

Die Erfassung und verständliche Visualisierung komplexer räumlicher Zusammenhänge gewinnt nicht nur bei vielen Kommunikations- und Entscheidungsprozessen an Bedeutung. Auch bei der Darstellung von Ergebnissen und Daten bietet die Verwendung von räumlichen Daten einen entscheidenden Vorteil. Dieser Artikel zeigt die Umsetzung dieser Anforderungen durch den Einsatz von Oracle-Technologien.

Geo-Daten zur Unterstützung komplexer Analysen

Mathias Weber und Markus Geis, Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement, Klinikum der Universität München

Daten, Auswertungen und Analyse-Ergebnisse können in unterschiedlichsten Formen präsentiert werden. Neben der rein tabellarischen Form kommen häufig grafische Darstellungen in Form unterschiedlicher komplexer Diagramme vor. Bei dieser Form der Darstellung wird oft vernachlässigt, dass viele Daten auch einen räumlichen Bezug aufweisen. Bereits einfache Fragen wie „Wo sind meine Kunden?“ erhalten eine ganz andere Aussagekraft, wenn diese Daten nicht nur in einer tabellarischen Auflistung von Adressen dargestellt, sondern verknüpft mit räumlichen Informationen (Geo-Daten) in Form einer Karte präsentiert werden. Anhand eines am Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) des Klinikums der Universität München durchgeführten Projekts zeigt der Artikel auf, welche Möglichkeiten Oracle bietet, um räumliche Daten zur Unterstützung von Analysen zu verwenden.

Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement

Das Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) ist zu Beginn 2002 als interdisziplinäre klinische Einrichtung am Klinikum der Universität München entstanden. Neben der interdisziplinären Forschung und Lehre in der Notfallmedizin, im Rettungswesen und im Management/Lehrmanagement der Medizin erbringt das INM vor allem Dienstleistungen auf den genannten Gebieten.

Das Bayerische Staatsministerium des Innern hatte gemeinsam mit den Sozialversicherungsträgern das INM

mit der Trend- und Struktur-Analyse des Rettungsdienstes in Bayern (TRUST-Gutachten) beauftragt. Ziel der Studie war die Optimierung der rettungsdienstlichen Versorgung sowie die Herausarbeitung von Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung. Im Rahmen der Studie wurden sukzessive alle 26 bayerischen Rettungsdienstbereiche einer wissenschaftlichen Begutachtung in Form von Struktur- und Bedarfsanalysen unterzogen (siehe auch www.inm-online.de). Im Rahmen der Studie entwickelte das INM das „Internetportal Rettungsdienst Bayern“ (www.rd-bayern.de) zur Erfassung, Verwaltung und Dokumentation rettungsdienstlicher Strukturdaten in Bayern.

Bereiche des Portals

Die rettungsdienstlichen Strukturdaten umfassen für alle bayerischen Rettungsdienst- und Notarzt-Standorte detaillierte Informationen wie beispielsweise die Rettungsmittel-Vorhaltungen. Diese Informationen sind seit Beginn der Studie kontinuierlich erfasst und zeitlich lückenlos dokumentiert. Daneben umfasst die Applikation 1,2 Millionen Analysen (Trend-Darstellungen) in grafischer und tabellarischer Form für diverse Analyse-Objekte. Basis dieser Auswertungen sind die Einsatzdaten der 26 bayerischen Leitstellen, die das INM seit 1998 im monatlichen Turnus kontinuierlich erhält. Derzeit umfassen die Einsatzdaten rund 20 Millionen Datensätze.

Der Zugriff auf die Inhalte des Rettungsdienst-Portals ist einem von den Auftraggebern definierten Benutzer-

kreis (Rettungszweckverbände, Hilfsorganisationen etc.) vorbehalten. Die Zugriffsrechte auf die Daten des Portals sind anwenderbezogen. Eine Zugriffskontrolle erfolgt zum einen räumlich auf Ebene der Rettungsdienstbereiche und zum anderen auf Ebene der Abbildungs-Typen im Bereich der Trend-Darstellungen. Beispielsweise können Leiter einer Leitstelle nur Daten ihres jeweiligen Rettungsdienstbereichs sehen. Realisiert wurde dies über die Oracle-Datenbank-User-Verwaltung in Verbindung mit der Virtual Private Database (VPD). Das VPD greift dabei in Abhängigkeit von den durch die Applikation angeforderten Daten auf diverse Funktionen und Policies zu. Derzeit haben etwa 850 Benutzer Zugriff auf das Portal.

Das INM unterstützt von Beginn an die Projektarbeit und Gutachtertätigkeit mit einem Geo-Informationssystem (GIS). Neben der Darstellung von Analyse-Ergebnissen in kartografischer Form werden unter anderem Standort-Planungen durchgeführt sowie Distanz-Matrizen, Service-Areas und Versorgungsbereiche von Rettungsdienst-Standorten berechnet und simuliert.

Die komplexen räumlichen Zusammenhänge zwischen rettungsdienstlichen Strukturen (Rettungsdienst-Standorten, Krankenhäuser etc.) und Analyse-Ergebnissen („Wie verteilen sich Notfalleinsätze auf Ebene der Gemeinden?“) können so verständlich visualisiert werden und mit weiteren Informationen zur Infrastruktur (wie Straßennetz), zur Geographie (Flussverläufe, Berge etc.) und zu adminis-

trativen Einheiten (Gemeinde, Landkreis) kombiniert werden.

MapView

Um diese Vorteile der kartographischen Darstellung auch für die Internet-Applikation nutzen zu können, wurde ein Mapserver in die bestehende Applikation integriert. Folgende Anforderungen sind an die Applikation gestellt:

- Einfache Handhabung und übersichtliche Darstellung
- Darstellung der rettungsdienstlichen Strukturen
 - Rettungsdienst-Standorte, Krankenhäuser, Luftrettungs-Standorte etc.
 - Informationsabfrage
- Visualisierung definierter Analyseaspekte des Internetportals für unterschiedliche Ebenen und Zeiträume
 - Ebenen: Gemeinde, Gemeindeteil, Krankenhaus, Rettungsdienst-Standort etc.
 - Jahr
 - Informations- und Ergebnisabfrage

- Zugriff analog der vorhandenen Zugriffskontrolle über das Portal unter Verwendung der bestehenden Userstrukturen und Zugriffsberechtigungen
- Single-sign-on

Technische Realisierung

Aufgrund der vorhandenen DB-Infrastruktur und der Vorgaben – ausschlaggebend war hier vor allem die erforderliche Zugriffskontrolle – wurde das Projekt mit dem Oracle MapViewer realisiert. Ein WebLogic-Cluster dient dem MapViewer als Laufzeitumgebung. Hinter der Internet-Applikation steht folgende Infrastruktur:

- Oracle-Drei-Knoten-RAC-Cluster (128 GB Hauptspeicher/zwei CPU pro Knoten)
 - 11g R2 (11.2.0.2) Enterprise Edition (Partitioning/Spatial)
- NetApp-Metro-Cluster
 - Anbindung Oracle RDBMS/GRID über NFS 3.0

- Oracle-WebLogic-Server Enterprise Edition (10.3.5)
 - Zwei-Knoten-Cluster (128 GB Hauptspeicher/eine CPU pro Knoten)
- Oracle-HTTP-Server (Port 80, Load-Balancer)
- Oracle MapViewer

Die Geo-Daten, die im MapViewer des Portals dargestellt werden, liegen als Vektordaten ebenfalls auf dem RAC-Cluster. Neben den Geometrien der rettungsdienstlichen Strukturen (Rettungsdienst-Standorte, Notarzt-Standorte, Krankenhäuser etc.) umfassen die Geo-Daten auch die Geometrien der Gebiets-Strukturen (Gemeinden, Landkreise etc.) sowie Straßennetze.

Die Geo-Daten werden als Shape-Files über den Oracle Map Builder in die Datenbank geladen. Grundsätzlich werden neben der ID des jeweiligen Objekts keine weiteren Informationen in den Geo-Daten gespeichert. Die erforderlichen Metadaten (wie Adressen

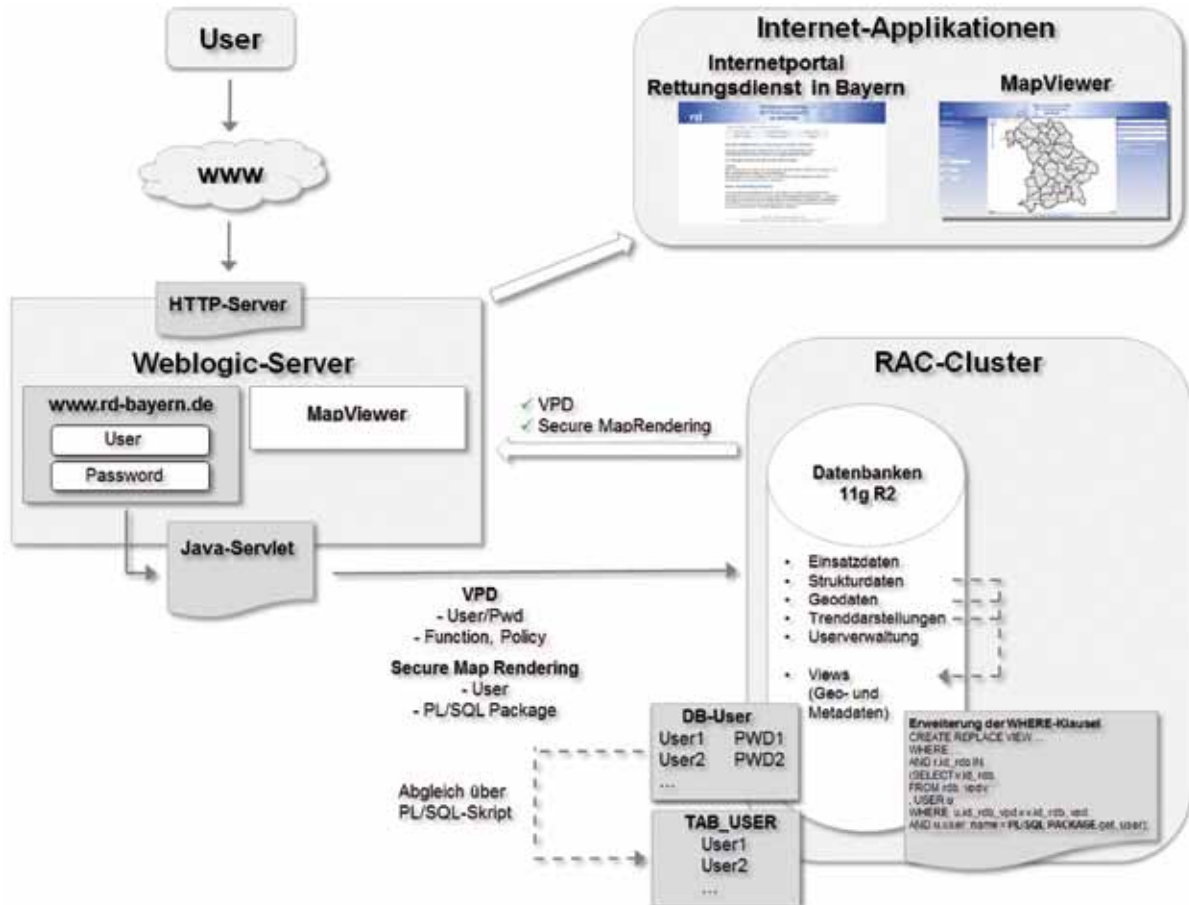


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Applikations-Struktur

und Namen von Standorten oder Analyse-Ergebnisse) werden aus anderen Schemen über Views mit den Geo-Daten zusammengeführt.

Mehr als 80 Prozent der im MapViewer dargestellten Themen basieren auf solchen Views.

Zugriffskontrolle

Für die zentrale Verwaltung der Nutzerdaten und deren Rechte wird auf dem RAC die Oracle-Datenbank-User-Verwaltung in Verbindung mit Virtual Private Database (VPD), das die einfache Eingrenzung von Datensichten über Functions und Policies ermöglicht, genutzt. Der Vorteil ergibt sich aus der stabilen, einfachen und flexiblen Umgebung und aus der user- beziehungsweise sessionbezogenen Kontrolle für den Zugriff auf einzelne Zeilen auf der Ebene der Tabelle. Weiterhin können die Ergänzungen der WHERE-Klausel vom Optimizer genutzt werden. Bei der Anmeldung eines Users über das Portal wird die eingeloggte Session gehalten. So kann über die Session das VPD gesteuert und das Audit der Applikation durchgeführt werden.

Es wurde bewusst kein Standard-Datenbank-User in Verbindung mit

einem Connection-Pool gewählt, der über den gleichen Account die Daten für die Applikation aus der Datenbank selektiert und bereitstellt. Ein zusätzlicher Test mit Proxy-Usern ergab zum Teil Performance-Probleme.

Der MapViewer lässt sich nach der Anmeldung am Portal in einem separaten Browser-Fenster öffnen. Analog zum Portal ist auch hier eine Zugriffskontrolle implementiert, die dem User die gleichen Rechte wie im restlichen Bereich (Zugriff auf die Strukturdaten und Trend-Darstellungen) des Portals bietet.

Die Zugriffskontrolle des MapViewers ist über „Secure Map Rendering“ realisiert. Der Connect am Portal wird dabei mit einem „Single Sign-on“ über ein Java-Servlet realisiert, das den eingeloggten Benutzer prüft und anschließend an das RAC (Portal-Bereich Strukturdaten und Trenddarstellungen) und den WebLogic-Server beziehungsweise den MapViewer und die „Geo-Datenbank“ (Portal-Bereich MapViewer) weiterreicht (siehe Abbildung 1). Als Informationen sind für den Zugriff auf die räumlichen Daten lediglich der Name des Benutzers und die räumlichen Zugriffsrechte in Tabellen abge-

legt. Der Abgleich mit den Usern des RAC erfolgt über eine PL/SQL-Prozedur, die das Anlegen und Verwalten der Portal-Nutzer steuert. Neben dem Anlegen des Datenbank-Users und der Vergabe der entsprechenden Rechte werden die Informationen mit den Benutzern der „Geo-Datenbank“ abgeglichen.

Die Zugriffskontrolle innerhalb des Portals ist somit über zwei Methoden realisiert:

- Zugriff RAC (Strukturdaten und Trenddarstellungen im Portal)
 - Virtual Private Database
 - PL/SQL-Funktionen und Policies
- Zugriff „Geo-Datenbank“ (MapViewer im Portal)
 - „Secure Map Rendering“ (siehe Listing 1)
 - PL/SQL-Package
 - Erweiterung der WHERE-Klausel mit den entsprechenden räumlichen Zugriffsrechten der einzelnen User (siehe Listing 2)

Bei der Definition der Views, die die Basis für die Themen des MapViewers darstellen, wird über den Zugriff auf das PL/SQL-Package die zeilenbezogene Einschränkung der Daten erreicht.

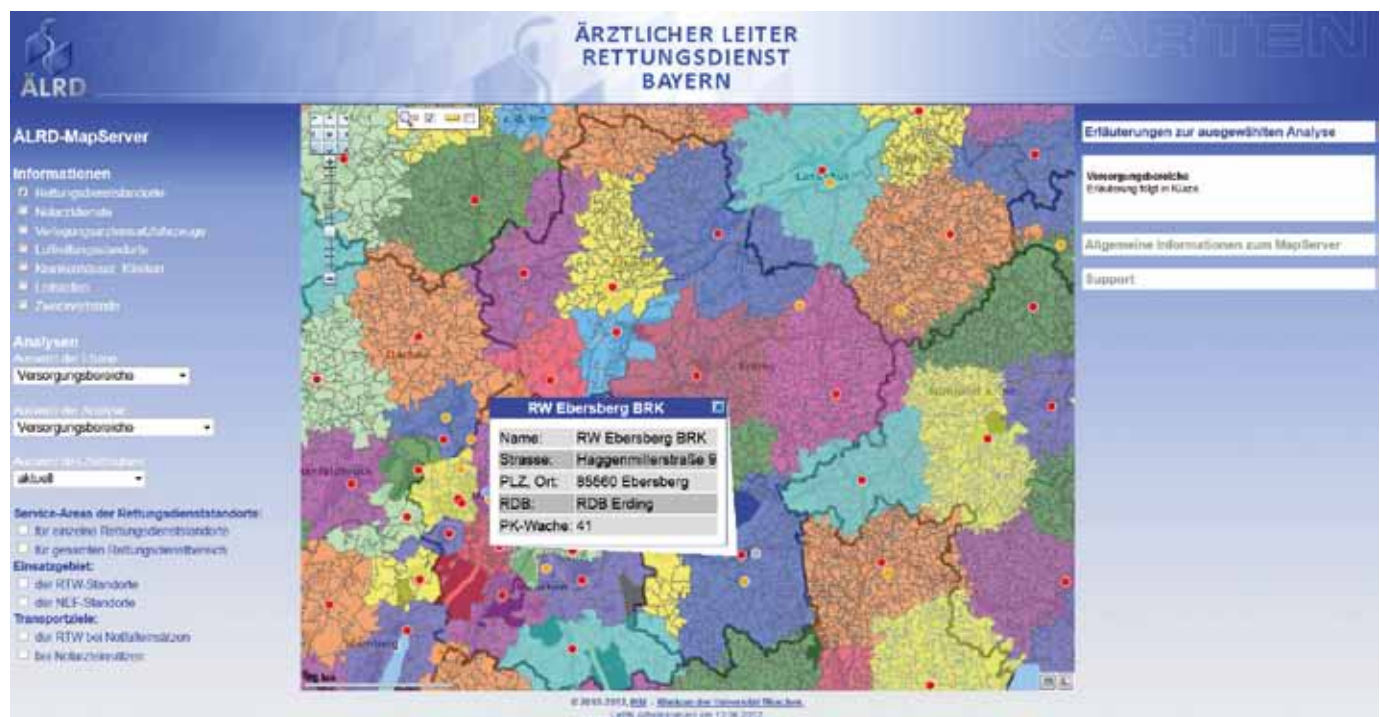


Abbildung 2: Darstellung der Versorgungsbereiche der Rettungswachen


```
<map_data_source_name = "my_source_name"
...
allow_jdbc_theme_based_foi = "true"
plsql_package = "my_package"/>
```

Listing 1: Auszug aus der MapViewer-Konfigurationsdatei. Die Definition der Datenquelle wird in der letzten Zeile um die Information des PL/SQL-Pakets für das „Secure Map Rendering“ ergänzt.

```
CREATE OR REPLACE VIEW ...
WHERE ...
AND r.id_rdb IN
(SELECT v.id_rdb
FROM rdb_vpd v, tab_user u
WHERE u.id_rdb_vpd = v.id_rdb_vpd
AND u.user_name = "MY_PACKAGE.GET_USER");
```

Listing 2: Erweiterung der WHERE-Klausel für die Nutzung des „Secure Map Rendering“

MapViewer-Applikation

Funktionell gliedert sich die MapViewer-Applikation in drei Bereiche (siehe Abbildung 2). Neben dem zentralen Kartenfenster, das eine Basiskarte Bayerns umfasst, deren Objekte und Informationsdichte in Abhängigkeit des Maßstabs variieren, können über

den linken Bereich rettungsdienstliche Informationen (Rettungsdienst-Standorte, Krankenhäuser, Luftrettungs-Standorte etc.) als Feature of Interest (FOI) in der Karte dargestellt werden. Daneben lassen sich Analysen in Abhängigkeit von einer Ebene (Rettungsdienst-Bereiche, Gemeinden,

Rettungsdienst-Standorte etc.) und der Zeit (Jahr) einblenden.

Im rechten Bereich werden dem Anwender neben allgemeinen Informationen zur Applikation Erläuterungen zur ausgewählten Analyse angezeigt. Bei deren Auswahl wird automatisch eine Legende der Analyse generiert und in der Karte angezeigt. Zudem werden weitere analysenspezifische Informationen, die zur Interpretation der Analyseergebnisse wichtig sind, in der Karte dargestellt. Über ein Info-Fenster sind Daten in tabellarischer Form durch einen Klick auf das jeweilige Objekt darstellbar. Derzeit können für das Bundesland Bayern Analysen auf folgenden Ebenen abgerufen werden:

- 26 Rettungsdienst-Bereiche
- 76 Landkreise, kreisfreie Städte
- 2.056 Gemeinden
- 293 Versorgungsbereiche
- 211 Notarztdienst-Bereiche
- 431 Rettungsdienst-Standorte
- 14 Luftrettungs-Standorte

Diese Analysen stehen für die Jahre 2003 bis 2011 zur Verfügung und werden quartalsweise kontinuierlich

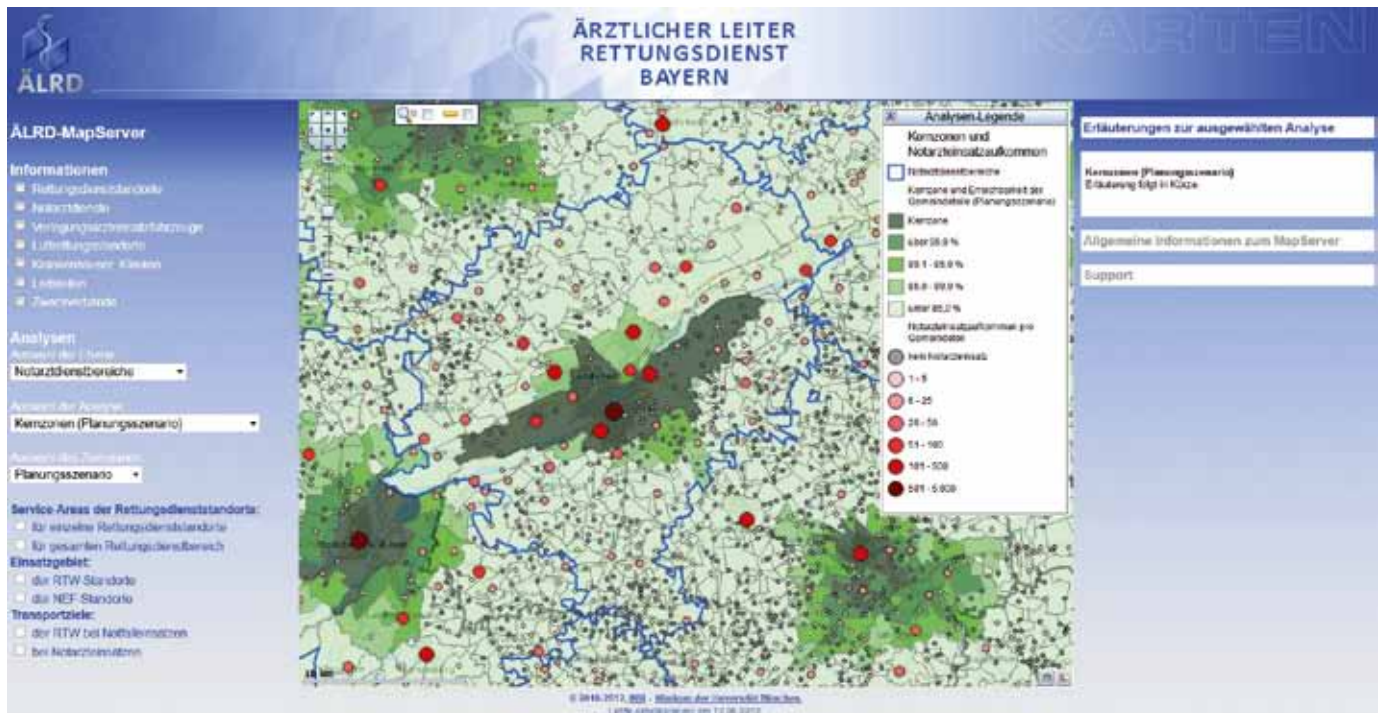


Abbildung 3: Beispiel für die Verwendung mehrerer MapViewer-Themen zur Visualisierung komplexer Analysen. Dargestellt sind die Kernzonen und Erreichbarkeiten der Notarztdienste. Ergänzend werden die Notarztdienstbereiche und das Notarztaufkommen auf Ebene der Gemeindeteile im Kartenfenster gezeigt.

fortgeschrieben. Neben dem Einsatzaufkommen, differenziert nach Einsatzgründen und Notarztbeteiligung, stehen unter anderem Berechnungen zu Versorgungsbereichen, Notarzt-dienstbereichen und Abdeckungen von Luftrettungs-Standorten zur Verfügung (siehe Abbildung 3).

Zur Darstellung komplexer Fragestellungen sind mehrere Themen im Kartenfenster dargestellt. Beispielsweise werden bei der Berechnung von Notarzteinsätzen neben den Notarzteinsatzbereichen auch die Kernzonen und Erreichbarkeiten der Gemeindeteile sowie das Notarzt-Aufkommen auf Ebene der Gemeindeteile in die Karte eingeblendet. Zudem ist auch hier das Abrufen von Informationen und Zahlenwerten zu einzelnen Objekten möglich.

Weitere Analysen können für definierte Objekte (wie Rettungsdienst-Standorte) über ein Kontextmenü, das sich beim Klick der rechten Maustaste auf ein Objekt öffnet, ausgewählt werden. Über dieses Menü sind objektspezifische Analysen in das Kartenfenster einblendbar. Für die Rettungsdienststandorte stehen neben den Service-Areas für unterschiedliche Fahr-

zeiten auch Informationen zum Einsatzgebiet einzelner Standorte und zu den Transportzielen bei Notarzt-Einsätzen zur Verfügung (siehe Abbildung 4).

Diese Berechnungen zu einzelnen Objekten lassen sich außerdem für weitere Fragestellungen mit anderen Analysen kombinieren. So können zum Beispiel das Einsatzgebiet oder der Versorgungsbereich einer Rettungswache mit den Service-Areas für unterschiedliche Fahrzeiten gemeinsam im Kartenfenster dargestellt werden (siehe Abbildung 5).

Erfahrungen und Probleme

Aufgrund der guten Dokumentation gestaltete sich die Installation und Inbetriebnahme des MapViewers einfach. Erste Erfolge in Form von kleinen Applikationen stellen sich schnell ein. Anders sieht es beim Oracle-WebLogic-Server aus. Fehlende Dokumentation und Beispiele setzen vor allem bei der Installation sowie bei der Implementierung der Zugriffskontrolle fundiertes Wissen voraus.

Bei der Verarbeitung und Darstellung großer Datenmengen – die Auswertungen auf Ebene der Gemeinde-

teile umfassen über 42.000 Polygone – zeigt der MapViewer mit den standardisierten Einstellungen auch mit ausreichender Hardware-Unterstützung schnell Performance-Probleme. Unterschiedliche Anpassungs- und Einstellungsmöglichkeiten im MapBuilder, in der Datenbank (Partitioning großer Datenmengen) sowie auf Server-Seite (vor allem im Bereich des Java-Heap-Space) können dabei für das Performance-Tuning genutzt werden. Jedoch stehen hierzu keine allgemein gültigen Formeln zur Verfügung und auch die Dokumentationen bieten keine spezifischen Informationen.

Das gilt auch für die Oracle-Maps-API-Reference, die zwar durchaus umfangreich ist, Detailfragen bei der Entwicklung jedoch oft nur ungenügend beantwortet.

Die verschiedenen Funktionalitäten der MapViewer-Applikation wurden zu einem Großteil mit JQuery umgesetzt. Dies erwies sich in der Entwicklung als schnell und performant.

Ausblick

Derzeit unterliegt die bestehende Internet-Applikation einer kompletten

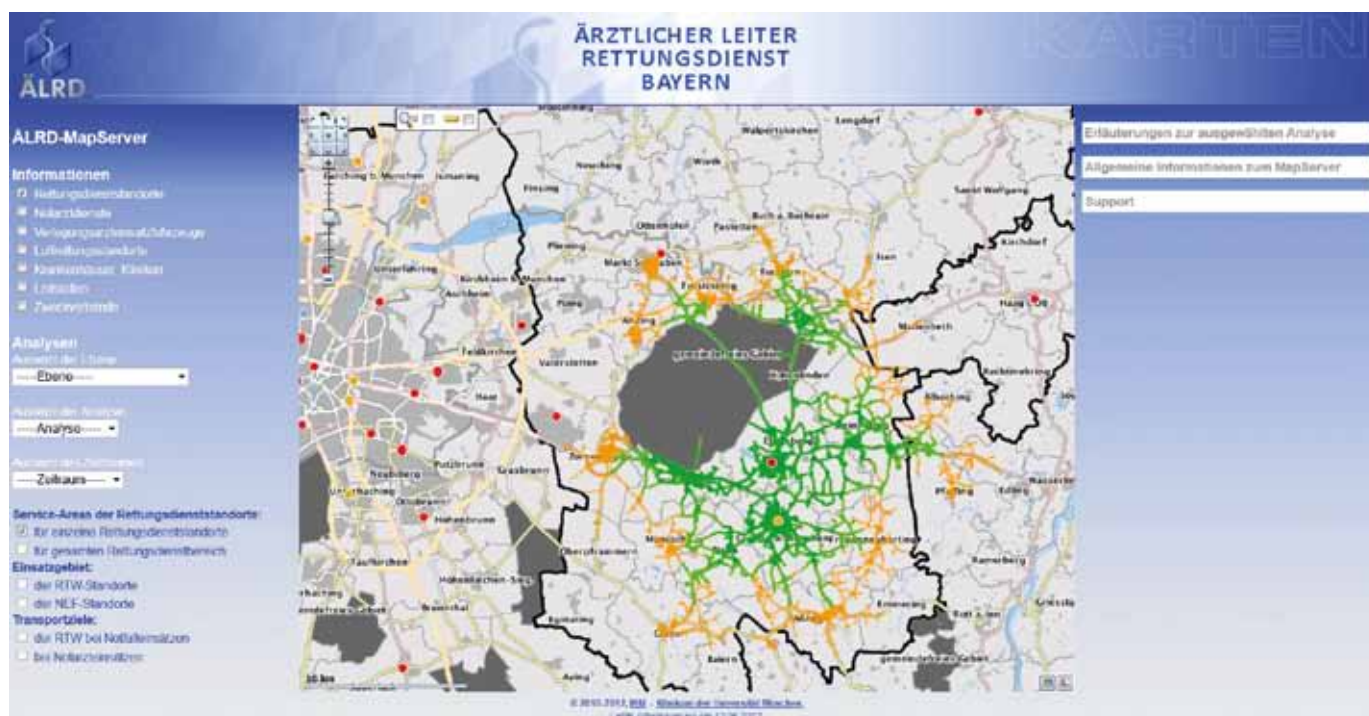


Abbildung 4: Darstellung der Service-Areas für unterschiedliche Fahrzeiten exemplarisch für die Rettungswache Ebersberg

Neuentwicklung. Die neue Java-Applikation soll den MapViewer wesentlich stärker integrieren, um Interaktionen zwischen tabellarischen Darstellungen bzw. Abbildungen und kartografischen Darstellungen zu ermöglichen.

Zudem soll der MapViewer zentral in die Navigation der Applikation eingebunden werden. Weitere Projektschritte wie der Aufbau und die Implementierung eines routingfähigen, kategorisierten Straßennetzes in die Oracle-Datenbank für Netzwerk-Berechnungen (Versorgungsbereiche, Service-Areas) sind geplant.

Fazit

Die Verwendung von Geo-Daten zur Darstellung von Analyse-Ergebnissen bietet vor allem bei der Erfassung kom-

plexer räumlicher Zusammenhänge einen enormen Mehrwert. Die räumlichen Beziehungen der Daten zueinander können nur in kartographischer Form verständlich visualisiert werden. Die Funktionalitäten eines MapView-ers bieten durch die Darstellung von dynamischen Karten weitere Vorteile:

- Kombination von Analyse-Ergebnissen mit weiteren Informationen, die in die Karte ein- und ausgeblendet werden können.
- Darstellung unterschiedlicher Maßstäbe: Die Ergebnisse können zum einen großflächig betrachtet, aber auch mit kleinräumigen Veränderungen gezeigt werden.
- Aktualität der Daten durch den direkten Zugriff auf die Metadaten

Oracle bietet mit diesen Technologien – Locator bzw. Spatial, Maps und MapViewer – Produkte an, die mittlerweile gut und nach Einschätzung der Autoren auch mit überschaubarem Aufwand in vorhandene Oracle-Infrastrukturen zu integrieren sind.

Mathias Weber
mathias.weber@med.uni-muenchen.de



Markus Geis
markus.geis@med.uni-muenchen.de

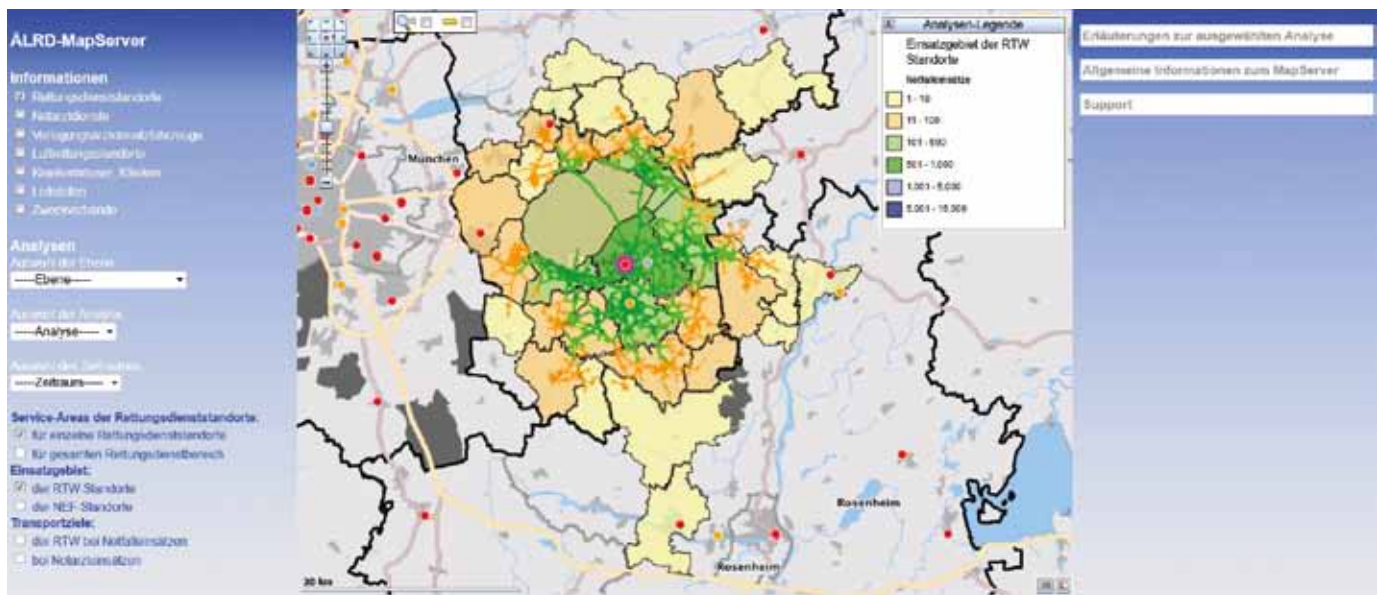


Abbildung 5: Beispiel für die Kombination unterschiedlicher Analysen

Wir begrüßen unsere neuen Mitglieder

Persönliche Mitglieder

- | | |
|---------------------|-------------------|
| Thomas Enders | Andreas Hild |
| Kai Suchomel | Rainer Horst |
| Michael Kuhlmann | Silvio Nifkiffa |
| Jörn Michael Krüger | Andreas Oberacher |
| Robert Elbracht | Rainer Ackermann |
| Katrin Machewka | Kerstin Bühnert |
| Gerold Geiß | Norman Stöcker |
| Marian Schmöker | Jürgen Sieben |
| | Michael Munz |

Firmenmitglieder

- Hendrik Krüger, Xcontrol GmbH
- Thomas Jahn, ThyssenKrupp Steel AG
- Renko Ungruhe, items GmbH
- Christian Heitkamp, NiCE IT Management Solutions
- Andre Lünsmann, Barmenia Versicherungen
- Marco Trujka, WERTGARANTIE Management GmbH
- Christian Bretting, Georg-Simon-Ohm Hochschule, Nürnberg
- Ralf Bauchhenß, Rudolf Röser Verlag und Informationsdienste AG