

Gewusst wo: BMW ConnectedDrive, die Oracle-Datenbank und Oracle Spatial

Christian Hüls
BMW AG
München

Carsten Czarski
ORACLE Deutschland B.V. & Co KG
München

Schlüsselworte:

BMW, ConnectedDrive, Geodaten, Spatial, Locator, SDO_GEOMETRY, Suche, POI, Geocoding

Einleitung: Was ist BMW ConnectedDrive?

Das Ziel von BMW ConnectedDrive ist die intelligente Vernetzung von Informations-, Kommunikations- und Assistenzsystemen innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs, bei der der Fahrer stets im Mittelpunkt bleibt. Dank BMW ConnectedDrive wird ein BMW in Zukunft noch mehr als ein Automobil sein: eine Art mobile Kommunikationsplattform, die Fahrer, Fahrzeug und Umfeld optimal vernetzt. Das innovative Konzept unterstützt Sie mit maßgeschneiderten Informationen - exakt dann, wenn Sie sie brauchen. Dabei ergänzen sich die fünf Teilbereiche BMW Assist, BMW Online, BMW Tracking, BMW TeleServices und Fahrerassistenz zu einem Netzwerk mit gleich dreifachem Nutzen: mehr Sicherheit, Komfort und Infotainment. Dem Fahrer werden als verbundener ("connected") Partner ergonomisch und individuell zugeschnitten alle relevanten Informationen und Dienste geliefert.

Mit dem Fokus auf „Gewusst wo“ sind insbesondere BMW Assist und BMW Online zu erwähnen:

- Der kompetente Telematikdienst BMW Assist bietet BMW Fahrern seit 1999 komfortabel Informationen und Servicedienste in seinem Fahrzeug an. In Verbindung mit dem Navigationssystem und der Handylvorbereitung mit Bluetooth-Schnittstelle und integrierter SIM-Karte profitiert der Fahrer von zahlreichen Funktionen. BMW Assist fungiert als automatischer Notruf, intelligentes Lotsensystem oder als zuverlässiger Auskunftsdienst. Über den BMW Auskunftsdienst erhalten Sie die neuesten Informationen wie Adressen und Telefonnummern von 30 Millionen Firmen- und Privatadressen oder Empfehlungen für Hotels, Restaurants und Sehenswürdigkeiten. Auch Eintrittspreise und Öffnungszeiten von Theatern und Museen sowie das aktuelle Kinoprogramm können bequem auf dem Bordmonitor mit TV aufgerufen werden. Außerdem werden Sie mit BMW Assist zuverlässig über die aktuelle Verkehrslage auf deutschen Autobahnen informiert.
- BMW Online macht Sie mobiler und informiert Sie aktueller als je zuvor - durch internetbasierte Mobilitätsdienste und Serviceleistungen, die direkt in Ihr Fahrzeug übermittelt werden. Das Herzstück des mobilen Internet-Portals BMW Online sind die standortbasierten Dienste. Während das Fahrzeug via GPS und integrierter SIM-Karte im Autotelefon die aktuelle Position an das BMW Online Portal übermittelt, erhält der Fahrer alle gewünschten Informationen, die er entlang seiner Route oder am Zielort wissen muss. So erfährt der Fahrer schon vor der Fahrt, welches Wetter ihn am Zielort erwartet oder in welchem nahe gelegenen Parkhaus sich ein freier Parkplatz befindet. Für den Fall der Fälle hilft der ärztliche Bereitschaftsdienst, die Adresse und Telefonnummer des diensthabenden Arztes zu finden. Darüber hinaus können bedarfsgerecht Nachrichten

und Börsenkurse abgerufen werden. Die vielfältigen Mobile-Office-Funktionen verwandeln das Fahrzeugcockpit in ein mobiles Büro mit eigenem Adressbuch und E-Mail-Account.



Abbildung 1: BMW Online

An dieser Stelle kommt die Oracle-Datenbank mit Oracle Spatial ins Spiel. Denn die Datenbasis für die ortsbezogenen Auskunftsdienste ist in der Datenbank gespeichert - eine Anfrage des Fahrers führt zu einer räumlichen SQL-Abfrage in derselben. Der Vortrag und dieser Artikel fokussieren auf diese GEO-Datenbank der ConnectedDrive-Plattform. Auch das Geocoding, also das Umwandeln einer postalischen Adresse in eine Koordinate oder umgekehrt, wird mit der Datenbank gemacht. Der Vortrag zeigt auf, wie dies mit Hilfe von Technologien wie Oracle Spatial, Oracle TEXT und anderen umgesetzt wurde.

Grundlagen: Geodaten in der Oracle-Plattform

Die Unterstützung für Geodaten wird meistens mit der Spatial Option der Oracle-Datenbank gleichgesetzt. Tatsächlich verteilt sich die Geodaten-Technologie jedoch auf verschiedene Oracle-Produkte.

Oracle Locator

Der Oracle Locator ist Teil aller Datenbankeditionen und enthält die grundlegenden Funktionen zum Umgang mit Geodaten; dazu gehören unter anderem Speichern, Indizieren und Abrufen von Geodaten, räumliche Abfragen, einige PL/SQL-Funktionen des Pakets SDO_GEOM oder die Transformation von Koordinaten in ein anderes Koordinatensystem.

Oracle Spatial Option

Die Oracle Spatial Option muss separat lizenziert werden und enthält die über den Locator hinausgehende Geodaten-Funktionalität. Eine vollständige Aufzählung würde hier zu weit gehen; als Beispiele seien Linear Referencing, Geocoding (Umwandeln einer postalischen Adresse in eine Koordinate) oder Topologie- und Netzwerkdatenmodelle genannt. Im Handbuch (Oracle Spatial Developers' Guide) ist im "Anhang B" eine genaue Aufstellung der Unterschiede zwischen Locator und der Spatial Option enthalten.

Für Geodaten steht in der Datenbank ein eigener, nativer Datentyp zur Verfügung: **SDO_GEOMETRY**. Dieser ist vollständig dokumentiert, so können die Vektorkoordinaten eines

SDO_GEOMETRY auf Wunsch im Klartext ausgelesen werden. Listing 1 zeigt beispielhaft das Erstellen einer Tabelle und das Speichern einer Zeile mit einem SDO_GEOMETRY.

```
CREATE TABLE kunden (  
  id      NUMBER(10),  
  name    VARCHAR2(200),  
  umsatz  NUMBER(15,2),  
  lokation SDO_GEOMETRY  
);  
  
INSERT INTO kunden values (  
  1,  
  'Max Mustermann',  
  SDO_GEOMETRY(2001, 4326, SDO_POINT_TYPE(10, 50, null), null, null)  
);
```

Listing 1: Erstellen einer Tabelle mit Vektordaten-Spalte und Speicherung einer Zeile mit einem Punkt

Räumliche Daten nutzen: Auswertungen und Analysen

Die Geodaten werden gemeinsam mit den anderen Tabellenspalten in den gleichen Tablespace und damit in der gleichen Datenbank abgelegt. Kombinierte Abfragen sind somit kein Problem. Die Abfrage in Listing 2 stellt anhand der Tabellen VERTRIEBSGEBIETE und KUNDEN fest, welche Kunden im einem Vertriebsgebiet mehr als 1 Mio. € Umsatz gemacht haben (die Daten aus den Tabellen VERTRIEBSGEBIETE und KUNDEN werden mit SDO_RELATE räumlich zusammengeführt).

```
SELECT  
  k.name,  
  k.umsatz  
FROM kunden k, vertriebsgebiete vg  
WHERE SDO_RELATE(k.lokation, vg.grenze, 'mask=anyinteract') = 'TRUE'  
AND vg.name = 'V01' AND k.umsatz > 1000000;
```

Listing 2: Abfrage mit räumlichen und fachlichen Kriterien

Die Existenz eines räumlichen Index (Spatial-Index) ist entscheidend für die Ausführung einer solchen Abfrage – diese werden in der Oracle-Datenbank als R-Tree Indizes erzeugt.

Die Daten: Points Of Interest

Mit dem Auskunftsdienst von BMW Assist kann der Fahrer Informationen über eine Vielzahl von Points Of Interest (POI) erhalten. Die POI-Daten werden von mehreren Anbietern bezogen und in einem gemeinsamen Datenmodell konsolidiert. Viele POI-Daten enthalten bereits eine Geokoordinate, andere werden von BMW mit dem Oracle Geocoder nachträglich geokodiert. Da die Daten der verschiedenen Anbieter in unterschiedlichen Formaten, unterschiedlichen Intervallen und auch unterschiedlichen Strukturen bereitgestellt werden, wurde, analog zu Datawarehouse-Projekten, ein ETL-Prozess aufgesetzt.

Besonders hervorzuheben ist die umfangreiche Kategorisierung der POI-Daten. Jedes POI wird einer oder mehreren Kategorien zugeordnet. Die Kategorien selbst sind hierarchisch organisiert. So gibt es eine Kategorie Gastronomie, darunter sind Kategorien wie Restaurant, Hotel und andere zu finden. Unterhalb von Restaurant findet man wiederum Kategorien wie Italienisch, Griechisch und andere. Ein griechisches Restaurant muss gefunden werden, wenn explizit in dieser Kategorie gesucht wird, jedoch auch, wenn die Suche sich auf Restaurant bezieht. BMW ConnectedDrive verwendet ca. 5.000

in dieser Weise organisierte Kategorien. Daneben sind natürlich auch Namen, postalische Adressen und weitere Details zu einem POI gespeichert. Dazu gehören auch Details wie akzeptierte Kreditkarten oder Öffnungszeiten.

Von der Adresse zur Koordinate und zurück: Geocoding

Das Umwandeln von Adressen in Koordinaten und rückwärts ist ein wesentlicher Bestandteil der ConnectedDrive-Plattform:

- Dem Fahrer wird stets der aktuelle Ort angezeigt. Das Fahrzeug selbst kennt seine Position jedoch nur als Längen- und Breitengrad. Der dazugehörige Ort wird in der Oracle-Datenbank ermittelt.
- Sucht der Fahrer nach Points Of Interest an einem anderen Ort als der Fahrzeugposition, so muss aus dem angegebenen Ort vor der Suche die Koordinate ermittelt werden. Da gleiche gilt für Kontaktadressen, die aus dem Adressbuch des Fahrers an das Navigationsgerät geschickt werden.

Seit Oracle10g ist ein Geocoder in der Oracle-Datenbank enthalten. Er ist Teil der Spatial-Option und stellt mit SDO_GCDR ein PL/SQL-Paket zum Geocoding und zum Reverse Geocoding bereit. Die Listings 3 und 4 zeigen Beispiele, wie sie auch in der ConnectedDrive-Plattform zum Einsatz kommen.

```
select sdo_gcdr.geocode_addr(
  'username',
  sdo_geo_addr(
    'de'          -- COUNTRY
    , 'default'   -- MATCHMODE
    , null        -- STREET
    , null        -- SETTLEMENT
    , null        -- MUNICIPALITY
    , null        -- REGION
    , '80999'     -- POSTALCODE
  )
) from dual
/

SDO_GCDR.GEOCODE_ADDR('ODF_EU_Q109',SDO_GEO_ADDR('DE'--COUNTRY,'D
-----
SDO_GEO_ADDR(0, SDO_KEYWORDARRAY(), NULL, NULL, NULL, NULL, 'MÜNC
HEN', 'MÜNCHEN', 'BAYERN', 'DE', '80999', NULL, NULL, NULL, NULL,
NULL, NULL, 'F', 'F', NULL, NULL, 'L', 0, 154859657, '??????????
B281CP?', 11, 'DEFAULT', 11,45204, 48,18902, '???11111114??400?')
```

Listing 3: Geocoding einer Postleitzahl mit dem Oracle Geocoder

```

select sdo_gcdr.reverse_geocode(
  'username',
  sdo_geometry(
    2001,
    8307,
    sdo_point_type(11.45204, 48.18902, null),
    null,
    null
  ),
  'DE'
) from dual
/

SDO_GCDR.REVERSE_GEOCODE(USER,SDO_GEOMETRY(2001,8307,SDO_POINT_TY
-----
SDO_GEO_ADDR(0,SDO_KEYWORDARRAY(),NULL,'GLEICHPLATZ',NULL,NU
LL,'ALLACH','MÜNCHEN','BAYERN','DE','80999',NULL,'80999',
NULL,'35','GLEICH','PLATZ','F','F',NULL,NULL,'R',,999998
468,156251138,',',1,'DEFAULT',11,45204,48,18902,'???1414141
4??404?')

```

Listing 4: Reverse Geocoding einer Koordinate zu einer Adresse

Damit die Datenbank das Geocoding durchführen kann, werden Basisdaten benötigt; diese liefert Oracle nicht mit aus. Die ConnectedDrive-Plattform verwendet die Basisdaten von NAVTEQ im Oracle Data Format (ODF). Diese werden als Transportable Tablespaces bereitgestellt und können daher trotz der großen Datenmenge in recht kurzer Zeit eingespielt werden.

Auskunftsdienste: Suche in der GEO-Datenbank

Die ConnectedDrive-Plattform sieht zwei Varianten des Auskunftsdienstes vor. Zum einen kann direkt über das Gerät im Fahrzeug eine Suche auf dem Server durchgeführt werden - diese Suchen sind sehr strukturiert und für gängige Anfragen wie Apotheken oder Geldautomaten vorkonfiguriert. Nimmt der Fahrer Kontakt zum Callcenter auf, kann er seine Bedürfnisse dem Callcenter-Agenten mitteilen - dieser sucht die entsprechenden POIs heraus und übermittelt sie dann zum Fahrzeug. Natürlich hat der Callcenter-Agent sehr viele Freiheiten bei der Suche - es kann nicht nur anhand von Kategorien, sondern auch anhand des Namens, des Providers oder anderer Attribute gesucht werden.

Beide Suchvarianten verwenden jedoch eine räumliche Komponente - denn ein Fahrer, der Geldautomaten sucht, sucht diese natürlich in seiner Nähe oder in der Nähe einer bestimmten Lokation. Allerdings steht das räumliche Kriterium niemals allein: Die meisten Fahrer suchen nicht irgendeinen Geldautomaten, sondern den einer bestimmten Bankengruppe. Es kommen also nahezu immer Suchanfragen zum Einsatz, in denen räumliche mit fachlichen Kriterien kombiniert werden. Listing 5 zeigt, wie diese Anforderung mit SQL umgesetzt werden könnte.

```

SELECT
    geo_name,
    longitude,
    latitude,
    sdo_nn_distance(1) distance
FROM
    poi join has_category on poi.id = has_category.id
WHERE
    category = 4711
AND
    sdo_nn(
        geometry,
        SDO_GEOMETRY(
            2001, 8307, SDO_POINT_TYPE(11.575968, 48.137037, null), null, null
        )
        'sdo_batch_size=0 unit=km',1
    ) = 'TRUE'
AND rownum <= 20

```

Listing 5: Suche die nächsten 20 Geldautomaten: Umsetzung mit SDO_NN

Allerdings reicht die Abfrage in Listing 5 noch nicht aus. Denn die Hierarchie der Kategorien ist darin noch gar nicht aufgelöst. Angenommen, die Kategorie 4711 sei "Geldautomaten allgemein", so müsste die Abfrage noch um alle Unterkategorien erweitert werden. Dazu kommen noch mögliche weitere Einschränkungen hinsichtlich des POI-Namens - gerade bei Restaurants kommt es vor, dass nach einem bestimmten Namen gesucht wird - oder zusätzliche Filter. Alles in allem erweist sich die SQL-Abfrage, die alle fachlichen Anforderungen umsetzen kann, als derart komplex, dass eine hinreichend performante Ausführung nicht mehr möglich ist. Die nötigen Joins und hierarchischen Abfragen sind schlicht zu teuer.

Die Lösung ist, wie meistens in diesen Fällen, eine speziell aufbereitete Tabelle für die räumliche Suche. So sind in einer einzigen Tabelle alle nötigen Informationen enthalten, so zum Beispiel auch die Hierarchie der Kategorien. Es ist keinerlei Join mehr nötig - die gesamte Abfrage bezieht sich auf eine einzige Tabelle und verwendet ein räumliches und ggfs. ein oder mehrere fachliche Kriterien.

```

SELECT
    geo_name,
    longitude,
    latitude,
    sdo_nn_distance(1) distance
FROM
    mv_poi
WHERE
    category like '%4711%'
AND
    sdo_nn(
        g.geometry,
        SDO_GEOMETRY(
            2001, 8307, SDO_POINT_TYPE(11.575968, 48.137037, null), null, null
        ),
        'distance=100 sdo_batch_size=250 unit=km',
        1
    ) = 'TRUE'
AND rownum <= 20;

```

Listing 6: Räumliche Abfrage auf Basis einer aufbereiteten Tabelle

Neben der räumlichen Suche musste auch die Anforderung einer Volltextrecherche umgesetzt werden, denn besonders der Callcenter-Agent, steht vor der Aufgabe, anhand unvollständiger oder ungenauer Angaben des Fahrers, möglichst zielgenau suchen zu können. In diesen Fällen kommt es nicht darauf an, Objekte in der Nähe des Fahrers zu finden, sondern, sie überhaupt zu finden. Daher werden alle Attribute der POIs mit dem Volltextindex Oracle TEXT indiziert. Listing 7 zeigt ein Beispiel für eine Volltextabfrage - es werden alle POIs gesucht, deren Name die Wörter **Villa** und **Dante** enthält.

```

select geo_name, addr_municipality
from mv_poi
where contains(
  index_col,
  '(de WITHIN (country_code)) and
  (
    (villa) WITHIN (geo_name) and
    (dante) WITHIN (geo_name)
  )'
) > 0

```

Listing 7: Volltextabfrage

Ausblick: Investitionsschutz mit Services und Standards

Die Dienste der GEO-Datenbank werden innerhalb der ConnectedDrive-Plattform nach modernen Standards als Web Services bereitgestellt. Dadurch ergibt sich für BMW die Möglichkeit, diese als Geodienste auch anderweitig nutzen zu können. So sind auch die BMW-Händler Points of Interest im Sinne der GEO-Datenbank. Eine Händlersuche ist nichts weiter als eine Suche von POIs einer bestimmten Kategorie.

Der Dealer Locator der MINI-Webseite arbeitet nach diesem Prinzip mit den Diensten der ConnectedDrive-Plattform. Eine Suche nach einem MINI-Händler führt also zu einer räumlichen Abfrage mit SDO_NN in der Oracle-Datenbank.

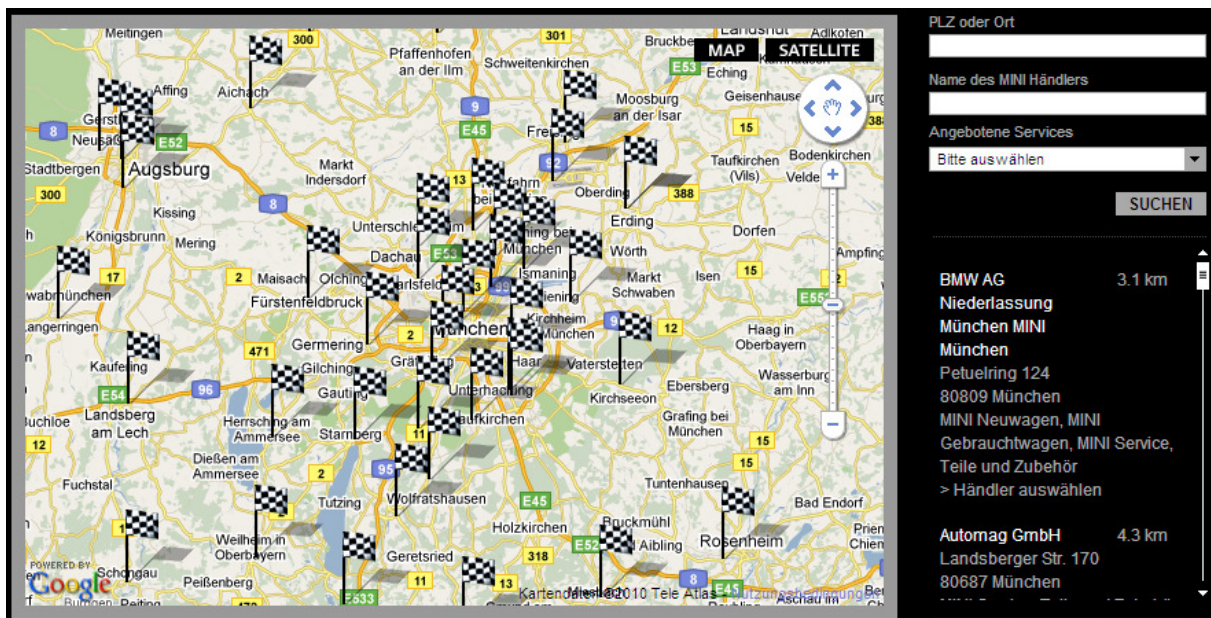


Abbildung 2: MINI Dealer Locator

Es steht zu erwarten, dass diese Dienstplattform noch weitere Anwendungszwecke finden wird.

Weitere Informationen:

BMW ConnectedDrive:

<http://www.bmw.com/com/de/insights/technology/connecteddrive/overview.html>

Oracle Spatial:

<http://www.oracle.com/technetwork/database/options/spatial/index.html>

Kontaktadressen:

Christian Hüls

BMW AG , FZ-321

Bremer Str. 6, München

Telefon: +49 (0)89 382 76899

E-Mail : christian.huels@bmw.de

Internet: http://www.bmw.de

Carsten Czarski

ORACLE Deutschland B.V. & Co KG

Riesstr. 25, D-80992 München

Telefon: +49 (0)89 1430 2116

E-Mail : carsten.czarski@oracle.com

Internet: http://sql-plsql-de.blogspot.com