

14. Europäische ESRI Anwenderkonferenz, 7. Deutschen ESRI Anwenderkonferenz  
15.-17. November 1999, München

Helmut Klaßen, Mannesmann Mobilfunk GmbH

## **D2-RAIT, ein Tool zur Auswertung von GSM-Funkmessungen für Mannesmann Mobilfunk**

### Zusammenfassung

Der GSM-Funk-Netzbetreiber Mannesmann Mobilfunk prüft sein D2-Netz mit verschiedenen Meßgeräten. Ein Teil der Messungen des Funknetzes wird mit Hilfe von Fahrzeugen durchgeführt, die mit Sensoren und Navigationsgeräten ausgestattet sind. Die gewonnenen, geokodierten Daten werden mit dem Tool D2-RAIT analysiert und visualisiert.

D2-RAIT wurde von der Fa. con terra im Auftrag von Mannesmann Mobilfunk auf Basis von ArcView entwickelt. Es beinhaltet verschiedene Schnittstellen zu Funk-Meßsystemen sowie eine Client/Server-Schnittstelle für die Geo-Daten der Funknetzplanung. Für die Auswertung der Daten wurden verschiedene Funktionen erstellt. Die Applikation sowie deren Entwicklung werden kurz vorgestellt.

### Inhalt:

<a href="#">1 Einleitung</a> .....	1
<a href="#">2 Motivation für ein GIS-basiertes Tool</a> .....	2
<a href="#">3 Auswahl des GIS</a> .....	2
<a href="#">4 Entwicklungsprojekt</a> .....	4
<a href="#">5 Systemarchitektur</a> .....	7
<a href="#">6 Funktionsübersicht</a> .....	8
<a href="#">7 Ausblick, zukünftige Funktionen</a> .....	10
<a href="#">8 Fazit</a> .....	10

## **1 Einleitung**

Die Mannesmann Mobilfunk GmbH ist der erste private und - gemessen an der Kundenzahl - zur Zeit größte deutsche GSM-Netzbetreiber. Unter dem Markennamen "D2 mannesmann" (ehemals "D2 privat") werden Dienstleistungen rund um den Bereich der mobilen Telekommunikation angeboten. Durch die Einführung von weiteren attraktiven Diensten sowie durch technische Optimierung des bestehenden Funknetzes baut die Mannesmann Mobilfunk GmbH ihre Marktführerschaft konsequent aus.

Dazu werden unter anderem verschiedene Parameter des D2-Netz durch Messungen geprüft. Ein Teil der Messungen wird mit Sensoren in Fahrzeugen durchgeführt, die über Navigationsgeräte (GPS, TavelPilot) verfügen. Die dabei gewonnenen, geokodierten Daten werden mit dem Tool D2-RAIT analysiert und visualisiert.

Folgende Funkmessungen können z.Z. mit D2-RAIT ausgewertet werden:

großflächige Qualitätstests

Das Meßgebiet erstreckt sich z.B. über eine komplette Niederlassung. Dies entspricht dann etwa einem Achtel der Fläche der Bundesrepublik Deutschland. Dabei werden in mehreren

Tagen alle Qualitäts-relevanten Parameter auf Autobahnen, Bundesstraßen und in Großstädten aufgezeichnet und anschließend geographisch visualisiert und statistisch ausgewertet.

#### Standortsuche

Um die Auswahl des besten Kandidaten für einen neuen Standort einer Funkanlage zu unterstützen, werden Testsender in der Regel an einen Kran montiert und das sich daraus ergebende Funkfeld gemessen und anschließend ausgewertet.

#### Inbetriebnahmemessung

Nach dem eine neue Funkanlage fertiggestellt wurde, kann eine Inbetriebnahmemessung erfolgen. Dabei wird die Funktionsfähigkeit der Anlage überprüft. Die Auswertung der dabei gewonnenen Daten erfolgt im Fahrzeug und im Büro. Die Ergebnisse werden für spätere Analysen archiviert.

#### Störungsanalyse

Treten Störungen im D2-Netz auf, kann der Ort der Störung durch Messung ermittelt werden und die Ursache mit D2-RAIT analysiert werden. Die Auswertung erfolgt hierbei in der Regel vor Ort im Fahrzeug. Die Behebung der Ursache wird veranlaßt und die Auswirkung überprüft.

## **2 Motivation für ein GIS-basiertes Tool**

Mannesmann Mobilfunk setzte bisher mehrere Auswerte-Systeme im Bereich der Funkmessung ein. So z.B. ein System, das bereits vor Jahren für Mannesmann Mobilfunk entwickelt wurde. Es war unter UNIX verfügbar und deshalb schlecht für den mobilen Einsatz geeignet. Da sich die Anforderungen der Anwender geändert hatten, mußte eine geeignete Nachfolgelösung gefunden werden. Die wesentlichen Funktionen der bestehenden Tools sollten übernommen und modernisiert werden und die Daten der verschiedenen Meß-Systeme untereinander vergleichbar sein.

Mit Zustimmung der Anwender wurde sich für eine Tool-Entwicklung entschieden, die als zentrale Komponente ein GIS verwendet. Die benötigten Schnittstellen sollten erstellt und das GIS um Komponenten für eine einfache und schnelle Handhabung angepaßt werden. Um die Komplexität der Entwicklung zu reduzieren, sollten nur wenige Entwicklungswerkzeuge verwendet werden, die Programmiermöglichkeit des GIS genutzt und möglichst auf Scripting verzichtet werden. Dabei sollte das GIS selbst nicht modifiziert werden, um Weiterentwicklungen des GIS sofort nutzen zu können und den Wartungsaufwand gering zu halten. Das Risiko, gewisse Funktionen unter diesen Restriktionen nicht oder nur teilweise entwickeln zu können, wurde in Kauf genommen.

Der Entwicklungs-, Schulungs- und Administrationsaufwand sollte durch die Nutzung nur eines Systems reduziert werden.

## **3 Auswahl des GIS**

Bevor das Entwicklungsprojekt beginnen konnte, mußten die Anforderungen gesammelt und ein GIS ausgewählt werden. Dazu wurden Voruntersuchungen durchgeführt, die detailliert geplant und wie folgt durchgeführt wurden:

### 3.1 Sammeln der Anforderungen

Zu Beginn der Voruntersuchungen wurden die verschiedenen Anforderungen gesammelt:

#### DV-techn. Anforderungen

Aufgrund von frühen Architekturüberlegungen und einer bestehenden DV-Landschaft ergaben sich DV-technische Anforderungen.

#### Anforderungen der Anwender

Durch Besuche in den Niederlassung und Gespräche mit den Anwendern konnten deren Anforderungen gesammelt werden.

#### Organisatorische Anforderungen

Das Management wurde befragt, um die organisatorischen Anforderungen, z.B. Ressourcen, festzulegen.

#### Funktechnische Anforderungen

Die Experten für Funktechnik wurden interviewt, um die aktuellen und zukünftigen Anforderungen, die sich aus der Weiterentwicklung des Funknetzes ergeben, zu erfahren und berücksichtigen zu können.

### 3.2 Tool-Auswahl

Die gesammelten Anforderungen wurden mit dem Funktionsumfang der am Markt verfügbaren Software zur Meßfahrtdatenauswertung verglichen, die in der Regel GIS-basiert sind. Jedes Produkt hatte Ausschlusskriterien. Deshalb wurde es schnell klar, daß ein Standard-GIS als Basiskomponente für eine individuelle Softwareentwicklung genommen werden sollte, da ein Standard-GIS bereits viele Funktionen mitbringt, die für die Applikation benötigt werden.

#### Marketsurvey

Durch den Besuch von Fachmessen, Informationen durch Fachzeitschriften und das Internet sowie durch Diskussionen mit Kollegen wurde eine Marktübersicht für GI-Systeme erstellt.

#### Festlegen der Auswahlkriterien

Anschließend wurde festgelegt, welche Kriterien für die Tool-Auswahl untersucht werden sollen und wie die Priorität der Kriterien untereinander ist. K.O.-Kriterien waren z.B. Performanz, kurzfristige Verfügbarkeit, Realisierungs-Dauer, Gesamt-Kosten und Anwenderakzeptanz. Für andere Anwendungen könnte das Einhalten von Normen ein weiteres Ausschlusskriterium sein. Z.B. die Signatur für geographische Objekte, das Anwenden einer gegebenen Vorgehensweise in der Softwareentwicklung (V-Modell) oder eine notwendige Zertifizierung nach ISO 9000.

#### Auswahl der Kandidaten

Für die differenziertere Untersuchung wurden folgende Produkte ausgewählt:

MapGuide von Autodesk  
MapInfo Professional 5.1 von MapInfo  
ArcView 3.1 von ESRI  
Imagine 8.3.1 von ERDAS

Vorgespräche über die ausgewählten Produkte

Mit den Anbietern der ausgewählten Produkte (Kandidaten) wurde in Vorgesprächen über deren Technologie und mögliche Kosten und Lieferzeiten gesprochen. Das Internet-basierte Produkt von AutoDesk wurde danach von der weiteren Betrachtung ausgeklammert, da von uns keine Möglichkeit gesehen wurde, es im mobilen Einsatz performant zu betreiben.

Testinstallation der Software

Es wurden von den Anbietern Testinstallationen ihrer Software angefordert.

Besuch von Schulungen, Consulting

Um einen guten und raschen Überblick über die Produkte zu bekommen, wurden Schulungen besucht und Consulting von den Anbietern eingekauft.

Erarbeiten von verschiedenen Systemarchitekturen

Mit Unterstützung der Anbieter wurden mögliche Systemarchitekturen entwickelt, um die damit verbundenen Risiken und Aufwände einschätzen zu können.

Präsentation für Anwender

Die Produkte und die möglichen Szenarien wurden den Anwender innerhalb von Mannesmann Mobilfunk präsentiert. Da nur mit einem kleinen Teil der Anwender im weiteren direkt zusammen gearbeitet werden konnte, wurde eine Arbeitsgruppe aus den Anwendervertretern gebildet.

Angebotsaufforderung

Um gesicherte Angaben über Kosten und Leistungsumfang zu haben, wurde von den Anbietern Angebote eingeholt. Dabei wurden auch Lizenzkosten, Schulungs- und Consulting-Leistungen berücksichtigt.

Vorlage der Alternativen mit Empfehlung

Die verschiedenen Alternativen wurden dem Management präsentiert. Es wurde der Empfehlung für ArcView gefolgt.

Ausschlaggebende Gründe waren:

beste Performanz bei der Visualisierung der Meßfahrtdaten  
vertretbares Angebot (Kosten, Dauer, kompetenter Anbieter)

Synergie mit Erdas Imagine

gute Entwicklungsmöglichkeiten Marktposition und zukünftige Perspektive von ArcView

Die Erstellung der Anforderungen fand von Juni bis Oktober 1998 statt. Die anschließende Tool-Auswahl wurde am 24.03.99 abgeschlossen.

## **4 Entwicklungsprojekt**

Auf Basis von ArcView wurde nun ein detaillierter Plan für das Entwicklungsprojekt aufgestellt. Hierbei wurde klar, daß nicht alle geforderten Funktionen zum gewünschten Termin 01.10.99 fertig werden konnten. Deshalb wurde eine Realisierung in zwei Phasen beschlossen. Die erste Phase sollte termingerecht fertig werden und den alltäglichen Funktionsumfang abdecken. Phase zwei wird darüber hinausgehende Funktionen bieten. Die Phase eins des Entwicklungsprojekts gliederte sich wie folgt:

Vertragsgestaltung

Bei der Vertragsgestaltung mit dem externen Lieferanten con terra , Münster, wurden Vereinbarungen zu folgenden Bestandteilen getroffen:

- Lizenzen für ArcView-Produkte
- Entwicklungsleistung zur Realisierung der Anwendung
- Schulung der Anwender
- Supportleistung für ArcView
- Rahmenbedingungen

Ferner wurden Rahmenbedingungen mit dem externen Lieferanten festgelegt, die bei der Realisierung zu berücksichtigen waren:

- Dokumentationsrichtlinien für die Anwenderdokumentation
- Programmierrichtlinien für die Softwareentwicklung
- Style Guide für die Anwendung
- Richtlinien für die Qualitätssicherung
- Projektstruktur des Entwicklungsprojekts
- Zeitplan für das Entwicklungsprojekt bis zur Auslieferung der Anwendung

Die Vertragverhandlungen wurden am 01.06.99 beendet.  
Gleichzeitig wurde mit der Implementierung begonnen.

#### Analyse

Bei einigen Anforderungen waren eingehendere Untersuchungen notwendig. Diese Anforderungen wurden eingehender analysiert und die genauen Wünsche der Anwender sowie die technischen Grundlagen ermittelt. Dies betraf z.B. die gemessenen Parameter (Einheit, Spaltenname, Bedeutung, Verarbeitungsmöglichkeit) oder der Ablauf einer bestimmten Meßauswertung.

#### Systemarchitektur

Das Design der Systemarchitektur wurde erstellt. Es beinhaltet die wesentlichen Konzepte, welche die Software für die vorliegenden und zukünftigen Anforderungen tragfähig machen sollen. Auf die Systemarchitektur wird weiter unten noch genauer drauf eingegangen.

#### Prototypen

Es wurden verschiedene Prototypen erstellt und begutachtet. Zuerst wurden die kritischen Anforderungen angegangen, um Grundfragen der Systemarchitektur, wie Performanz und technische Realisierbarkeit überprüfen zu können. Dies war z.B. die Performanz der Visualisierung, der Import der Daten und die Anbindung an Rasterdaten, die im UNIX-Dateisystem vorliegen.

#### Spezifikation

Die Spezifikation basierte auf den Vorüberlegungen und der Sammlung der Anforderungen. Sie wurde während der Analyse und dem Design der Systemarchitektur erweitert und nach Test der Prototypen geändert und verfeinert.

#### Implementierungsbegleitung, Audits

Die weitere externe Implementierung wurde intensiv begleitet. Dazu fanden auch mehrere Audits beim Lieferanten statt.

### Qualitätssicherung

Vor Beginn der Qualitätssicherung reichte der Lieferant einen Qualitätssicherungsplan ein, der die vorgesehenen Maßnahmen entsprechend den Richtlinien für die Qualitätssicherung beschreibt.

Der Qualitätssicherungsplan wurde abgenommen. Anschließend wurde die Qualitätssicherung vom Lieferanten durchgeführt.

### Erste Nachbesserungsphase

Da vom Lieferanten Qualitätsmängel festgestellt wurden und die Audits auch Nachbesserungsbedarf ergeben hatten, wurde in der eingeplanten Nachbesserungsphase diese Mängel behoben.

### Abnahme mit Anwendern

Die Software entsprach nun der Spezifikation und wurde den Anwendern der Arbeitsgruppe zur Abnahme präsentiert. Ihnen war es auch schon möglich, die Prototypen zu testen. Außerdem hatten sie an einer ArcView-Schulung teilgenommen.

Während der Abnahme wurden kaum weitere Qualitätsmängel festgestellt. Allerdings wurden Fehler in der Spezifikation ermittelt und Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt. Insgesamt enthielt die Liste der Änderungswünsche ca. 80 Punkte, die sich auf über 50% der Anwendung erstreckten.

### Zweite Nachbesserungsphase

Der Lieferant konnte zusichern, in dem zur Verfügung stehenden Zeit 90 Prozent der vielen Änderungswünschen zu realisieren. Der Implementierungsaufwand stand dabei hinter den deshalb notwendigen Änderungen an der Dokumentation und einem anschließenden Gesamttest zurück.

### Pilotierung

Wie jede neue Version einer Software bei Mannesmann Mobilfunk, so wurde auch D2-RAIT pilotiert. D.h. die Software wurde unter realen Bedingungen in einer Niederlassung installiert und für einen begrenzten Zeitraum eingesetzt. Dies soll die tatsächliche Praxistauglichkeit sicherstellen und mögliche Problemquellen aufzeigen.

Die umfangreichen Änderungen der zweiten Nachbesserungsphase waren noch nicht abgeschlossen. Deshalb wurde die Pilotierung mit der Abnahmeversion durchgeführt. Das Ergebnis der Pilotierung war die Freigabe zur Auslieferung sowie die Erkenntnis über mögliche Problemquellen.

### Rollout

Die verschiedenen Komponenten von D2-RAIT wurden termingerecht ausgeliefert und konnten dann installiert werden.

### Schulungen

Um den Auslieferungstermin herum, fanden die Anwenderschulungen statt. Dabei war die erste Schulung als Pilotschulung gedacht, nach der das Schulungskonzept nochmal optimiert wurde.

#### Planung weiterer Versionen

Mit der Arbeitsgruppe der Anwender wurde bereits kurz nach dem Rollout über die Planung weiterer Version diskutiert. Eine genaue Priorisierung der zusätzlichen aufptfunktionen sowie weiterer Funktionen soll aber erst vorgenommen werden, wenn ausreichende Erfahrungen mit der ersten Version vorliegen.

## 5 Systemarchitektur

Es wurde ein System entworfen, in dem die vorhandenen Funktionen von ArcView optimal genutzt werden können und die Anzahl der neu zu erstellenden Funktionen minimiert wurde. Dies wurde durch eine einheitliche Aufbereitung und Nutzung der zu verarbeitenden Daten erreicht. Ferner wurde darauf geachtet, das häufig genutzte Arbeitsabläufe mit einem hohen Automatisierungsgrad versehen wurden. Um trotzdem eine hohe Flexibilität zu erreichen, wurden Systemeinstellungen für den Anwender konfigurierbar gemacht. Z.B. die Pfadangaben zu den Daten, der anzusprechende UNIX-Server oder die Klasseneinteilung für die gemessenen Attribute.(Bild Systemarchitektur)

Folgende Eingangsdaten werden verarbeitet:

Funkmeßdaten verschiedener Meßgeräte: Typisch 30.000 bis 50.000 Punkte pro Meßfahrt mit ca. 50 Attributen pro Punkt.

Informationen zu den Funkanlagen: Typisch 2000 bis 3000 Punkte für ein Einsatzgebiet mit ca. 30 Attributen pro Punkt sowie ca. 10 Linien pro Punkt, welche die Nachbarschaftsbeziehungen der Funkanlagen untereinander repräsentieren.

Berechnete Feldstärkedaten: Rasterdaten mit unterschiedlichen Rasterweiten in einem Datensatz, mehrere Gigabyte.

Daten der Zellberechnung: Rasterdaten mit unterschiedlichen Rasterweiten in einem Datensatz und mehreren Ebenen (Layern), mehrere Gigabyte.

Zusatzinformationen (Metadaten) zu den Datenarten. Sie werden in einer Systemdatenbank von D2-RAIT gespeichert und bilden die Wissensbasis, welche D2-RAIT nutzt.

Digitale Karten in verschiedenen Maßstäben als Raster und Vektordaten: ca. 500 MB.

Konfigurationsdaten

### 5.1 Interessante Realisierung

Der größte Teil der Applikation wurde in Avenue programmiert. Programmteile mit komplexen graphischen Benutzerschnittstellen und Teile mit besonders hohen Performanzanforderungen wurden in C++ realisiert. Von besonderem Interesse aus technischer Sicht dürfte die, auf RPC basierende, Client-Server-Schnittstelle sein. Sie war notwendig, da die NT-PCs i.d.R. keinen Zugriff auf das Unix-Dateisystem haben und die gewünschten Rasterdaten ein komplexes Modell besitzen, in dem ein Datensatz z.B. unterschiedliche Rasterweiten hat und Metadaten mitverwaltet werden. Die Schnittstelle für das Datenmodell (GI-Lib) ist nicht für NT verfügbar. Bei der Entwicklung wurde deshalb nach einer Lösung gesucht, welche diese Probleme berücksichtigt. Eine Dateischnittstelle mit Konvertern wäre z.B. keine Lösung, da sie einen direkten Dateizugriff (z.B. NFS) benötigt. Außerdem besteht dabei immer die Gefahr der Dateninkonsistenz. Auf Grund von guten Erfahrungen in früheren Projekten wurde sich relativ schnell für eine Client-Server-Lösung auf Basis von RPC entschieden.

Als erstes wurde überlegt, welche Services angeboten werden sollen. Der Anwender am Client-PC (NT) möchte z.B. wissen, welche Daten auf dem Server verfügbar sind. Nach dem er einen Datenbestand ausgewählt hat, soll der entsprechende Ausschnitt geladen werden, der in den aktuellen View paßt. Anschließend wurde spezifiziert, welche Informationen Client und Server für jeden Service austauschen müssen und welche Formate die Informationen haben, z.B. die Koordinaten des umschließenden Rechtecks als double, die Rasterdaten im BIL-Format oder die Datensatznamen als varchar aufgeteilt in einen primären und sekundären Schlüssel aufgeteilt. Die Einzelinformationen wurden zu Strukturen zusammengefasst. Nun konnte die Schnittstellendefinition in XDR erstellt werden. Es handelt sich dabei um eine Syntax, die an C-Headerdateien erinnert. Mit rpcgen, einem Compiler für XDR-Dateien, wurde nun das Grundgerüst für das Client- und das Serverprogramm in C inklusive Headerdateien erstellt. Dann wurden die eigentlichen Client- und Serverfunktionen plattformspezifisch erstellt und zu dem Grundgerüst hinzugelinkt. Hierbei wurde auf der Serverseite auf die unter UNIX verfügbare Datenmodellschnittstelle zugegriffen und auf der Clientseite eine Anpassung der IMG-DLL durchgeführt. Bei der RPC-Programmierung sehen die Serverfunktionen für den Client so aus, als ob sie lokal ausgeführt würden. Die Middleware RPC übernimmt dabei die Übertragung der Daten zum Server bzw. Client die Anpassung der Datentypen (z.B. long mit Intel-Byteorder nach long mit Motorola-Byteorder) den serverseitigen Funktionsaufruf den Transfer der Rückgabewerte.

Um schneller entwickeln und testen zu können, wurden zusätzlich kleine Programme erstellt, mit denen einzelne Funktionen aufgerufen werden können. So kann z.B. der Server entwickelt werden, ohne das der Client verfügbar ist.

Die Entwicklung der Schnittstelle dauerte etwa eine Woche. Es waren drei Personen beteiligt. Auf der Clientseite wurden dann noch Masken erstellt, um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, aus den umfangreichen Datenbeständen über Wildcards die relevanten Daten auszuwählen. Die Datenübertragung ist sehr performant und für den Anwender völlig transparent. Auch das Ausdrucken größerer Datenmengen bereitet keine Probleme. Bei einem mobilen Einsatz im Fahrzeug stehen die so erzeugten Datenbestände allerdings nicht zur Verfügung.

## **6 Funktionsübersicht**

Die folgenden Funktionen wurden realisiert. Dabei wurden die bestehenden Funktionen von ArcView nicht verändert oder vor dem Anwender versteckt.

Ein Modul zur Konfiguration mit graphischem Frontend

Eine Funktion zum direkten Import von Meßdaten: Zur Zeit wird nur ein proprietäres Textformat unterstützt. Bis zum Ende des Jahres 1999 wird es möglich sein, die binären Daten der beiden am häufigsten benutzten Meßgeräte direkt zu importieren.

Während des Imports finden bereits Verarbeitungsschritte statt. Dazu zählt das Mitteln über mehrere Spalten mit gleichem Meßwert und die Dekodierung von Layer-3-Messages. Dies sind bei der Messung anfallende Systeminformationen, wie z.B. Verbindungsaufbau und -abbau, Wechsel zu einer anderen Zelle (Handover), usw..

Meßfahrt-Index: Zu jedem Datensatz wird eine zusätzliche Datei mit Meta-Daten abgelegt. Sie können später in einer Datenbank zusammengefaßt werden um einen schnellen Überblick über alle verfügbaren Meßfahrten zu bekommen.

Import von Funkanlagen-Daten: Über einen standardisierten Prozeß werden die Informationen über die Funkanlagen bereitgestellt und können dann importiert werden.

Konvertierungsfreier Zugriff auf berechnete Feldstärken und Zellen: Über eine Client-Server-Schnittstelle (RPC) wird eine Komponente von D2-RAIT angesprochen, die unter UNIX läuft und Daten in einem proprietären Format mit unterschiedlichen Rasterweiten liest, ausdünnert, konvertiert und im Hauptspeicher bereit stellt.

Die Feldstärke-Rasterdaten können komfortabel eingefärbt werden.

Ein Vergleich der gemessenen Daten mit der berechneten Feldstärke wird ebenfalls über die Server-Komponente unter UNIX ermöglicht.

Bivariate Darstellung: Meßpunkte die in Abhängigkeit von zwei Attributen dargestellt werden. Dabei steuert ein Attribut die Farbe des Symbols und ein anderes Attribut die Form des Symbols.

Einzeichnen von Kreisscheiben zur Abstandsbestimmung um die Funkanlagen für die Störungsanalyse.

Verbesserte Diagrammdarstellung: Mit einem Knopfdruck kann ein problemorientiertes Diagramm eingezeichnet werden. Es besteht die Möglichkeit, eine Messfahrt nachzuvollziehen, in dem im Diagramm nur ein kleiner Teil der Meßpunkte angezeigt wird und auf Knopfdruck der anschließende Teil dargestellt wird. Der Kartenausschnitt wird dabei automatisch nachgezogen. Die Einstellungen lassen sich abspeichern.

Mitgelieferte Standard-Darstellungen: Die am meisten genutzten Einstellungen für die Darstellung der wichtigsten Parameter werden mitgeliefert und können auf einfachste Weise genutzt werden. Ebenso ist es möglich eigene Darstellungsvorschriften zu erstellen und zu speichern.

Zuordnung der Meßfahrt-Daten zu den Zellen: Mit Hilfe der Informationen über die Funkanlagen kann jeder Meßpunkt der Zelle zugeordnet werden, die gemessen wurde.

Statistik über Meßfahrt-Daten: Mit Hilfe der Crystal Reports und mitgelieferten Vorlagen können leicht statistische Aussagen über die Meßwerte berechnet und präsentationsreif ausgegeben werden.

Mitgelieferte Geodaten auf CD für mobilen Einsatz.

Geändertes Übersichtsbild (Overview), das sich nur auf das aktive Thema bezieht.

## Zusätzlich erreichte Ziele

Gegenüber der bisherigen Situation der Meßfahrtauswertung bei Mannesmann Mobilfunk wurden noch weitere Ziele erreicht:

Unterstützung des mobilen Einsatzes Reduktion des Funktionsumfangs auf eine für den Anwender überschaubare Menge Verbesserte Wartbarkeit und Weiterentwicklungsfähigkeit durch Wahl eines anderen Basissystems (GIS ArcView) Ablösung vieler kleiner Tools durch ein einziges, vollständiges System Meßfahrt-Datenaustausch zu anderen GIS bei Mannesmann Mobilfunk über ein Standard-Format (Shape) Erweiterbarkeit von D2-RAIT durch die Anwender mit Avenue Herstellung der Jahr-2000-Fähigkeit für die Auswertung von Funkmeßdaten

## 7 Ausblick, zukünftige Funktionen

In Phase 2 werden neue Funktionen realisiert und bestehende verbessert:

Verbesserungen an den bestehenden Funktionen  
Anbindung an eine Datenbank mit Funkmeßdaten  
Darstellung von Repeatern  
Unterstützung von Messungen ohne Navigationsdaten (Walktest)  
Symbol-Darstellung in Abhängigkeit von drei Attributen (trivariant)  
Meßfahrtdatenverdichtung  
Integration von weiteren Meßgeräte-Schnittstellen  
Nutzung von Zellflächen im Vektordatenformat

## 8 Fazit

Aus unserer Sicht waren folgende Punkte für den positiven Projektabschluß besonders wichtig:

Die Art des Projektablaufs und die detaillierte Planung  
Die Verwendung von ArcView  
Die zukunftsorientierte Systemarchitektur  
Die Einbeziehung der Anwender in den ganzen Entwicklungszyklus  
Das kooperative Verhältnis zum Lieferanten con terra