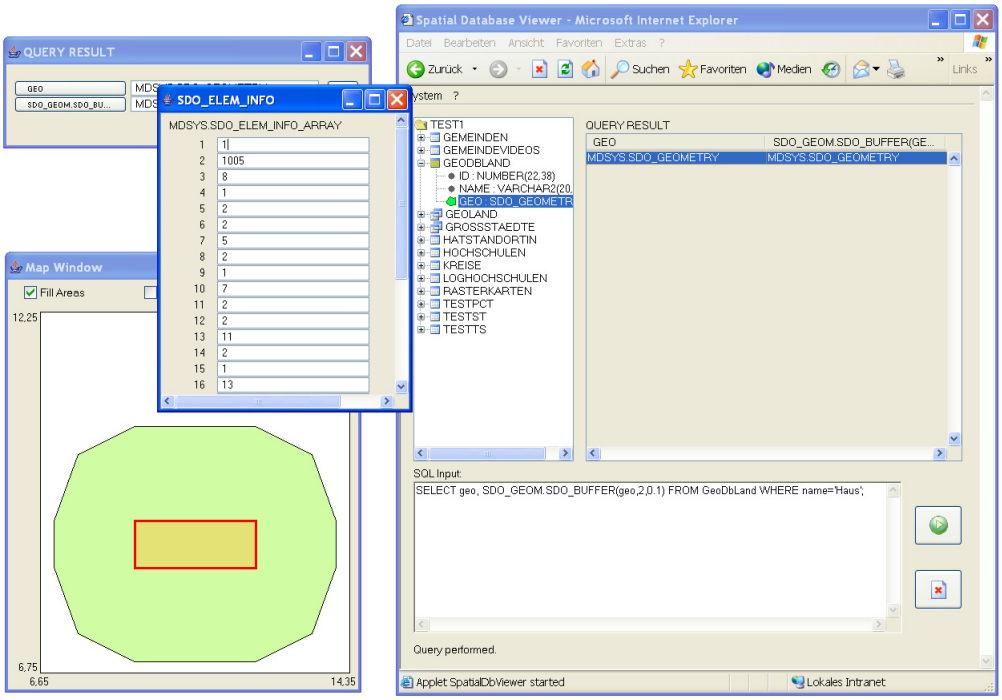

Abb. 5: Pufferbildung über Anfrage

Implementierung

Der Spatial Database Viewer ist in Java 2 Standard Edition (Version 1.4) implementiert. Er läuft sowohl als Java-Anwendung als auch als Java-Applet. Oracle's JDBC-Bibliothek [Ora05a] und Oracle's Java-API `oracle.spatial` werden als Programmbibliotheken genutzt.

Die prinzipiellen Arbeitsschritte für die Ausführung einer Anfrage sind in Abbildung 6 dargestellt.

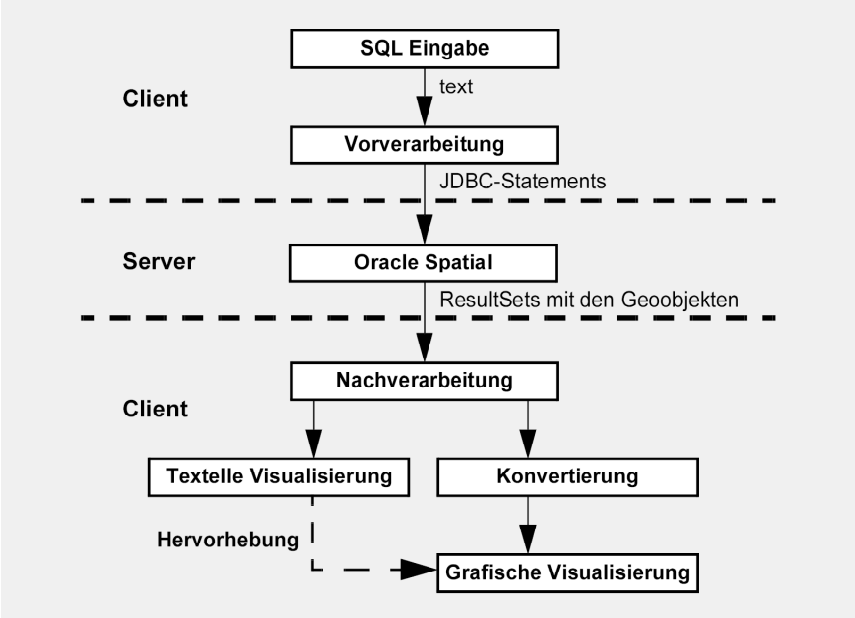

Abb. 6: Verarbeitungsschritte

Weitere Entwicklung

Zwei wichtige Erweiterungen des Spatial Database Viewers stehen noch an:

1. Die Darstellung georeferenzierter Rasterkarten, die mittels Oracle GeoRaster [Ora05b] gespeichert sind.
2. Die Visualisierung der räumlichen Indexe von Oracle Spatial. Dies scheitert aber zurzeit daran, dass die Einträge als `RAW` (im Fall von linearen Quadtrees) bzw. als `BLOB` (im Fall von R-Bäumen) abgelegt sind und dass der interne Aufbau dieser Daten nicht offen gelegt ist.

Literatur

[Bri05] Th. Brinkhoff: *Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis – Einführung in objektrelationale Geodatenbanken unter besonderer Berücksichtigung von Oracle Spatial*, Wichmann Verlag, 2005, ISBN 3-87907-433-X.

[ISO03] International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC): *International Standard ISO/IEC 13249-3:2003 – Information technology – Database languages – SQL Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial, 2nd Edition*, 2003.

[ISO04] International Organization for Standardization (ISO): *Candidate Draft ISO 19136 – Geographic Information – Geography Markup Language*, 2004.

[KGB04] R. Kothuri, A. Godfrind, E. Beinat: *Pro Oracle Spatial*, Apress, 2004, ISBN 1-59059-383-9.

[OGC99] OGC Inc.*: OpenGIS Simple Feature Specification for SQ*L, Revision 1.1, May 1999, http://www.opengeospatial.org/docs/99-049.pdf

[OGC03] OGC Inc.: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*, Version 3.0, Jan. 2003, https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7174

[Ora05a] Oracle Corp.: *Oracle Database – JDBC Developer's Guide and Reference*, 10g Release 2, June 2005.

[Ora05b] Oracle Corp.: *Oracle Spatial – GeoRaster*, 10g Release 2, June 2005.

[Ora05c] Oracle Corp.: *Oracle Spatial – Topology and Netzwork Data Models*, 10g Release 2, June 2005.

[Ora05d] Oracle Corp.: *Oracle Spatial – User's Guide and Reference*, 10g Release 2, June 2005.

[Sch04] Schiewe, J.: „Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)-Konzeption und erste Erfahrungen". In: Schiewe, J. (Hrsg.): *eLearning in Geoinformatik und Fernerkundung*, Wichmann Verlag, 2004, 41-51.

Kontaktadresse:

Prof. Dr. Thomas Brinkhoff
FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven
Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik
Ofener Str. 16/19
D-26131 Oldenburg

Telefon: +49(0)441-7708-3320
Fax: +49(0)441-7708-3336
E-Mail thomas.brinkhoff@fh-oldenburg.de
Internet: http://www.fh-oow.de/institute/iapg/personen/brinkhoff/