

Verteilte Multimedia- Datenbanksysteme

Seminararbeit

von Florian Ruh

im Fach „Verteilte Datensysteme“

des Masterstudiengangs „Informatik/Mobile Systeme“

an der Hochschule Harz, Wernigerode

Sommersemester 2005

vorgelegt bei

Prof. Dr. A. Schmietendorf

Zusammenfassung

In der heutigen Zeit entwickelt sich die multimediale Nutzung von verteilten Datenbanksystemen immer schneller. Und doch ist dieses Forschungsgebiet noch recht jung. Erste Realisierungen lassen sich beispielhaft nutzen. Schlagwörter wie „Video-on-Demand“ sind die zukunftssträchtigen Bereiche, in die sich gerade für die Unterhaltungsindustrie vorzustößen lohnt.

Triviale multimediale Daten erreichen uns bereits heute von allen möglichen Servern als sog. *Stream* und werden erst dann für das Abspielen aufbereitet, wenn die entsprechende Benutzeranfrage den Stream spezifiziert hat. Ein Streaming-Video mit einer der Bandbreite angepassten Größe ist ein Beispiel dafür.

Um aber die immer größer werdenden (multimedialen) Datenmengen und die immer komplexeren Anfragen darauf handhaben zu können, werden spezielle Anforderungen an multimediale Datenbanken gestellt und diese mittels besonderer Techniken realisiert.

Die Weichen sind also gestellt für zukünftige Nutzungsmöglichkeiten, die unsere Informationsquellen noch engmaschiger miteinander vernetzen, und Anforderungen an solche Systeme, die weit über unser heutiges Vorstellungsvermögen hinausgehen. Wie auch in allen Bereichen der Informationsgesellschaft muss auch bei der Verteilung von multimedialen Inhalten besonders auf Sicherheitsaspekte und Schutzmaßnahmen geachtet werden. Gerade im Sinne des Urheberrechts, aber auch des persönlichen Rechts (z. B. auf Privatsphäre) sollte die Verteilung kontrolliert und auf Grundlage ethischer Fragen diskutiert werden.

Diese Seminararbeit entsteht im Rahmen der Vorlesung „Verteilte Datensysteme“ im Masterstudiengang „Informatik/Mobile Systeme“ der Hochschule Harz, Wernigerode, im Juni 2005. Sie bietet den Studenten eine kurze Einführung in das Thema der verteilten Multimedia-Datenbanksysteme, deren Anforderungen und Techniken und zeigt Beispiele von bereits realisierten multimedialen Datenbankkonzepten.

Inhaltsverzeichnis

1 Multimedia-Datenbanken	4
1.1 Datentypen	4
1.2 Funktionalitäten	5
1.3 Aspekte der Verteilung	6
2 Beispiele	8
2.1 Realisierte MMDBS	8
2.2 Video on Demand	8
2.3 Beispiele von realisierten VMMDBS	10
2.3.1 AudioID SoundsLike	10
2.3.2 MelodieSuchmaschine	11

1 Multimedia-Datenbanken

Das Gebiet der Multimedia-Datenbanken (MMDB) befindet sich gegenwärtig im noch relativ frühen Entwicklungsstadium verglichen mit herkömmlichen Datenbanksystemen.

Multimedia-Datenbanksysteme (MMDBS) unterstützen Bild-, Ton- und andere Mediendatentypen. Sie sind fähig, eine sehr große Anzahl an diesen Objekten zu verwalten und zu speichern. Darüberhinaus ermöglichen sie eine besonders effiziente Speicherverwaltung und neben herkömmlichen Datenbankfunktionalitäten auch ein „Multimedia Information Retrieval“ (vgl. [SH99], S. 640ff.).

Das *Multimedia Information Retrieval* beschreibt die Verfahren der MMDBS, bei dem das *Information Retrieval* herkömmlicher DBS auf multimediale Daten übertragen wird. Es steht also generell für Verfahren, welche die Datenbankinhalte speichern und auf Anfrage wiedergewinnen können. Dabei wird meistens eine unscharfe Suchmethode angewandt, wobei durch mögliche Interaktivität die Verfeinerung der Anfrage das Suchergebnis nach und nach verbessern kann.

Großer Nutzen an MMDBS besteht für die kommerzielle Unterhaltungsindustrie, aber auch für wissenschaftliche Zwecke z. B. in der Medizin. So kann in letztgenanntem Gebiet die Diagnostik und Analyse von Fallstudien durch automatische Verfahren zur Krankheitserkennung unterstützt werden.

Den MMDBS liegen herkömmliche DBS zugrunde. Darauf aufbauend ermöglichen sie das Benutzen von hochdimensionalen Indexen. Sogenannte „Feature-Vektoren“ bewältigen komplexe Anfragen. Dafür stehen nicht nur Methoden zur effizienten Speicherverwaltung zur Verfügung, sondern es werden auch geometrische Datentypen (engl. „spatial data types“) benutzt, um die Medieninhalte insbesondere zeitlich und räumlich zu beschreiben.

1.1 Datentypen

Neben den üblichen Datentypen der herkömmlichen DBS werden in MMDBS weitere Datentypen verwendet. Dies ist z. B. notwendig, wenn die Daten bestimmter Medienobjekte nicht gleichzeitig als Ergebnis geliefert werden müssen. In diesem Falle ist von sog. *Streams* die Rede. Streams sind Datenströme von *kontinuierlichen Medien*, die eine zeitliche Abfolge besitzen, welche wiederum zur Interpretation der Daten notwendig ist. So fallen Audio-

und Videoobjekte in diese Kategorie.

Bild- und Textdaten gehören zu den zeitunabhängigen Datentypen. Sie sind auch ohne zeitliche Berücksichtigung interpretierbar. Allerdings treten sie mitunter auch in Kombination mit Video- und Audiodaten auf (u. a. in Animationen).

Für alle Datentypen aus beiden Typenarten werden Indexe angelegt. Diese können unterschiedliche Ausprägungen besitzen, selbst aber auch unterschiedliche Attribute haben. Dazu können triviale Eigenschaften wie Helligkeit und Farbwert/-histogramme zählen wie auch interpretierende Objekte als Metadaten (z. B. „Melodie“, „Text“, „Musikstil“, „Schauplatz“).

1.2 Funktionalitäten

Die Operationen auf MMDB erweitern die Funktionalität üblicher DBS. Hierbei sind Aspekte wie zeitliche und räumliche Relationen wichtig. Dadurch können z. B. hochkomplexe Anfragen wie „Finde die häufigste Trikotfarbe des Schiedsrichters in allen Fußball-Videos“ bearbeitet werden.

Darüberhinaus stehen unterschiedliche Operationen für kontinuierlichen Datentypen zur Verfügung, wie z. B. eine „fast forward“-Operation, die das schnelle Vorspulen innerhalb der Medienobjekte realisiert. Um den Stream wie gewünscht abspielen zu lassen, bedient man sich der Synchronisationsfunktionen. Dabei wird darauf geachtet, dass verschiedene Medieninhalte zeitlich aufeinander abgestimmt zu einem kontinuierlichen Datenstrom zusammengesetzt werden. Das „Timing“ beschreibt dann noch den zeitlichen Beginn eines Medienobjekts innerhalb eines Streams.

Eine weitere wichtige Analysefunktion für Videodaten ist die automatische Szenenerkennung. Mit ihr können die Videofilme segmentiert und in einzelne Frames aufgeteilt werden.

Bei Anwendungen mit MMDBS spielt die „Quality of Service“ (QoS) eine wichtige Rolle. Darunter versteht man die Anstrengung, die Wiedergabe möglichst mit gleicher Qualität und konstanter Abspielrate und -geschwindigkeit zu erzeugen. Dieser Idealfall ist aber stark von äußeren Faktoren wie der Bandbreite der Verbindung abhängig. Man versucht deshalb vorgegebene Qualitätsstufen einzuhalten und ggf. auf eine niedrigere Stufe zu wechseln, bis die Ressourcen das angestrebte Niveau wieder erlauben.

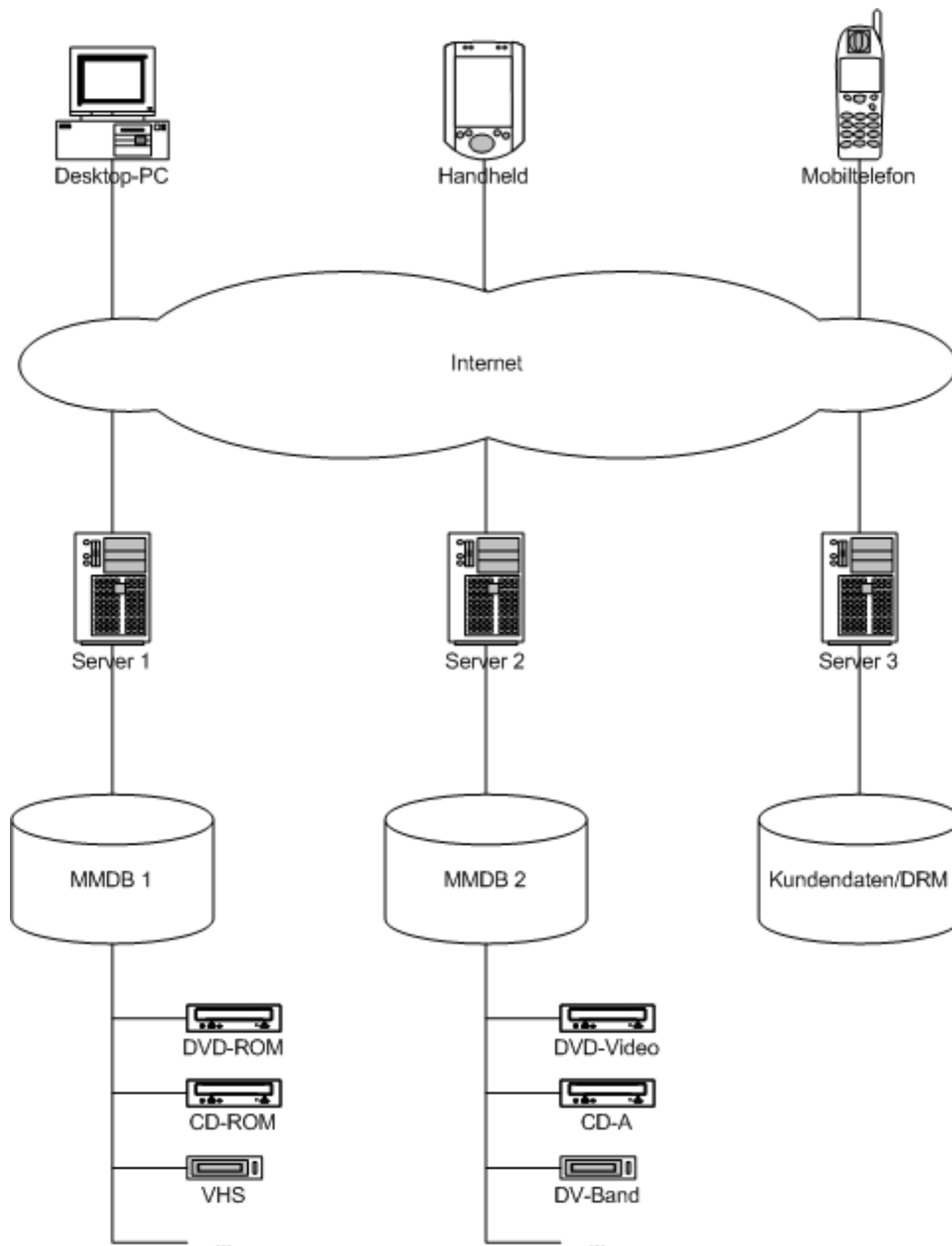
Eine mögliche und häufig angewandte Realisierung ist das automatische

Pausieren, solange der lokale Zwischenspeicher leer und die Übertragungsqualität zu schlecht ist, um ein Video weiter abspielen zu lassen. Währenddessen kann der Cache wieder aufgefüllt werden.

1.3 Aspekte der Verteilung

Im allgemeinen spielt sich die Verteilung bei MMDBS zwischen vielen Clients und (relativ) wenigen Servern ab. Abb. 1.3 auf der nächsten Seite zeigt ein Beispiel eines verteilten MMDBS. Die Clients können unterschiedliche Typen sein: gewöhnliche PCs, Handhelds oder sogar Mobiltelefone. Sie alle haben über das Internet Zugriff auf das VMMDBS. Dabei können die unterschiedlichen Server sowohl auf die Medieninhalte direkt in den jeweiligen Datenbanken zugreifen als auch die Tertiärspeicher (DVD, CD, Band, etc.) nutzen. Zur Rechtevergabe und Kundenverwaltung dient dabei ein weiterer Server. Dieses Beispiel könnte aus dem Bereich „Video on Demand“ kommen.

Wichtige Aspekte der Verteilung ist die Sicherung der Synchronisation und des Timings bei audiovisuellen Datenströmen. Der Benutzer sollte möglichst nichts von der Verteilung der Daten merken (Transparenz). Das System muss darüberhinaus sehr viele Clients gleichzeitig bedienen können.



2 Beispiele

Die Beispiele, die hier als Live-Demonstrationen angeführt werden, behandeln als multimediale Daten Audiodateien. Dies liegt daran, dass diese im Vergleich zu Videodaten sehr klein sind und somit auch besser zu verarbeiten sind. Nicht nur auf den Servern wird weniger Speicherplatz verbraucht, sondern es fällt auch der Netzverkehr geringer aus. In der heutigen Zeit mit durchschnittlichen 1-Mbit-Anbindungen eignet sich das Internet bestens zur Übertragung von Audiodaten. Sobald in naher Zukunft höhere Bandbreiten die Märkte erobern, kann man auch davon ausgehen, dass sich der Trend beim Nutzen deutlich von Audio- zu Videodaten verschiebt. Aus diesem Grund gibt es gegenwärtig mehr Audiodaten im Netz zu finden, die sich in die multimediale Suche gut einbinden lassen.

2.1 Realisierte MMDBS

Ein bekanntes realisiertes, kommerzielles MMDBS ist zum einen Oracles „interMedia“ (vgl. [Ora05]), ein Standard-Feature, das bereits in Oracle Database 10g implementiert ist. „interMedia“ operiert sowohl mit multimediale Datentypen als auch mit den dazugehörigen Metadaten.

Ein weiteres Beispiel sind die „Informix DataBlades“ von IBM (vgl. [IBM05b]). Diese Erweiterungen für bestehende DBS sind modulbasiert und können je nach Anwendungswunsch und Bedarf multimediale Inhalte behandeln. Eine Lizenz inkl. Software und 1 Jahr Wartungsservice kostet z. B. bis zu ca. 90 000 Euro (Juni 2005). Das dritte Beispiel „DB2 Extenders“ kommt ebenfalls von IBM und ist eine spezielle Erweiterung für DB2-Systeme (vgl. [IBM05a]).

2.2 Video on Demand

Der Begriff „Video on Demand“ (VoD) steht für eine moderne Art der Medienübertragung mit hauptsächlich kommerziellen Absichten (d. h. es handelt sich um zu bezahlende Angebote). Gegenwärtig bieten deutsche Dienstleister wie *T-Online Vision*, *Arcor* sowie *one4movie* VoD-Angebote an.¹

Bei dieser Art von „Internet-Videothek“ kann sich der Kunde Filme aussu-

¹*T-Online Vision*: <http://www.t-online-vision.de/>; *Arcor*: <http://www.arcor.de/vod/>; *one4movie*: <http://www.one4movie.de>

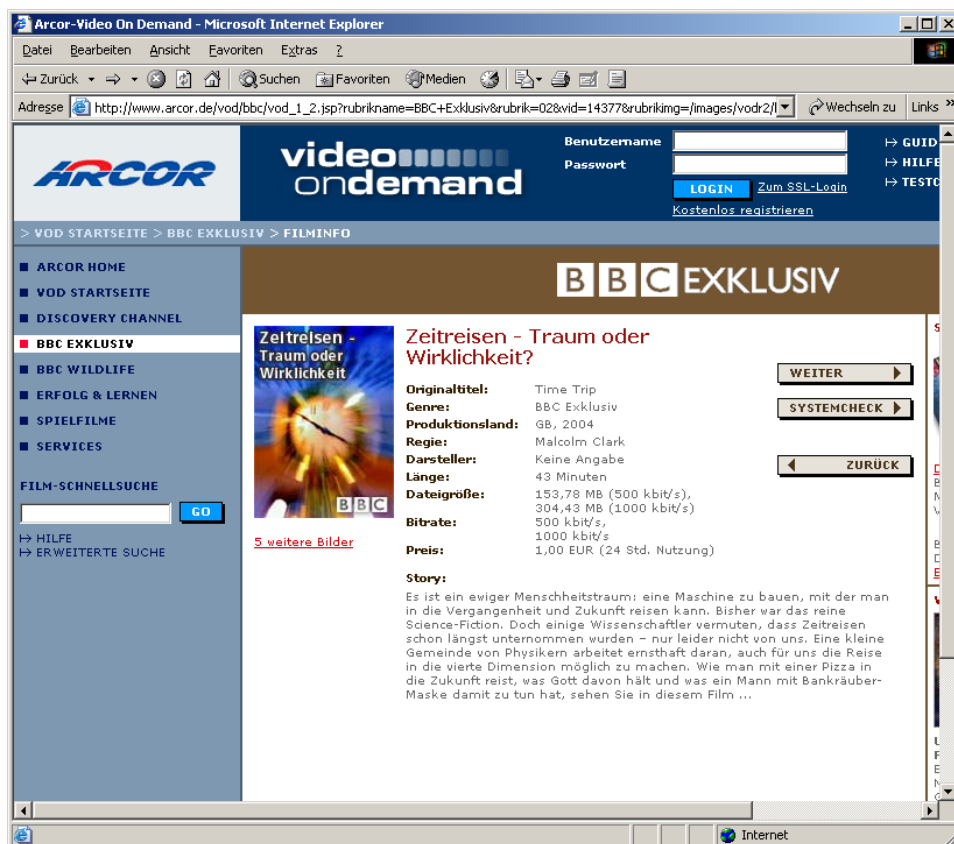


Abbildung 1: „Video on Demand“ bei Arcor

chen, die er dann je nach Provider auf der heimischen Festplatte zwischenspeichern oder als echten Videostream sofort ansehen kann. Dazu muss er noch eine Lizenz zum (meistens) 24-stündigen Zugriff auf den Film erwerben. Erst danach kann er den verschlüsselten Film freischalten und anschauen. Währenddessen werden die Videodaten mit den Audiodaten quasi „on-the-fly“ synchronisiert und zum Kunden gesendet. Derzeit wird nur eine äußerst beschränkte Auswahl an Software unterstützt: meistens *Microsoft Windows* als Betriebssystem, der *Microsoft Internet Explorer* als Webbrowser für spezielle *ActiveX-Komponenten* und der *Microsoft Windows Media Player* zur Wiedergabe der Filme.

Aus heutiger Sicht darf der finanzielle Vorteil aus Sicht des Kunden hinterfragt werden. Sicherlich bringt VoD einige generelle Vorteile, wie sie auch von den jeweiligen Anbietern propagiert werden. Nicht zu leugnende Nachteile sind allerdings folgende Aspekte:

- Das Filmvergnügen benötigt einen dazu fähigen Computer,
- die Qualität der Streams erreicht nicht DVD-Qualität,
- die Kosten für die Internetanbindung, die während des Herunterladens bzw. des Streamings bestehen muss, kommen noch zu den „Ausleih“-Gebühren hinzu,
- möglicherweise überlagern Nebengeräusche von PC-Lüftern den Filmtönen,
- bislang funktioniert VoD nur auf proprietären Systemen (Microsoft Windows, Internet Explorer, Windows Media Player), was eine Monopolstellung auch auf diesem Gebiet bedeuten kann.

2.3 Beispiele von realisierten VMMDBS

2.3.1 AudioID SoundsLike

AudioID SoundsLike ist eine Entwicklung des Fraunhofer Instituts für Digitale Medientechnologie (IDMT).

Diese sog. „Musikempfehlungsmaschine“ scannt vollautomatisch bestimmte, stark ausgeprägte Bereiche von Musikstücken. Dabei wird eine Art Fingerabdruck über Tempo, Musikstil, Dynamik und anderen Aspekten erstellt (vgl. [Köh05]). Diese Metadaten werden im MPEG-7-Format bereitgestellt und bei einer Ähnlichkeitssuche untereinander verglichen – vereinfacht und anschaulich ist das Vorgehen vergleichbar mit der Spurensicherung von Fingerabdrücken bei Kriminalfällen.

Als Beispiel sei hier die Implementierung auf der Internetseite der PhonoNet GmbH² angeführt.

Gerade bei der „Probe aufs Exempel“ (vgl. Abb. 2 auf der nächsten Seite) mit Sashas „I Feel Lonely“ wird deutlich, dass die *SoundsLike*-Anfrage gut nachvollziehbare Treffer bringt, die ebenso wie das Ausgangslied in einem deutlichen Reggaestil komponiert sind. Aus diesem Grund wird hauptsächlich Musik von Bob Marley empfohlen. Darüberhinaus offenbaren sich hierbei durchaus wirtschaftliche Interessen und Anwendungsszenarien, die in naher Zukunft sicherlich noch weiterentwickelt und wohl auch für Kunden immer

²[http://www.musicline.de/de/\\$255dae7db14eabefc87799d69cb952e7/recoengine04/start/ml/soundslike](http://www.musicline.de/de/$255dae7db14eabefc87799d69cb952e7/recoengine04/start/ml/soundslike)



Abbildung 2: Automatische Musikempfehlung mit *AudioID SoundsLike*

selbstverständlicher werden: die Interaktion mit Musikportalen zum Download und Erwerb der entsprechenden Musik.

2.3.2 MelodieSuchmaschine

Die *MelodieSuchmaschine* ist eine Implementierung des QueryByHumming-Projekts ebenfalls vom Fraunhofer IDMT. Dabei kann der Benutzer daheim vor seinem Rechner eine Melodie summen und über ein Mikrophon aufnehmen lassen. Die Melodie wird dann z. B. von ein JavaApplet zum Server geschickt und dort einer multimedialen Analyse unterzogen (vgl. [Köh05]).

Die Technik der Melodieerkennung geschieht dabei in drei Schritten. Zunächst wird das Audiosignal aufgenommen, digitalisiert und dann einer Si-

gnalvorverarbeitung unterzogen, wobei etwaige Störgeräusche möglichst minimiert werden. Im zweiten Schritt werden die Frequenzen in musikalische Noten umgewandelt. Zuletzt wird dieses Suchmuster mit den Mustern der Musiktitel in der Datenbank verglichen und die besten Resultate als Liste an den Client zurückgegeben.

Die Möglichkeit zur Live-Demonstration auf der Internetseite der PhonoNet GmbH verdeutlicht das Prinzip (vgl. [Blu05])³.

Von der Fraunhofer Gesellschaft erwogene Anwendungsszenarien sind neben der Nutzung über den Webbrowser auch die lokale Installation zuhause für das eigene Musikarchiv sowie die Nutzung per Mobiltelefon. Bei letzterer Variante wird nach dem Anruf einer „Suchzentrale“ das Ergebnis als SMS zurückgesendet.

Neben der kommerziellen Nutzung in der Unterhaltungsindustrie kann eine solche Suche auch dabei helfen, Plagiate eines Liedguts ausfindig zu machen. Damit kann die Kontrolle des Urheberrechts unterstützt werden.

Im „Selbstversuch“ lieferten meine Melodieanfragen die besten Resultate für folgende Lieder:

- Lay All Your Love On Me (Abba)
- Stairway to Heaven (Led Zeppelin)
- Der Die Das (Titelmelodie der Sesamstraße)
- Hey Jude (The Beatles)
- Another Day in Paradise (Phil Collins)
- The Lion Sleeps Tonight (The Tokens)

Natürlich muss man das System auch kritisch betrachten. Dass nicht alle Anfragen korrekt erkannt werden, liegt zum einen an der nicht perfekten Stimme eines Menschen. Schon kleinste Veränderungen in Tempo, Dynamik oder Tonhöhe können die Resultate verändern. Zum anderen sind die zugrundeliegenden Daten, also die „fingerprints“ der Lieder sehr ähnlich. Daraus die richtigen auszusuchen, vermag in der heutigen Zeit nur der Mensch selbst. Ein weiterer Aspekt ist die womöglich für die aktuelle Eingabe unpassende Konfiguration der Suchalgorithmen. Die unscharfe Suche spielt dabei

³zur Aktivierung des JavaApplets benötigt man unbedingt die empfohlene JRE-Version 1.4. Mit der aktuellen Version 1.5 funktioniert das Applet nicht.

genauso eine Rolle wie die Signalverarbeitung und ihre Fehlerkorrektur und Verfahren zur Entfernung von Störgeräuschen.

Literatur

- [Blu05] BLUME, HORST (V.I.S.D.P.): *musicline.de-MelodieSuchmaschine*. URI: <http://www.musicline.de/de/melodiesuche/>, 2005.
- [IBM05a] IBM: *IBM DB2 Extenders*. URI: <http://www.ibm.com/>, 2005.
- [IBM05b] IBM: *IBM Informix DataBlades*. URI: <http://www.ibm.com/de/>, 2005.
- [Köh05] KÖHLER, HENNING (V.I.S.D.P.): *Query by Humming*. URI: <http://www.idmt.fraunhofer.de/projekte.themen/query.htm>, 2005.
- [Ora05] ORACLE: *Oracle interMedia*. URI: http://www.oracle.com/database/interMedia_home.html, 2005.
- [SH99] SAAKE, GUNTER und HEUER, ANDREAS: *Datenbanken: Implementierungstechniken*. Bonn: MITP-Verlag GmbH, 1999.