

UNIGIS Salzburg  
Zentrum für Geoinformatik  
Universität Salzburg

## Masterthesis

zum Thema:

### *Facility Management Integration bei der GIS - Einführung am Hafenstandort Warnemünde*

Eingereicht von:  
Dipl.-Ing. Marco Lydo Zehner  
MSc 2002 U927

Rostock im Juli 2004

Betreut von:  
Prof. Dr. Josef Strobl  
Universität Salzburg

In Zusammenarbeit mit:  
Universität Rostock, Prof. Dr.-Ing. R. Bill  
Inros Lackner AG, Herrn M. Beier  
Scandlines Deutschland GmbH, Herrn R. Beck

### Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die hier vorgelegte Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Rostock, den 29.07.2004

Marco L. Zehner

## **Zusammenfassung**

Der Einsatz von Geoinformationssystemen (GIS) in Großunternehmen als Basisinformationssystem findet immer mehr Bedeutung. Voraussetzung dafür ist eine Anbindung beziehungsweise die Integration der verschiedenen Fachanwendungen, um übergreifende Prozesse abzubilden und durchzuführen. Eine Fachanwendung ist das Facility Management (FM) für die Gebäude- und Raumverwaltung, welches bisher nicht in Geoinformationssystemen realisiert wurde.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie ein solches Facility Management auf Basis eines Geoinformationssystems umgesetzt werden könnte. Insbesondere wird dabei auch auf die CAD-GIS Problematik eingegangen.

Am Beispiel der Reederei und Hafengesellschaft Scandlines Deutschland GmbH wird mit Unterstützung der Inros Lackner AG ein Geoinformationssystem im Unternehmen eingeführt. Als Softwareprodukt wird das ESRI ArcGIS eingesetzt, in dem ebenfalls das Facility Management realisiert wird.

## **Abstract**

Geoinformation systems (GIS) are successfully introduced in large-scale enterprises as a base spatial information system. The geoinformation system is a prerequisite for a connection and integration of the different specialist applications to show and execute general workflows. One of the specialist applications is the facility management for the building and room administration. Currently there is no commercial facility management system available, using GIS technology, which was realized by a geoinformation system.

In this thesis geoinformation system approach for a facility management system will be presented. A main part of the problem is the CAD-GIS data conversion.

A geoinformation system is introduced in an enterprise the shipping and port company Scandlines Germany GmbH with support of the consulting and design partner Inros Lackner AG. The software solution uses the products of the ESRI ArcGIS family to realize the facility management by a GIS.

## Vorwort

Aufgrund der zahlreichen Bau- und Planungsprojekte der Scandlines Deutschland sind eine Vielzahl von Sach- und Geodaten entstanden. Der Zugriff auf die Daten soll nun innerhalb der gesamten Reedereiverwaltung verbessert werden, damit auch andere Fachabteilungen den Datenbestand nutzen können. Hier schien ein Geoinformationssystem geeignet. Im Rahmen einer Untersuchung zur Einführung sollten auch weitere Bereiche aufgenommen werden, um ebenfalls die verschiedenen Verwaltungsbereiche zu unterstützen. Mit dieser Problematik trat die beauftragte Inros Lackner AG an die Professur für Geodäsie und Geoinformatik heran, die offen für solche Themen ist, um Studierenden die Möglichkeit für praxisbezogene Projekte und wissenschaftlichen Arbeiten zu geben. Dabei stellte sich recht zügig heraus, dass bisher Facility Management Systeme nicht mit Geoinformationssystemen umgesetzt werden, obwohl die GIS-Technologie augenscheinlich dafür geschaffen wäre. Dies bot sich mir als ein spannendes Thema für meine Masterthesis an. Diese Masterthesis bildet den wissenschaftlichen Abschluss meines Universitätslehrgangs UNIGIS MSc an der Universität Salzburg.

Im Rahmen meines Universitätslehrgangs und während der Masterarbeit fand ich kompetente Unterstützung beim UNIGIS-Team an der Universität Salzburg. Ebenso gilt mein Dank Prof. Ralf Bill von der Universität Rostock für die inhaltliche Unterstützung bei der Masterarbeit und für die Anregung, dieses Studium aufzunehmen. Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Beier von der Inros Lackner AG und Herrn Müller von der Scandlines Deutschland GmbH für die technische Unterstützung. Der größte Dank gebührt jedoch meiner Familie für die Geduld und Mithilfe, die sie während der letzten Monate aufgebracht haben, als sie sich mit der Masterthesis meine Freizeit teilen mussten.

In dieser Arbeit finden sich eine Reihe von Produktbezeichnungen im Text. Es ist davon auszugehen, dass alle Namen und Zeichen eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Firmen sind. Im Interesse einer einfachen Lesbarkeit wurde bei der Verwendung von personen-gebundenen Substantiven hauptsächlich der Plural der männlichen Form verwendet, womit sowohl die weibliche als auch die männliche Form eingeschlossen sind.

Auf der beiliegenden CD befindet sich eine interaktive digitale PDF-Version mit farbigen Abbildungen. Die Arbeit wurde auf recyceltem Papier gedruckt.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung, Zielsetzung	1
2	Einsatz von Geoinformationssystemen in Unternehmen	3
2.1	Reederei und Hafengesellschaft Scandlines	4
2.2	Einführung eines Hafeninformationssystems	5
2.3	Fachanwendungen	6
2.4	Technische Unternehmensintegration	8
3	Facility Management	10
3.1	Einführung eines Facility Managements	11
3.2	Computer Aides Facility Management (CAFM)	11
3.3	Klassifizierung der Systemansätze heutiger CAFM	13
3.4	Softwareprodukte	17
3.5	Normen und Standards	18
3.6	SAP R/3 und Facility Management	20
4	GIS-FM-Integration	22
4.1	Datenmodelle	22
4.2	CAD - GIS Dateninteroperabilität	25
4.3	Lösungsansätze führender Hersteller	26
	Speedikon	26
	Graphisoft	27
	ESRI	28
	Intergraph	28
	Bentley	28
	Autodesk	30
	OpenSource Produkte	32
4.4	Datenhaltung	32
4.5	Gewählter Lösungsansatz	34
5	Aufbau des Geoinformationssystems	38
5.1	ESRI ArcGIS	38
5.2	Bezugs- und Koordinatensysteme	39
5.3	Betrachtungsebenen	40
5.4	Datenerhebung	41
	Vektordaten	41
	Rasterdaten	43

---

Sachdaten	44
5.5 Basisbestand Standort Warnemünde	44
Geobasisdaten der Landes- und Katasterämter für die Hafensinsel	44
Orthofotos der Luftbildbefliegung	45
Datenbestand der Inros Lackner AG	45
6 Facility Management Hochhaus Warnemünde	47
6.1 Datenmodell	48
Relationales Datenbankmodell	48
Aufbau der (Geo-)Datenbank	50
Räumliche Beziehungen	52
6.2 Datenerhebung und Aufarbeitung	53
Gebäude- und Raumpläne	53
Sachdaten des Facility Managements	54
6.3 Benutzeroberfläche	56
Formulare in MS Access	56
Verknüpfung MS Access / ArcMap	59
Hilfe	60
Auswertungsanwendungen	60
7 Fazit	61
Literatur- und Quellennachweis	VII
Abbildungsverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XII

## 1 Einleitung, Zielsetzung

Der Einsatz von Geoinformationssystemen etabliert sich zunehmend auch in Unternehmen, bei denen die Geodatenverwaltung nicht zum Kerngeschäft gehört. Durch Nutzung von Geoinformationssystemen können firmeninterne Betriebsabläufe effektiviert werden und somit positiv zum Gesamtergebnis beitragen. Vielfach sind eine Informationsverarbeitung in den unterschiedlichen Fachabteilungen und im Zuge von Qualitätsmanagement im Arbeitsablauf oftmals eine zentrale Informationsbasis und eine zentrale Prozesssteuerung erforderlich. Ein Großteil dieser Informationen haben Raumbezug und eignen sich daher für die Verarbeitung und Speicherung in einem Geoinformationssystem.

Bei der hiesigen Hafengesellschaft Scandlines Deutschland GmbH soll ein solches Geoinformationssystem eingeführt werden. Im Vorfeld sind dazu eine Untersuchung, eine Bedarfsanalyse und ein Konzept zur Einführung notwendig. Hierbei soll festgestellt werden, in wieweit ein Geoinformationssystem die Planung und Verwaltung eines Hafens unterstützen kann, welche Verbesserungen erzielt und Arbeitsprozesse optimiert werden können, bzw. ob sich Synergien bilden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird dabei besonders auf den Datenbereich des Facility Managements eingegangen. Eine prototypische Umsetzung im Bereich Facility Management soll am Beispiel der Hafenanlage Warnemünde mit einem Bürohaus stattfinden. Die Problemstellung findet sich hier in der Integration der verschiedenen Fachschalen in das Geoinformationssystem. Einerseits gibt es eine Reihe von Softwareprodukten, die an ein gemeinsames Informationssystem angebunden werden müssen, andererseits können die Fachschalen mit dem Geoinformationssystem selbst erstellt werden.

Die folgenden Ausführungen beruhen auf dem Geoinformationssystem selbst und der möglichen Integration von Facility Management. Die technische Umsetzung eines Facility Managements findet sich derzeit in Computer Aided Facility Management Systemen (CAFM) wieder. Diese CAFM und Geoinformationssysteme haben verschiedene Systemansätze, die aber entweder kombiniert oder ineinander überführt werden können. Dazu müssen die zum Großteil proprietären Ansätze und Entwicklungen aufgedeckt und verglichen werden. Im Ergebnis soll eine Lösung prototypisch umgesetzt werden.

Durch die zahlreichen Projekte und die intensive Zusammenarbeit wurde Inros Lackner AG als Ingenieurbüro die mögliche Einführung des Geoinformationssystems übertragen. Inros Lackner nutzt in diesem Bereich bereits die Produkte der ESRI Familie, sodass die Lösung ein Produkt von ESRI einbeziehen wird.

Im ersten Kapitel wird auf die Einführung und Anwendung von Geoinformationssystemen im Unternehmensbereich eingegangen und dabei die verschiedenen Möglichkeiten zur effektiven Nutzung aufgezeigt, die besonders für die Anwendung im Hafenbereich relevant sind.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt im Facility Management, welches im Kapitel 3 ausführlich beschrieben wird, vor allem, wie es derzeit technisch in CAFM-Systemen realisiert wird.

Mit den verschiedenen Integrationsmöglichkeiten des Facility Management und deren Problematik wird sich in Kapitel 4 auseinander gesetzt und auf eine Lösung geschlossen.

Die praktische Umsetzung erfolgt für das Geoinformationssystem in Kapitel 5 und für die entwickelte Fachanwendung zum Facility Management in Kapitel 6.



## 2 Einsatz von Geoinformationssystemen in Unternehmen

Mit dem Aufbau einer redundanzfreien und raumbezogenen Datenhaltung etablieren sich Geoinformationssysteme immer mehr in Unternehmen. Nachdem bisher Geoinformationssysteme hauptsächlich als Werkzeuge zur Verarbeitung und Analyse von geografischen und raumbezogenen Daten eine Rolle spielten, sind diese in den letzten Jahren weiter ausgereift und können als vollwertiges Produkt ebenfalls als Basis für ein einheitliches und nachhaltiges IT-Instrument in Unternehmen eingesetzt werden.

Geoinformationssysteme sind nach [Bill 1999] Systeme, die die Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von raumbezogenen Daten ermöglichen. Der Schwerpunkt lag bisher entweder in spezialisierten Anwendungen, vor allem im Ver- und Entsorgungsbereich [Rohrbach 2001] oder in der öffentlichen Verwaltung. Neue Anwendungsbereiche entwickeln sich im Geomarketing und in der raumbezogenen Informationsverteilung. Hier sei das Stichwort Location Base Service genannt.

In Kombination mit verschiedener Unternehmenssoftware lassen sich in einem Geoinformationssystem auch Daten verwalten, bei denen der Raumbezug zwar auf den ersten Blick nicht relevant ist, dieser aber einen Nutzen bei der Verarbeitung bringen kann. Besonders von Vorteil zeigt sich hier der einheitliche und georeferenzierte Datenbestand, weil sich Beziehungen und Analysen herstellen lassen, die sonst nur sehr aufwendig zu realisieren wären.

Meeresschiffahrtshäfen haben im Allgemeinen eine sehr große technische Infrastruktur, die nahezu an eine kleine Stadt heranreicht. Dementsprechend groß ist der Verwaltungsaufwand, die Gebäude, Flächen, Ver- und Entsorgungsleitungen und vor allem die mobilen Objekte einzurichten und zu planen.

Darüber hinaus verfügen moderne Seehäfen heute bereits über eine hohe technische Ausstattung, zum Beispiel mit Systemen zur Schiffsführung, zur landseitigen Verkehrssicherung (Vessel Traffic Service - VTS) oder zur Optimierung von Umschlagsprozessen mit Systemen wie Port OS [Mai et al. 2001]. Weitläufig fehlt allerdings die Einbeziehung in weitere Verwaltungsbereiche, wie Unterhaltungs- und Planungsprozesse. Dazu sind systemübergreifende Anwendungen, Schnittstellen und offene Datenhaltungen notwendig. Hier bieten sich Geoinformationssysteme (GIS) als Unterstützung an. Fast alle Informationen haben im Unternehmen einen Raumbezug und können somit räumlich über ein Geoinformationssystem verwaltet werden. Weiteren Daten können entsprechend über

Datenbankrelationen angeschlossen werden.

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Einführung eines Geoinformationssystems mit der Fachschale Facility Management Reederei und Hafengesellschaft prototypisch durchgeführt werden, um aufzuzeigen, wie eine Umsetzung in speziellen Unternehmensbereichen erfolgen kann.

## 2.1 Reederei und Hafengesellschaft Scandlines

Die Scandlines AG ist das führende Unternehmen für Fährdienstleistungen im mittleren Ostseeraum. Der Hauptsitz der Scandlines AG befindet sich am Standort Rostock / Warnemünde und vereint unter ihrem Dach die Scandlines Deutschland GmbH, die Scandlines Danmark A/S und die Scandlines Euroseabridge GmbH. Die Scandlines AG entwickelte sich 1998 aus einer traditionellen Zusammenarbeit der dänischen und deutschen Bahnen beziehungsweise deren Nachfolgesellschaften Deutsche Fährgesellschaft Ostsee mbH (DFO) und Scandlines A/S.



Abbildung 2.1: Standorte Scandlines AG

Neben den 9 Fährverbindungen betreut die Scandlines Deutschland GmbH 4 Ostseehäfen in Puttgarden, Sassnitz, Kiel und den kleineren Standort Warnemünde.

Am Standort Warnemünde befindet sich der Hauptsitz im Hochhaus mit verschiedenen Nebengebäuden und zwei Fähranlegern. Die Fähranleger wurden bis 1995 regelmäßig benutzt, derzeit beschränkt sich die Nutzung jedoch nur auf Wartungs- und

Reinigungsarbeiten und als temporäre Anlegestelle der Großraumfähren. Aufgrund der verkehrstechnischen Anbindung und der neuen Schiffsgenerationen findet der eigentliche Umschlag im Überseehafen Rostock statt.

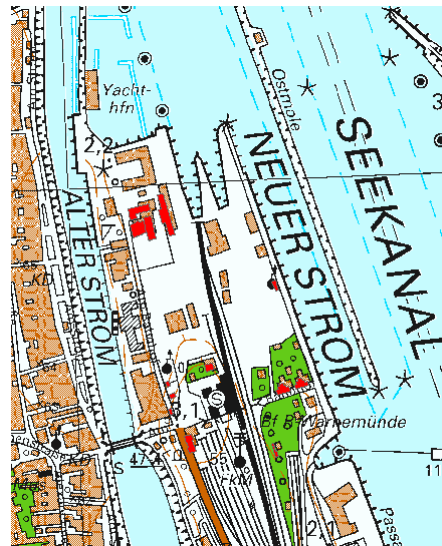


Abbildung 2.2 Ausschnitt TK 10 Standort Rostock / Warnemünde

## 2.2 Einführung eines Hafeninformati<sup>o</sup>nssystems

In Zusammenarbeit mit der Gesellschaft Inros Lackner GmbH soll ein unternehmensweites Geoinformationssystem für die Reederei und Hafengesellschaft Scandlines Deutschland GmbH eingeführt werden. Als erster Schritt wird dies für den Standort Rostock / Warnemünde durchgeführt. Bei erfolgreicher Einführung sollen die erprobten Systeme ebenfalls auf die wesentlich größeren Standorte Puttgarten, Kiel und Sassnitz übertragen werden.

Im Rahmen eines Gesamtkonzepts kann man hier von einem Hafeninformati<sup>o</sup>nssystem sprechen. In diesem Hafeninformati<sup>o</sup>nssystem bildet das Geoinformationssystem die technische Grundlage für die verschiedenen Anwendungen. Hier finden sich eine Reihe von Fachanwendungen für bestimmte Daten und auch Lösungen für zentrale Aufgaben, wie für Planungsprozesse und Präsentationen. Die vielfältigen inhaltlichen Möglichkeiten veranschaulicht die folgende MindMap:

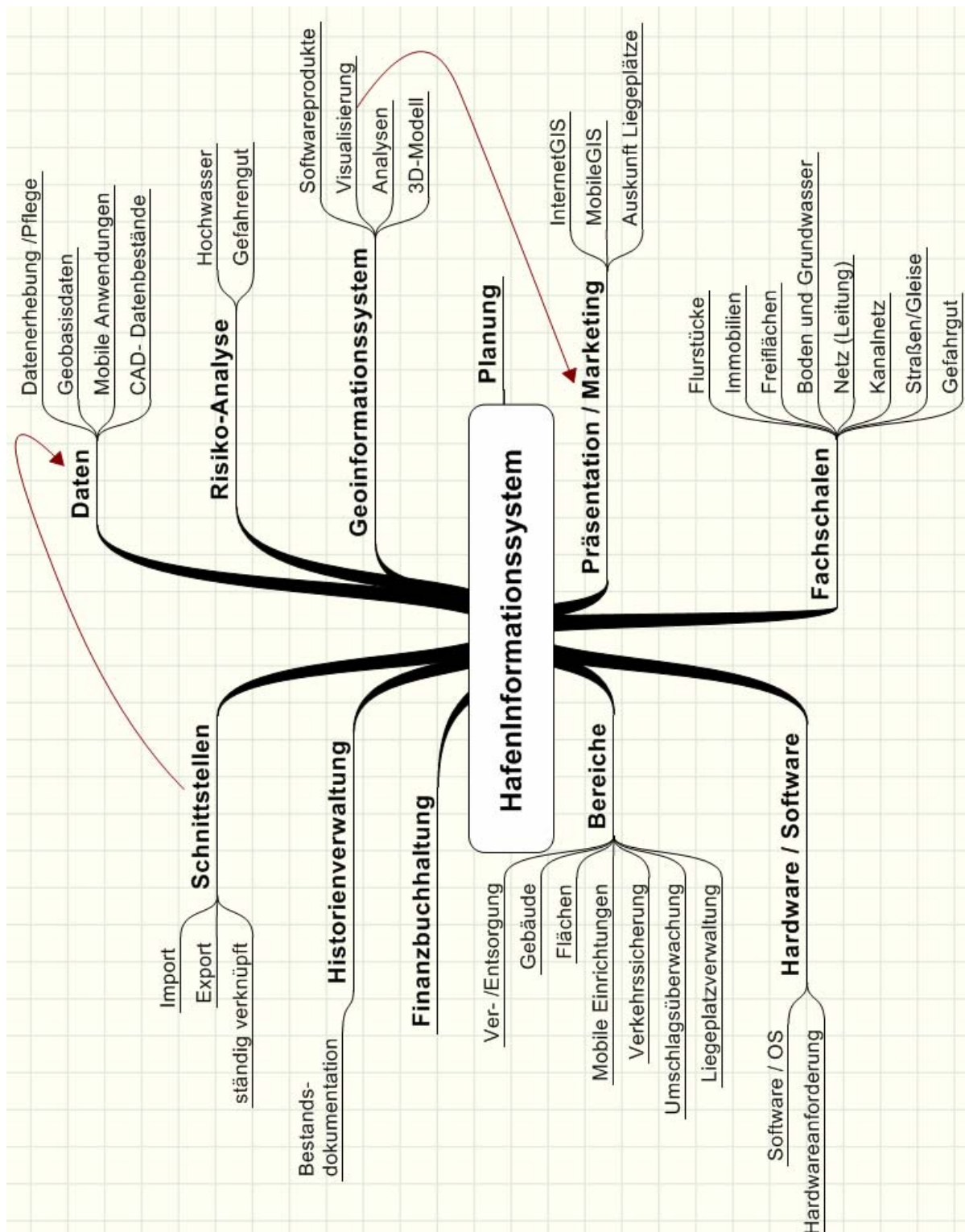


Abbildung 2.3 MindMap Hafeninformationssystem

## 2.3 Fachanwendungen

Neben dem Grunddatenbestand für die Flächen und Gebäude lassen sich mit einem Geoinformationssystem eine Reihe von Fachanwendungen realisieren. Diese sind

Anwendungen, die allgemein gültig einsetzbar sind, aber auch Spezialanwendungen für einen Hafen oder eine Reederei. Technisch wird dies meist in kommerziellen Aufsätzen oder auch in eigenen Anpassungen zum Geoinformationssystem umgesetzt. Nachfolgend finden sich einige inhaltliche Ansätze für Fachschalen, die auch für Scandlines von Bedeutung sein können.

Mit einem **Facility Management** können alle Betriebsmittel verwaltet werden. Dies schließt die technische Gebäudeverwaltung sowie die Raum- und Inventarverwaltung mit ein. Mithilfe des Facility Management können vielfältige Prozesse optimiert werden, und es entsteht eine Transparenz über den Zustand und den Wert der Anlagen.

Für die weitläufigen Ver- und Entsorgungsleitungen ist ein **Netz-, Leitungs- und Kanalkataster** notwendig. Damit kann eine effiziente Versorgung von diesem Bereich gewährleistet werden. Besonders werden dabei Planungs-, Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben unterstützt.

Die Anlagen und Flächen werden auf dem Hafengelände häufig an Dritte vermietet. Hier bietet sich ein **Immobilien- und Flächenmanagement** an. Neben der Verwaltung der vorhandenen Kunden, kann damit ebenfalls die Vermarktung unterstützt werden, um Leerstand zu vermeiden. Zur Vermarktung sind entsprechende Anwendungen zur Visualisierung der Flächen und Grundstücke möglich.

Hier ist eine **Kopplung mit einer Businesssoftware** wie SAP oder kvasy besonders sinnvoll, weil darin die Kunden- und Anlagendaten verwaltet werden [siehe auch Wulf 2003].

Mit Hilfe einer **GIS-unterstützten Risikoanalyse** wird im Küstenbereich abgewägt, wie hoch die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwasserschadens und die zu erwartenden Folgeschäden sind. Dies geschieht unter Berücksichtigung des Versagens der Küstenschutzbauwerke und der Kosten für Errichtung und Pflege der Sicherungsbauwerke. Anhand von Modellrechnungen für die betroffenen Hafenanlagen kann hier eine Kosten-Nutzen-Optimierung erfolgen. Ebenfalls sind die Ergebnisse für das Immobilienmanagement interessant [Mai et al. 2001].

Die **Verkehrssteuerung und -sicherung** ist ein wichtiger Bereich auf der Seeseite und auf dem Hafengelände. Für diese Vorgänge sind bereits ausgereifte Produkte vorhanden, die aber

mit Basis- und aktuellen Informationen aus einem GIS erweitert werden können. So lassen sich mit einer **Liegeplatzverwaltung** unnötige Fahrten vermeiden. Damit einher geht die Positionierung von Fahrzeugen, um im Bedarfsfall kurzfristige Änderungen vornehmen zu können.

Eine **Umschlagsoptimierung** ist beim Transport und der Lagerung der Güter erforderlich, um den Vorgang zu beschleunigen. Mittels des Geoinformationssystems können die Lagerplätze verwaltet und die Wege über Routenoptimierung minimiert werden. Die Schadenspotenziale aus der Hochwasseranalyse können ebenfalls bei einer **Gefahrenanalyse** für gefährliche oder wertvolle Umschlaggüter eingesetzt werden.

Aus Sicht des Geoinformationssystems ist eine Anwendung für die **Wasserflächen und Fahrtrinnen** besonders interessant. Die Fahrtrinnen müssen für den Schiffsverkehr in bestimmten Ausbaustufen freigehalten werden. Eine Visualisierung des Meeresgrundes mit 3D-Modellen lässt Problemfelder und Handlungsbedarf erkennen. Die Daten werden aus regelmäßigen Messungen oder aus Sensornetzwerken gewonnen. Mit Hilfe von GPS und anderer Ortungstechnologie kann eine vollautomatische Steuerung von Nassbaggergeräten erfolgen.

Diese Liste von Beispielen für Fachschalen ließe sich noch beliebig weiter ergänzen. Bei den meisten Anwendungen ist zu erwarten, dass eine Realisierung eine Optimierung im jeweiligen Geschäftsfeld mit sich bringen kann. Jedoch ist der Aufwand der Einführung und Anpassung zum Teil erheblich, sodass eine schrittweise Einführung erfolgen sollte.

Im Rahmen des Projektes wurde sich darauf verständigt, als erstes das Facility Management in das Geoinformationssystem zu integrieren.

## 2.4 Technische Unternehmensintegration

Die technische Integration von einem Geoinformationssystem ist sehr stark von der Infrastruktur des Unternehmens abhängig, sodass es hier keine Standardlösungen geben kann. Oftmals gibt es aber verschiedene Softwarepakete als Grundbausteine, die modular zu dem jeweiligen benötigten System zusammengeführt werden können. Berücksichtigt werden müssen hier vorhandene Softwarepakete und deren mögliche Schnittstellen.

Die technischen Voraussetzungen bei der Scandlines GmbH sind gegeben und es besteht

noch ein großer Spielraum zur Gestaltung eines zentralen Informationssystems, weil es bisher sehr wenige unternehmensweite Anwendungen im Netzwerk gibt.

Das Unternehmensnetzwerk besteht hauptsächlich aus Windows Personalcomputern mit einigen wenigen Servern. Die Server werden hauptsächlich für Netzwerkdienste und für eine zentrale Benutzerverwaltung genutzt. Das Unternehmen wird im Bereich der Systemadministration von einer externen Firma betreut.

Im Bereich Planung und technische Erweiterungen arbeitet Scandlines ebenfalls mit externen Firmen zusammen. Ein großer Partner ist dabei die Inros Lackner AG, die fast alle ingenieurtechnischen Vorgänge betreut. Dies reicht von der Straßen- und Bauwerksplanung und -ausführung bis hin zur technischen Gebäudeausstattung. In diesem Rahmen ist eine Vielzahl von Daten entstanden, die mittelfristig in dem Informationssystem verarbeitet werden sollen.

Durch die Vorgaben des Ingenieurbüros soll hier die vorhandene Softwarepalette von ArcGIS 8.3 von ESRI als Basis eingesetzt werden. Bei Inros Lackner ist dieses Produkt bereits im Einsatz und somit die notwendige fachliche Erfahrung vorhanden. Bei Scandlines sind diese Produkte noch nicht im Einsatz, sollen aber im Rahmen der Zusammenarbeit ebenfalls angeschafft werden. Die folgenden Überlegungen und Ansätze basieren daher größtenteils auf ArcGIS. Bei Bedarf kann der Einsatz des proprietären Produktes später noch einmal evaluiert werden, wobei die Umstellung zu einem anderen Produkt zu einem größeren Aufwand führen kann.

Die wichtigste vorhandene zentrale Anwendung bei Scandlines ist derzeit die Businesssoftware SAP. Alle finanztechnischen Vorgänge werden von SAP geregelt. Ein Großteil der zu verarbeitenden Informationen, wie zum Beispiel nach einer Inventur, werden derzeit manuell erhoben und in das SAP eingepflegt. Ebenso finden sich in dem SAP bereits Daten, die die Unternehmensstruktur widerspiegeln und als Grundbestand für ein Hafeninformationssystem dienen können. Mit SAP können keine grafischen Visualisierungen und raumbezogene Auswertungen durchgeführt werden. Hier bietet sich die Kopplung von SAP mit GIS an. Derzeit gibt es bereits eine GIS-Erweiterung für SAP selbst, das SAP-RE LandUseManagement, diese ist aber noch in der Entwicklung. Die Entwicklung erfolgt in Kooperation mit ESRI. Von dritten Anbietern gibt es für ArcGIS-Produkte ausgereifte Schnittstellen- und Middlewareanwendungen, die beide Systeme bidirektional zu einem komplexen Informationssystem verbinden können [siehe Wulf 2003].

### 3 Facility Management

Facility Management (FM) ist ein recht weit gefasster Begriff und beschränkt sich keinesfalls auf die elektronische Verarbeitung von objektbezogenen Daten. Nach der Definition von [Bill/Zehner 2001] umfasst Facility Management unternehmerische Prozesse, die durch die Integration von Planung, Kontrolle und Bewirtschaftung bei Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen (Facility) und unter Berücksichtigung von Arbeitsplatz und Arbeitsumfeld eine verbesserte Nutzungsflexibilität, Arbeitsproduktivität und Kapitalrentabilität zum Ziel haben. Hierbei werden alle Facilities als strategische Ressourcen in den unternehmerischen Gesamtprozess integriert. Facilities sind alle Grundstücke, Gebäude, (technische) Infrastrukturen, Anlagen und Einrichtungen sowie Objekte, die ein Anlagevermögen besitzen. Das Management wird mit der Integration von Planung, Realisierung, Bewirtschaftung und Controlling des Anlagevermögens gleichgesetzt.

Das Prinzip von Facility Management basiert weiterhin auf den drei Säulen Ganzheitlichkeit, Lebenszyklus und Transparenz [Nävy 2000], die jeweils nicht isoliert betrachtet werden können.

Im Folgenden wird auf diese eingegangen, um darauf aufbauend die Bezüge zum aktuellen Projekt herzustellen.

Ein wichtiger Aspekt ist die **Ganzheitlichkeit**, d.h. eine umfassende Betrachtungsweise und Betreuung aller Ressourcen. Hierbei geht die Betrachtung über die jeweiligen Verantwortungsbereichsgrenzen hinaus, sodass eine Sachressource zum Beispiel nicht nur von einer einzelnen Abteilung gesehen wird.

In einem Facility Management wird die komplette Lebensphase des jeweiligen Objektes betrachtet. Von der Planung über Nutzung bis hin zur Aussonderung wird es über seinen ganzen **Lebenszyklus** begleitet. Die Nutzungsphase bildet zum Beispiel bei Immobilien den Schwerpunkt und kann bis zu 80 % der Kosten ausmachen. Gerade bei einer flexiblen Bewirtschaftung ist hier eine ständige Begleitung des Objektes notwendig.

Ein wichtiger Bestandteil ist ebenfalls die **Transparenz**, die mit einem Facility Management umgesetzt werden kann. Innerhalb eines Unternehmens kann das Ziel verwirklicht werden, dass alle Informationen über Sachressourcen und deren Bewirtschaftung, Organisation und



Verwaltung jederzeit aktuell und zentral zur Verfügung stehen. Gerade für Entscheidungsprozesse ist die Informationsbereitstellung von enormer Bedeutung und Defizite in der Aktualität und Bereitstellungszeit können oft zu hohen zusätzlichen Kosten führen.

Dieser breite Ansatz von Facility Management erfordert ein recht komplexes Softwaremodell, um alle Prozesse abzubilden und technisch zu realisieren. In den letzten zwei Jahrzehnten entstanden hauptsächlich Systeme, die sich mit der Verwaltung der Objekte befassen. Dabei wurde bisher auf vorhandene Systeme und Daten zurückgegriffen, die bei der Planungsphase entstanden sind und genutzt wurden. Dies sind vor allem CAD-basierte Systeme und Daten. Im Gegensatz dazu ist bei der Einführung eines Facility Managements bei Scandlines eine Integration in ein Geoinformationssystem vorgesehen.

### **3.1 Einführung eines Facility Managements**

Die Einführung eines Facility Managements beschränkt sich keinesfalls, wie im vorigen Abschnitt schon deutlich wird, auf die Anschaffung eines Softwarepakets. Oftmals müssen ganze Strukturen, Hierarchien und Arbeitsweisen [Glauche 1999] geändert werden, um überhaupt die Grundsätze des strategischen Managements umzusetzen, und doch sind die Auswahl und der Einsatz der unterstützenden Werkzeuge in der Informationstechnologie von enormer Bedeutung für den Erfolg einer solchen Einführung.

Die erste Phase bildet demnach ein Konzept zur schrittweisen Einführung im gesamten Unternehmen. Dies beinhaltet zum Teil notwendige Umstrukturierungen und das Heranführen an die Prinzipien des Facility Managements sowie den technologischen Werdegang. Eine geeignete Software muss ausgewählt oder erstellt werden und die Datenbasis muss geschaffen werden.

Bis zum heutigen Tag haben immer noch viele Unternehmen große Scheu vor der Einführung eines umfassenden Facility Managements [Opic 2003], da es oftmals zu größeren Änderungen in den Arbeitsprozessen und Verwaltungsebenen kommen muss. Daher greifen 75 % der Unternehmen auf externe Unternehmensberater und Softwareanbieter zurück [Weller et al. 2003].

### **3.2 Computer Aides Facility Management (CAFM)**

Die computertechnische Realisierung von Facility Management spiegelt sich in Computer

Aides Facility Management (CAFM) wider. Dabei sollen diese Facility-Management-Software-Produkte primär sämtliche Tätigkeiten und Leistungen im Arbeitsablauf unterstützen.

Mit der Einführung von CAFM-Systemen werden konventionelle Datenhaltungen wie Ordner, Listen oder Karteikästen von Datenbanken abgelöst. Dadurch werden Redundanzen verringert oder vermieden und der Aufwand durch Mehrfachpflege erheblich reduziert.

Hier lassen sich die ersten Vorteile eines Systems auf EDV-Basis aufzeigen, nämlich die schnelle Bereitstellung von Informationen. Weiterhin wird damit eine Transparenz geschaffen, weil Informationen verschiedenster Dimensionen verknüpft werden. So können zum Beispiel aussagekräftige Analysen zwischen Flächen, Personen und Netzwerken durchgeführt werden. Hauptaspekt ist aber im Rahmen des Facility Managements die Optimierung von Prozessen [VDI 1599].

Ein Standardmodell für eine ausgereifte CAFM-Anwendung gibt es aufgrund der Heterogenität der jeweiligen Objekte mit ihren Daten nicht. Das CAFM muss für das jeweilige Unternehmen bzw. für die Organisation an die speziellen Bedürfnisse und Lösungen angepasst werden. Es muss somit vorab geklärt werden, welche Ziele und Verbesserungen durch den Einsatz des CAFM erreicht werden sollen, damit die Einführung des Systems auch zum Erfolg führen kann. Im Rahmen dieser Arbeit wird dies im Abschnitt 6 durchgeführt und erläutert.

Erfahrungsgemäß sind verschiedene Organisationsbereiche in die Gebäude- und Objektverwaltung einbezogen. So sind zum Beispiel die technische Abteilung, die kaufmännische Verwaltung und die Geschäftsführung sowie externe Ingenieur- und Architekturbüros bei der Errichtung, Betreuung und Instandhaltung baulicher Anlagen beteiligt. Alle diese Bereiche müssen in einem CAFM-System mit ihren jeweiligen Softwareanwendungen integriert werden, wobei die zentrale Datenhaltung die wichtigste Komponente im System ist.

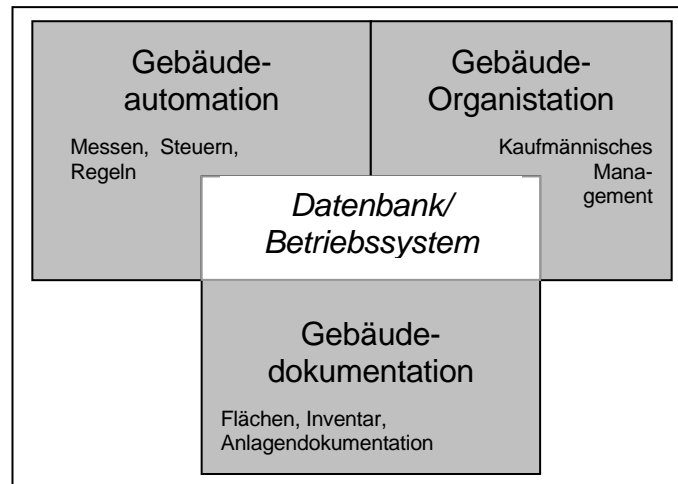


Abbildung 3.1: Wechselwirkungen im Facility Management [nach VDI 1599]

### 3.3 Klassifizierung der Systemansätze heutiger CAFM

Heutige Facility-Management-Software-Produkte basieren auf verschiedenen Systemansätzen. Dabei spielt immer die Problematik der getrennten Speicherung der grafischen Daten und der Sachdaten eine Rolle

Für die grafische Speicherung und Visualisierung werden fast ausschließlich Computer Aided Design (CAD)-Systeme verwendet und daran werden die nichtgrafischen Daten angehängt. Dies basiert auf Produkten, die hauptsächlich für die Bau- und Architekturbranche entstanden. Die Softwareanbieter koppelten Datenbankfunktionen an CAD-Systeme, sodass die Sachdaten als Attribut zu den grafischen Objekten gespeichert wurden.

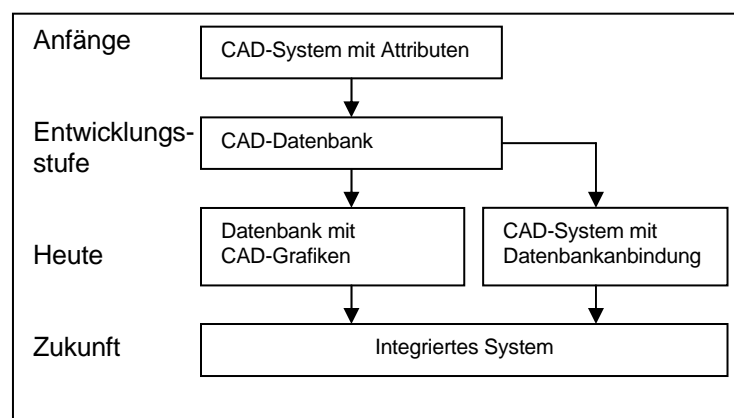


Abbildung 3.2: Entwicklung CAFM-Systeme

Dies führt aber zu Problemen bei großen Datenmengen, sodass relativ schnell relationale Datenbanksysteme eingesetzt wurden. Es hat sich weiterhin herausgestellt, dass sich CAD-Systeme nicht als Basis für Informationssysteme eignen, weil diese nicht flexibel genug sind,

um die Informationen der verschiedenen Anwenderkategorien zu speichern. So entstanden Systeme, bei denen die Datenbank die Führungsrolle übernahm und ebenfalls die geografischen Daten in der Datenbank gespeichert wurden. Zukünftig werden sich daraus Systeme entwickeln, die die verschiedenen Objekte und Anwendungen gemeinsam speichern und steuern. Hier bieten sich zum Beispiel Geoinformationssysteme an.

Anhand der aufgeführten Entwicklung lässt sich folgende Klassifizierung [vgl. auch Nävy 2000, VDI 1599] vollziehen:

- CAD System mit Attributspeicherung
- CAD System mit angebundener relationaler Datenbank
- Datenbanksysteme mit gekoppelter CAD-Anwendung
- Integriertes System / Geoinformationssysteme

Die **CAD-Systeme mit Attributspeicherung** waren die ersten Ansätze von CAFM-Systemen. Die notwendigen Funktionalitäten werden von fast jeder CAD-Anwendung unterstützt. Durch die Möglichkeit, Informationen zu den einzelnen grafischen Objekten als Attribute anzuhängen, wurde versucht, die für das Facility Management relevanten Daten in den Attributen abzuspeichern. Ohne jegliche Zusatzsoftware konnten CAFM-Modelle entwickelt und mit ihrem Raumbezug in der CAD-Anwendung gespeichert werden.

Hier zeigten sich allerdings sehr bald Grenzen. Zum einen ist die Anzahl der Attribute in den Anwendungen meist auf eine geringe Anzahl begrenzt, zum anderen ist das Dateiformat nicht für eine Speicherung größerer Sachdatenmengen geeignet. Weitere Nachteile sind hierbei auch, dass keinerlei Auswertungsmöglichkeiten bestehen. Zum einen fehlt dazu eine einheitliche Struktur der Daten und zum anderen ein Bezug zwischen den einzelnen grafischen Objekten. Aufgrund dieser entscheidenden Nachteile wurden die meisten Entwicklungen auf dieser Basis nicht fortgeführt.

Um das Problem mit der Sachdatenspeicherung zu lösen, wurde auf bewährte Speicherlogiken zurückgegriffen. An das **CAD-System wurde eine Datenbank angebunden**, in der alle Sachinformationen gespeichert wurden. Die Steuerung und die Anwendung der CAFM erfolgte aufgrund der Entwicklung ausschließlich durch das CAD-System. Es wurden Datenbank-Benutzeroberflächen und Facility Management Module für verschiedene CAD-Anwendungsprogramme entwickelt. Dadurch hat sich ein sehr

leistungsfähiges System gebildet, bei dem eine bidirektionale Bearbeitung von Datenbeständen möglich wurde. Der Vorteil für die Anwender lag darin, dass vorhandene Softwareprodukte und weitere Anwendungsaufsätze (z.B. Architekturaufsätze) in Kombination mit dem Facility Management genutzt werden konnten. Weiterhin war es auch möglich, die Daten in der Datenbank über weitere Schnittstellen zu nutzen und sie zum Beispiel zu analysieren. Hierbei ist dann kein CAD-System mehr notwendig und somit auch eine CAD unabhängige Verarbeitung zulässig. Dieser Systemansatz ist vor allem in planerischen und konstruktiven Bereichen sinnvoll, weil hier immer die grafische Komponente des Systems genutzt wird. Die starke Dominanz des CAD-Systems bleibt aber immer präsent und lässt sich bei der Weiterentwicklung nur schwer reduzieren, weil hierauf die Kopplung beruht. Dies ist auch der Nachteil von diesem Systemansatz. Das CAD-System ist nicht flexibel genug, um zum Beispiel die verschiedenen Anwenderkategorien aufzunehmen und redundanzfrei zu verarbeiten. Als Basis für ein Informationsmanagementsystem ist der CAD-Ansatz nicht geeignet.

Hier bietet sich eher ein **Datenbanksystem mit gekoppelten CAD-Anwendungen** an. Dabei nimmt die Datenbank die Führungsrolle ein und kann damit als eine Basis für viele Anwendungsbereiche stehen. Oftmals findet sich auch eine Client-Server-Architektur, um ein verteiltes Arbeiten zu ermöglichen. Mit vielfältigen Produkten kann auf die Informationen in der Datenbank zugegriffen und diese verarbeitet werden. Verwendet werden dabei relationale Datenbankmanagementsysteme, um die Daten redundanzfrei abzuspeichern. Die verschiedenen Anwendungsmodule werden auf die Datenbank aufgesetzt und können über eine einheitliche und komfortable Benutzeroberfläche gesteuert werden. Über standardisierte Schnittstellen werden die CAD-Systeme angebunden. Ebenso können aber auch andere Medien wie Pläne und Bilder integriert werden. Die Erstellung und Weiterführung der grafischen Daten ist in einem solchen Datenbanksystem nicht möglich und wird oftmals in einer externen CAD-Anwendung vollzogen, wobei oft ein Bruch zwischen den Sach- und grafischen Daten auftritt. Bei diesem Systemansatz stehen aber die Sachdaten im Vordergrund, die sich bei einer Fortführung eher verändern als zum Beispiel die CAD-Pläne. Relationale Datenbanksysteme als Basis für das CAFM haben derzeit nach Nävy 2000 einen Anteil von über 70 % auf dem deutschen Markt. Der große Erfolg beruht auf der großen Funktionalität für viele Anwendungsbereiche und auf der Erweiterbarkeit des Systems.



Abbildung 3.3 Internetanwendung speedikon

Aufgrund der Entwicklung der CAFM-Systeme sowie von technischen Neuerungen wie dem objektorientierten Ansatz werden sich zukünftig mehr und mehr **integrierte Systeme** durchsetzen. Ein solches integriertes System vereint dann nicht nur das Datenbanksystem und das CAD-System in einer einheitlichen Struktur, sondern auch alle angrenzenden übergreifenden Anwendungen wie zum Beispiel Buchhaltung oder Controlling. Das integrierte CAFM-System lässt sich ebenfalls in andere Anwendungen einbetten und kann andere Plattformen nutzen. Die Verwendung von objektorientierten Datenbanksystemen ermöglicht eine bessere Verzahnung der verschiedenen Systemkomponenten und lässt ebenfalls eine komplexere Struktur bzw. komplexere Datenmodelle zu.

Einige Softwareanbieter bezeichnen ihre Anwendungen bereits heute schon als „integriert“, allerdings besteht hier nicht der beschriebene Ansatz. Nach Meinung des Autors werden die integrierten CAFM-Anwendungen auch eher von großen Softwarehäusern aus dem kaufmännischen Bereich und der Geoinformatik entwickelt. Eigenständige CAFM-Produkte, die auf CAD beruhen, werden sich längerfristig auf dem Markt nicht weiter durchsetzen können.

Eine Vorstufe von einem solchen integrierten System kann auf der Basis von einem **Geoinformationssystem (GIS)** realisiert werden. Eine wichtige Eigenschaft, die Verarbeitung und die Speicherung der (geo-)grafischen und alphanumerischen Daten in einem System, ist einem Geoinformationssystem von Grund auf gegeben. Weiterhin kommt

bei Geoinformationssystemen im Gegensatz zu den vorherigen Lösungen die Möglichkeit hinzu, die Daten auch räumlich zu verknüpfen und zu analysieren. Nach Kenntnis des Autors findet sich seitens der Softwarehersteller noch kein Produkt, das auf der Grundlage eines Geoinformationssystems arbeitet. Auch wurde bei einer Recherche kaum Literatur zum Thema Facility Management auf GIS Basis gefunden.

### 3.4 Softwareprodukte

Die Einsatzbreite der CAFM-Softwareprodukte ist sehr vielfältig, stehen dabei aber unter der Prämisse der Optimierung der Prozesse im Facility Management. Wie bereits hervorgehoben, gibt es im Bereich Facility Management auf CAD / Datenbankbasis bereits eine Anzahl von kommerziellen Produkten. Die meisten sind von einer integrativen Anwendung noch recht weit entfernt und stellen ein jeweils geschlossenes System mit einer oder mehreren offenen Schnittstellen dar.

Eine ausführliche Marktübersicht zu CAFM-Produkten findet sich in [Nävy 2000]. Gekürzte Marktübersichten des Büros Ebert-Ingenierue gibt jährlich die Fachzeitschrift *Der Facility Manager* [FM 2004] heraus, wovon die ausführliche Fassung als kostenpflichtige Empfehlung in der GEFMA-Reihe veröffentlicht wird [GEFMA 940]. Je nach Spektrum gibt es 35-50 Produkte für Facility Management auf dem deutschsprachigen Markt. Die Übersichten werden bewusst auf den deutschsprachigen Markt beschränkt, weil nur hier die entsprechenden Anpassungen an deutsche Normen und an den hiesig definierten Stand der Technik erhältlich sind.

Wie bereits erwähnt, sind die meisten Produkte Zusatzkomponenten oder eine eigenständige Datenbankanwendung zu einer CAD-Software wie zum Beispiel Autodesk AutoCAD oder Bentley Microstation. Der Funktionsumfang der Softwarepakete ist sehr unterschiedlich und reicht von den Grundfunktionalitäten wie zum Beispiel Flächen- und Raumnutzung bis hin zu integriertem Workflowmanagement. Je nach Anwendungsfall muss die passende Software angeschafft und bei Bedarf noch für das Unternehmen angepasst werden, wofür es eine ganze Reihe von Dienstleistern gibt. Eine pauschale Bewertung, Beurteilung oder Einstufung ist bei diesen Produkten nur schwer möglich, weil es für Facility Management noch keine festen Merkmale gibt, um daran Produkte zu messen.

Keines der in den Marktübersichten aufgeführten Produkte arbeitet auf Basis eines Geoinformationssystems oder sieht eine Anbindung vor.

Freie oder OpenSource Produkte im Facility Management finden sich nach Erfahrungen des

Autors nicht auf dem Markt. Dies hat sicherlich mit der Tatsache zu tun, dass FM-Produkte hauptsächlich im Großunternehmensbereich eingesetzt werden und so noch kein vordringlicher Bedarf für die freie Software-Community besteht, solche Produkte zu entwickeln.

### 3.5 Normen und Standards

Wie in fast allen anderen IT- und Ingenieurbereichen gibt es auch zu Facility Management eine Reihe von Normierungen und Ansätze von Standardisierungen. Ebenso breit gefächert wie Facility Management selbst sind auch die Gremien und Organisationen, die sich mit diesem Feld beschäftigen.

Wichtigstes Gremium hierbei ist die GEFMA, der Deutsche Verband für Facility Management e.V.. GEFMA bezeichnet sich als deutsches Netzwerk der Entscheider im Facility Management. Sie hat über 390 Mitgliedsunternehmen und repräsentiert wichtige Unternehmen aus den Bereichen der Komplettanbieter, der kaufmännischen, technischen und infrastrukturellen Dienstleistungen, des Liegenschaftsmanagements, der Consulting- und Finanzdienstleistungen sowie der IT-Services. Ebenso gehören Investoren oder Eigentümer und Betreiber von Liegenschaften sowie der öffentliche Bereich mit seinen Verwaltungen zu den Mitgliedern im GEFMA.

Hauptanliegen der GEFMA ist die Vertretung und die Publikation des Facility Managements. Sie engagiert sich aber ebenso im Normungsbereich und so sind in den letzten Jahren eine Reihe von Richtlinien entstanden, die nach und nach als de facto-Standards und zum Teil als Normen anerkannt werden.

Das Richtlinienwerk [GEFMA 2004] umfasst alle Bereiche, die mit Facility Management in Berührung kommen. Von der Begriffsdefinition über die Gebäude- und Anlagenkennzeichnung bis hin zu Zertifizierungsverfahren für Facility Management-Fachwirte ist ein breites Spektrum entstanden. Die Richtlinien sind dabei aber mehr als Rahmen für den fachlichen Kontext zu sehen. Eine entsprechende Anpassung an die spezielle Anwendungsumgebung ist dabei ebenso nötig wie bei dem Facility Management selbst. Leider sind durch die offene Struktur der GEFMA noch viele Richtlinien unvollständig oder veraltet, sodass noch nicht wie in der Richtlinien-Einleitung [GEFMA 2004] angekündigt von einem „umfassenden und ganzheitlichen“ Werk gesprochen werden kann.

Relevant für die technische Integration von Facility Management in ein



Geoinformationssystem ist vor allem der Richtlinienabschnitt GEFMA 400. Hier wird auf den Einsatz von EDV eingegangen. Besonders interessant ist hier die Richtlinie 410 „Schnittstellen zur IT-Integration von CAFM-Software“. Obwohl die Richtlinie erst im März 2004 veröffentlicht wurde, geht diese wieder nur ausschließlich auf CAD-Produkte und -Daten ein. Geoinformationssysteme werden nicht erwähnt. Jedoch lassen sich die Ansätze zu den Schnittstellen und zum Datenaustausch auch auf Geoinformationssysteme übertragen. Die international übergeordnete Organisation von GEFMA ist die IFMA (International Facility Management Association) und verfolgt ähnliche Ziele wie die GEFMA im internationalen Bereich.

Rechtlich bindende Normen finden sich in den ISO-Normen und in der Deutschen Industrie Norm nur für vereinzelte Bereiche im Facility Management. Zum Beispiel werden mit der DIN 276 (Kosten im Hochbau) und der DIN 277 (Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau) die Grundlagen für eine einheitliche Klassifizierung und Bewertung beschrieben [Lepper 2001]. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird von den benannten Normen noch schwerpunktmäßig auf das Management von Arbeitsflächen in Büro- und Verwaltungsgebäuden eingegangen.

Weiterhin wurden von der DIN und vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Normen aufgestellt, die vor allem dem Betrieb und der Instandhaltung der technischen Anlagen dienen und dann entsprechend angewendet werden müssen [Braun 2001].

Für den Datenaustausch ist erst kürzlich der IFC-Standard (Industry Foundation Classes) der International Alliance for Interoperability verabschiedet worden. In seiner Version IFC2x kann auch von einer Normierung gesprochen werden, weil er in die ISO-Normen aufgenommen wurde [IAI 2004]. In einer modernen XML-Struktur können mit diesem Standard alle am Bauwerk existierenden Bauteile mit allen Attributen beschrieben und in eine feste Objektstruktur eingebettet werden. Zum Teil wurden auch Spezifikationen festgelegt, die nur in der Gebäudebewirtschaftung genutzt werden. Der Standard ist allerdings sehr umfangreich und so ist eine technische Integration sehr aufwendig. Hier ist abzuwägen, ob und wie sinnvoll die komplette Umsetzung bei einer Softwareentwicklung ist.

Darüber hinaus werden in dieser Arbeit ebenfalls Standards aus dem Bereich Geoinformationssysteme tangiert. In diesem Bereich handelt es sich hauptsächlich um Normen im Bereich Datenhaltung, Metadaten und Interoperabilität. Normierungsgremien

sind hier zum Beispiel das technische Komitee 211 der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO TC 211) und das OpenGIS Konsortium (OGC).

### **3.6 SAP R/3 und Facility Management**

Ebenso wie es zahlreiche Bestrebungen gibt, Objekte in Geoinformationssystemen mit der jeweiligen Finanzbuchhaltung zu koppeln, um redundante Datenhaltung und -verarbeitung zu vermeiden, gibt es solche Bestrebungen in Ansätzen auch für CAFM-Systeme.

Bei Scandlines Deutschland wird das Softwarepaket SAP R/3 eingesetzt. Die Module von SAP lassen sich in drei Hauptkomponenten gliedern: die Finanz- und Rechnungsverwaltung, die Personalverwaltung und die Logistik. Bei genauer Betrachtung kann mit SAP vor allem der kaufmännische Aspekt des Facility Managements durchgeführt werden. Dies bezieht sich zum Beispiel auf die Module Corporate Real Estate (CRE), wo auch bereits eine CAD/CAFM Schnittstelle vorhanden ist und auf die Module Financial Accounting (FI) und Controlling (CO), die vor allem den Wertschöpfungskreislauf im Sinne der Ganzheitlichkeit und des Lebenszyklus erschließen [Ranglack 2000].

Für den Bereich des technischen Facility Managements kommt eher der Hauptbereich der Logistik und hier vor allem das Immobilienmanagement zum Tragen. Verwirklicht wird dies konkret mit den Modulen Plant Maintenance (PM, Instandhaltung eigener technischer Anlagen), Materials Management (MM) und Project System (PS).

Mit der Unterstützung von SAP im Facility Management-Bereich kann nach [Ranglack 2000] durch Kostenoptimierung bei Einkauf, Wartung und Pflege bei baulichen und technischen Anlagen, durch Erläsoptimierung bei Vermietung bzw. Verwertung von Immobilien und Anlagen sowie durch den Nachweis steuerlicher und technischer Vorschriften und Gesetze ein erheblicher Mehrwert geschaffen werden.

Bei der technischen Umsetzung der Facility Management/SAP Integration bieten sich wieder unterschiedliche Systemansätze an. Zum einen geschieht dies auf der Basis der gemeinsamen Nutzung von Daten oder zum anderen durch die Integration von Prozessen in das jeweilige andere System. Je nach Anwendungsfall sind dafür Schnittstellen bereitzustellen, um die verschiedenen Systeme zu koppeln. Bei der gemeinsamen Nutzung von Daten bietet es sich an, die SAP-Datenbank als Speichermedium zu nutzen. Die Stammdaten in SAP R/3 bilden dazu die gemeinsame Grundlage. SAP selbst bietet zwei Schnittstellen zur Nutzung der SAP-Daten an, die BAPI (Business Application Programm Interface) und RFC (Remote Function

Call). Allerdings wird die Einbindung in die jeweilige CAFM-Software nicht unterstützt, sodass recht aufwendig eine Middleware oder eine softwarespezifische Programmierung erstellt werden muss.

## 4 GIS-FM-Integration

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, wird Facility Management hauptsächlich mit Datenbank- und CAD-Systemen realisiert. Im hiesigen Ansatz soll das Facility Management mithilfe eines Geoinformationssystems umgesetzt werden. Diese Lösung wurde bisher kaum verwendet und ist nach Ansicht des Autors im Hinblick auf die Entwicklungen in der GIS-Software viel versprechend.

Die Hauptkomponenten zur Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation von geografischen Daten und Sachdaten bilden wie in einem Computer Aided Facility Management die Grundlage in einem Geoinformationssystem [Schürle 1998]. Die Vorzüge eines CAD-Systems bei der Erfassung von geografischen Daten gegenüber einer GIS-Anwendung werden immer geringer und sind spätestens in der nächsten GIS-Software-Generation obsolet. Darüber hinaus ist die Überführung der Daten von einem CAD-System zu einer GIS CAFM-Software mittlerweile ohne Verluste möglich. Selbst entsprechend aufbereitete Sachdaten und Attribute lassen sich zwischen den verschiedenen Systemen austauschen. Der Unterschied liegt hier in der einmaligen Bereitstellung der Daten oder in der ständigen Verfügbarmachung von einem zum anderen System.

Der grundlegende Vorteil der Nutzung eines Geoinformationssystems als Basis ist die gemeinsame und zentrale Verarbeitung aller raumbezogenen Unternehmensdaten, also auch der nicht Facility Management-relevanten Daten. Durch die Überlagerung der Daten sind verschiedene räumliche Analysen möglich, die in einem herkömmlichen CAFM nicht vorhanden sind. Hierzu zählen Analysen innerhalb der FM-Daten und in Kombination mit FM-fremden Daten.

Weiterhin kann mit einem Geoinformationssystem eine zentrale Datenbasis geschaffen werden, auf die verschiedene Fachanwendungen zugreifen können. Die zentrale Datenbasis vermeidet redundante Datenhaltung sowie zusätzliche Aufwendungen für Pflege, Aktualisierung und Abgleich.

### 4.1 Datenmodelle

Die Kosten der Ersterfassung von Daten für das Facility Management werden nach einer Studie der GEFMA mit über 50 % des Gesamtaufwands beziffert [Kubit 2004]. Dahingehend ist eine entsprechende Aufarbeitung und Speicherung nötig, um die

gewonnenen Daten vielseitig nutzbar zu machen.

Dies wird zum Beispiel ermöglicht, wenn die Daten in einem standardisierten Datenmodell offen für viele Softwareanwendungen abgelegt werden. Beschränkende Merkmale sind hierbei das Format, die Struktur und die speichernde Anwendung.

Für den Bereich Facility Management gibt es derzeit noch keine einheitlichen Normungsvorgaben über den Aufbau und den Inhalt der Daten. Durch die Industriallianz für Interoperabilität (IAI) ist mit dem Industry Foundation Classes (IFC) ein neuer Standard für den Datenaustausch in der CAD-Welt geschaffen worden. Dieses Format bildet ebenfalls die komplexen Strukturen ab und es ließe sich daraus ein einheitliches Datenmodell entwickeln, welches dann auch entsprechend IFC konform ist. Wie bereits erwähnt, ist der IFC nicht nur für das Facility Management geeignet und damit sehr umfangreich. Die Speicherung der Daten erfolgt in einem XML-Format und ist somit nicht unbedingt für die dauerhafte Bearbeitung und Datenhaltung sinnvoll, weil es in keiner Datenbank effektiv gespeichert werden kann. Einige Softwareanbieter unterstützen diesen Standard bereits, sodass die Daten zwischen den unterschiedlichen Fachanwendungen ausgetauscht werden können. Zum Beispiel können Objekte mit allen Attributen von einer Architektursoftware zur Haustechniksoftware oder zu einem CAFM übergeben werden. Die interne Speicherung in den Softwareprodukten ist dabei nicht bekannt und in diesem Fall nicht relevant.

Bei herkömmlichen CAFM-Datenbankanwendungen werden die Daten in einem objektrelationalen Modell gespeichert. Über Beziehungen und Relationen sind verschiedene Objekte und Datenfelder miteinander verknüpft. Die Verknüpfung erfolgt so, dass möglichst wenige Datenstrukturen und wenig Redundanzen auftreten.

Ein Beispiel dafür sind die Datenmodelle von ArcFM, die in Zusammenarbeit von Miner&Miner und ESRI frei zur Verfügung gestellt werden [[www.esri.com](http://www.esri.com)]. Leider beziehen sich die Modelle nur auf den Bereich der Ver- und Entsorgung und decken damit nur einen Teil des Facility Managements ab. Siehe den Modellausschnitt für die Beschreibung eines elektrischen Geräts in Abbildung 4.1.

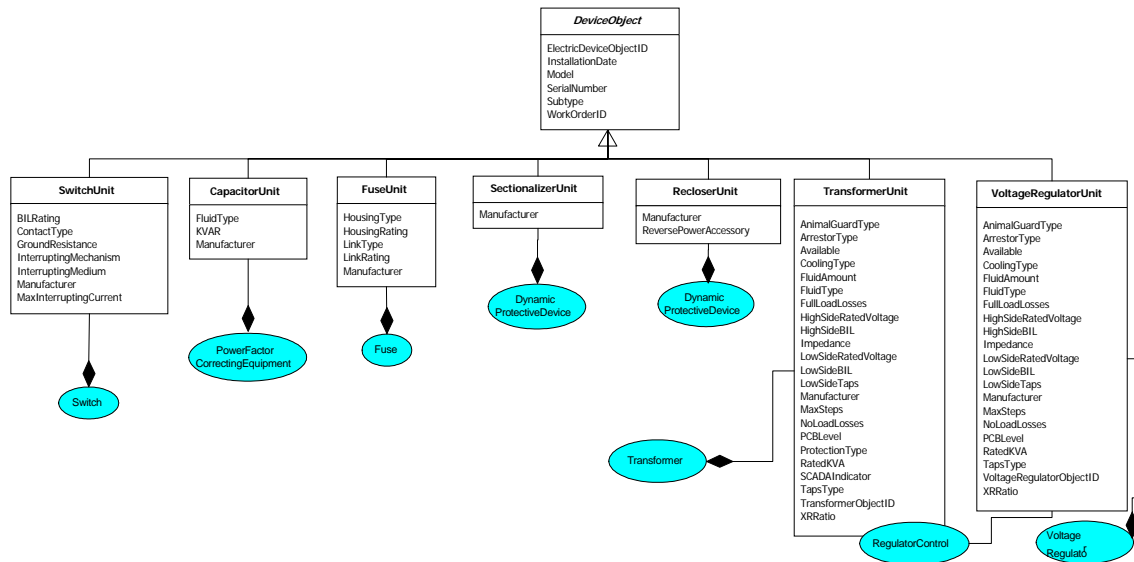


Abbildung 4.1 Ausschnitt ArcFM-Modell - elektrisches Gerät

Im Hinblick auf die besonderen Anforderungen für das Projekt eines Gebäudemanagements erscheint es sinnvoll, ein eigenes Datenmodell zu entwickeln, welches den Ansprüchen der Anwendung genügt und entsprechend angepasst werden kann.

Bei der Entwicklung eines eigenen Datenmodells ist einerseits auf den erforderlichen Datenbestand und die Bedürfnisse des Unternehmens einzugehen, andererseits sollten auch Richtlinien und Empfehlungen beachtet werden.

So ist zum Beispiel für die Kategorisierung der Flächen die DIN 277 zu Grundflächen und Rauminhalten von Bauwerken relevant. Hier finden sich standardisierte Hauptnutzungsflächen, die vor allem bei der Weiternutzung für eine Finanzbuchhaltung von Vorteil sind [Lepper 2001].

Anzustreben ist ebenfalls eine Datenmodellierung mit generischen Datenmodellen, da sich in der Entwicklungsphase das Datenmodell meist recht oft ändert. Bei einem generischen Datenmodell werden alle Objekte einheitlich gespeichert und dynamisch zu einer komplexen Datenstruktur zusammengesetzt. Der Aufbau der Struktur wird ebenfalls in der Datenbank abgelegt, kann aber beliebig ohne Änderung der Datenbank selbst erweitert werden [Röhrich 2003].

Eine weitere Problematik beim Aufbau eines Datenmodells für Facility Management in einem GIS ist die Kopplung mit dem jeweiligen Geobjekt. In erster Linie werden die Geometrien in einem heutigen Geoinformationssystem zweidimensional abgelegt und über ein Attribut wird die Lagehöhe bestimmt. Es handelt sich dabei um eine so genannte zweieinhalbdimensionale Abbildung. Bei einem Facility Management ist die Lagehöhe vor

allem in der Etagenauftellung eines Gebäudes relevant. Im Zuge der Übersichtlichkeit werden bei CAD-Systemen die Etagen in getrennten Zeichnungen vorgehalten. Bei einem Geoinformationssystem bietet es sich an, die verschiedenen Etagen in mehreren Layern abzulegen und diese der jeweiligen Lagehöhe zuzuordnen.

Dies entspricht aber nicht mehr der Forderung nach einem einheitlichen Bestand, weil gleiche Datentypen in unterschiedlichen Elementen gespeichert werden. Hier muss eine Kompromisslösung gefunden werden.

## 4.2 CAD - GIS Dateninteroperabilität

Die Funktionalitäten von CAD- und GI-Systemen überschneiden sich in den letzten Jahren immer mehr und gleichen sich zunehmend an. Hierzu zählen die Attributdatenspeicherung auf der CAD-Seite und Konstruktionshilfsmittel bei den GIS-Software-Produkten.

Dementsprechend entwickeln sich auch die Datenformate und Konvertierungsprogramme und eine Übergabe zwischen den verschiedenen Systemen wird ermöglicht.

Diese Dateninteroperabilität ist notwendig, weil fast ausschließlich CAD-Systeme zur Datenerhebung und Konstruktion im Planungsbereich verwendet werden und diese weiterführend in einem Geoinformationssystem verarbeitet werden sollen.

Die Problematik liegt dabei einmal in der Möglichkeit der unterschiedlichen Speicherung von Geometrieobjekten sowie deren Konstruktion, zum anderen bei der Übernahmefähigkeit der Attribut- bzw. Sachinformationen.

Geoinformationssysteme erfordern eine geobjektorientierte Speicherung. Jedes Element bildet ein abgeschlossenes Objekt, zu dem die Sachinformationen gespeichert werden. Im Allgemeinen sind solche Geometrieobjekte Punkte, Linien oder Flächen. In CAD-Systemen hingegen können verschiedene grafische Elemente ein Objekt bilden oder für mehrere Objekte wird ein und dasselbe grafische Element verwendet. So genannte Spaghettidaten entstehen häufig bei der Konstruktion in den CAD-Systemen, weil bisher nur auf die grafische Ausgabe geachtet wurde. So kann zum Beispiel eine Grundrisszeichnung eines Hauses aus unendlichen Linien bestehen, die lagegenau das Haus darstellen. Einzelne Räume und Türen können aber nicht explizit als einzelnes Objekt ausgemacht werden, weil die Linien mit mehreren Segmenten keine vollständigen Objekte umranden. Für einen Raum ist zum Beispiel eine geschlossene Fläche nötig, an die die Sachdaten angebunden werden. Natürlich kann mit einem CAD-System auch geobjektorientiert konstruiert werden. Dies war bisher noch nicht praxisüblich, sodass hier eine Umstellung bei der Bearbeitung

erforderlich sein wird.

Wie sich gezeigt hat, sind die vorhandenen Datenbestände meist Spaghettidaten, sodass ein erheblicher Aufwand für die Konvertierung notwendig ist. Da die Problematik bekannt ist, gibt es zahlreiche Werkzeuge, mit denen die Konvertierung halbautomatisiert erfolgen kann. Die Zuordnung der Geobjekte zu den Sachdaten muss meist manuell erfolgen. Ein Beispiel dazu findet sich im Kapitel 5.2 bei der Erhebung für die Geobasisdaten.

Die CAD-Systeme mit GIS-Funktionalität unterstützen natürlich die geobjektorientierte Konstruktion, weil hierin die Voraussetzung für die Anbindung von Sachdaten liegt. Die verschiedenen CAD-Softwareanbieter haben dabei unterschiedliche Wege gefunden (siehe Abschnitt 4.3).

Im speziellen Fall der CAFM-Systeme gibt es für die Organisation und Aufbereitung von Daten zwischen unterschiedlichen Systemen eine Reihe von Werkzeugen von Drittanbietern (siehe zum Beispiel [Kubit 2004]). Die Daten des Facility Managements müssen aber bereits in eine feste Struktur eines CAFM-Systems integriert sein.

#### **4.3 Lösungsansätze führender Hersteller**

Unter den zahlreichen CAFM-Anbietern (siehe Kapitel 3.4) beschäftigen sich bereits einige mit einer Realisierung auf der Basis oder in Zusammenarbeit mit einem Geoinformationssystem. Dies sind originäre CAFM-Anbieter wie die CAD-Systemhersteller, die bereits Produkte im Geoinformationssektor im Portfolio haben, und auch reine GIS-Produkte-Hersteller.

Nachfolgend finden sich verschiedene Ansätze von Herstellern und deren Produkte, mit denen ein Geoinformationssystem gestütztes CAFM realisierbar wäre. Die Auswahl betrifft Hersteller, die für den deutschen Markt relevant sind und einen entsprechenden technischen Ansatz aufzeigen. Ein Großteil der Anwendungen konnten vom Autor selbst getestet werden.

##### ***Speedikon***

Speedikon FM ist ein FM-Softwareanbieter, dessen gleichnamiges Produkt auf einer Datenbanklösung mit gespeicherten CAD-Zeichnungen basiert. Es positioniert sich dabei ausdrücklich als kein CAD-Tool. Die Grafiken werden entweder bei Prozessrelevanz in der Datenbank abgelegt oder nur als Basisgrafiken im Hintergrund geführt.

Im Frühjahr 2004 hat Speedikon mit ESRI einen Kooperationsvertrag abgeschlossen [ESRI



2004a]. Auf Anfrage bei Speedikon wurden nähere Details zur technischen Entwicklung im Umfeld von GIS, insbesondere zu ESRI ArcGIS, bekannt [Speedikon 2004].

Mittelfristig werden die Basisgrafiken mit ArcGIS realisiert. Die Objekte der Basisgrafiken werden mit der Speedikon-Anwendung verknüpft. Die prozessrelevanten Grafiken und Businessobjekte werden mittels Masken in ArcGIS visualisiert, sodass alle Grafiken in ArcGIS für die weitere Verarbeitung verfügbar sind.

Zukünftig wird von Speedikon eine neue Fachschale für Facility Management vollständig in ArcGIS implementiert. Die gesamte Benutzeroberfläche und die gesamten grafischen Daten werden in das ArcGIS integriert. Die Sachdaten werden über die Standarddatenbankschnittstellen von ArcGIS angebunden. Siehe Abbildung 4.2.

Über die zeitlichen Vorgaben wurden leider keine Aussagen gemacht. Aber die Fachschale zeigt sich als eine viel versprechende Lösung, wenn im Unternehmen ESRI-Produkte bereits im Einsatz sind.

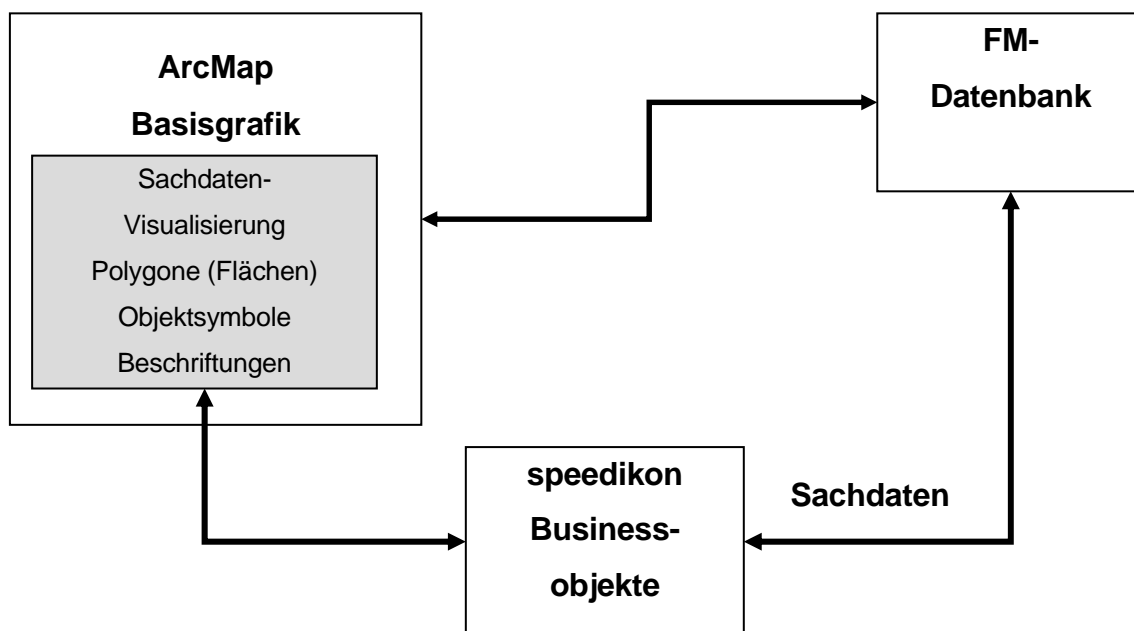


Abbildung 4.2 Modell zukünftiger Fachschale von Speedikon FM

### *Graphisoft*

Graphisoft verfolgt mit seinen Produkten ArchiCAD, ArchiFM und ArchiO&M eine offene Schnittstelle. Über den IFC-Standard (siehe Abschnitt 3.5) wird der Austausch von allen Objekten gewährleistet.

Zu ArcGIS wird es eine extra Schnittstelle geben, mit der die Daten aus ArcGIS (zum Beispiel TINs) in ArchiCAD importiert werden können. Es ist eine Bearbeitung in

ArchiCAD vorgesehen, womit die Daten als 2D- oder 3D-Zeichnungen für ArcGIS wieder exportiert werden können [Graphisoft 2003]. Dieser Workflow bietet sich allerdings nur vereinzelt bei größeren Veränderungen und Neukonstruktionen an. Leider konnten keine Aussagen über zusätzliche Schnittstellen zu ArchiFM ausfindig gemacht werden. Da ArcGIS noch keine IFC-konforme Schnittstelle besitzt, wäre diese ebenfalls nötig.

### ***ESRI***

Wie bereits bei den Datenmodellen erwähnt, wird mit ArcFM eine Produktpalette für ESRI von dem Drittanbieter Miner&Miner bereitgestellt.

Die Anwendung und die Datenmodelle beziehen sich nur auf die Bereiche Elektrik, Gas und Wasser und eignen sich daher als Fachschale für Versorgungsunternehmen oder Stadtwerke. Diese Fachschalen haben eine starre Struktur und sind eher für den amerikanischen Markt entwickelt wurden. Durch die Kombination mit der ArcGIS-Produktlinie sind weiterführende Auswertungen auf diese Daten möglich.

ArcGIS besitzt wie auch bereits die Vorgängerversionen ArcView GIS, eine Programmierschnittstelle, mit der beliebige Anwendungen als Aufsatz entwickelt werden können. Hier ist die Entwicklung einer eigenen Fachschale nach dem Vorbild der ArcFM möglich. Dies setzt natürlich vertiefte Kenntnisse über die Programmierung und Datenstruktur voraus.

### ***Intergraph***

Ähnlich wie ESRI bietet Intergraph Anwendungen für Facility Management im Ver- und Entsorgungsbereich an. Mit der Suite G/Technology gibt es fertige Komponenten für alle Netzwerk- und Leitungsanwendungen. Neben den festen Fachschalen sind ebenfalls Module vorhanden, mit denen die Funktionalitäten und das Datenmodell erweitert werden können. Eine Vielzahl von Werkzeugen zur Administration und Präsentation runden die Suite ab. Auch hier liegt der Schwerpunkt bei Leitungsanwendungen. Für eine Gebäudeverwaltung müssten eigene Module erstellt bzw. vorhandene Module angepasst werden [<http://imgs.intergraph.com/gcomms/>].

### ***Bentley***

Bentley MicroStation ist neben dem Autodesk AutoCAD das führende CAD-Produkt und

bietet bereits in seiner Produktpalette Software für ein **Facility Management** an.

Die Anwendungen nennen sich Facilities Inquirer, Facilities Manager, Facilities Planner und Facilities Reports. Das Konzept steht dabei jeder Fachanwendung offen gegenüber. Über den Manager kann jedes beliebige Datenmodell entworfen und mit den entsprechenden grafischen Objekten verknüpft werden. Die Daten werden in einer beliebigen relationalen Datenbank wie Oracle, MS SQL oder auch MS Access gespeichert. Die Berichtsfunktion von MS Access wird genutzt, um umfangreiche Sachdatenreporte zu erzeugen. Alle Ausgaben erfolgen über eine dynamische Webseite, sodass keine Anforderungen an den Client gestellt werden müssen.

Diese generische Anwendung im Bereich Facility Management bietet eine offene Software, um zahlreichen Projekten gerecht zu werden. Allerdings ist hier die Verwendung von MicroStation Voraussetzung. Dieses Produkt gehört eher in die CAFM-Produktklasse CAD mit Datenbank und entspricht nicht den Anforderungen eines offenen Geoinformationssystems.

Ebenso gibt es Produkte für **raumbezogene Anwendungen**, die raumbezogene Verwaltung von Dokumenten mit dem Bentley Geospatial Management und die MicroStation GeoGraphics Extension.

Das **Geospatial Management** bietet mit dem ProjectWise ein Dokumenten-Management-system, in dem Dokumente jeglicher Art auf einer Karte abgelegt werden können und damit räumlich verortet werden. Neben dem ProjectWise Explorer besteht so die Möglichkeit, über die Karte Dokumente zu einem Standort zu finden.

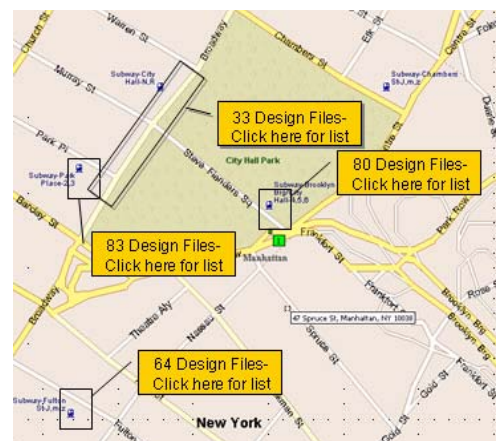


Abbildung 4.3 Geospatial Management /Bentley

Interessanter für die Nutzung von GIS-Funktionalitäten bei der Umsetzung von Facility Management Systemen ist der neue Ansatz von Bentley mit der **MicroStation GeoGraphics Extension**. Mit der Einführung der neuen Erweiterungsversion werden wichtige Funktionalitäten in Richtung Sachdatenverwaltung eingeschlagen. So wird ein neues Datenmodell bereitgestellt, welches neben den geografischen Daten (DGN) auch die

Eigenschaften und deren Beziehungen in einem XML-Format beinhaltet. Das XFM (XML feature model) ist eine Spezifikation der XML-Beschreibungssprache und wird direkt in der DGN-Datei abgelegt. Ein Feature kann dabei aus einem oder mehreren grafischen Elementen bestehen und eine theoretisch uneingeschränkte Menge von Sachdaten beinhalten.

Grundlage für das jeweilige Datenmodell in der XFM bildet eine Schemabeschreibung, die mit dem Bentley Geospatial Administrator erstellt und verwaltet werden kann. Bei der Verwendung von MicroStation GeoGraphics für ein Facility Management kann nach bestimmten An-

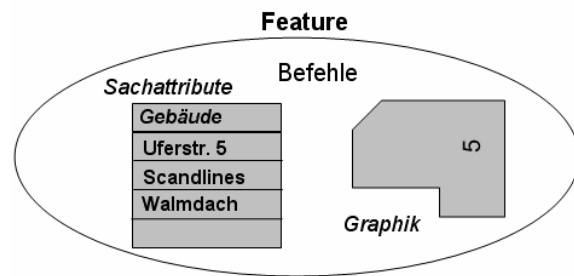


Abbildung 4.4 Featuremodell XFM Bentley

forderungen ein entsprechendes Datenmodell und die Anwendung für die Objekttypen generiert werden.

Über die Datenbankschnittstelle ist ebenfalls die Ablage der Sachdaten und der Topologie in einem relationalen Datenbanksystem möglich.

Um den Übergang zu einem Geoinformationssystem zu fördern, gibt es seit Frühjahr 2003 eine Kooperationsvereinbarung zwischen den **Firmen Bentley und ESRI**. Erster Ansatzpunkt ist die gegenseitige Unterstützung der jeweiligen Grunddatenformate in den Standardanwendungen. MicroStation kann die ArcGIS Geodatabase lesen und ArcGIS Anwendungen können die DGN & DWG Files importieren.

In diesen Monaten wird die neue Version von Bentley's Content Management & Publishing alle gängigen ArcGIS Datenformate (Geodatabase, SHP, Coverage, etc.) unterstützen.

Über den Enterprise Connector von Bentley und ArcSDE wird es möglich sein, relevante Daten mit der ArcGIS Geodatabase zu synchronisieren und ebenfalls die Daten in der MicroStation Umgebung on demand zu visualisieren.

Leider besteht hier aufgrund der verschiedenen technologischen Ansätze noch keine dauerhaft nutzbare Schnittstelle. Die bisherigen Ansätze beschränken sich nur auf den einmaligen Austausch, sodass die Daten in der jeweiligen Anwendung weiter verarbeitet werden können. [<http://www.bentley.com>]

### **Autodesk**

Seit einigen Jahren verfolgt Autodesk neben der CAD-Verarbeitung intensiv die Integration

der GIS Funktionalitäten in seine Produkte. Mit den ersten Versionen von Autodesk Map standen grundlegende Funktionen und Datenbankanbindungen in Vektorbereich zur Verfügung. Mittlerweile gibt es bereits eine ganze Produktserie, die sich dem Bereich der Geodatenverarbeitung widmet. Hierin eingeschlossen ist ebenfalls die Rasterdatenverarbeitung und besonders die Vektorisierung von Rasterdaten. Autodesk Map Series beinhaltet die Produkte Map, Raster Design sowie Envision. Das neue Produkt Envision erweitert die bisherigen CAD-Funktionalitäten um die Geodatenanalyse und die Präsentation. Für eine vollständige GIS-Funktionalität fehlt in dem Portfolio die Rasterdatenanalyse [<http://www.autodesk.com>].

Nach einem White Paper von Autodesk wird die Entwicklung von CAD und GIS sich noch weiter verweben [Autodesk 2003]. Mittelfristig werden die GIS – Funktionalitäten zum Standardprodukt gehören und zusammen mit den CAD-Anwendungen ein starkes Paket ergeben.

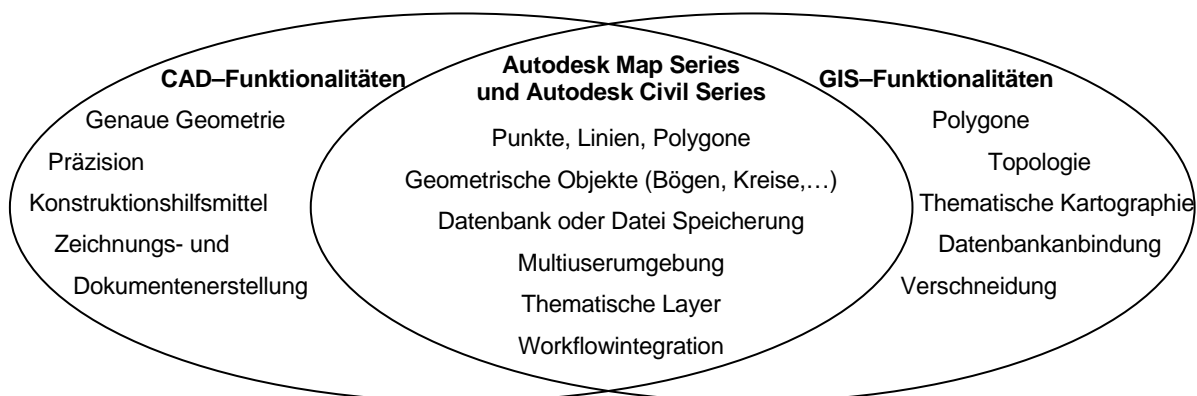


Abbildung 4.5 CAD-GIS Verschmelzung Autodesk [nach Autodesk 2004]

Besonders bei der Überführung der Daten von CAD zu GIS mit den im Abschnitt 4.2 auftretenden Problemen bietet Autodesk Map zahlreiche Ansatzpunkte zur Lösung. Dies sind zum Beispiel Werkzeuge zur automatisierten Bildung von Polygonen und differenzierte Exportfunktionen. Diese berücksichtigen zum Beispiel Darstellungsattribute wie Farbe und Linientyp und Annotations, aus denen sich Zugehörigkeiten und Sachdaten generieren lassen.

Für Anwender von Autodesk-Produkten sollten beim Umstieg zur GIS-Welt weiterhin die Autodesk-Produkte erste Wahl sein. Der Umstieg fällt relativ leicht, weil sich die Bedienung kaum ändert. Auch zeigt sich, dass es Autodesk versteht, die beiden unterschiedlichen

Bereiche gut zu verbinden.

Im Rahmen des Facility Managements lassen sich mit den Produkten eigene Anwendungen und Datenmodelle integrieren und so kann auf Basis von Autodesk ebenfalls ein Geoinformationssystem mit der Fachschale Facility Management erstellt werden.

FM-Produkte von Drittanbietern für AutoCAD gibt es ebenfalls reichlich, allerdings sollten hier die Schnittstellen beachtet werden. Im Allgemeinen basieren diese Produkte auf einer externen Lösung, die nur die Grafik- und CAD-Funktion von AutoCAD über eine proprietäre Schnittstelle nutzt. Ein Überführen der FM-Daten und Objektbeziehungen ist selbst mit den Autodesk-GIS-Produkten nur sehr schwer realisierbar. Hierfür sind dann ähnliche Ansätze wie von Speedikon (s.o.) notwendig.

### ***OpenSource Produkte***

Im OpenSource Bereich gibt es derzeit ebenfalls eine Vielzahl von Tools zur Verarbeitung von Geodaten. Vollständige GIS-Anwendungen, die sich als Basis für ein OpenSource GIS mit Facility Management nutzen lassen, gibt es derzeit noch nicht [Expertenrunde 2004]. Erste Ansätze eines ausgereiften Geoinformationssystems zeigen Grass [<http://grass.itc.it>] und Quantum GIS (QGIS) [<http://qgis.org>]. Bei Grass gibt es aber noch Defizite in der Vektor- und Sachdatenverarbeitung und Quantum GIS ist noch nicht vollständig implementiert, sodass der Einsatz im Unternehmen noch abzuwägen ist.

## **4.4 Datenhaltung**

Für die Datenhaltung von Geometrie und Sachdaten gibt es verschiedene Speichermodelle, die derzeit alle in unterschiedlichen Anwendungsbereichen Einsatz finden. Der Trend geht zur großen Datenbank, worin alle Daten verknüpft, indiziert und intelligent abgelegt werden [Belina 2004].

Durch die Entwicklung der verschiedenen GI-Systeme haben sich für die Umsetzung der Speichermodelle meist produktspezifische Formate gebildet, die zum Großteil nicht untereinander kompatibel sind.

Im Desktopbereich finden sich häufig duale Speichermodelle und kleine Datenbanken mit einem „Large Objects“ – Feld für die Geometriedaten.

Die **dualen Speichermodelle** bestehen meist aus mehreren Dateien ein binäres Format für die Geometriedaten und ein Sachdatenformat in Form einer als Tabelle oder kleinen

Datenbank. Hinzu kommt ein Index bzw. Schlüssel, der die Geometrie und Sachdaten verknüpft. Ein bekanntes Beispiel sind die Shape-Dateien von ESRI, die aus mindestens der shp-Datei als Geometrie, der dbf-Datei als Datentabelle und der shx-Datei als Index besteht. Bei den **Large Objects Datenbanken** werden die binären Formate der Geometrie direkt in die Datentabelle gespeichert. Dazu werden spezielle Datenfelder wie das Binary Large Objects (BLOB), Charakter Large Objects (CLOB) oder der Image Datentyp verwendet. Hierzu entfällt dann die bisher notwendige Index-Datei. Solche kleinen Datenbanken finden sich z.B. bei ESRI in der ArcGIS-Familie als Personal Geodatabase oder bei Intergraph Geomedia als Geodata Warehouse. Beide Produkte verwenden hier das sehr weit verbreitete relationale Datenbankmodell von Microsoft Access als Speichermedium, trotzdem sind diese durch unterschiedliche Binärdaten und unterschiedliche interne Verwaltungsstrukturen nicht kompatibel.

Durch die binäre Speicherung der Daten ist eine optimierte Zugriffssteuerung auf die Daten möglich, allerdings meist nur durch das zugehörige Produkt und bei Einzelanwendungen. Beide Modelle sind relativ unabhängig von Drittanbietern bzw. Datenbankherstellern.

Eine offene Struktur bieten hier die Spatial-Datenbanken. Der Ansatz beruht darin, nicht mehr die Geometriedaten als Block starr abzulegen, sondern sie strukturiert, einzeln zugreifbar und nicht redundant zu speichern. Hinzu kommt, dass mit Hilfe eines Datenbanksystems der Umfang der einzelnen Projekte wesentlich vergrößert werden kann, weil kaum noch Limitationen zum Beispiel auf Vertex-Anzahl oder Dateigröße bestehen.

Der erste verbreitete Ansatz war ein **relationales Modell**. Hier wurden mithilfe mehrerer Tabellen die Struktur der Geoobjekte beschrieben. Es gibt einzelne Punkte, die je nach einer relationalen Verknüpfung eine Linie oder eine Fläche bilden. Es wurden die meist komplexen topologischen Beziehungen mit in der Datenbankstruktur abgebildet, um räumliche Analysefunktionen durchzuführen. Durch die Komplexität hatte ein solches System sehr hohe Performance-Einbußen und setzte sich nicht durch. Zum Beispiel wurde dieses Modell in der Datenbank Oracle Version 7.3 eingeführt und wird schon seit der Version 9i nicht mehr unterstützt.

Durchgesetzt hat sich ein **objektrelationales Modell**. Hier wurde ein Datenfeld geschaffen, das flexibel modelliert werden kann und die Geometriedaten beinhaltet. So kann die Tabellenstruktur einfach gehalten werden und auch bei speziellen Datenmodellen wird die

Anwendung nicht zu komplex. Dies bewirkt eine einfachere Anwendung und eine bessere Performance. Auch können damit alle Funktionen des Datenbankmanagementsystems ebenfalls einheitlich für die Geometriedaten verwendet werden. Dazu gehören zum Beispiel die Multiuserfähigkeit, ein schnellerer Zugriff durch Indizierung, die Zugriffssteuerung, das Backup etc.

Hinzukommen weitere Datentypen, spezielle Funktionen und Analysemöglichkeiten, die bereits in der Datenbank ausgeführt werden können. So wird mit dem unterstützten Standard des OGC „Simple Feature für SQL“ eine relative einfache Schnittstelle geboten, um Analysen und Prozesse zu steuern.

Bei Oracle Spatial-Datenbanken hat sich durch dessen proprietärs Format schon ein Quasi-Standard entwickelt, da viele GIS-Produkte diese Datenbank unterstützen und somit die Daten von verschiedenen Produkten genutzt werden können.

Bisher war das Preismodell von Oracle immer recht intensiv. In letzter Zeit hat es sich aber wesentlich gesenkt. So ist eine Oracle Standard One 10g mit dem Locator bereits für unter 5000€ erhältlich. Erweiterte Spatialfunktionen und zum Beispiel Linear Referencing sind erst in einer Enterprise Version mit Spatial Erweiterung erhältlich.

Alternativ kann bei der Datenhaltung die OpenSource Anwendung PostGIS verwendet werden. PostGIS ist eine Erweiterung für die Datenbank PostgreSQL und unterstützt ebenfalls die OGC – Spezifikationen. Anhand der aktuellen Versionsnummer 0.8.4 lässt sich aber bereits erkennen, dass nicht alle Funktionen umgesetzt wurden und eine Zusammenarbeit hauptsächlich nur von weiteren OpenSource Produkten gewährleistet wird. So ist der Einsatz von Linux/ PostgreSQL / PostGIS/ UMN Mapserver als Auskunftssystem hervorragend geeignet. Für den Arbeitseinsatz als Geodatenbank in einem Unternehmen steht es jedoch noch nicht zur Verfügung [<http://www.postgresql.org>, <http://postgis.refrations.net>].

#### **4.5 Gewählter Lösungsansatz**

Für die Anwendung eines Geoinformationssystems bei Scandlines gibt es derzeit wenige technische Vorgaben. Im Unternehmen selbst sind noch keine Anwendungen oder digitale Daten vorhanden, die integriert werden müssten. Es gibt eine Reihe von externen Anbietern, die Daten für ein Geoinformationssystem liefern könnten. Hierzu zählt auch Inros Lackner,



unter deren Betreuung das Geoinformationssystem eingeführt werden soll. Die Vorgabe, ArcGIS zu nutzen, schränkt natürlich den Umfang der Möglichkeiten wesentlich ein, hat aber den Vorteil, das Inros Lackner die Einführung technisch kompetent betreuen kann.

Bei den Ansätzen der Softwareanbieter für Facility Management zeigten sich viel versprechende Ansätze, um ein Facility Management in ein Geoinformationssystem zu integrieren. Leider stecken die Entwicklungen noch in den Kinderschuhen, sodass ein Einsatz mittelfristig nicht abzusehen ist. Die weiteren positiven Ansätze wie von Autodesk basieren auf dem jeweiligen Basisprodukt des Herstellers, sodass erst ein Parallelsystem angeschafft werden müsste. Im Hinblick auf die Kosten sollte auch möglichst wenig Zusatzsoftware angeschafft werden, weshalb sich für eine Lösung innerhalb ArcGIS entschieden wurde.

Die Möglichkeiten für die Umsetzung eines Facility Management mit ArcGIS liegen in der Anbindung einer Drittsoftware oder der Entwicklung einer eigenen Anwendung, die den Bedürfnissen von Scandlines angepasst werden kann.

Für eine Eigenentwicklung belaufen sich die Arbeitsschritte auf die Datenmodellentwicklung, die Erfassung der grafischen Daten und Sachdaten in ArcGIS und im nächsten Schritt in der Anwendungsentwicklung zur Manipulation, Analyse und Präsentation der Daten.

Die Benutzeroberfläche soll sich dabei hauptsächlich auf die Sachdaten beziehen, weil sich diese Objekte und Informationen am häufigsten ändern. Die Aktualisierung der Sachdaten wird im Unternehmen selbst geführt. Für die Erstellung und Bearbeitung der Geometrien werden die Werkzeuge des ArcGIS genutzt. Die Speicherung der Daten soll in einer zentralen Datenbank erfolgen.

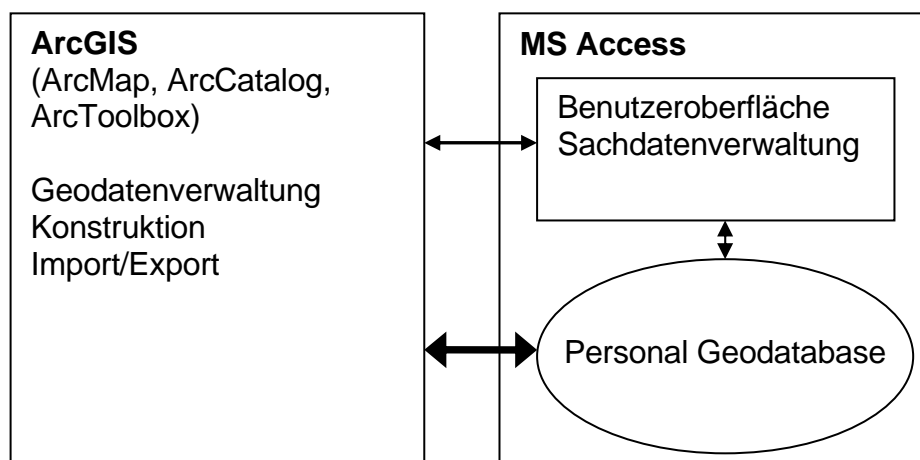


Abbildung 4.6 Prototyp FM - GIS Integration

Im Rahmen dieser Arbeit wurde sich auf einen vereinfachten Prototyp geeinigt. Dieser sieht die Nutzung einer Personal Geodatabase vor, welche auf einer Microsoft Access Datenbank basiert. ArcGIS unterstützt vollständig die Speicherung der Geometrien und Sachdaten in der MS Access Datenbank.

Die Speicherung von Rasterdaten wird aufgrund der Datenbankeigenschaften nicht unterstützt. Ebenfalls ist der Multiuserzugriff mit der MS Access Datenbank eingeschränkt.

Durch die Verwendung, der MS Access Datenbank kann, recht einfach eine Benutzeroberfläche erstellt werden, mit der die Sachdaten verwaltet und ausgegeben werden können.

Zukünftig wird in der größeren Umgebung empfohlen, statt der Personal Geodatabase eine Serverdatenbank mit Spatialaufsatz zu verwenden. Dies kann einmal eine Oracle Spatial Datenbank sein oder eine herkömmliche relationale Datenbank mit dem ArcSDE – Aufsatz als Middleware. Die Daten der Personal Geodatabase sind ohne Umwege mithilfe der ArcToolbox in die Spatial Database portierbar.

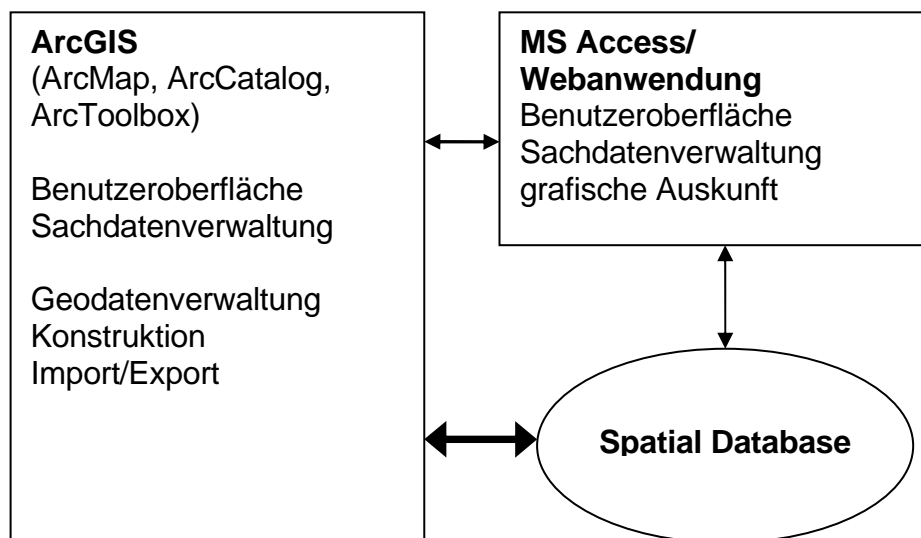


Abbildung 4.7 Prototyp FM - GIS Integration – zukünftig

Da der Zugriff auf die Sachdaten und die Auskunft die häufigsten Anwendungsfälle sind, können neben einer integrierten Oberfläche in ArcGIS weiterhin externe Anwendungen die Sachdatenverwaltung übernehmen. Mit der MS Access – Anwendung können ebenfalls auf die Informationen in der Spatial Database zugegriffen werden. Weiterhin können die

Sachdatenverwaltung und eine zusätzlich eine grafische Auskunft mithilfe einer Internetanwendung allen Mitarbeitern kostengünstig zur Verfügung gestellt werden. Für die Sachdatenverwaltung kann zum Beispiel eine ASP.NET Anwendung und für die grafische Auskunft eine UMN Mapserver Anwendung entwickelt werden. Beide Produkte sind kostenfrei erhältlich und erfordern nur einen Implementierungsaufwand.

Für die unternehmensinterne Bereitstellung der kompletten Geo- und Sachdatenbestände bieten sich auch der ArcPublisher und der ArcReader an. Mit dem ArcPublisher wird eine Kopie der Daten angelegt, die mit dem kostenfreien ArcReader genutzt werden können.

## 5 Aufbau des Geoinformationssystems

Der eigentliche Aufbau des Geoinformationssystems mit ArcGIS 8.3 wird hier nur kurz beschrieben, weil es sich um eine Standardanwendung im Geoinformatikbereich handelt und mittlerweile Bestandteil des Lehrgangs UNIGIS ist. Eingegangen werden soll hier aber ausführlich auf entsprechende Besonderheiten, die während der Erstellung des Prototyps auftraten und die Ausführungen um einige Bemerkungen zur neuen Version ArcGIS 9.0 ergänzen.

Neben den Anforderungen durch die Gegebenheiten des Ingenieurbüros ist die Verwendung von ESRI ArcGIS auch sinnvoll, weil es sich um ein bereits sehr verbreitetes Produkt handelt. So arbeiten zum Beispiel alle Landesbehörden von Mecklenburg Vorpommern mit den Produkten von ESRI.

Die prototypische Einführung des Geoinformationssystems bezieht sich auf ein Grundkonzept zur Datenspeicherung und zur Beschaffung und Integration verfügbarer Daten. Dies sind vor allem die Geobasisdaten und die Daten der externen Dienstleister.

### 5.1 ESRI ArcGIS

Die ESRI-Produktpalette hat sich seit 2000 grundlegend geändert. In der ArcGIS Familie wurden die meisten Produkte zusammengefasst, sodass die ehemaligen Produktnamen heute die gleichen Werkzeuge, nur mit unterschiedlichen Lizenzen und Funktionalitäten, umfassen. So gibt es ArcView, ArcEditor und ArcInfo für jeweils unterschiedliche Anwendungsbereiche. Bei den ArcGIS Produkten in der Version 8.x finden sich neben den speziellen Funktionalitäten auch sehr starke Unterschiede in den Grundfunktionalitäten. Mit der Version 9 wurden diese mehr angeglichen und nur reine Spezialanwendungen in der Toolbox unterscheiden die Produkte [ESRI 2004b;c].

Die Anwendungen ArcMap und ArcCatalog bilden die Hauptwerkzeuge zur Geodatenbearbeitung. Die ArcToolbox aus der Version 8.x wurde mit der Version 9 in ArcMap und ArcCatalog integriert. ArcCatalog besitzt die Funktionalitäten für die Geodatenverwaltung und ArcMap für die Datenmanipulation. Als eigenständige Produkte sind mit der Version 9.0 noch ArcScene und ArcGlobe für die 3D-Visualisierung und -Bearbeitung vorhanden, alle weiteren Anwendungen sind als Erweiterungen in ArcMap integriert worden.

Neben den genannten Anwendungen für das Desktop GIS sind in der ESRI-Produktfamilie

noch Serveranwendungen wie ArcSDE zur Geodatenspeicherung und ArcIMS als WebMapServer verfügbar.

ArcPublisher und ArcReader runden das ESRI-Portfolio ab. Diese Produkte verfolgen einen ähnlichen Ansatz wie das bekannte Produkt Adobe Acrobat und Reader. Mit dem ArcPublisher können Dokumente erstellt werden, die mit dem kostenfreien Reader von einer beliebigen Nutzerzahl gelesen werden können.

## 5.2 Bezugs- und Koordinatensysteme

Um alle Daten in einem Geoinformationssystem überlagern und weiterverarbeiten zu können, müssen die Geodaten in einem einheitlichen Bezugs- und Koordinatensystem vorliegen. In Deutschland und besonders im Gebiet der ehemaligen DDR finden sich eine ganze Reihe von verschiedenen Bezugssystemen. Dies resultiert zum einen aus der räumlichen Lage und zum anderen aus der historischen Entwicklung der Bundesländer sowie den Vereinheitlichungsbemühungen der jeweiligen geschichtlichen politischen Partner.

Die Standorte von Scandlines Deutschland befinden sich entlang der südlichen Ostseeküste und sind räumlich relativ weit voneinander entfernt, sodass es schwierig ist, ein einheitliches System für alle Standorte zu finden. Um die jeweilige Verfügbarkeit von Geobasisdaten zu gewährleisten, bietet es sich an, die jeweiligen örtlichen amtlichen Bezugssysteme bei den großmaßstäbigen Bereichen zu verwenden.

Das amtliche Lagebezugssystem in Mecklenburg-Vorpommern ist derzeit S42/83 3° auf dem Referenzellipsoid Krassowski (Datum Pulkow). Es findet sich aber ebenfalls umfangreiches Kartenmaterial auf dem Besselipsoid zum Deutschen Hauptdreiecksnetz (DHDN) mit Datum Rauenberg (RD) oder Potsdam [LAV 2001].

Für alle Bezugssysteme kann einheitlich eine Gauß-Krüger-Projektion zur Darstellung verwendet werden. Bei einer gemeinsamen Darstellung gleicher Raumausschnitte mit den beiden unterschiedlichen Bezugssystemen sind im Bereich Rostock Abweichungen von ca. 150m auszumachen. Dies variiert mit Abstand zum Bezugspunkt, liegt aber für alle Standorte in einer ähnlichen Größenordnung und kann zum Beispiel für kleinmaßstäbige Übersichtskarten vernachlässigt werden.

Ähnliches sieht es bei den Höhenbezugssystemen aus. Auch hier finden sich zwei Systeme mit verschiedenen Bezugspunkten.

Mittelfristig soll in Mecklenburg-Vorpommern einheitlich das europaweite Bezugssystem ETRS 89 eingeführt werden [LAV 2001]. ETRS 89 und das derzeit viel verwendete globale

ellipsoidische System WGS 84 stimmen genauer als 0,5m überein.

Für den Bereich Rostock Warnemünde wird als erstes das Krassowski-Ellipsoid in einer Gauß-Krüger-Projektion verwendet. Beim Übergang zum ETRS 89 können an allen Scandlines Standorten mit den Parametern der jeweiligen lokalen Vermessungsverwaltung die Daten in das gemeinsame System transformiert werden.

### 5.3 Betrachtungsebenen

Durch die große räumliche Ausdehnung der Scandlines Deutschland sind unterschiedliche Betrachtungsebenen erforderlich, die sich auch in der Hierarchie der Datenablage widerspiegeln.

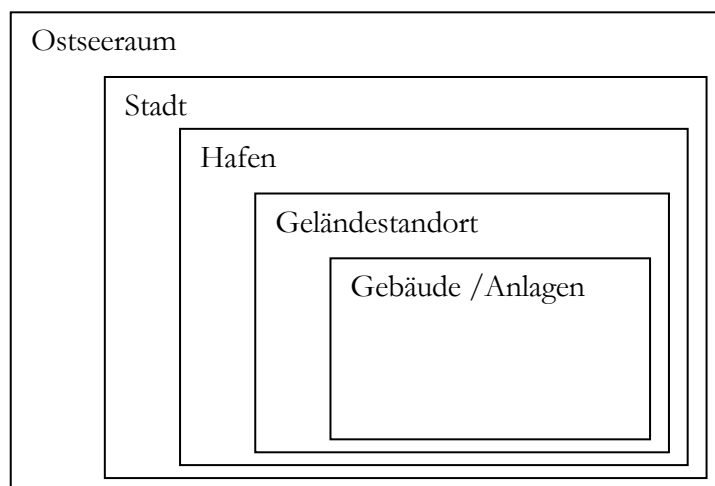


Abbildung 5.1 Betrachtungsebenen im Geoinformationssystem

Diese Ebenen unterscheiden sich hauptsächlich im Anwendungsmaßstab und damit in der Lagegenauigkeit. Außer in der Ebene Ostseeraum gibt es von in jeder Ebene mehrere Objekte, die einen Container von gesammelten Daten bilden. Somit werden die Daten in einer Baumstruktur abgelegt und die Daten der einzelnen Standorte können bei Bedarf isoliert verwaltet werden. Bei der Trennung der Standorte ist auch die Nutzung verschiedener Bezugssysteme möglich.

Über den ArcCatalog mit der integrierten Metadatenverwaltung sollte jeder Datensatz beschrieben werden. Dies ist besonders wichtig, um später bei einer größeren Geodatenmenge eine entsprechende Recherche zu ermöglichen.

Die Daten der einzelnen Ebenen wurden dazu in unterschiedliche Feature Class abgelegt.

Leider ist eine weitere Unterteilung nicht möglich. Mit der Personal Geodatabase ist nur eine Kategorie möglich. Die weitere Zuordnung erfolgt durch eine entsprechende Nomenklatur mit Präfixen. So werden zum Beispiel alle zugehörigen Feature Class zum Standort Warnemünde mit STWarne und. Daten, die sich auf den gesamten Hafen beziehen mit HWarne bezeichnet.

Beim Übergang zu einer Serverdatenbank sollte die Struktur entsprechend weiter verfolgt und die Hierarchie angelegt werden. Theoretisch ist eine gemeinsame Speicherung gleicher Objekte möglich, zum Beispiel von allen Gebäuden aller Standorte, gemeinsam, aber dann kommen die oben genannten Vorteile nicht zum Tragen.

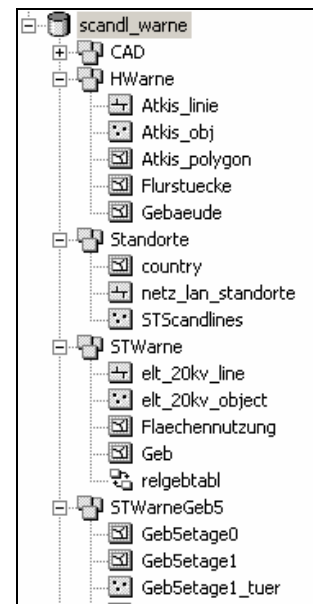


Abbildung 5.2 Ausschnitt  
Aufbau  
Personal Geodatabase

#### 5.4 Datenerhebung

Die wertvollste Komponente eines Geoinformationssystems sind die Daten. Bei der Einführung sind die Daten für das Geoinformationssystem naturgemäß noch nicht vorhanden, weil noch keine Fachabteilung mit einem Geoinformationssystem gearbeitet hat. Bisher verwendetes Datenmaterial findet sich meist in Papierform oder wird bei den externen Ingenieur- und Architekturbüros als CAD-Datenbestand gehalten. Hinzu kommen die öffentlich verfügbaren Daten, die den Grundstock des Geoinformationssystems bilden.

##### *Vektordaten*

Die Daten des Landesvermessungsamtes Mecklenburg-Vorpommern liegen digital vor und mussten zum Teil in das gewählte Bezugssystem transformiert werden. Ein Großteil der Daten der Vermessungsabteilung von Inros Lackner und der Grundrissplan des Architekturbüros Mürkens Rostock lagen in einem CAD-Format vor. Inros Lackner verwendet die Software CARD, somit konnten alle grafischen Daten als DXF bereitgestellt werden. Die Flächen- und Gebäudenutzung ist in dem GIS-Datenformat SHP verfügbar. Der Plan von Mürkens konnte direkt von Autodesk AutoCAD als DWG verwendet werden. Weiterhin fanden sich eine Reihe von Hand- und analogen CAD-Zeichnungen in den Unterlagen von Scandlines, die ebenfalls verwendet wurden. Die Zeichnungen wurden

gescannt, georeferenziert und mit ArcMap digitalisiert.

Die im Abschnitt 4.2 beschriebene Problematik bei der Verwendung von CAD-Dateien in einem Geoinformationssystem konnte nur mit einem größeren Aufwand gelöst werden. Technische Unterstützung ist zum Beispiel in der ArcToolbox, die einige Werkzeuge für die CAD-Aufbereitung enthält, und in der Software Autodesk AutoCAD Map zu finden. Weiterhin gibt es freie Erweiterungen und Scripts für ArcGIS, die von den Anwendern der ESRI Produkte bereitgestellt werden.

Als Beispiel für eine solche Transformation sei die Übernahme der Flurstücksflächen beschrieben. In Rostock ist ein Großteil des Automatischen Liegenschaftsbuches (ALK) noch nicht digital verfügbar, sodass seinerzeit die Flurkarten von Inros Lackner mit einem CAD digitalisiert wurden. Als Ergebnis sind ungeschlossene, sich schneidende Linien und Polylinien mit der Flurstückskennzahl als Beschriftung entstanden. Um diesen Datensatz im ArcMap weiterverarbeiten zu können, sind geschlossene Polygone mit den entsprechenden Attributen notwendig. Folgende Arbeitsschritte wurden zur Konvertierung durchgeführt:

- Öffnen der Daten in AutoCAD Map
- Schließen der Außenfiguren, sodass alle Flächen visuell geschlossen sind
- Explode der Objekte - Zerlegen aller Linien und Polylinien in die jeweiligen Liniensegmente
- Bereinigen von Objekten, die auf dem Zeichnungslayer sind, aber nicht zur Zeichnung gehören
- Export als Shapes anhand der Layersteuerung, getrennt nach Linien und Text/Annotation
- Öffnen in ArcMap und Erstellen einer Topologie zur Fehlersuche und zur Bereinigung (kleine Überstände, Lücken)
- Anwenden der freien Erweiterung „Polyline to Polygon“ in ArcView 3.2a. Die Erweiterung für ArcGIS 8.x ist kostenpflichtig
- Anlegen der Datenfelder Flurstückszähler und Flurstücksnummer mit ArcMap
- Anwenden der freien Erweiterung „Add Annotation Text To An Attribute Field“, visuelle Kontrolle und Nachbearbeitung notwendig, weil nicht alle Annotations direkt über dem Polygon lagen
- VisualBasic-Funktion zur getrennten Speicherung von Flurstückszähler und Flurstücksnummer aus der Flurstückskennzahl



- Nochmalige Überprüfung der Topologie, Behebung von Fehlern durch Kleinstflächen
- Speicherung in der Personal Geodatabase

Der Aufwand der Konvertierung ist recht hoch. Bei der Bearbeitung bedarf es auch entsprechender Erfahrung. Bei kleineren Datenmengen ist eine erneute Digitalisierung eventuell sinnvoll.

Alternativ kann auch versucht werden, mit dem Modelbuilder und Scripts in ArcGIS 9 diese Prozesse vollständig zu automatisieren.

### ***Rasterdaten***

An Rasterdaten wurden für die Geobasisdaten nur die topografische Karte 1:10 000 und Orthofotos verwendet. Da das Geoinformationssystem mit dem derzeit amtlichen Bezugssystem arbeitet, war keine weitere Konvertierung notwendig. Am Standort sind derzeit folgende Luftbildaufnahmen verfügbar:

- Landesvermessungsamt Auflösung 40cm, zum Teil aktuell
- HRSC /Stadt Rostock Auflösung 15cm, aber Farbverzerrungen, Stand Ende 2002 (Eigentum der Stadt Rostock)
- LowCost Befliegung durch Steinbeis Transferzentrum Geoinformatik Rostock  
Auflösung bis 15cm, Aufnahme bei Bedarf

Auf die Integration der Orthofotos des Landesvermessungsamtes wurde wegen der geringen Auflösung verzichtet. Anhand der aktuellen Luftbildaufnahmen wurden die Vektordatensätze korrigiert.

Im Rahmen des Prototyps müssen die Grafikdateien der Luftbilder und auch die gescannten Hintergrundpläne im Dateisystem abgelegt werden. Die Abspeicherung der zum Teil recht großen Dateien in Form von binären Objekten ist in der MS Access Datenbank nicht sinnvoll, da dies die Kapazität der Desktopdatenbank bei weitem übersteigt. Ebenfalls ist es mit der Zielversion ArcView 8.3 auch nicht möglich, georeferenzierte Bilddateien in der Datenbank abzulegen. Eine solche Datentransformation ist mit ArcGIS 8.3 erst im ArcEditor möglich [ESRI 2004c]. In der neuen Version ArcGIS 9.0 wurde die Core-Funktionalität um die Rasterdaten-Datenbankspeicherung erweitert und ist somit auch in

ArcView verfügbar [ESRI 2004b].

### *Sachdaten*

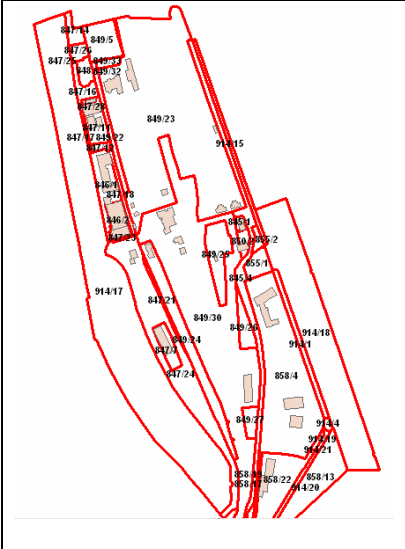
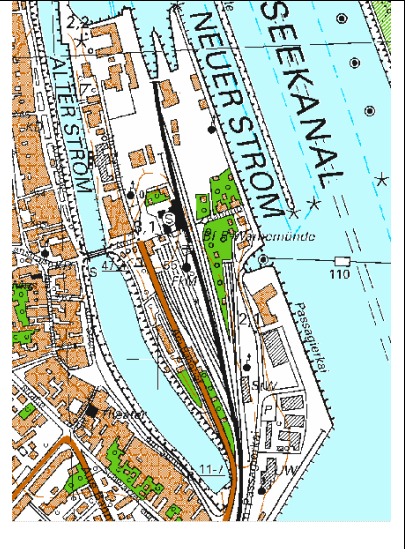

Sachdaten wurden in diesem Schritt nur wenige erfasst. Aus dem Datenmaterial von Inros Lackner konnten einige Informationen zu den Gebäuden und Flächen des Standorts Warnemünde übernommen werden.

## 5.5 Basisbestand Standort Warnemünde

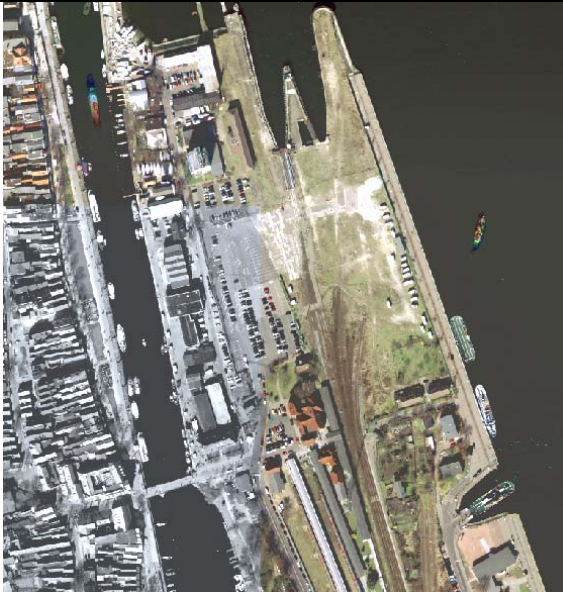
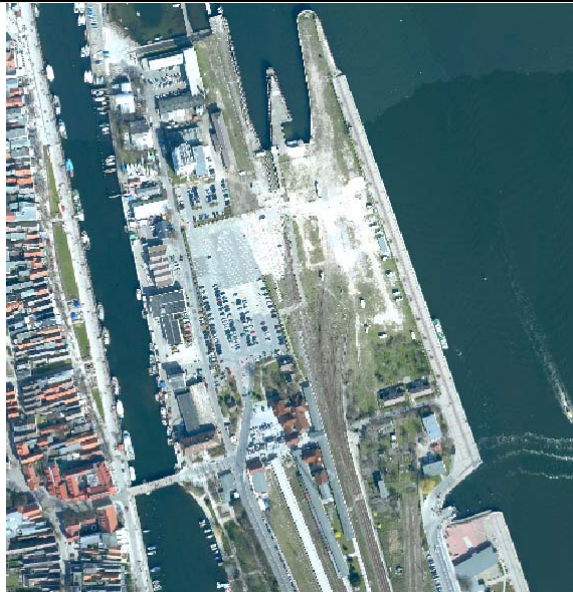
Im Rahmen der Datenerhebung konnten die folgenden Datenbestände gewonnen werden und sind in einem einheitlichen Bezugssystem verfügbar. Die vorgestellten Daten sind zum Teil nur für den universitären Betrieb zur Verfügung gestellt worden und müssen zum Gebrauch im Unternehmen entsprechend lizenziert werden.

Die folgende Aufstellung dient nur der Übersicht der derzeit verfügbaren Datenbestände. Zur besseren Ansicht sind die Abbildungen in der digitalen Fassung in Farbe veröffentlicht. Die relevanten Daten für das Facility Management sind hier nicht aufgeführt.

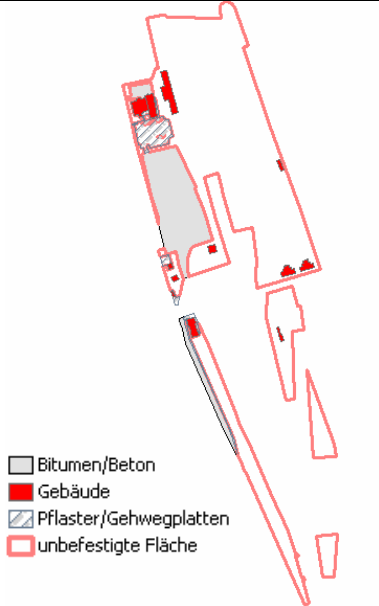
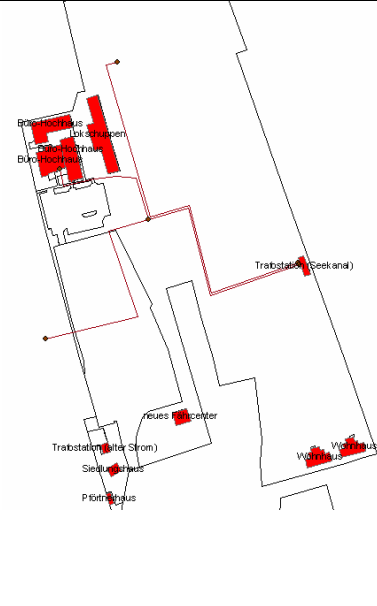
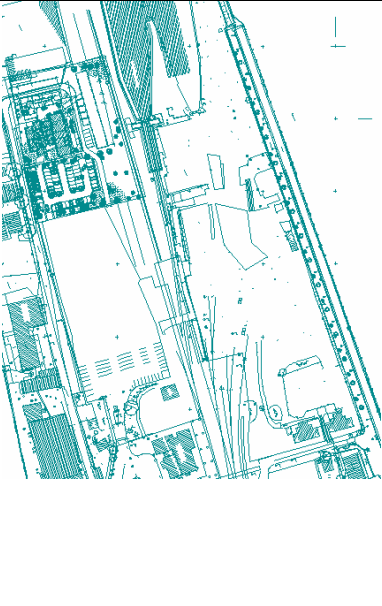
### *Geobasisdaten der Landes- und Katasterämter für die Hafensinsel*

		
<p>Abbildung 5.3 Kataster Flurstücke und Gebäude, Katasteramt Rostock</p>	<p>Abbildung 5.4 TK10 Topografische Karte 1:10000, Landesvermessungsamt</p>	<p>Abbildung 5.5 ATKIS Digitales Landschaftsmodell des Amtlichen Topographisch- Kartographischen Informationssystem</p>

**Orthofotos der Luftbildbefliegung**

	
<p>Abbildung 5.6 HRSC Befliegung 2002 Frühjahr 2002 HRSC Befliegung der Stadt Rostock, Auflösung 15cm</p>	<p>Abbildung 5.7 Befliegung 2004 Frühjahr 2004 Befliegung Steinbeis Transferzentrum Rostock, Auflösung 20cm</p>

**Datenbestand der Inros Lackner AG**

		
<p>Abbildung 5.8 Flächennutzung Flächennutzungskartierung Standort Warnemünde</p>	<p>Abbildung 5.9 Gebäude und 20KV Gebäudebestand und Planungsvorgaben 20KV-Leitung</p>	<p>Abbildung 5.10 CAD Aufmaß Technisches Aufmaß und Digitalisierung, CAD Bestand, mit Höhen als Annotation</p>

Bei Inros Lackner sind zu den anderen Standorten wie Puttgarden weitere technische Pläne digital verfügbar.

Aus den verfügbaren Daten konnte ein 3D-Modell generiert werden, welches den Standort mit dem Hochhaus und den Hafenanlagen verdeutlicht.

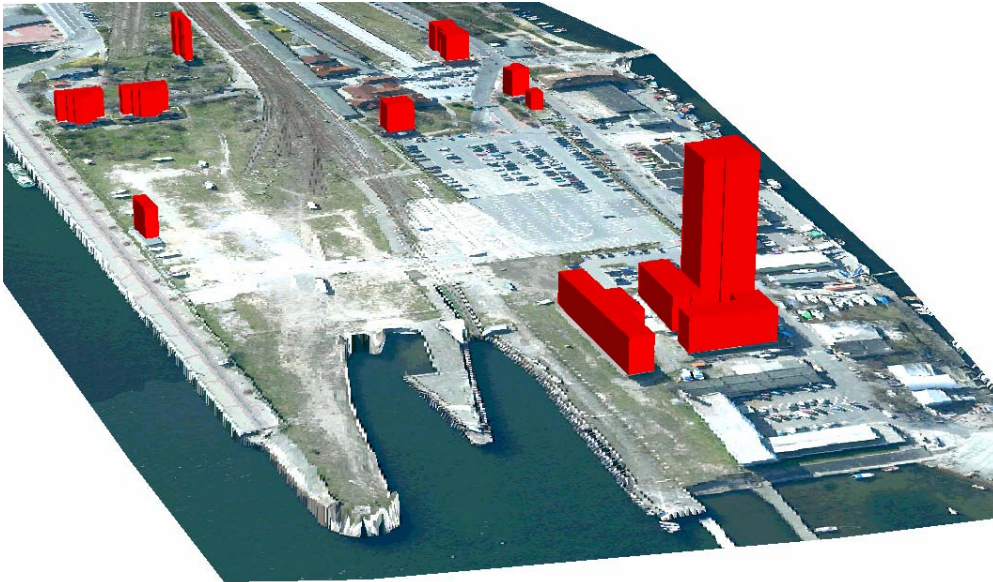


Abbildung 5.11 3D-Modell Hafeninsel mit Luftbild

## 6 Facility Management Hochhaus Warnemünde

Nach dem vollständigen Aufsetzen des Geoinformationssystems wird die erste Fachschale realisiert. Mit dem gewählten Lösungsansatz (siehe Abschnitt 4.5) entsteht eine Anwendung aus den grafischen Komponenten des Geoinformationssystems ArcGIS und einer Sachdatenverwaltung auf Basis einer Microsoft Access Anwendung. Die Microsoft Access Anwendung ist bereits fester Bestandteil von ArcGIS, weil auf ihr die Personal Geodatabase beruht. Die Personal Geodatabase bildet den gemeinsamen Datenpool, auf den beide Anwendungen fast uneingeschränkt zugreifen können. Die Microsoft Access Anwendung baut dabei auf den vorhandenen Geodatenbestand auf und knüpft ebenfalls die nichtraumbezogenen Informationen an die geografischen Objekte.

Die Gestaltung der Benutzeroberfläche zur Sachdatenverwaltung in MS Access ist wesentlich einfacher als zum Beispiel mit ArcGIS selber. In ArcGIS müsste eine VisualBasic-Anwendung für die Attributdaten komplett neu entwickelt werden. Dabei können programmtechnische Probleme auftreten, die nur ein erfahrener Programmierer mit entsprechendem zeitlichen Aufwand vermeiden kann. In MS Access ist die Erstellung solcher Benutzeroberflächen wesentlich komfortabler. Im Bereich Formulare können manuell oder auch mithilfe von Assistenten Formulare für eine grafische Oberfläche erstellt werden. Durch die Erweiterung der Programmierung können vielfältige Prozesse automatisiert werden und der Zugriff auf andere Softwareprodukte wie zum Beispiel ArcMap ist möglich. Beim Übergang auf eine andere Datenbank kann die erstellte Benutzeroberfläche weiter verwendet werden, da MS Access auf fast jedes relationale Datenmodell über die Standardschnittstelle zugreifen kann.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung von MS Access wird bei der Sachdatenaktualisierung deutlich. Die häufigsten Fälle bei der Datenaktualisierung und -auswertung beziehen sich auf die Sachdaten und im Vergleich zu einer ArcGIS-Lizenz ist eine MS Access-Lizenz wesentlich günstiger und meist an den Arbeitsplätzen verfügbar.

Die Nachteile beim Einsatz von MS Access sind der Softwareübergang, der entsteht sowie bei der Darstellung der räumlich-grafischen Daten und der Sachdaten, die notwendige Verknüpfung in der Anwendungsprogrammierung zwischen den Softwareprodukten bei identischen Datensätzen.

Im Rahmen des Projektes und dieser Thesis wurde sich darauf geeinigt, das Facility Management-System für das Hochhaus Warnemünde aufzusetzen und die Gebäude- und Raumdaten sowie die Inventarisierung aus der ersten Etage zu verwenden.

## 6.1 Datenmodell

Um mit ArcMap und mit MS Access auf den Datenbestand zu greifen zu können, ist ein Datenbankmodell notwendig, das die vorhandenen Geodaten und Facility Management-relevanten Sachdaten berücksichtigt. Die Informationen werden so abgelegt, dass sie nicht mehrfach auftreten und keine Redundanzen entstehen. Sie sollten in einer wohlgeformten Struktur vorliegen, sodass sie leicht verfügbar bereitstehen. Hierfür bietet sich ein relationales Datenbankmodell an, da die Daten verteilt gespeichert und sowohl getrennt als auch gemeinsam genutzt werden können.

Beide Softwareprodukte unterstützen die Umsetzung des relationalen Modells, wobei jedes Produkt die relationale Architektur unterschiedlich verwaltet. ArcGIS speichert die Informationen des Modells in zusätzlichen Tabellen ab, wohingegen MS Access die Informationen für die Relationen und Tabellen in dem Datenbankformat verschlüsselt hinterlegt. Jedes Programm kann nur auf seine eigenen Modellbeschreibungen zugreifen.

### *Relationales Datenbankmodell*

Die Grundeinheit des Datenbankmodells sind die Objekte, die eine beliebige Anzahl von Attributen besitzen können, welche die Objekte beschreiben und identifizieren. Die Beschreibung der Objekte entspricht dem Aufbau der Tabelle, die Attribute sind die Spalten. Diese Objekte können in der Personal Geodatabase ebenfalls ein Geoobjekt darstellen.

Neben den Objekten sind die Beziehungen zwischen den Objekten die zweite Grundeinheit im Datenbankmodell. Über Beziehungen werden die Typen der Verknüpfung der Objekte untereinander definiert.

Das Datenmodell wird mit dem Entity-Relationship-Ansatz beschrieben. Das ER-Modell verknüpft Teilmengen der Objekte mit anderen Objekten, die über Parameter in den Attributen gesteuert werden. Es entstehen Beziehungen zwischen den einzelnen Gegenständen der Objekte. Die einzelnen Gegenstände werden auch als Entity und die

Beziehungen als Relationship bezeichnet.

Nach der Funktionalität kann man drei Beziehungen unterscheiden:

- 1:1 → Ein Entity wird genau einem Entity zugeordnet.
- 1:n → Jedem Entity sind beliebig viele Entities aus einem weiteren Objekt zugeordnet, aber umgekehrt hat jedes Entity aus dem zweiten Objekt nur eine Beziehung zu dem ersten Objekt. Das n kann auch 0 sein.
- m:n → Es bestehen keine Restriktionen. Jedes Entity kann beliebig viele Beziehungen zu den Entities in einem weiteren Objekt haben und umgekehrt.

Die Beziehungen können direkt als ein eigenständiges Objekt in der MS Access Datenbank festgelegt werden. Das Festlegen der Beziehungen hat einige Vorteile in der Datenbank, wie zum Beispiel eine referenzielle Integrität, automatische Aktualisierungsweitergaben und Löschweitergaben.

Die referenzielle Integrität ist ein Regelsystem, mit dessen Hilfe Microsoft Access sicherstellt, dass Beziehungen zwischen Datensätzen in Detailtabellen gültig sind und dass verknüpfte Daten nicht versehentlich gelöscht oder geändert werden. Die automatischen Aktualisierungsweitergaben und Löschweitergaben geben Änderungen bzw. Löschungen direkt an den verknüpften Datensatz weiter.

Der Nachteil des Festlegens der Beziehungen besteht darin, dass jede Veränderung an der Datenbank überwacht wird und auch der Zugriff über weitere Schnittstellen an das Überwachungssystem gebunden ist. So wäre es zum Beispiel nicht möglich, eine Tabelle mit einer zweiten zu ersetzen, auch wenn diese identisch ist.

In ArcGIS werden die Beziehungen als Relationen bezeichnet und als Regeln in einer speziellen Systemtabelle abgelegt, die standardmäßig in der Personal Geodatabase angelegt wird. Zu jeder in Beziehung stehender Tabelle wird eine relationship class angelegt, in der verschiedene Beziehungstypen festgelegt werden können. Mit MS Access ist übrigens diese Systemtabelle theoretisch editierbar, was aber unter jeden Umständen unterlassen werden sollte.

Das Festlegen der Relationen hat in ArcGIS ähnliche Konsequenzen wie in MS Access. Bei den Composite

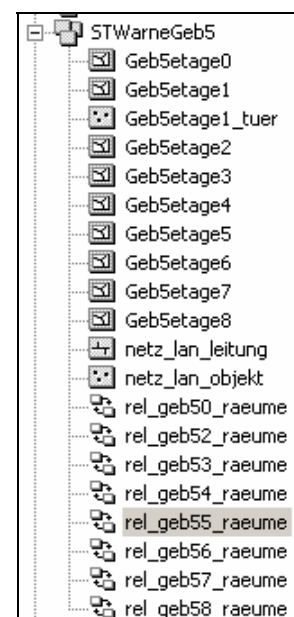


Abbildung 6.1  
Ausschnitt Tabellen und  
Relationen ArcGIS

Relationships wird zusätzlich auf die Existenz der Objekte geachtet und bei Bedarf eine Löschung auch an verknüpfte Objekte weitergegeben.

Alternativ zu den festen Beziehungen / Relationen können in MS Access Abfragen und in ArcMap Joins verwendet werden. Abfragen bzw. Joins werden auch als Sichten bezeichnet, weil sie selbst keine Daten enthalten, sondern nur bestimmte „Sichten“ auf Tabellen sind.

Mit den Sichten lässt sich der Datenumfang einschränken oder über die Verbindung mit anderen Tabellen erweitern, sodass neue temporäre Tabellen entstehen, die die Daten aus den angesprochenen Tabellen anzeigen.

### *Aufbau der (Geo-)Datenbank*

Um keine Datenkonsistenzprobleme durch die beiden verschiedenen Systeme zu erhalten, werden alle Beziehungen von einem Geodatenatz zu einem anderen Geodatenatz und von einem Geodatenatz zu einer Tabelle mit ArcGIS realisiert und alle Beziehungen zwischen den reinen Datentabellen mit MS Access verwirklicht. Weiterhin wird festgelegt, dass in den Geodatenätzen nur eine eindeutige VerknüpfungsID abgelegt wird, um die Sachdaten auch unabhängig von den Geodaten verwalten zu können.

Dies bedeutet zum Beispiel, dass es zu jedem Standort einen Geodatenatz Gebäude (Geb) gibt, der die Geometrien und die ID der Gebäude enthält und eine Tabelle tblgebäude, die alle Sachinformationen zu den Gebäuden vorhält.

GebID*	GEB_BEZEIC	NUTZFLAECH	UMB_R	GESCH_ANZA	GESCH_F	GEB_ho
WGeb1	Pförtnerhaus	25	140	1	29	3
WGeb10	altes Stellwerk, (Denkmal)	120	481	2	220	8
WGeb10a	altes Stellwerk, (Denkmal)	120	481	2	220	8
WGeb2	Siedlungshaus	50	225	1	29	5
WGeb3	Trafostation (alter Strom)	30	153	1	29	3
WGeb3a	Trafostation (Seekanal)	55	153	1	29	5
WGeb4						
WGeb5						
WGeb5a						
WGeb5b						
WGeb6						
WGeb7						
WGeb8						
WGeb9						

OBJECTID*	Shape*	GebID*
1	Polygon	WGeb5
2	Polygon	WGeb5a
3	Polygon	WGeb5b
4	Polygon	WGeb6
5	Polygon	WGeb10a
6	Polygon	WGeb10
7	Polygon	WGeb3a
8	Polygon	WGeb7
9	Polygon	WGeb8
10	Polygon	WGeb9
11	Polygon	WGeb4
12	Polygon	WGeb2
13	Polygon	WGeb3
14	Polygon	WGeb1

Abbildung 6.2 Verknüpfung der Gebäude ArcGIS





Geoobjekte der Etagen beziehen sich aber nur auf eine Sachdatentabelle, sodass hier keine zusätzlichen Redundanzen entstehen.

Im Bezug auf die verschiedenen Standorte wird die Trennung der Sachdaten empfohlen. Für spätere standortübergreifende Abfragen und Auswertungen können SQL-Abfragen mit dem Operator UNION verwendet werden.

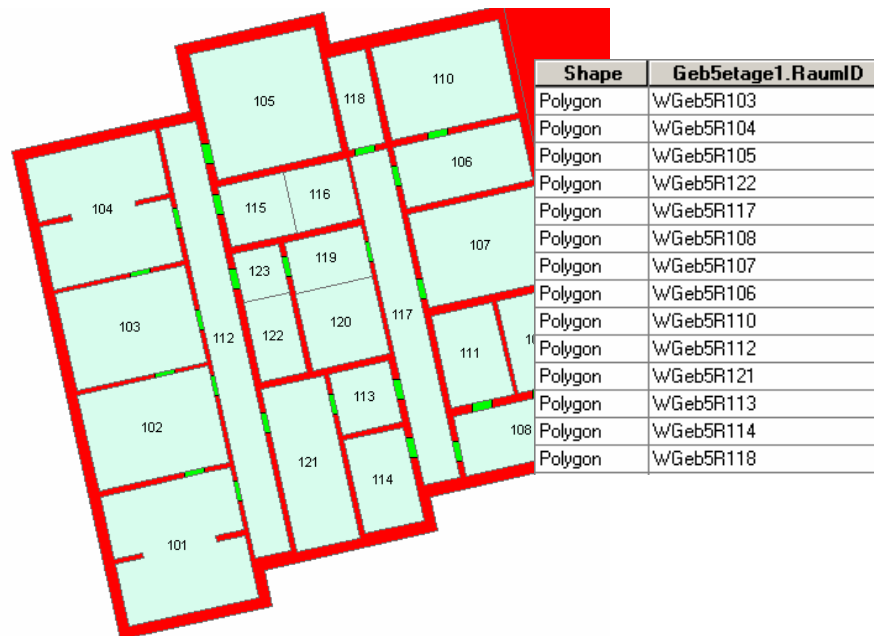


Abbildung 6.4 Grundriss Hochhaus Warnemünde 1. Etage

### ***Räumliche Beziehungen***

Ein weiterer Ansatz zum Verknüpfen der verschiedenen Datensätze ist die topologische Beziehung. Durch eine räumliche Analyse lassen sich zum Großteil die Beziehungen der Geoobjekte ermitteln und über verschiedene räumliche Abfragen können Objekte aneinander zugeordnet werden. Ein Beispiel ist die Abfrage, welche Objekte sich in bestimmten Raum befinden. In der obigen Anwendung haben alle Inventarobjekte eine 1:m Beziehung mit dem Raum, über diese Abfrage kann dieselbe Beziehung hergestellt werden, ohne dass diese in der Datenbank festgelegt werden muss festgelegt wurde.

Mithilfe der Abfragesprache Simple Feature for SQL können solche Beziehungsabfragen gespeichert und je nach Anwendung aufgerufen werden. In den heutigen Geoinformationssystemen sind solche räumlichen dauerhaften Beziehungsbeschreibungen nicht vorgesehen. Zum einen verlangen solche Analysefunktionen noch einen recht hohen Rechen- und Programmieraufwand und zum anderen müssten dann auch alle Daten räumlich verortet sein. Zwar werden die notwendigen Analysefunktionen unterstützt (siehe

Abbildung 6.5), aber diese sind nur für den temporären und einmaligen Gebrauch vorgesehen.

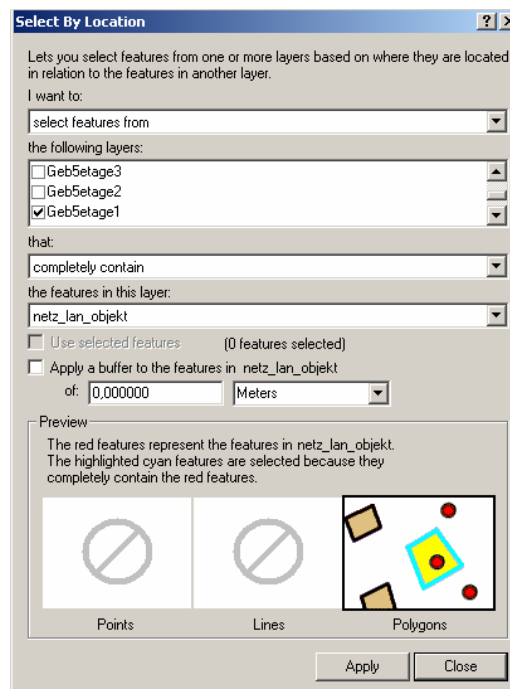


Abbildung 6.5 Select by location - Auswahlfenster ArcMap

Nach Meinung des Autors werden sich solche Datenmodelle längerfristig durchsetzen, weil gerade bei großen Datenbereichen eine wesentlich bessere Verwaltung möglich ist und schon jetzt die Abfragen mit dem SpatialSQL unterstützt werden.

## 6.2 Datenerhebung und Aufarbeitung

Zu Beginn des Projektes lagen keine Digitalen für eine Facility Management Verwaltung vor. Als erster Schritt mussten die Gebäude- und Raumpläne im Geoinformationssystem digital bereitgestellt werden, um die Sachinformationen anzuknüpfen. Sachinformationen wurden bisher bei allgemeinen Inventuren aufgenommen und ausgewertet. Eine Fortführung der Daten erfolgte nie, sodass der aktuelle Stand jeweils neu erhoben wurde. Solche Inventuren finden in unregelmäßigen Abständen statt, aber zum Zeitpunkt des Projekts war keine Inventur in Aussicht.

### *Gebäude- und Raumpläne*

In den vergangenen Jahren wurden aufgrund verschiedener Umbauarbeiten einzelne Etagenrundrisse erstellt. Die aktuellsten Pläne des Hochhauses sind von 1994 und 1995, die während der Errichtung des Anbaus durch die Firmen hass consult und S+P entstanden.

Diese Zeichnungen wurden als Handzeichnungen durch ein Aufmaß im Maßstab 1:100 erstellt. Die Zeichnungen waren mittlerweile in einem lagegetreuen schlechten Zustand, weil durch Faltungen und mehrmaliges Kopieren die Ursprungskarte verzerrt wurde.

2001 wurde das Erdgeschoss bei der Umgestaltung des Empfangsbereichs vollständig in AutoCAD aufgenommen. Das Hochhaus hat 9 Geschosse, wobei die Etagen 1-6 vom Grundriss fast identisch sind. Unterschiede gibt es bei der Raumaufteilung, Türenanzahl und Wanddurchbrüche, dies wurden seinerzeit den Bedürfnissen angepasst. Die Grundaufteilung anhand der Grundmauern zieht sich durch das gesamte Haus, sodass aus der hochgenauen CAD-Zeichnung und den alten Etagenzeichnungen die Grundrisse für die 0.-6. Etage in ArcMap konstruiert werden konnten. Für die Etagen 7 und 8 wurde aus dem vorhandenen Material interpoliert, was bei Bedarf neu aufgemessen werden sollte.



Abbildung 6.6 Grundrisserstellung (georeferenzierte Zeichnung, CAD-Plan, Grundriss in ArcMap)

Die Vorgehensweise war dabei für alle Etagen identisch. Die CAD-Zeichnung wurde im Bezugssystem registriert, die einzelnen Zeichnungen wurden eingescannt und anhand der CAD-Zeichnung einzeln mit der ArcMap-Erweiterung georeferenziert. Mit den Konstruktionsmitteln von ArcMap wurden die einzelnen Etagenlayer erstellt und in der Personal Geodatabase gespeichert. Die Zuweisung der RaumID erfolgte manuell. Die s/w Zeichnungen sind weiterhin im System verfügbar, um die handschriftlichen Informationen vorzuhalten.

### ***Sachdaten des Facility Managements***

Für die ersten Anwendungen wurde das Inventar der ersten 1. Etage vollständig aufgenommen. Aufgenommen wurden folgende Kategorien:

- Bezeichnung und Lage
- Nutzungstyp nach DIN
- Raumhöhe

- Anschlüsse Wasser, Strom, Gas
- Dosen und Anschlussbezeichnungen des Ethernet
- Fußbodentyp
- Fenster und Türen (Anzahl und Typ)
- Tageslicht, Sichtschutz, Schallschutzanlagen
- Beleuchtung
- Reinigungsintervall
- Alle Inventarobjekte (Bezeichnung, Typ, Größe, Verwendung)

In den meisten Punkten konnten Kategorien erstellt werden, die sich dann auch im Datenmodell wieder finden (siehe Abbildung 6.3). So konnten zum Beispiel die 25 Türen in drei Typen eingeteilt werden und eine ganze Reihe gleicher Schrank- und Tischtypen fanden sich in den Räumen.

Es gibt eine Inventarobjektliste mit den Ausmaßen und den Materialeigenschaften und weiterhin eine Bestandsliste, wo die einzelnen Objekte den Räumen zugeordnet werden. In der Bestandsliste können ebenfalls Anschaffungswert, Anschaffungszeitpunkt, Anbieter, Gewährleistung etc. vermerkt werden. Durch die Trennung der Objekteigenschaften mit der Bestandsliste wird eine Inventaraufnahme wesentlich vereinfacht. So findet sich der hohe Aktenschrank 80/190 15mal auf der 1. Etage (siehe Abbildung 6.7). Die weitere Kategorisierung nach Typen der Inventarobjekt ist für spätere Auswertungen nötig.

The image shows two overlapping windows from a software application. The top window is titled 'Schrank 80/190' and has two tabs: 'Grunddaten' and 'Standorte'. The 'Grunddaten' tab is active, showing the following fields:

- ObjektID:** 1
- Kurzbezeichnung:** Schrank 80/190
- Langbezeichnung:** Hoher Aktenschrank
- InventartypID:** Regal/Schrank
- Hersteller:** (empty)
- Gewicht:** 0
- Breite\_m:** 0,8
- Tiefe\_m:** 0,4
- Hoehe\_m:** 1,9

The bottom window is also titled 'Schrank 80/190' and has two tabs: 'Grunddaten' and 'Standorte'. The 'Standorte' tab is active, showing a table with the following data:

RaumID
WGeb5R103
WGeb5R103
WGeb5R104
WGeb5R104
WGeb5R110
WGeb5R110
WGeb5R108
WGeb5R109
WGeb5R109

At the bottom of the 'Standorte' window, there is a pagination bar that reads 'Datensatz: 1 von 15'.

Abbildung 6.7 Maske Verwaltung Inventarobjekte

### 6.3 Benutzeroberfläche

Die Eingabe und Aktualisierung soll durch eine Benutzeroberfläche GUI unterstützt werden. Die Eingabe der Daten ist zwar auch direkt in der Tabellenansicht oder im Editier-Modus von ArcMap möglich, aber bei weitem nicht so handlich wie eine gut strukturierte Datenmaske, die auch etwaigen Eingabefehlern vorbeugt.

#### *Formulare in MS Access*

Formulare sind Benutzeroberflächen, die das Bearbeiten der Datensätze erleichtern. Mit Hilfe von Steuerelementen kann man direkt auf ausgewählte Daten zugreifen und darüber hinaus durch bestimmte Funktionen die Daten automatisiert manipulieren.

Im Allgemeinen sind die Formulare direkt mit einer Tabelle oder Abfrage als Datensatzquelle verknüpft. Darüber hinaus ist es möglich, weitere Datenquellen über einzelne Steuerelemente, zum Beispiel Kombinationsfelder oder Unterformulare, einzubinden. In der Abbildung 6.8 ist das Formular für die Räume abgebildet. Die Datensatzquelle ist die Tabelle tblraeume, weiterhin werden auch die zugehörige Bestandsliste und die Beleuchtungskörper angezeigt. Die Zuordnungen basieren auf den Beziehungen des Datenmodells. Auf den weiteren Registerkarten finden sich die Daten des Raumes sowie zugehörige Daten aus dem Bestand der Fenster, Türen, Anschlussdosen und des Personals.

The screenshot shows the 'tblraeume' form with the following details:

- Search Fields:** RaumID (wGeb5R104), GebID (wGeb5), Standort (Rostock Warnemünde), Bezeichnung (Büro).
- Tabs:** Grunddaten (selected), Ausstattung, Fenster/Türen, Mitarbeiter, Kommunikation.
- Fußbodentyp:** Teppich
- Inventar Table:**

Bezeichnung	Anschaffungsdatum	Anschaffungswert
Stuhl		50,00 €
Stuhl		50,00 €
Bürostuhl Leder		0,00 €
Schrank 80/190		0,00 €
Schrank 80/190		0,00 €
Schrankaufsatz 80/50		0,00 €
Schrankaufsatz 80/50		0,00 €
Rollschrank 100/76		0,00 €
Rollschrank 100/76		0,00 €
Unterschrank		0,00 €
Unterschrank		0,00 €
*		0,00 €
- Beleuchtung Table:**

Anzahl	Typ
4	Leuchtstoffröhre 1fach
*	0
- Navigation:** Datensatz: 5 von 12 (Inventar), 1 von 1 (Beleuchtung), 50 von 183 (Overall).

Abbildung 6.8 Formular Räume

Derzeit gibt es selbstständige Formulare für die Bereiche:

- Räume
- Nutzungsarten
- Inventarobjekte
- Türen und -typen
- Fenster und -typen
- Beleuchtung und -typen
- Telefonanschlüsse
- Ethernet-Zuordnungen
- Personal
- Start

Formulare ohne Datenquelle wie das Startformular dienen der Navigation oder beinhalten Funktionen. Navigationen oder Aktionen werden über Schaltflächen realisiert. Beim Klicken einer Schaltfläche wird eine programmierte oder automatisch generierte Prozedur ausgeführt.

Zur Programmierung von verschiedenen Funktionen werden in MS Access-Anwendungen Module verwendet. Ein Modul ist eine Auflistung von Codes in Visual Basic für Applikationen, Deklarationen und Prozeduren, die zusammen als eine Einheit gespeichert sind.

Es werden Klassenmodule und Standardmodule unterschieden. Klassenmodule können einzeln oder in Verbindung mit einem Objekt erstellt werden. Standardmodule enthalten allgemeine Prozeduren, auf die von der gesamten Datenbank-Anwendung zurückgegriffen werden kann.

Bei den Prozeduren in einem Formular handelt es sich um Klassenmodule, in denen Sub-Routinen und Funktionen ausgeführt werden. Beim Aufrufen eines Formulars wird folgende Prozedur ausgeführt:

```
Private Sub Befehl0_Click()  
On Error GoTo Err_Befehl0_Click  
  
Dim stDocName As String  
stDocName = "frm_main_object"  
DoCmd.OpenForm stDocName  
  
Exit_Befehl0_Click:  
Exit Sub  
Err_Befehl0_Click:  
MsgBox Err.Description
```

```
Resume Exit_Befehl0_Click  
End Sub
```

Der Befehl *DoCmd.OpenForm* wird mit dem Parameter *stDocName* ausgeführt, der den Namen des Formulars beinhaltet und das Formular öffnet. Es können noch weitere Parameter wie z.B. eine Filterung angefügt werden. Auf ähnliche Weise werden Tabellen, Berichte und Makros geöffnet bzw. angezeigt, nur dass der spezifische Befehl differiert.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled 'Personal' with a subtitle 'Regina Allwardt'. The form is divided into two tabs: 'Personaldaten' and 'Persönliche Daten'. The 'Persönliche Daten' tab is active, displaying the following information:

- Personal-Nr:** 87
- Vorname:** Regina
- Nachname:** Allwardt
- Position:** Verwaltungsassistentin
- Vorgesetzte(r):** Beck, Rainer
- Einstellung:** 21. Aug. 2001
- Durchwahl Büro:** 2194

On the right side of the form, there is a photograph of Regina Allwardt. Below the photo are two buttons: 'Neu/Ändern' and 'Entfernen'. At the bottom of the form, there is a navigation bar with the text 'Datensatz: 1 von 76' and several navigation icons.

Abbildung 6.9 Formular Personal

Komplexe Prozeduren wie das Einfügen eines Bildes aus dem Dateisystem (siehe Abbildung 6.9) werden durch ein ActiveX-Steuerelement gesteuert. Die ActiveX-Steuerelemente sind nicht Bestandteil der MS Access-Version, sondern sind Elemente des Windows-Betriebssystems, die von der Datenbankanwendung genutzt werden. Fast alle Windows-Programme greifen auf ActiveX zu, allerdings muss beim Implementieren dieser Funktionen über das Lizenzrecht verfügt werden, und es muss sichergestellt werden, dass die Elemente auf dem Zielsystem in der richtigen Version installiert sind.

Die Vorteile der Verwendung solcher ActiveX-Steuerelemente liegen darin, dass die Elemente extern vorliegen und nicht in der Datenbankanwendung gespeichert werden müssen. Weiterhin besitzen die meisten eine einfache Bedienungsoberfläche, sodass ein VBA-Code nicht nötig ist. Ebenfalls erleichtern sie den Umgang, weil zum Beispiel das Modul *FileDialog* nicht zusätzlich programmiert werden muss. Diese ActiveX-Komponenten liegen im Systemverzeichnis als OCX-Dateien vor. Bei entsprechender Programmierung



können auch ActiveX-Komponenten von ArcGIS / ArcReader eingebunden werden. Damit ist eine Visualisierung der Geodaten in der MS Access Datenbank möglich. Das derzeitige Lizenzmodell verlangt allerdings eine lauffähige ArcGIS Version auf demselben System. Eine unabhängige Verwendung von ArcGIS wäre dann nicht mehr gegeben.

Wenn MS Access und ArcGIS auf dem gleichen System verfügbar sind, kann auch eine interaktive Verknüpfung zwischen den Geoobjekten und den Formularen erfolgen.

### ***Verknüpfung MS Access / ArcMap***

Eine interaktive Verknüpfung der beiden Benutzeroberflächen von MS Access und ArcMap wird über die OLE-Objekte und VBA ermöglicht. Kurz beschrieben öffnet eine Prozedur das jeweilige andere Programm, übergibt Parameter und führt vordefinierte Befehle aus. Für das folgende Codebeispiel muss in den Layereigenschaften bei der Hotlink-Option die Prozedur OpenRaumForm vorgegeben werden. Nach einem Mausklick auf eine Fläche wird die Prozedur mit den Linkparametern aufgerufen, das Programm wechselt zur aktiven Accessanwendung und öffnet das entsprechende Formular mit einem Filter. Der zur Fläche passende Datensatz wird angezeigt. (Die Prozedur wurde gekürzt dargestellt.)

```
Sub OpenRaumForm(pLink, pLayer)

    Dim pHyperlink As IHyperlink
    Set pHyperlink = pLink
    Dim pFLayer As IFeatureLayer
    Set pFLayer = pLayer

    ...
    Dim AccDB As Access.Application
    Set AccDB = GetObject(, "Access.Application")
    AppActivate "Microsoft Access"
    ...
    Accapp.CurrentProject.Application.DoCmd.OpenForm "frmraeume", &_
acNormal, "", "RaumID = '" & pHyperlink.Link & "'"

End Sub
```

Alternativ kann über einen Button das Formular mit den Datensätzen der zuvor ausgewählten Features angezeigt werden. Umgekehrt kann von Access über einen Button auf das jeweilige Feature in ArcMap gezoomt werden, wobei es entsprechend farblich markiert wird. Natürlich muss die Programmroutine mit etwaigen Fehlern umgehen können.

Die Schwierigkeit liegt hier in der Zuordnung der Geoobjekte zu den entsprechenden Formularen und umgekehrt mehrerer Geodatenbestände zu einer Datentabelle gehören. Dies lässt sich über eine Zuordnungstabelle und eine entsprechende Nomenklatur der Bezeichner lösen. In den Prozeduren werden dann die Kriterien entsprechend dynamisch angepasst.

### ***Hilfe***

Bis zur Einführung des MS Internet Explorers 4.0 beruhten Windowshilfesysteme auf kompilierten Rich-Text-Files (RTF), wobei über die Fußnoten eine Navigation und Indexierung ermöglicht wurde. Die Dateien hatten die Endung hlp.

Zurzeit entspricht eine HTML-basierte Hilfe dem aktuellen Stand der Technik. Sie enden mit chm und benötigen ein entsprechendes Update, welches in den neueren Windows-Betriebssystemen bzw. im MS Internet Explorer ab 4.0 integriert ist.

Die Seiten sind im HTML-Format vorzubereiten, wobei fast alle Funktionen eines Browsers wie z.B. Skriptsprachen oder animierte Grafiken eingebunden werden können. Über den HTML-Help-Workshop können eine Navigation und eine Indexierung erfolgen. Ein weiterer Vorteil der HTML-basierten Hilfe besteht darin, dass die Textdarstellung nicht mehr getrennt von der Navigation ist.

Zum Access-Frontend wurde eine solche Hilfedatei erzeugt, mit der bei Bedarf alle Schaltflächen und Steuerelemente kurz erklärt werden.

### ***Auswertungsanwendungen***

Über die Berichtsfunktionen können beliebige Auswertungen zum Datenbestand erfolgen.

Auswertungen werden mit einer Abfrage in SQL durchgeführt.

Hier sei nur ein kurzes Beispiel genannt: Eine Übersicht soll ergeben, wie viel Quadratmeter welchen Fußbodentyps wöchentlich gereinigt werden müssen, um eine Reinigungsfirma zu beauftragen.

```
SELECT tblraeume.Etage, tblraeume.Reinigungsintervall,  
tblfußbodentypen.Fußbodentyp, tblraeume.Fußbodentyp,  
Sum(tblraeume.Flaeche_grund) AS SummevonFlaechegrund  
FROM tblfußbodentypen INNER JOIN tblraeume ON  
tblfußbodentypen.FußbodentypID = tblraeume.Fußbodentyp  
GROUP BY tblraeume.Etage, tblraeume.Reinigungsintervall,  
tblfußbodentypen.Fußbodentyp, tblraeume.Fußbodentyp  
HAVING (((tblraeume.Etage)=1));
```

Das Ergebnis kann in einem Accessbericht, in MS Word oder auf einer dynamischen Webseite ständig aktuell angezeigt werden.

## 7 Fazit

Wie der Überblick gezeigt hat, ist die Nutzung der GIS-Technologie für Facility Management-Systeme noch nicht sehr weit verbreitet. Die Bestrebungen von Firmen zeigen, dass Geoinformationssysteme durchaus als Basistechnologie genutzt werden können. Die verschiedenen CAFM-Softwareanbieter nähern sich mit ihren zukünftigen Produktideen der Integration in einem Geoinformationssystem an. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der zentralen Speicherung der Daten, um eine Interoperabilität zu gewährleisten.

In der Arbeit konnte die Verwendung der GIS-Technologie für Facility Management mit einem eigenen Produkt für die Scandlines Deutschland GmbH nachgewiesen werden. In einem Geoinformationssystem wurde mit eigenen Werkzeugen und vorhandener Software eine Gebäude-, Raum- und Inventarverwaltung integriert.

Im ersten Schritt wurde ein Geoinformationssystem eingeführt. Dieses wurde mit Produkt ESRI ArcGIS 8.3 umgesetzt. Es konnten alle verfügbaren Geobasisdaten des Landesvermessungsamtes und der externen Dienstleister aufbereitet und integriert werden. Wegen der entscheidenden Verbesserungen in ArcGIS 9.0 sollte bei der Umsetzung des Prototyps in den Geschäftsbetrieb die neuere Version eingesetzt werden.

Die umgesetzte Lösung für das Facility Management ist eine Kombination von ArcGIS und der MS Access Benutzerumgebung und erlaubt eine jeweils unabhängige Bearbeitung der Daten desselben Datenbestands. Für die aufgetretenen Probleme konnten Lösungen angeboten werden. Diese bezogen sich auf die CAD-GIS-Konversion wie auch auf die unterschiedlichen Datenbankverwaltungseigenschaften und die Kopplung der gewählten Produkte.

Die Anwendung ist frei erweiter- und anpassbar. So können weitere Fachanwendungen in diese Struktur integriert oder auch Drittsoftware angebunden werden. Die Datenbank kann bei Bedarf in eine Serveranwendung überführt werden, wobei alle Anwendungen weiter genutzt werden.

Die vorliegende Anwendung ist ein Werkzeug zur Verarbeitung der Daten für Facility Management. Es stellt noch kein vollständiges Facility Management dar. Erst durch die noch notwendige Einbindung in ein Facility Management Gesamtkonzept des Unternehmens können die Vorteile einer ganzheitlichen Datenverarbeitung genutzt werden.

## Literatur- und Quellennachweis

- [Autodesk 2003] *CAD and GIS - Critical Tools, Critical Links*. Strategic White Paper, www.autodesk.com, 07/2004.
- [Belina 2004] Belina, Gerhard : *Anbindung von ArcGIS und Geomedia an Oracle Spatial*. unveröffentlicht UNIGIS update KONFERENZ, Salzburg 2004.
- [Bill 1999] Bill, R.: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1. Hardware, Software und Daten*, Heidelberg : Wichmann 1999.
- [Bill/Zehner 2001] Bill, R.; Zehner, M. L.: *Lexikon der Geoinformatik*. 1. Auflage. Heidelberg : Wichmann, 2001.
- [Braun 2001] Braun, H.P. : *Facility Management: Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung*; 3. neubearb. und erw. Aufl. Leipzig : Springer 2001.
- [Daróczy 2003] Daróczy, Z. : *GIS in der Wirtschaft*, 8. Österreichischer Geodätentag Wels : 2003.
- [Ebert 2003] Ebert-Ingenieure. *Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von CAFM* In: May, M. : *IT im Facility Management erfolgreich einsetzen - Das CAFM-Handbuch* Springer 2003.
- [Edeling 2004] Edeling, Gerhard : *Geodatenmanagement mit Bentley* unveröffentlicht UNIGIS update KONFERENZ, Salzburg 2004.
- [ESRI 2004a] ESRI Germany: *Themenheft Land Kranzberg*, ESRI 2004.
- [ESRI 2004b] *CAD and GIS - Critical Tools, Critical Links* . Strategic White Paper, www.esri-germany.com, 07/2004
- [ESRI 2004c] *Übersicht der Funktionalitäten der unterschiedlichen ArcGIS Komponenten für ArcGIS 8.x*, www.esri-germany.com, 07/2004.
- [Expertenrunde 2004] Runder Tisch GIS: *Open Source Software und Geoinformationssysteme - Chancen und Risiken für Verwaltung und Wirtschaft*. München 20.07.2004.
- [FM 2003] Der Facility Manager *Marktübersicht Zeitschrift* 06 / 2003 Forum Verlag Herkert GmbH Merching 2003.
- [GEFMA 2004] GEFMA : *Übersicht der Richtlinien*. www.gefma.de 07/2004.
- [GEFMA 410] GEFMA : *Schnittstellen für den Datenaustausch bei FM-Systemen*. Reihe 410 Bonn 2004.
- [GEFMA 940] GEFMA : *Marktübersicht CAFM-Software*. Reihe 940 Mai 2003 Bonn 2003.
- [Glauche 1999] Glauche, U. : *Was unterscheidet FM von einer herkömmlichen Bewirtschaftung*, VDI Nürnberg In *Facility Management: Grundlagen – Methoden – Anwendungen* ; Tagungen 1 : Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung VDI-Verl. 1999.
- [Graphiksoft 2003] www.graphisoft.de 07/2004.
- [Grassmuck 2002] Grassmuck, V.: *Freie Software. Zwischen Privat und Gemeineigentum*.

- Bundeszentrale für Politische Bildung , Bonn 2002.
- [IAI 2004] <http://www.iai-international.org> 05 / 2004.
- [Jeschkeit 2003] Jeschkeit: *Drei Dimensionen für den Airport* In: GeoBIT 05/2003 Heidelberg : Wichmann Verlag 2003.
- [Johnston et al. 1999] Johnston D.A.; Taylor G.D.; Visweswaramurthy G. : *Highly constrained multi-facility warehouse management system using a GIS platform* Integrated Manufacturing Systems, 1 April 1999, vol. 10, no. 4, pp. 221-233(13) Emerald Group Publishing Limited <http://www.ingenta.com>
- [Kohler 2000] Kohler, M : *Airport* In: GeoBIT 7/2000 Heidelberg : Wichmann Verlag 2000.
- [Kubit 2004] Mit hylasFM CAD-Daten für FM umwandeln. In: CAD News 04/2004 Neustadt : up2media AG 2004.
- [Lepper 2001] Lepper, D: *Anwendung der DIN 276 und der DIN 277 in Bezug auf Flächenmanagement und deren Bedeutung im Facility Management* Studienarbeit. In: Der Facility Manager Forum Verlag Herkert GmbH Merching 2003.
- [LVA 2001] LVA MV: *Geobasisdaten der Landesvermessung Lage-, Höhen und Schwerebezugssysteme* Faltblatt Landesvermessungsamt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin 2001.
- [Mai et al. 2001] GIS-unterstützte Risikoanalyse in HANSA Schiffahrt – Schiffbau – Hafen Jg 138, Heft 7 S63-66, 2001 .
- [MAY 2003] May, M. : *IT im Facility Management erfolgreich einsetzen - Das CAFM-Handbuch*. Leipzig : Springer 2003.
- [Naevy 2000] Naevy, Jens: *Facility Management : Grundlagen, Computerunterstützung, Einführung* : 2., aktualisierte und erweiterte Auflage Leipzig : Springer 2000.
- [Opic 2001] Opic, Marko *Datebezogene Vorbereitung einer CAFM-Einführung In Moderne Streitkräfte - Neue Organisations- und Finanzierungsmodelle*, Berliner Behörden Spiegel 10/2001. Berlin 2001.
- [Ranglack 2000] Ranglack 2000 *Fallbeispiele* S. 320-350. In: Naevy, Jens: *Facility Management : Grundlagen, Computerunterstützung, Einführung* : 2., aktualisierte und erweiterte Auflage Leipzig : Springer 2000.
- [Rohrbach 2001] Rohrbach, D. : *Das GIS als Unternehmensweites Informationssystem* [www.shhinfo.de](http://www.shhinfo.de) 6/2004.
- [Rohrbach 2001a] Rohrbach, D. : *Mehr als Digitale Daten*. In: GeoBIT 5/2001 Heidelberg : Wichmann Verlag 2001.
- [Röhrich 2003] Röhrich Th: *Datenmodellierung und generische Datenmodelle*, Vortrag beim Access-Stammtisch, Februar 2003, [www.access-stammtisch.de](http://www.access-stammtisch.de) (5/2004) Stuttgart 2003.
- [Schürle 1998] Schürle, Th. : *Computer Aides Facility Management (CAFM) interface*

- between photogrammetry, civil engineering and architecture* Stuttgart  
www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo99/schuerle.pdf  
06/2004 .
- [Sebastian et al. 1999] Sebastian M.; Jayaraman V.; Chandrasekhar M.G.: *Facilities management using remote sensing data in a GIS environment*, Acta Astronautica November 1998.
- [Speedikon 2004] Krämer, Walter :*Positionierung zu GIS*, Präsentation unveröffentlicht 2004.
- [VDI 1599] VDI : *Facility Management: Grundlagen – Methoden – Anwendungen ; Tagungen 1 : Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung Band 1599* VDI-Verl. 1999.
- [VDI 2000] VDI : *Gebäudesicherheit und Gebäudeautomation :Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung* VDI-Verl. 2000.
- [VDI 2000] Weller, Opic 2003 Herr Dipl.-Ing. (FH) Richard Weller, Herr Dipl.-Ing. (FH) Marko Opic *Der Facility Manager* März 2003 .
- [Weller et al. 2003] Weller et al. : *Zukunft Mittelstand* www.ebert-ingenieure.de/news/news-veroef.asp.
- [Wulf 2003] Wulf: *Eine Gute Verbindung*. In: GeoBIT 11/2003 Heidelberg : Wichmann Verlag 2003.
- [Zeißler 2000] Zeißler: *Ein GIS aus einem Guß* In: GeoBIT 7/2000 Heidelberg : Wichmann Verlag 2000.
- [Zoller 2004] Zoller, J.: *Internetbasiertes Gebäudeinformationssystem* In: *Der Vermessungsingenieur* 3/04 Wiesbaden Verlag Chmielorz GmbH 2004.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Standorte Scandlines AG .....	4
Abbildung 2.2 Ausschnitt TK 10 Standort Rostock / Warnemünde.....	5
Abbildung 2.3 MindMap Hafeninformationssystem.....	6
Abbildung 3.1: Wechselwirkungen im Facility Management [nach VDI 1599] .....	13
Abbildung 3.2: Entwicklung CAFM-Systeme.....	13
Abbildung 3.3 Internetanwendung speedikon.....	16
Abbildung 4.1 Ausschnitt ArcFM-Modell - elektrisches Gerät.....	24
Abbildung 4.2 Modell zukünftiger Fachschale von Speedikon FM.....	27
Abbildung 4.3 Geospatial Management /Bentley.....	29
Abbildung 4.4 Featuremodell XFM Bentley .....	30
Abbildung 4.5 CAD-GIS Verschmelzung Autodesk [nach Autodesk 2004].....	31
Abbildung 4.6 Prototyp FM - GIS Integration.....	35
Abbildung 4.7 Prototyp FM - GIS Integration - zukünftig.....	36
Abbildung 5.1 Betrachtungsebenen im Geoinformationssystem.....	40
Abbildung 5.2 Ausschnitt Aufbau Personal Geodatabase.....	41
Abbildung 5.3 Kataster.....	44
Abbildung 5.4 TK10 .....	44
Abbildung 5.5 ATKIS .....	44
Abbildung 5.6 HRSC Befliegung 2002.....	45
Abbildung 5.7 Befliegung 2004.....	45
Abbildung 5.8 Flächennutzung.....	45
Abbildung 5.9 Gebäude und 20KV .....	45
Abbildung 5.10 CAD Aufmaß.....	45
Abbildung 5.11 3D-Modell Hafeninsel mit Luftbild .....	46
Abbildung 6.1 Ausschnitt Tabellen und Relationen ArcGIS.....	49
Abbildung 6.2 Verknüpfung der Gebäude ArcGIS.....	50
Abbildung 6.3 Ausschnitt Beziehungen - Räume.....	51
Abbildung 6.4 Grundriss Hochhaus Warnemünde 1. Etage .....	52
Abbildung 6.5 Select by location - Auswahlfenster ArcMap.....	53
Abbildung 6.6 Grundrisserstellung (georeferenzierte Zeichnung, CAD-Plan, Grundriss in ArcMap) .....	54
Abbildung 6.7 Maske Verwaltung Inventarobjekte .....	55

---

Abbildung 6.8 Formular Räume .....	56
Abbildung 6.9 Formular Personal .....	58



## Abkürzungsverzeichnis

2D	<i>zweidimensional</i>
3D	<i>dreidimensional</i>
AG	<i>Aktiengesellschaft</i>
ArcGIS	<i>Produkt der Firma ESRI</i>
BAPI	<i>Business Application Programm Interface</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFM	<i>Computer Aides Facility Management</i>
DBMS	<i>Datenbankmanagementsystem</i>
DHDN	<i>Deutschen HauptDreiecksNetz</i>
DIN	<i>Deutschen Industrie Norm</i>
FM	<i>Facility Management</i>
GEFMA	<i>Deutsche Verband für Facility Management e.V.</i>
GIS	<i>Geoinformationssystem</i>
IAI	<i>Industrieallianz für Interoperabilität</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
ISO	<i>Internationalen Organisation für Standardisierung</i>
MS	<i>Microsoft</i>
OGC	<i>OpenGIS Consortium</i>
RD	<i>Datum Rauenberg</i>
RFC	<i>Remote Function Call</i>
SAP	<i>eine betriebswirtschaftliche Standard-Software</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TIN	<i>Triangulated Irregular Network</i>
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
VTS	<i>Vessel Traffic Service</i>
XFM	<i>XML feature model</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>