

# Vergleich und Optimierung von GIS-basierten Planungsverfahren in der Kommunikationstechnik

A. Adams

**Die Integration externer analoger Leitungsdokumentationsdaten eines mittelständischen Breitbandkabelnetzbetreibers in das kommunale Geoinformationssystem einer Gemeindeverwaltung wird analysiert. Dabei werden zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze realisiert.**

## 1 Einleitung

Bestehende Informationsstrukturen in der Wirtschaft beziehen zunehmend Geoinformationssysteme (GIS) als Teilkomponenten ein. Geodaten werden vermehrt mit Sachinformationen verknüpft und somit in die vorhandenen Geoinformationssysteme integriert. Im Rahmen dieses Beitrags wird die Integration externer analoger Leitungsdokumentationsdaten eines mittelständischen Breitbandkabelnetzbetreibers (BK-Netzbetreiber) in das kommunale Geoinformationssystem (KGIS) einer Gemeindeverwaltung analysiert und implementiert. Die Datenintegration kann mit zwei grundsätzlich verschiedenen Ansätzen realisiert werden. Der erste, direkte Ansatz beinhaltet die Durchführung der Digitalisierung der Leitungsdokumentation direkt in der Geoinformationssoftware der Verwaltung unter Verwendung einer eigens für diesen Zweck programmierten und in das System integrierten Breitbandfachschiene. Der zweite, indirekte Ansatz führt die Datendigitalisierung in einer hierfür entwickelten und auf dem Markt erhältlichen Software zur Planung und Dokumentation von Breitbandkabelnetzen durch. Die digitale Dokumentation ist somit auf dem Server des Kabelnetzbetreibers lokalisiert. Die Dokumentationsdateien werden in einem automatisierten Prozess unter Zuhilfenahme einer Middleware in ein mit dem kommunalen Geoinformationssystem kompatibles Format gewandelt und der Gemeindeverwaltung täglich elektronisch auf den Server gesendet. So liegt der Behörde stets eine aktuelle Version der Leitungsdokumentation vor. Das gleiche System kann auch für die Neuplanung von Gewerbe- oder Neubaugebieten verwendet werden.

Beide Ansätze wurden im Zuge des Projektes realisiert. Letztendlich hat sich der zweite, indirekte Ansatz als der flexiblere herausgestellt. Das angewandte Verfahren ist nicht auf die Integration von Breitbandkabelnetzdaten beschränkt, es lässt sich prinzipiell unter Berücksichti-

gung der problemspezifischen Parameter auf die Integration einer Vielzahl von externen Leitungsdaten in ein zentrales Geoinformationssystem anwenden.

Unter wirtschaftlichen wie verwaltungstechnischen Gesichtspunkten bietet die Integration der Leitungsdaten des Kabelnetzbetreibers in das kommunale Geoinformationssystem Vorteile. Sie reduziert kostenintensive Tiefbauschäden bzw. deren Reparaturen am Kabelnetz durch ortsfremde Tiefbauunternehmen, verringert dadurch die Ausfallzeit und die Wertminderung der passiven Komponenten und erleichtert dem Bauamt der Gemeindeverwaltung die Planung, Durchführung und Beaufsichtigung von Baumaßnahmen im Verwaltungsgebiet durch die Möglichkeit des abgestimmten Handelns.

## 2 Der Breitbandkabelnetzbetreiber KfGW – Kabelfernsehen Groß-Gerau Weiterstadt

Die Technik der Kabelnetze in der Bundesrepublik Deutschland orientiert sich bis heute an den Breitbandkabelnetzen (BK-Netzen) der Deutschen Telekom bzw. der ehemaligen Deutschen Bundespost. Bis zur Privatisierung der Kabelnetze der Deutschen Bundespost in den Jahren 1999 und 2000 war das flächendeckende Kabelfernsehnnetz in der Bundesrepublik Deutschland im Besitz der öffentlichen Hand. Allerdings existierten parallel hierzu kleinere Kabelnetze, die von privaten Investoren finanziert und gebaut worden waren. Aufgrund der marktbeherrschenden Stellung, die von der Deutschen Telekom bzw. Deutschen Bundespost lange Zeit innegehalten wurde, haben sich deren technische Standards bis heute weitestgehend erhalten.

### 2.1 Die Breitbandkabelnetzstruktur des Netzes der KfGW

Der Betreiber des in diesem Projekt behandelten privaten Breitbandkabelnetzes ist die KfGW – Kabelfernsehen Groß-Gerau Weiterstadt GmbH & Co. KG mit Sitz in Groß-Gerau. Das Netz wurde in den Jahren 1990 und 1991 als reines Verteilnetz für analoge Fernseh- und Hörfunkprogramme konzipiert und gebaut und war zu keinem Zeitpunkt Teil des Netzes der Deutschen Telekom. Der Netzausbau erfolgte jedoch nach den Standards und Richtlinien der Deutschen Telekom. Das Versorgungsgebiet umfasst die Ortschaften Groß-Gerau, Büttelborn und

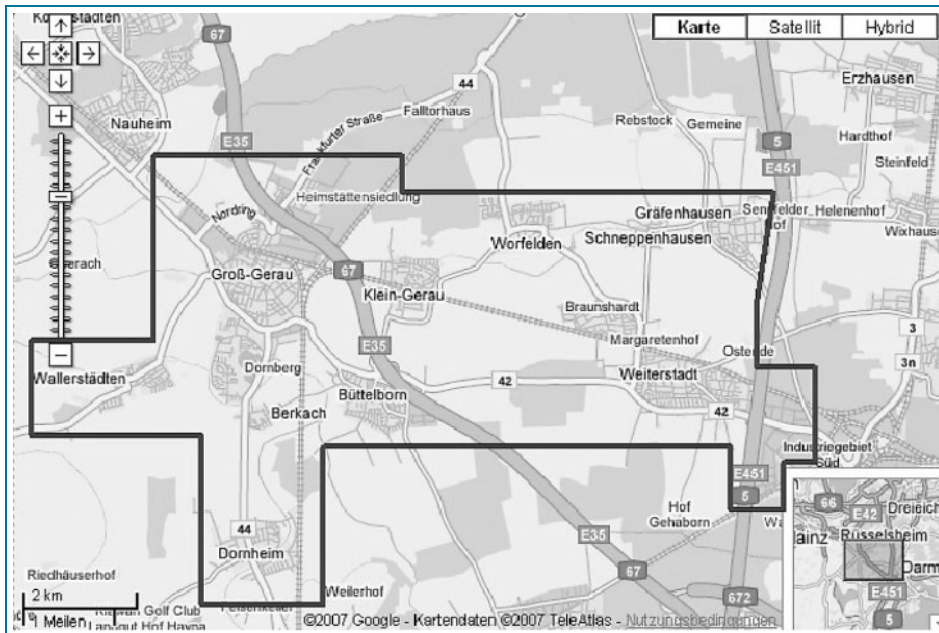


Abb. 2.1: Versorgungsgebiet der KfGW

Weiterstadt mit ihren umliegenden Siedlungen, siehe Abbildung 2.1. In diesem Gebiet sind ca. 14 500 Haushalte an das Netz angeschlossen.

Die KfGW war eines der ersten BK-Netze in Deutschland, das mit einem Lichtwellenleiter-Backbone konzipiert wurde. Ein solch konzipiertes Netz wird als HFC-Netz bezeichnet, wobei HFC für „Hybrid-Fiber-Coax“ steht. Große Distanzen werden hier signaltechnisch mit Lichtwellenleitern überbrückt, um an entsprechenden Stellen optisch-elektrisch gewandelt zu werden und dann als elektrisches Signal in der näheren Umgebung des optisch-elektrischen Wandlers koaxial an die angeschlossenen Haushalte verteilt zu werden. Für den Rückweg ist diese Logik entsprechend umgekehrt anzuwenden. Nähere Ausführungen zu Lichtwellenleiter-Backbones sind in [AGRAWAL, 1997] zu finden. Das Netz beinhaltet, wie in Abbildung 2.2 dargestellt, folgende Komponenten:

- Netzebene 2 (Kopfstelle)
- Netzebene 3 (Breitbandverstärkerstelle und Verteilnetz mit Hausübergabepunkten)
- Netzebene 4 (hausinterne Verteilanlagen).

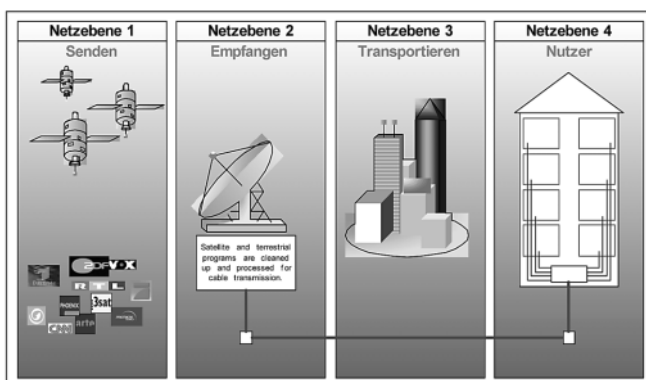


Abb. 2.2: Netzebenen der BK-Netze

In den Jahren 2002 bis 2006 erfolgte die schrittweise Umrüstung des Netzes von einem unidirektionalen Verteil- zu einem bidirektionalen Multimedienetz. Somit kann das Netz nunmehr nicht allein für die Sendung analoger Fernseh- und Radiosignale, sondern auch für die Transmission von Internet und Datendiensten sowie Telefonie genutzt werden. Hierzu war es im Vorfeld notwendig, sämtliche Verstärkerkomponenten in den ca. 250 Verstärkerpunkten des Netzes auszutauschen, um einen Rückkanal schalten zu können, der zunächst mit einer Bandbreite von 30 MHz zwischen den Frequenzen 5 MHz und 35 MHz eingerichtet wurde [ANGA-ZVEI 98, 1998], [EU 99a, 1999]. Für das Jahr 2007 ist die Erweiterung des Rückkanals auf den Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 65 MHz geplant. Des Weiteren musste ein Großteil der bestehenden Glasfaserstrecken erneuert werden. Da das Netz der KfGW als eines der ersten deutschen Kabelfernsehtetze die Hybrid-Fiber-Coax-Struktur verwirklichte, wurden für den Lichtwellenleiter-Backbone durchgehend die 1990/91 üblichen 4-faserigen Kabel verwendet. Aufgrund von zahlreichen Schäden an der Glasfaserstrecke im Laufe der Jahre sowie dem gestiegenen Faserbedarf für Multimedienetze war es notwendig, große Teile des Glasfasernetzes mit 24-faserigen Kabeln zu ersetzen. Die Umrüstung auf Multimedienetze brachte außerdem die Notwendigkeit der Einrichtung einer DOCSIS 1.1-kompatiblen (DOCSIS = Data-Over-Cable Service Interface Specifications) CMTS (Cable Modem Termination System) [DAWSON, 2003], [ANGA-ZVEI 01, 2001] in der Kopfstelle sowie die Erneuerung zahlreicher Hausübergabepunkte mit sich, da die Rauschleistung im Rückkanal reduziert werden musste [VOLPE, 2006]. Auch musste ein sogenannter Voice-Gateway für die Abwicklung von Telefongesprächen über das Breitbandkabel eingerichtet werden [HEIN, REISNER, VOSS, 2002]. DOCSIS stellt das standardisierte Protokoll für die Sendung von Daten und Telefonie über Breitbandkabel dar. Daten müssen für den Transport über das Breitbandnetz jeweils in dieses Format ge-



A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad



A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad

## A. Ad

A. Ad

A. Ad





Nordrhein-Westfalen in den Jahren 2000/2001 benutzt wurde, bedarf Wochen aufgrund seiner sehr komplexen Struktur. Daneben lässt sich MapInfo Professional relativ einfach mit anderen Mapping-Applikationen verbinden. Anwendungsspezifische Erweiterungen, wie etwa die Software GeoAS mit ihren Fachapplikationen, machen MapInfo zu einer weit verbreiteten Desktop-Lösung für GIS-Applikationen in Wirtschaft und Verwaltung.

Die spezielle Version MapInfo Professional for Microsoft® SQL Server ist ebenfalls verfügbar und kombiniert bei der Gemeindeverwaltung Büttelborn die Funktionalitäten von MapInfo Professional mit einer zentralen Geodatenhaltung im Microsoft® SQL Server. Es werden aber auch andere Datenbanksysteme unterstützt, wie z.B. Oracle und IBM DB2.

### 3.2 Die GeoAS Fachschalen

Die Software GeoAS bietet ergänzend in Form von Erweiterungen auf MapInfo basierende spezialisierte Fachschalen zur Erstellung, Analyse und Bearbeitung fachspezifischer Datenbanken an. Die mit diesen Fachschalen bereitgestellten Daten werden auf bestehende Kartenwerke in verschiedenen Formaten projiziert. Die Gemeindeverwaltung Büttelborn benutzt zur Projizierung die Karten des allgemeinen Liegenschaftskatasters und setzt die für sie relevanten Fachschalen ein. Diese sind im Folgenden aufgelistet:

- ALK – ALB
- ALTLASTEN
- BAUANTRAG
- BAULÜCKEN
- BAUMKONTROLLE
- BAUWERKE/ BRÜCKEN
- BEBAUUNGSPLAN
- BELEUCHTUNG
- BODENRICHTWERTE
- BODENSCHÄTZUNG
- DENKMALE
- FACILITY MANAGEMENT
- FLÄCHENNUTZUNGSPLAN
- FRIEDHOF
- GAS
- GEBÄUDE
- GEOMARKETING
- GRABEN
- GRÜNFLÄCHEN
- JAGD
- KANAL
- KAUFPREISSAMMLUNG
- LIEGENSCHAFTEN
- ÖKOKONTO
- PACHT
- PLANUNGSGEBIETE
- SAMMELSTELLEN
- SCHUTZGEBIETE
- WASSER

Diese Fachschalen ermöglichen einer Stadt- oder Gemeindeverwaltung die spezialisierte Bearbeitung, Analy-

se, Visualisierung und Präsentation von Daten in Bezug auf die für sie relevanten Anwendungsgebiete. Wie aus der Liste ersichtlich, besteht jedoch keine Fachschale für die Dokumentation von Breitbandkabelnetzen.

GeoAS ist eine leistungsfähige Software für den Einsatz bei Behörden. Spezielle, verwaltungsrelevante Informationen können in den Fachschalen abgefragt werden, da die modulare Natur des Programms entsprechende Datenbanken für diese Informationen erstellt. Auch besteht ein kostentechnischer Vorteil, da im Vergleich zu anderen auf dem Markt erhältlichen Datenbank- und Geoinformationssystemen eine Lösung mit MapInfo/GeoAS einen guten finanziellen Wirkungsgrad darstellt. Zudem werden mit den Installationsvarianten GeoAS Project, GeoAS Info, GeoAS City, GeoAS Desktop einige flexible Einstiegs- und Erweiterungsmöglichkeiten für den klassischen Produktions- und Auskunftsarbeitsplatz geboten. Das System ist also modular erweiterbar, sollten sich die Anforderungen an den Betreiber der Software ändern. Ein weiterer Vorteil der Nutzung von MapInfo/GeoAS in einer Verwaltung besteht in der Lizenzstruktur. GeoAS-Lizenzen sind Zugriffslizenzen und keine Arbeitsplatzlizenzen. Die GeoAS-Zugriffslizenzen können von jedem PC im Netz genutzt werden, da nur der gleichzeitige Zugriff lizenztechnisch überprüft wird. Solange die Anzahl der betriebenen Lizenzen die der erworbenen nicht überschreitet, steht es einem Anwender innerhalb des GeoAS nutzenden Netzwerks frei, die Software auf dem Rechner zu laden, auf dem er sie benötigt. Im Gegensatz dazu kann eine Software mit Arbeitsplatzlizenz immer nur auf dem PC genutzt werden, auf dem sie installiert ist. Somit wird die Nutzung der Software für die Verwaltung flexibel gestaltet.

Das Computersystem der Gemeindeverwaltung Büttelborn ist auf einer CITRA-Lösung aufgebaut, die mit einem Citrix-Server implementiert ist. Sie folgt damit dem Trend, der sich in den vergangenen Jahren in den öffentlichen Verwaltungen abgezeichnet hat, nämlich sich von der traditionellen Client-Server Architektur abzuwenden. Der Vorteil von Citrix-Server Architekturen ist der sichere sowie Endgeräte- und ortsunabhängige Zugriff auf Applikationen, Daten und Informationen. Somit lassen sich durch CITRA-Lösungen schneller Entscheidungen treffen und die Produktivität erhöhen. Anwendungsbereitstellungen lassen sich verwaltungsweit zeitlich effizient zur Verfügung stellen und Außenstellen sowie mobile Mitarbeiter, die unterwegs die gleichen Anwendungen benötigen wie in der Verwaltungshauptstelle oder ihrem Home Office, lassen sich kostengünstig in das System einbinden. Die Verwendung einer Citrix-Architektur erleichtert das projektorientierte Arbeiten bei relativ geringem Bandbreitenbedarf durch die unterliegende ICA-Technologie (Independent Computing Architecture) [CISS TDI™ GMBH, 2005]. Der Benutzer sieht auf seinem Endgerät das Anwendungsinterface und arbeitet mit ihm genauso, als ob die Anwendung lokal liefe. Hierdurch wird auch eine gewisse Flexibilität hinsichtlich von Verbindungen und Endgeräten geschaffen. Ein nicht zu vernachlässigender Pluspunkt der Citrix-Architektur ist der reduzierte Supportaufwand durch die zentralisierte Administration.

## 4 Direkte Integration der Leitungsdokumentation der KfGW in die Breitbandfachschale des KGIS GeoAS der Gemeindeverwaltung Büttelborn

### 4.1 Die Strategie

Da die Dokumentation der Leitungsführungen im Netz der KfGW zu Beginn des Projekts nicht in digitaler Form vorlag, wurde zunächst der Ansatz verfolgt, diese direkt in der Software MapInfo/GeoAS auf dem Citrix-Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn in digitaler Form anzulegen. Hierzu wurde ein VPN-Tunnel (VPN = Virtual Private Network), eine Standleitung, zwischen dem Server der KfGW und dem Citrix-Server der Gemeinde Büttelborn geschaltet. Unter Zuhilfenahme dieser VPN-Verbindung kann nach Einwahl in den Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn vom Büro der KfGW aus direkt auf das Programm MapInfo/GeoAS der Gemeindeverwaltung zugegriffen werden, ohne dass die Software auf dem Server der KfGW vorhanden sein muss. Die Dokumentation kann auf diesem Weg direkt auf dem Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn als eigenes Projekt angelegt werden. Somit ist die Gemeindeverwaltung Büttelborn wie auch die KfGW jederzeit in der Lage, auf die digitale Dokumentation der KfGW zuzugreifen und diese bei geplanten Tiefbauarbeiten an die ausführenden Unternehmen auszugeben. Es besteht für die Behörde ebenfalls die Möglichkeit, die Netzdokumentation zu ändern.

### 4.2 Die Fachschale GeoAS-Breitband und ihre Anwendung

Wie bereits erläutert, verwendet die Software GeoAS für verschiedene Anwendungsbereiche jeweils spezielle Fachschalen, die auf die Bedürfnisse des Anwenders zugeschnitten sind. In der auf dem Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn befindlichen Version von GeoAS existiert allerdings keine Fachschale für das Anwendungsgebiet „Breitbandkabel“. In der Tat existierte bis dato keine Version von GeoAS, die über diese Fachschale verfügte, da bisher kein Bedarf hierfür bestand. Auf Anfragen beim Hersteller konnte eine Behelfsfachschale „Breitband“ programmiert und der Gemeinde zur Verfügung gestellt werden. Jedoch handelt es sich bei dieser Behelfsfachschale im wesentlichen um eine Bibliothek zusätzlicher Symbole, die kabelfernsehtzspezifische Darstellungen

erleichtern sollen. Abbildungen 4.1 bis 4.4 stellen einige dieser Bauteilsymbole dar. Diese Bibliothek erwies sich jedoch als unvollständig. Für die Zeichenarbeit der Dokumentation stehen hierbei lediglich die in den Menüleisten der Software MapInfo/GeoAS vorhandenen generellen Zeichenwerkzeuge zur Verfügung. Zudem gestaltet es sich sehr schwierig, zu den in der Netzdokumentation verwendeten Bauteilen ergänzende Informationen verschiedener Art zu hinterlegen, womit eine Hauptcharakteristik eines GIS nur unzureichend erfüllt ist. So sind Berechnungen von Signalpegeln, linearen- und nichtlinearen Verzerrungen der Signale im Übertragungsweg sowie Kostenrechnungen für Neuplanungen nicht möglich. Auch nach der Programmierung der Breitbandfachschale bleibt offensichtlich, dass MapInfo/GeoAS nicht für die Dokumentation von Breitbandnetzen konzipiert ist. Sowohl die zur Verfügung gestellten Symbole als auch das Fehlen von nachrichtentechnischen Berechnungsfunktionen erwiesen sich als unzureichend für die Durchführung der Digitalisierung der Leitungsdokumentation.

Bei der Dokumentation des Breitbandkabelnetzes der KfGW unter direkter Verwendung der auf dem Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn befindlichen Software GeoAS ist der Anwender über eine VPN-Verbindung zwischen dem Arbeitsplatz bei der KfGW in Groß-Gerau mit der Serverlokation in Büttelborn verbunden. Er befindet sich technisch auf dem Server und benutzt die dort vorhandene Software GeoAS. Alle grafischen und nicht-grafischen Informationen sowie Kommandos müssen zwischen Anwender und Server über die VPN-Verbindung geschickt werden. Da Bilddaten sehr umfangreich sein können, kann es zu regelmäßigen Übertragungsverzögerungen auf der Übertragungsstrecke kommen, was das Arbeiten erschwert.

Des Weiteren ist MapInfo/GeoAS lizenztechnisch so konzipiert, dass eine Server-Version der Software nur eine vordefinierte Anzahl an Benutzern gleichzeitig bedienen kann, die dann in das Programm eingeloggt sind. Ist die maximale Anzahl an Benutzern erreicht, kann ein Login verweigert werden. Es erscheint in diesem Fall eine Fehlermeldung. Dem Anwender bleibt dann nur die Möglichkeit des wiederholten Einwählens, bis ein anderer Benutzer das System verlässt.

Das Dokumentieren von Breitbandkabelnetzen mit der Software MapInfo/GeoAS gestaltet sich also generell umständlich. Die Bereitstellung einer separat programmierten Breitband-Fachschale hat lediglich den Mangel an notwendigen Symbolen für die Dokumentation eines

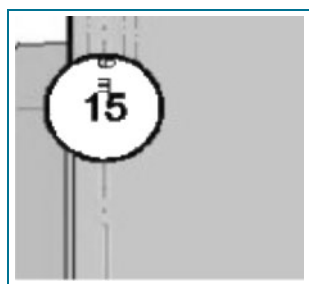


Abb. 4.1: Abzweiger

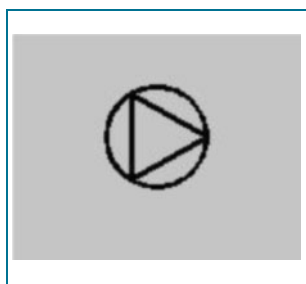


Abb. 4.2: Verstärkerpunkt

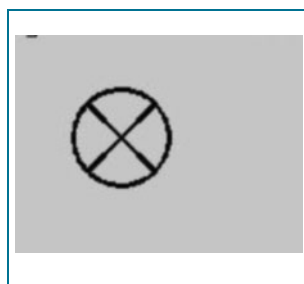


Abb. 4.3: Kopfstelle

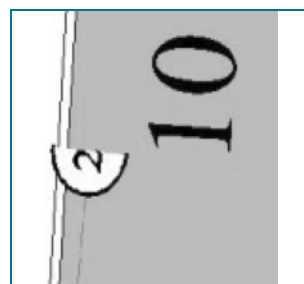


Abb. 4.4: Hausübergabepunkt

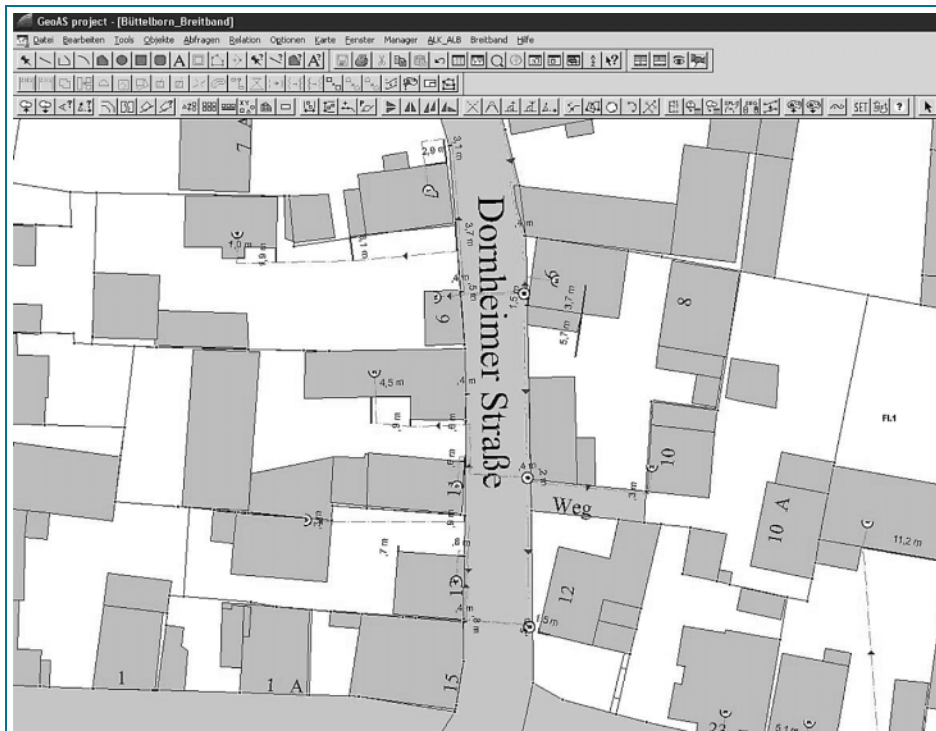


Abb. 4.5: Ausschnitt des Ortsnetzes Büttelborn, dokumentiert mit MapInfo/GeoAS

Breitbandnetzes behoben, jedoch machen der Aufwand im Handling der Symbole und der vorhandenen Zeichentools sowie die unkalkulierbare Verfügbarkeit des Programms auf dem Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn die Dokumentationsarbeit umständlich und zeitintensiv, teilweise sogar für den Anwender frustrierend. Auch die mangelnden Möglichkeiten der Verknüpfung von Objekten und der Zuordnung von Informationen zu Symbolen lassen den Ansatz einer Dokumentation in MapInfo/GeoAS schlecht ausfallen. Im Zuge dieses Projekts wurde die Dokumentation des Ortsnetzes Büttelborn mit MapInfo/GeoAS vorgenommen und vollendet, ein Ausschnitt hiervon ist in Abbildung 4.5 dargestellt. Die weiteren Ortsteile des Gemeindegebietes Büttelborn – Klein-Gerau und Worfelden – wurden nicht in GeoAS dokumentiert.

Es wurde daher beschlossen, die digitale Dokumentation des Breitbandkabelnetzes der KfGW mit einem anderen Ansatz durchzuführen, unter Verwendung einer für Planung und Dokumentation von Kabelnetzen programmierten Fachsoftware, deren Datenformat in solcher Art gewandelt wird, dass es von MapInfo/GeoAS bei der Gemeindeverwaltung Büttelborn geladen und gelesen werden kann. Die Verwendung einer Spezialsoftware bringt dem Kabelnetzbetreiber den weiteren Vorteil, dass sie über Programmfunktionen verfügt, die Kabeldämpfungen automatisch berechnet, Routinen zur Berechnung von linearen- und nichtlinearen Störprodukten beherrscht und eine Dokumentation auf allen Ebenen eines Breitbandkabelnetzes von der Kopfstelle über die Verstärkerpunkte bis hin zur Wohnung des Endteilnehmers erlaubt.

## 5 Integration der Leitungsdocumentation der KfGW in das KGIS GeoAS der Gemeindeverwaltung Büttelborn unter Verwendung der Breitbandkabel-Fachsoftware AND

### 5.1 Die Strategie

Der erste Ansatz zur Digitalisierung und gleichzeitigen Integration der Dokumentation in das KGIS der Gemeindeverwaltung Büttelborn unter direkter Erfassung der Leitungsdaten im System MapInfo/GeoAS auf dem Server der Gemeindeverwaltung musste als gescheitert angesehen werden, da die Realisierung mit effektiv zu vielen Komplikationen verbunden war. Der zweite, nachhaltig realisierte Lösungsansatz besteht in der externen Erfassung der Netzdaten in einem hierfür speziell entwickelten Planungs- und Dokumentationstool, der Software AND 3.3 der Firma CDS in München. Die Erfassung der Dokumentation findet dabei direkt auf dem Server der KfGW statt und der Kabelnetzbetreiber kann die von der Software zur Verfügung gestellten Fachfunktionen in vollem Umfang nutzen. Um der Gemeindeverwaltung Büttelborn die Dokumentation dennoch zugänglich zu machen, müssen die Daten per FTP-Protokoll zwischen den Servern der Gemeindeverwaltung Büttelborn und der KfGW transferiert werden, nachdem die Formate der in AND 3.3 erstellten Dokumentation für die Visualisierung in GeoAS gewandelt wurden. Diese Wandlung muss automatisiert erfolgen, um der Gemeindeverwaltung Büttelborn in regelmäßigen Abständen (einmal täglich) die Dokumentationsdateien in einem für ihr GIS kompatiblen Format bereitstellen zu können. Die hierfür notwendigen Programmroutinen werden im Folgenden in Kapitel 5.3 erläutert.



## 5.2 Die Breitbandkabelnetz-Fachsoftware AND 3.3

Die Fachsoftware AND 3.3 ist ein speziell für die Planung, Verwaltung und Dokumentation von Breitbandkabelnetzen konzipiertes Programm. Es ist in verschiedenen Versionen erhältlich. Sie reichen vom AND Viewer für die einfache Darstellung von AND-Dateien bis zur Vollversion AND Professional für die Netzplanung und georeferenzierte Dokumentation von Breitbandkabelnetzen. Die Fachsoftware bietet dem Anwender den Vorteil, dass relevante Netzinformationen schnell und bequem gewonnen werden können und erlaubt die Dokumentation und Verwaltung eines aktiven Netzes auf allen Netzebenen. Die nachrichtentechnischen Berechnungsfunktionen, wie Kabeldämpfungen sowie lineare- und nichtlineare Verzerrungen, die im Projekt zuvor bei der Arbeit mit GeoAS vermisst wurden, sind Bestandteil der Software und stehen dem Kabelnetzbetreiber für die wirtschaftliche Planung von Netzen zur Verfügung. Sämtliche Systemparameter können automatisch oder manuell eingestellt werden. AND 3.3 ist in der Lage, die Zeichnung zu interpretieren und stellt die Verstärker für Vor- und Rückweg ein, berechnet den Pegel an den Übergabepunkten, die Netzperformance (CTB, CSO, C/N, MER, BER) für beliebige Raster, ermittelt alle erforderlichen Steckverbindungen und erstellt Materiallisten inklusive Kostenlistung und voraussichtlicher Montagezeit. Abbildung 5.1 stellt exemplarisch einen analogen Linienplan für die Mainzer Straße



Abb. 5.1: Analoges Linienplan „Mainzer Str., Büttelborn“

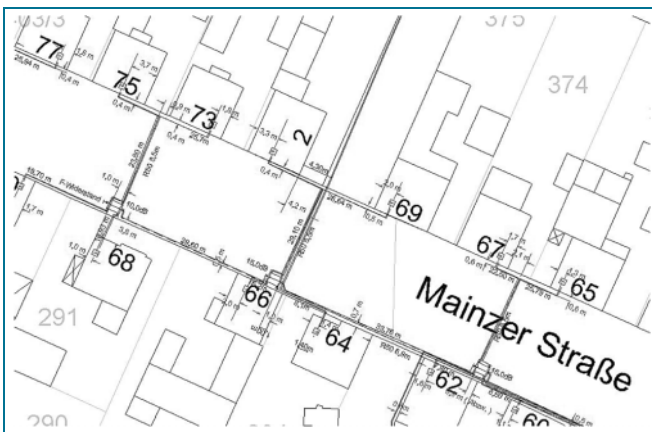


Abb. 5.2: Linienplan „Mainzer Str., Büttelborn“ nach Digitalisierung



Abb. 5.3: GisArea des Breitbandkabelnetzes der KfGW

in Büttelborn dar. Abbildung 5.2 zeigt den Linienplan nach Durchführung der Digitalisierung mit AND 3.3. Besonders hilfreich für eine moderne digitale Dokumentation sind die in AND integrierten Möglichkeiten zur Georeferenzierung. Diese Informationen werden in Datenbanken gespeichert, wo sie verwaltet und bearbeitet werden können. Die Vorteile der Georeferenzierung werden in der Anwendung der GisArea-Funktion offensichtlich, die sich aus einzelnen Teilprojekten zusammensetzt. Die GisArea-Funktion erweitert die Planungssoftware AND ab der Version 3.3 um ein Managementsystem im GIS-Format. So ist es möglich, georeferenzierte attributive Daten wie Adressen, Gebäude, Strassen, Verstärker, Abzweiger, etc. in das Kartenmaterial einzupflegen. Das GisArea-Plug-In erweitert somit AND zu einem Planungstool mit integriertem GIS. Es bietet den Vorteil, den gesamten vorhandenen Kartenbestand in AND als GisArea aufzunehmen und Projekte lagerichtig ausführen zu können. Ein automatisch aktualisierter Index hilft hier bei der Auswahl bereits vorhandener Projekte und der Suche nach attributiven Daten, Karten, Netzen und Projekten. Abbildung 5.3 zeigt die fertiggestellte GisArea für das Breitbandkabelnetz der KfGW.

### 5.3 Automatisieren der Wandlung des AND3.3-Dateiformats und Übertragung der Daten zur Gemeindeverwaltung Büttelborn mittels FTP

Zur Automatisierung der Datenwandlung des von AND 3.3 unterstützten DXF-Formats auf das von MapInfo/GeoAS verwendete TAB-Format, wurde zunächst ein dedizierter Rechner mit dem Betriebssystem Windows XP Professional eingerichtet, dessen Festplatte in 20 Gigabyte System- und 100 Gigabyte Datenpartition aufgeteilt wurde. Weiterhin wurde ein FTP-Server (File Transfer Protocol) installiert, um schnell und einfach große Datenmengen über das Breitbandkabelnetz auf die Datenpartition übertragen zu können. Die Remoteunterstützung von Windows XP wurde aktiviert, um die Administration des Rechners über eine Fernwartung zu ermöglichen. Um der Gemeindeverwaltung Büttelborn die gewandelten AND-Daten zur Verfügung stellen zu können, wurde der Rechner an das Citrix-System der Gemeindeverwaltung Büttelborn vor Ort angebunden und die Datenpartition für den

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
D:\Scripts>FTPsync.pl
Connecting to 145.253.178.50..... established!
Authenticating user 'converter'.... successful!
Switching to binary mode..... accepted!
Deleting existing files..... done!
Copying directory Buettelborn..... done!
Copying directory Worfelden..... done!
Copying directory D:\GeoAs..... done!
Closing connection..... bye bye!
D:\Scripts>

```

Abb. 5.4: Statusfenster der Übermittlung

Zugriff des MapInfo/GeoAS-Systems der Gemeinde freigegeben.

Auf einem zweiten, für die Dokumentation bei der KfGW vorgesehenen Rechner wurden ebenfalls zwei Partitionen erstellt, um System und Daten getrennt halten zu können. Darauf wurde neben der Software AND 3.3 auch MapInfo installiert, um Dateien für GeoAS generieren zu können. Zur effizienten Arbeit in der Konsole wurden zudem die aktuelle Version (Stand Mai 2005) der Software Perl (ActivePerl v5.6.1) [PERL, 2005] und die Software AutoIt v3 [Auto IT, 2005] installiert. Dieser Computer dient neben seiner Funktion als Dokumentationsterminal zur Erstellung der Leitungsdokumentation für das Netz der

KfGW als Server für die lokal installierte AND 3.3 Software. Er stellt stets die aktuelle Version der AND-Daten der Leitungsdokumentation zur Verfügung, konvertiert diese automatisch einmal täglich oder auf manuellen Befehl hin in das Format der Software GeoAS und lädt sie ebenfalls täglich automatisch per FTP auf den Computer, der zum Empfang dieser Daten bei der Gemeindeverwaltung Büttelborn installiert wurde und an den Gemeindeverwaltungsserver angeschlossen ist.

### 5.3.1 Programmieren der FTP-Verbindung

Zunächst wurde ein Perl-Skript zum Hochladen der Dateien über FTP geschrieben. Es überträgt, ausgehend von einem definierten Startverzeichnis, alle Dateien und Ordner auf den an den Server der Gemeindeverwaltung angeschlossenen Rechner. Dieses Programm wurde unter dem Dateinamen <sync.pl> auf der Datenplatte abgespeichert und mittels eines geplanten Tasks (Systemsteuerung <geplante Tasks>) so konfiguriert, dass es jeden Tag um 22:30 Uhr aufgerufen wird. Damit ist gewährleistet, dass der bei der Gemeindeverwaltung Büttelborn installierte Server stets die aktuellen Daten empfangen und bereithalten kann. Im Folgenden wird das hierfür programmierte Perl-Skript dargestellt. Abbildung 5.4 zeigt das Statusfenster für das Übermittlungsskript in Perl.

```

#!/perl
use Net::FTP; # FTP-Bibliothek einbinden
#-----
# Vom Benutzer einstellbare Daten
$host = ,145.253.178.50`; # Adresse des FTP-Servers
$username = ,converter`; # zu verwendender Username
$password = ,xxxxxxxx`; # zu verwendendes Passwort
$dir = ,D:\GeoAs`; # hochzuladendes Verzeichnis
$delOldFiles = 1; # bestehende Dateien auf dem
# Server vor dem Upload löschen
#-----
# Verbindung aufbauen und einloggen
$ftp = Net::FTP->new($host) die ,,Error: $!";
$ftp->login($username, $password);
$ftp->binary();
# Falls gewünscht, die Dateien auf dem Server löschen
if ($delOldFiles == 1) {
    $ftp->rmdir(,,", 1);
}
# Transfer der Dateien im Startverzeichnis ($dir) beginnen
JumpInto($dir);
# Verbindung abbauen und Programm beenden
$ftp->quit;
exit(0);
#-----
# Subroutine zum rekursiven Durchlaufen aller Verzeichnisse
sub JumpInto {
    my $dirname = $_[0];
    chdir ($dirname);
    $ftp->mkdir($dirname);
    $ftp->cwd($dirname);
    foreach $f (<*>){
        if (-d $f){
            JumpInto($f);
        } else {
            $ftp->put($f);
        }
    }
    $ftp->cwd(,,..");
    chdir (,,..");
}

```

### 5.3.2 Programmieren der automatischen Datenkonvertierung

Bei der Entwicklung der Software AND durch die CDS GmbH wurden keine Kommandozeilenparameter zur Verfügung gestellt, durch die der Prozess der Datenkonvertierung automatisiert werden könnte. Daher musste das System AND an dieser Stelle umgangen werden, indem simuliert wurde, es säße ein Anwender an dem Terminal, der die Programme bedient. Dieser Zweck wurde durch ein Programm in der BASIC-ähnlichen Sprache AutoITv3 erreicht. Das Programm simuliert u.a. die vom Anwender ausgeführten Mausbewegungen und Mausklicks [Auto IT, 2005]. So wird an einem vorbestimmten Zeitpunkt (täglich um 22:30 Uhr) von AutoIT selbstständig das Programm AND 3.3 aufgerufen, die zu konvertierenden Dateien geöffnet, diese als DXF-Dateien exportiert und AND 3.3 daraufhin wieder geschlossen. Im Anschluss setzt AutoIT, ebenfalls unter Simulation von Benutzereingaben, den von MapInfo zur Verfügung gestellten Universal



Translator ein, um aus den nunmehr im DXF-Format vorliegenden Dokumentationsdateien das für GeoAS benötigte TAB-Format zu erzeugen.

Um die Programmroutine herzustellen, werden zunächst häufig benötigte Variablen definiert, wie der Pfad der zu konvertierenden AND-Dateien, der temporäre Pfad für die DXF-Dateien und das Zielverzeichnis.

```
$saddir = „D:\AND\“ ; Verzeichnis der AND-Datei
$dxfdir = „D:\DXF\“ ; Verzeichnis der DXF-Datei
$geosdir = „D:\GeoAs\“ ; Verzeichnis für die GeoAs-Daten
```

Daraufhin wird ein Fenster erzeugt, welches den aktuellen Status der Konvertierung anzeigt. Dieses soll 200 × 350 Pixel groß und 800 Pixel vom linken sowie 10 Pixel vom oberen Bildschirmrand entfernt sein. Außerdem soll es immer im Vordergrund angezeigt werden, was durch Setzen der Variablen \$WS\_EX\_TOPMOST erreicht wird. In diesem Fenster wird eine Textzeile angezeigt, die später zu Protokollierungszwecken z.B. das aktuelle Datum enthalten kann sowie eine Liste, der im Verlauf des Prozesses die abgeschlossenen Konvertierungsschritte hinzugefügt werden.

```
GUICreate („AND -> GeoAs“, 200, 350, 800, 10, -1, $WS_EX_TOPMOST)
$label = GUICtrlCreateLabel („AND -> GeoAs Converter“, 3, 3)
$list = GUICtrlCreateList („“, 1, 19, 198, 150)
GUISetState();
```

Weiterhin werden über eine Schleife sämtliche Dateien im Verzeichnis \$saddir ermittelt und als Parameter an die eigentliche Konvertierungs-Routine übergeben. In dieser wird das Programm AND mit dem Namen der zu konvertierenden Datei aufgerufen und die Tastenbedienungen simuliert, mit denen man in das Menü zum Exportieren in das DXF-Format gelangt. Dort wird dann durch AutoIT der Name des temporären Verzeichnisses eingegeben und der Export gestartet. Da sich beim Export kein Status-Fenster öffnet, muss über die Größe der ausgegebenen Datei geprüft werden, wann der Export abgeschlossen ist. Erst wenn die Dateigröße konstant bleibt, kann davon ausgegangen werden, dass der Vorgang erfolgreich beendet wurde. Daraufhin wird das Programm AND beendet.

```
; AND starten und die Datei $sinfile im Verzeichnis $saddir öffnen
Run („C:\Programme\cds\and\and.exe“ & $saddir & $sinfile & ".net")
; Warten, bis AND aktiv ist
WinWaitActive(„AND 3.3 Antenna Network Design -- [„ & $sinfile & "])
; Im Menü den Export als DXF wählen (Alt-D -> H -> Z)
Send(„!dhz“);
; Falls die Output-Datei schon existiert, dann löschen
If FileExists($dxfdir & $dxffile) Then FileDelete($dxfdir & $dxffile);
; Jetzt als Parameter den Namen der DXF-Datei angeben
Send($dxfdir & $dxffile & „{ENTER}{ENTER}“);
; Warten, bis sich die Filesize nicht mehr ändert
$oldfilesize = 0
While FileGetSize($dxfdir & $dxffile) > $oldfilesize
$oldfilesize = FileGetSize($dxfdir & $dxffile)
Sleep(100);
WEnd
WinClose(„AND 3.3 Antenna Network Design -- [„ & $sinfile & "])
WinWaitClose(„AND 3.3 Antenna Network Design -- [„ & $sinfile & "])
```

Das Verfahren mit dem Universal Translator der Software MapInfo ist in der Vorgehensweise ähnlich. Nach dem automatisierten Start des Programms durch AutoIT werden die benötigten Parameter übergeben und der Konvertierungsprozess von dem DXF-Format in das TAB-Format gestartet. Der Universal Translator öffnet nach erfolgreicher Dateiumwandlung ein Status-Fenster.

```
; Den Universal Translator starten
Run(„C:\Programme\MapInfo\Professional\UT\IMUTGU I.EXE“)
; Falls bereits vorhanden, dann alle Dateien im Output-Verzeichnis löschen
FileDelete($geosdir & „*.“*)
; Warten, bis UT aktiv ist
WinWaitActive(„Universal Translator“)
; Im Menü den Export als DXF wählen (Pfeil runter -> Tab)
Send(„{DOWN}{TAB}“);
; Das Input-Verzeichnis mit Dateinamen angeben ($dxfdir & $dxffile)
Send($dxfdir & $dxffile);
Send(„{TAB}{TAB}{TAB}{DOWN}{DOWN}{TAB}“);
Send($geosdir);
Send(„{TAB}{TAB}{SPACE}{ENTER}“);
; Nach der Konvertierung kommt ein Fenster mit Titel „Information“
WinWaitActive(„Information“, „OK“)
Send(„{Enter}{ESC}rdquo;);
; Universal Translator schließen
WinClose(„Universal Translator“)
WinWaitClose(„Universal Translator“)
```

Durch die Implementierung der Funktion status(\$text) wird eine einfache Möglichkeit geboten, eine Textmeldung in das Status-Fenster einzufügen. Nach erfolgreicher Konvertierung kann dem Status-Fenster entnommen werden, welche Aktionen in welcher Reihenfolge durchgeführt wurden. Das Status-Fenster ist in Abbildung 5.5 dargestellt.

Während des Konvertierungsprozesses dürfen an dem Dokumentationsterminal und AND-Server keine Tastatur- und Mauseingaben erfolgen, da ansonsten eventuell die



Abb. 5.5: Status-Fenster der automatisierten Dateikonvertierung

simulierten Tastenbedienungen im falschen Fenster ausgeführt werden und es so zu Fehlern oder sogar Datenverlusten kommen kann. Aus diesem Grund wird während des Konvertierungsprozesses eine Software-Sperre aktiviert, so dass an dem ausführenden Terminal keine Eingaben erfolgen können. Zusätzlich wird der automatisierte Konvertierungsprozess außerhalb der üblichen Bürozeiten vorgenommen.

Nach Durchführung der beschriebenen Arbeitsschritte liegen die gewandelten Dokumentationsdaten bei der Gemeindeverwaltung Büttelborn zur Benutzung in GeoAS vor und können über die GeoAS-Layerkontrolle im Programm aufgerufen werden.

#### 5.4 Darstellung der MapInfo/GeoAS-TAB-Dateien

Nach Abschluss des in Kapitel 5.3 erläuterten Formatwandlungs- und Transmissionsprozesses, stehen die Netzdokumentationsdateien der KfGW auf dem Server der Gemeindeverwaltung Büttelborn in nunmehr fünf Layern in einem von MapInfo/GeoAS unterstützten TAB-Format zur Verfügung. Diese Layer setzen sich jeweils aus verschiedenen AND 3.3-Layern zusammen und sind in Tabelle 5.1 aufgeführt.

Zur Darstellung der gewandelten Dokumentation müssen die einzelnen Layer in MapInfo/GeoAS geöffnet und zusammengefügt werden. Ein Ausschnitt eines fertiggestellten Gesamtlayers ist in Abbildung 5.6 dargestellt. Der Vergleich mit Abbildung 5.2 verdeutlicht, dass keinerlei Unterschied zu der in AND 3.3 erstellten digitalen Dokumentation besteht. Lediglich die Farbgebung wird nicht übernommen.

Der Gemeindeverwaltung Büttelborn wird somit täglich ohne großen Aufwand eine Kopie der Kabelnetzdokumentation des Breitbandnetzes der KfGW zur Verfügung gestellt. Sie liegt in einem von dem Server der Gemeindeverwaltung und dem von ihr verwendeten GIS unterstützten Format vor und ist auf dem neuesten Stand, da der Transfer der Dokumentationsdateien vom Server der KfGW täglich bzw. nächtlich erfolgt, ungeachtet, ob Veränderungen an der Leitungsdokumentation seitens der KfGW vorgenommen wurden oder nicht. Die Doku-

**Tab. 5.1: Layer in MapInfo/GeoAS-TAB-Format nach vollzogener Wandlung**

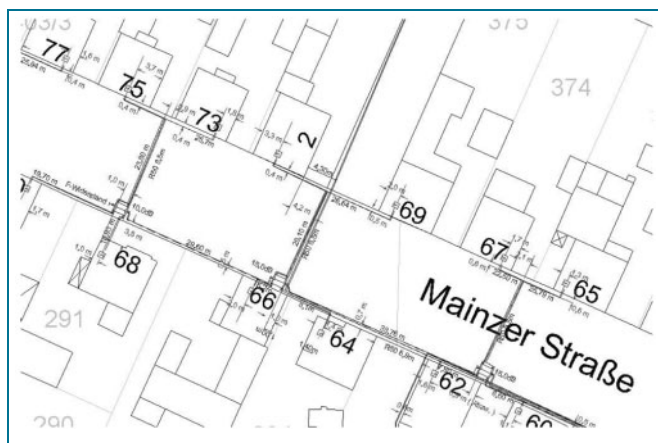
MapInfo/GeoAS-Layer	Enthaltene Information
<0>	Topografische Daten
<Grid>	Verwaltungsgrenzen
<Symbol>	In AND enthaltene Grafiksymbole
<Text>	In AND enthaltene Schriftzüge
<Cable>	Leitungsverläufe

mentationsdateien liegen als Read-Only-Kopien bei der Gemeindeverwaltung vor, was heißt, dass sie gelesen, aber von den Mitarbeitern der Gemeindeverwaltung nicht verändert werden können. Die Datenhaltung findet auf dem Server der KfGW statt; ein weiterer Schritt zur dezentralen Datenhaltung.

## 6 Resümee und Ausblick

Der zweite, letztendlich verwirklichte Integrationsansatz hat sich im Laufe des Projektes als der flexiblere herausgestellt. Die Dokumentation der Leitungsdaten erfolgt in der hierfür speziell konzipierten Software AND 3.3, die dem Kabelnetzbetreiber KfGW die Möglichkeit zur Netzplanung und Netzdokumentation unter Nutzung der integrierten nachrichtentechnischen Berechnungs- und Designfunktionen gibt. Die Netzdokumentation lässt sich somit sehr viel effektiver durchführen als dies mit der Breitbandfachschele in GeoAS der Fall war. Ferner gibt sie dem Kabelnetzbetreiber die Möglichkeit zur Neuplanung von Netzabschnitten und zur Prüfung der bestehenden Netzstrukturen. Durch die regelmäßige automatisierte Wandlung der Dokumentationsdaten und der anschließenden Transmission derselben auf den Server der Gemeindeverwaltung wird der Gemeindeverwaltung eine stets aktuelle Version der Netzdokumentation zur Verfügung gestellt. Ein weiterer Vorteil ist, dass in diesem Ansatz die Daten auf dem Server der KfGW gespeichert werden. Somit hat der Kabelnetzbetreiber bedingungslosen Zugriff auf seine Leitungsdaten, die er der Gemeindeverwaltung täglich als gewandelte Read-Only Kopie zuschickt. Die Gemeindeverwaltung hat keine Möglichkeit, Änderungen an der Dokumentation vorzunehmen, was in dem direkten Ansatz möglich gewesen wäre. Änderungen in der Dokumentation sollten nur von dem Kabelnetzbetreiber selbst vorgenommen werden können. Des Weiteren entfällt die lange Latenzzeit, die bei dem direkten Zugriff auf das KGIS der Gemeindeverwaltung durch den Transport von grafischen Daten über den VPN-Tunnel im ersten, direkten Ansatz auftrat.

Das in diesem Projekt beschriebene Verfahren zur Integration der Leitungsdokumentation eines Breitbandkabelnetzbetreibers in das kommunale Geoinformationssystem einer Gemeindeverwaltung ist in seiner Art einzigartig in Deutschland. Dieses Projekt liefert einen nicht unerheblichen Beitrag zur fortschreitenden Integration von Fachdaten- und Geoinformationssystemen. Es muss betont werden, dass hier eine generelle Problematik beispielhaft an



**Abb. 5.6: Gewandelte Dokumentation im GeoAS der Gemeindeverwaltung**

den Datenbeständen eines mittelständischen Unternehmens behandelt wird. Das im indirekten Integrationsansatz entwickelte und implementierte Verfahren kann in seinen prinzipiellen Ansätzen zur Integration anderer externer Daten in ein zentrales KGIS einer Stadt- oder Gemeindeverwaltung unter Berücksichtigung der problem-spezifischen Parameter verwendet werden. So können z.B. die Leitungsdaten aller Versorgungsunternehmen, wie Stadt- und Überlandwerke, Telekom, Backbone-Betreiber, etc. in einem Verwaltungsgebiet auf diese Weise an einer zentralen Stelle zusammengeführt werden, ohne dass diese Unternehmen dasselbe GIS wie die Verwaltung zur Speicherung der Daten verwenden müssen. Auch muss bei Verwendung unterschiedlicher Geoinformationssysteme die Dokumentation nicht erneut auf dem Server der Verwaltung erfasst werden, was sehr arbeitintensiv wäre und nur schwer gepflegt werden kann. Ein weiterer wichtiger Aspekt des indirekten Integrationsverfahrens ist die daraus resultierende dezentrale Datenhaltung. Die Informationen werden zwar auf dem Server der Verwaltung zusammengeführt, die eigentlichen Quelldateien dieser Information liegen jedoch dezentral bei den Versorgungsunternehmen. Daher ist bei einem Ausfall eines Datenservers nicht der gesamte Datenbestand betroffen. Weiterhin stellt der automatisierte Datenformat-Wandlungsprozess sowie die regelmäßige automatische Transmission der einzelnen Dokumentationen an den Server der Verwaltung sicher, dass die der Verwaltung vorliegenden Daten stets auf aktuellem Stand sind.

Ferner bietet die Zusammenführung verschiedener Datenbestände und Informationen die Möglichkeit des abgestimmten Handelns zwischen der Verwaltung und den von den Tiefbaumaßnahmen betroffenen Versorgungsträgern sowie den Versorgungsträgern untereinander. Die Problematik der Schäden am Leitungsnetz durch Tiefbauarbeiten ist für alle Versorgungsunternehmen sowie für das Bauamt einer Stadt- oder Gemeindeverwaltung ein stets aktuelles Thema, denn oftmals liegen an der Baustelle nicht alle Leitungsinformationen vor. Durch zentrale Zusammenführung der aktuellen Leitungsdokumentationen (aber getrennter Datenhaltung) aller Versorgungsunternehmen bei der für Tiefbaumaßnahmen im Verwaltungsgebiet zuständigen Behörde – dem Bauamt – können eine Vielzahl von Schäden an den Leitungsnetzen vermieden werden, denn jede Tiefbaumaßnahme im Verwaltungsgebiet muss vom Bauamt genehmigt werden. Zudem lässt sich durch abgestimmtes Handeln der Tiefbauaufwand so gering wie möglich halten, z.B. kann durch die Zusammenführung verschiedener Datenbestände eine Neubaumaßnahme so koordiniert werden, dass Versorgungsgräben nur einmal geöffnet werden müssen, was für alle Versorgungsträger wirtschaftlich attraktiv ist. Bei geplanten Tiefbaumaßnahmen kann den ausführenden Tiefbaufirmen bei Antragstellung Information über die in dem betroffenen Bereich vorhandenen Versorgungsleitungen in Form von analogen oder digitalen Lageplänen übergeben werden. Netzausfälle und die damit verbun-

dene Verärgerung der betroffenen Bevölkerung werden somit vermieden, Reparaturmaßnahmen und die hiermit einher gehenden Kosten werden eingespart und die aus einem Schaden resultierende Wertminderung des Leitungsnetzes wird nicht Grundlage eines Rechtsstreits zwischen Netzbetreiber und Schadenverursacher. Sowohl Tiefbaufirmen als auch Netzbetreiber profitieren von diesem Verfahren. Der Vorteil für das Bauamt liegt in der Tatsache, dass das indirekte Integrationsverfahren die Durchführung von Tiefbaumaßnahmen im Verwaltungsgebiet reibungsloser gestalten kann, denn die für die Bauaufsicht zuständige Behörde ist von Bauverzögerungen und Rechtsstreitigkeiten auch immer mit betroffen. Das Verfahren der indirekten Integration einer Leitungsdokumentation in das KGIS einer Gemeindeverwaltung, wie es in dieser Arbeit beschrieben ist, ist somit nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern auch vom wirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Standpunkt erwägenswert.

## Literatur

- [1] AGRAWAL, G.: Fiber-Optic Communication Systems, Second Edition, Wiley Series in Microwave and Optical Engineering, John Wiley & Sons Interscience Publications, Inc., 1997
- [2] ANGA-ZVEI 98: TV-Kabelnetze: Zukunftssicherheit durch Ausbau zu interaktiven Breitbandnetzen, Teil II – Netzausbau, Empfehlungen des Forums ANGA-ZVEI, Verband privater Kabelnetzbetreiber (ANGA) e.V., Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI) e.V., 1998
- [3] AUTO IT: AutoIT Version 3, <http://www.autoitscript.com/autoit3>, 2005
- [4] CISS TDI? GMBH: Gesellschaft für Technische DV Informationssysteme, Die CITRA-Datenbankschnittstelle, <http://www.ciss.de>, Sinzig, 2005
- [5] DAWSON, F.: Optimizing the Future with Next-Generation DOCSIS® – Mechanics, Options and Issues on the Road to 2.0, SCTE – Society of Cable Telecommunications Engineers, Exton, Pennsylvania, USA, 2003
- [6] EU 99a – Europäische Union: DIN EN 50 083 Teil 3 – Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste, Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Netze, Mai 1999
- [7] HEIN, M., REISNER, M., VOSS, A.: Voice-over-IP – Sprach-Daten-Konvergenz richtig nutzen, Franzis' Verlag GmbH, 2002
- [8] PERL: Active Perl v.5.6.1, <http://www.perl.org>, 2005
- [9] VOLPE, BRADY: Maximizing VoIP Network Uptime – Troubleshooting VoIP in a DOCSIS® Network, SCTE Cable-Tec EXPO Denver Proceedings Manual, SCTE – Society of Cable Telecommunications Engineers, Exton, Pennsylvania, USA, 2006

## Anschrift:

ALEXANDER C. ADAMS, Master of Science (USA), KfGW – Kabelfernsehen Groß-Gerau Weiterstadt, Sankt-Florian-Straße 3, 64521 Groß-Gerau