

MSc Master Thesis

# **Ein modulares, GIS unterstütztes Flugmanagement für die Luftbildphotogrammetrie**

**Neue Aspekte der Produkte  
Image Station™ Mission Planning und GeoMedia™**

Vollständiger Abdruck der von dem  
Institut für Geographie und angewandte Geoinformatik  
der Paris Lodron-Universität Salzburg  
zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Master of Science in Geographical Information Systems  
genehmigten Master Thesis

Vorgelegt von

**Dipl. Ing. Zoltan Poth (u946)**  
2004

**Betreuer der Master Thesis: Univ.-Prof. Dr. Josef Strobl**



Zoltan Poth

Ein modulares, GIS unterstütztes Flugmanagement für die Luftbildphotogrammetrie



Zoltan Poth

Ein modulares, GIS unterstütztes Flugmanagement für die Luftbildphotogrammetrie

Ich erkläre hiermit, vorliegende Arbeit  
selbstständig und ohne fremde Hilfe verfaßt zu haben.

Essingen, den 09. Mai 2004



Zoltan Poth

Ein modulares, GIS unterstütztes Flugmanagement für die Luftbildphotogrammetrie



Für meine Frau Elisabeth und meinen Sohn Simon

## Dank

Herrn Univ.-Prof. Dr. J. Strobl sei sowohl für die Betreuung dieser Arbeit als auch für die ermutigenden und anregenden Gespräche herzlich gedankt.

Die Durchführung und der erfolgreiche Abschluß meines Studiums gründet sich nicht zuletzt auch auf der Unterstützung durch mein Unternehmen Z/I Imaging GmbH und die Muttergesellschaft INTERGRAPH Corporation.

Meinen Kolleginnen und Kollegen in Deutschland sowie in Hunstville, Helmut Sohnle, Paul Garland, Orin Long, Christoph Dörstel, Silke Bihlmaier und Christian Müller danke ich für vielfältige Informationen und die Hilfe bei der Materialbeschaffung.

Die Firma Hansa Luftbild Sensorik und Photogrammetrie GmbH und ihre hilfsbereiten Mitarbeiter, Dr. Frank Dreesen, Marcus Wegener, Reiner Stöhr, Thomas Gössel, Dieter Fiedler ermöglichten das intensive Kennenlernen eines Flugbetriebes.

Die Koordinaten der SAPOS<sup>®</sup> Referenzstationen wurden freundlicherweise von Herrn Uwe Feldmann-Westendorff Raumbezugssysteme LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen Geodetic Reference System, zur Verfügung gestellt.

„Ach, was soll der Mensch verlangen?  
Ist es besser, ruhig bleiben?  
Klammernd fest sich anzuhängen?  
Ist es besser, sich zu treiben?“  
*Johan Wolfgang Goethe*

## Zusammenfassung

Bildflugunternehmen arbeiten mit vielschichtigen und unterschiedlichen Daten. Es sind Daten, die teilweise von Kunden stammen und solche, die im Haus entstehen bzw. selber besorgt werden müssen, um ein erfolgreiches Projektgeschäft zu führen. Die Mehrzahl der Projekte sind multitemporal und auch geographisch weit verteilt, oft über die nationalen Grenzen hinaus. Projekte wiederholen sich mit geringfügigen Änderungen in einem oder anderem Parameter. Es werden immer öfter ergänzende, unterschiedliche Sensoren in einem Projekt eingesetzt. All diese Komponenten und Daten zu überblicken, zu versionieren, aus unterschiedlichen Aspekten ständig im Auge zu behalten und/oder zu überwachen ist eine Aufgabe mit hoher Komplexität.

Die heutigen Geographischen Informationssysteme (GIS) und photogrammetrischen Softwareprodukte sind durchaus in der Lage, kombiniert mit den lokalen, regionalen und nationalen Geodaten-Infrastrukturen die Federführung der Koordinierung zu übernehmen. Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll ein derartiges modular aufgebautes Konzept mit einer Teilimplementierung entstehen. Dabei sollen die bereits existierenden interdisziplinären Bausteine benutzerfreundlich und geschäftsprozessoptimierend verzahnt werden.

## Abstract

Aerial mapping companies are working with complex and different data. These consist of data that are partially provided by customers and data generated or procured in house. They are an absolute must for successful project business. Most of these projects are multi-temporal and run at different locations, often beyond the national boundaries. It is quite common that projects are repeated with small changes in several parameters. Today, more and more often supplementary, different sensors are used in a project. It is a highly complex task to survey all these components and data, to monitor versions and to supervise them while keeping different aspects in mind. The current GIS and photogrammetry software products combined with the local, regional and national Geographic Information Infrastructures (GII) are absolutely in a position to perform the lead management of the coordination. It is the objective of this dissertation to produce such a modularly designed draft with partial implementation. At the same time the existing interdisciplinary modules should be coordinated in a user-friendly and process-optimized manner.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Ziele und Grenzen der vorliegenden Arbeit</b>	<b>11</b>
1.1.1. Ziele	12
1.1.2. Grenzen	15
<b>2. GRUNDLAGEN, VORSTELLUNG DER HAUPTAKTEURE</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Luftbildphotogrammetrie</b>	<b>17</b>
2.1.1. Von der Bildaufnahme zum Orthophoto	18
2.1.2. Systeme und Komponenten	18
<b>2.2. Geographisches Informationssystem</b>	<b>21</b>
2.2.1. GIS Software im Überblick	22
<b>2.3. Flugmanagement bei einem Bildflug Unternehmen</b>	<b>23</b>
2.3.1. Vom Auftrag zum Flugplan	23
2.3.1.1. Artefakte der Projektverwaltung	28
2.3.1.2. Artefakte des Missionsplanes	30
2.3.2. Startvoraussetzungen des Flugzeuges	33
2.3.2.1. Artefakte der Befliegungsvorbereitung	33
2.3.3. Von der Bildaufnahme zum Lieferschein	35
2.3.3.1. Artefakte der Befliegung	35
2.3.3.2. Artefakte der Qualitätssicherung und Endprodukt	37
<b>3. DAS GIS FLUGMANAGEMENT „FLIGHTGIS“</b>	<b>40</b>
<b>3.1. Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen</b>	<b>41</b>
<b>3.2. Inputs zum Metadatenkonzept im FlightGIS</b>	<b>45</b>
3.2.1. Metadaten in der Luftbildphotogrammetrie	46
3.2.2. CSDGM konforme Metadaten für das Flugmanagement	47
<b>3.3. Der neue Flugbetrieb</b>	<b>57</b>
3.3.1. Die Business-Architektur	58
3.3.1.1. Business Case für das GIS Flugmanagement „FlightGIS“	59
3.3.1.2. Business-Konzept für „FlightGIS“	61
3.3.1.3. Ausschnitt aus den Anforderungen	63
3.3.1.4. Akteure	64
3.3.1.5. Use Cases des Missionsplan-Managements	65
3.3.1.6. Das Referenzmodell	67
3.3.1.7. Komponenten- Kadidaten	68
3.3.2. Die Anwendungs-Architektur	69
3.3.2.1. Schichten-Sicht	69
3.3.3. Die System-Architektur	70
3.3.3.1. Verteilungs-Sicht	70
<b>3.4. Komponenten einer möglichen Realisierung</b>	<b>71</b>



<b>3.5. Die ersten erzielten Ergebnisse</b>	<b>72</b>
3.5.1. FGDC standard Metadaten des Projektes „BRISTOL“	73
3.5.1.1. “Questions & Answers” zum Projekt „BRISTOL“	73
3.5.2. Die Flugbetriebsprojekte in GeoMedia	80
<b>4. ZUSAMMENFASSUNG, AUSSICHTEN</b>	<b>86</b>
<b>4.1. Fazit</b>	<b>89</b>
<b>4.2. Aussichten</b>	<b>90</b>
<b>INTERNET-QUELLEN</b>	<b>91</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>92</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 : AKTUELLE PHOTOGRAMMETRISCHE PRODUKTION	18
ABBILDUNG 2 : SENSOR-MANAGEMENT EQUIPMENT DER FIRMA Z/I IMAGING	19
ABBILDUNG 3 : BILDFLUG-MANAGEMENT SYSTEM DER FIRMA Z/I IMAGING	19
ABBILDUNG 4 : GLOBALE GEO-INFORMATION INFRASTRUKTUR (GGII) ERMÖGLICHT DURCH PARTNERSCHAFT, STANDARDS UND TECHNOLOGIEN	41
ABBILDUNG 5 : BEISPIEL ZUR GSDI DIE GEORGIA SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE IN US A	42
ABBILDUNG 6 : FGDC-CONTENT STANDARD OF DIGITAL GEOSPATIAL METADATA KOMPONENTEN MIT DEN REMOTE SENSING EXTENSIONS	48
ABBILDUNG 7 : ARBEITSABLAUF IN DER BUSINESS-ARCHITEKTUR DER BUSINESS-, ANFORDERUNGS- UND PROZESS-SICHT	58
ABBILDUNG 8 : NICHT -FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN DES AUFTRAGGEBERS	63
ABBILDUNG 9 : DIE "HUMAN ACTORS" IM FLUGBETRIEB	64
ABBILDUNG 10 : ANWENDUNGSFÄLLE BEIM ERSTELLEN DES MISSIONSPLANS	65
ABBILDUNG 11 : DIE "BUSINESS DOMAIN" DES FLUGMANAGEMENTS	67
ABBILDUNG 12 : DEN BUSINESS SYSTEMEN ZUGEORDNETE KOMPONENTEN- KANDIDATEN	68
ABBILDUNG 13 : PAKETE UND DEREN BEDEUTUNG	69
ABBILDUNG 14 : AKTUELLE SYSTEM- UND KOMPONENTENLANDSCHAFT DES FLUGBETRIEBES IN DER MISSIONSPLANUNG	70
ABBILDUNG 15 : KOMPONENTENÜBERSICHT DES NEUEN FLUGBETRIEBES	71
ABBILDUNG 16 : DIE WELTWEITE PROJEKTÜBERSICHT IM BILDFLUGUNTERNEHMEN	81
ABBILDUNG 17 : DAS <i>BROMBACHSEE</i> PROJEKT AUS DEM ARCHIV	82
ABBILDUNG 18 : MISSIONSPLAN IM OSTALBKREIS IM ENTSTEHEN	83
ABBILDUNG 19 : DAS PROBLEMPROJEKT <i>ELCHINGEN</i> FÜR DIE QUALITÄTSSICHERUNG	84
ABBILDUNG 20 : PROJEKT <i>STUTT GART HBF</i> ERFLOGEN MIT VERSCHIEDENEN SENSOREN	85

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 : HISTORISCHE EREIGNISSE IN DER LUFTBILDPHOTOGRAMMETRIE UND IM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM	16
TABELLE 2 : ANWENDUNGSPERSPEKTIVISCHE DEFINITIONEN DES GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEMS	21
TABELLE 3 : ÜBERSICHT VON GIS SOFTWARE UND DEREN HAUPTANBIETER	22
TABELLE 4 : DIE KOMPONENTE UND DEREN BESCHREIBUNG DER GEO- INFORMATION UND GEO-DATEN INFRASTRUKTUR	43
TABELLE 5 : GÄNGIGE METADATEN IN DER LUFTBILDPHOTOGRAMMETRISCHEN PRODUKTION	47
TABELLE 6 : SEKTIONEN, KOMPONENTEN- UND DATENELEMENTE DES FLUGBETRIEBES	49

## 1. Einleitung

Der Autor hat langjährige Erfahrung in der Software Entwicklung für photogrammetrische Produkte. Daher fiel ihm die Entscheidung, das zweijährige post-graduierte „Geographical Information Science & Systems“ Studium mit der vorliegenden Arbeit, über eine Kombination der Photogrammetrie und der Technologie der Geoinformationssysteme (GIS) abzuschließen, nicht schwer. Die rasante Entwicklung der relativ jungen Geowissenschaft Geoinformatik (Geographical Information Science), mit kaum 50 Jahren eigener technologischer Historie, bietet sich einer solchen Arbeit mit zahlreichen interessanten Themenfeldern, wie Geo-Statistik, räumliche Analysenmethode, Attribut- und Datenbank-Management oder OpenGIS und Räumliches Relationales Datenbank Management System (Geo-RDBMS), um nur einige aus den UNIGIS Lehrgangsmodule zu nennen, hervorragend an.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zwei Teile:

Nach der Einleitung gibt Kapitel 2 einen Überblick über die Luftbildphotogrammetrie und das Geographische Informationssystem, gefolgt von der Vorstellung eines Arbeitsflusses in einer auf Luftbildaufnahmen spezialisierten Produktionsfirma. Während der Beschreibung der einzelnen Arbeitsstationen in einem Flugbetrieb werden Angaben zusammengestellt, extrahiert aus der Praxis, die für das neu zu entstehende Flugmanagement als Input verwendet werden. Es wird durch Erfassen von Anforderungen, bestehenden Systemen, Komponenten sowie durch Festhalten von Anwendungsfällen eine Vorarbeit geleistet. Die existierenden Strukturen (Software, Hardware, Daten und Kommunikation) und Prozesse werden für neue, zukünftige Systeme und Komponenten im Kapitel 3 modelliert, verfeinert und vorgestellt. Das Kapitel 2.3 ist die Basis und Grundlage für weitere Überlegungen, wie die beiden Geo-Disziplinen, Photogrammetrie und Geoinformatik, und deren Technologien – auch Hauptakteure genannt, entliehen aus der Unified Modelling Language (UML) Notation (Flower, M., Scott, K., J. 1999) – gegenseitig voneinander profitieren und beide zusammen die bestehenden Prozesse optimieren sowie die Produktivität fördern.

Das neue Modell eines mit GIS unterstützten Flugmanagements wird im Kapitel 3 angegangen. Aus dem vorhergehenden Kapitel sind die Systeme, Komponenten, Anforderungen sowie Interaktionen in der täglichen Produktion bekannt. Diese werden mit Hilfe eines komponentenbasierten Vorgehensmodells (Andresen, A., J., 2003) in

einer Geschäftsdomain (entspricht einem Geschäftsbereich), das mit GIS unterstütztes Flugmanagement, konzipiert.

Die Zusammenstellung eines möglichen Gesamtsystems, konfiguriert aus auf dem Markt befindlichen Komponenten wird beschrieben und ein Teilsystem mit realen Daten davon getestet.

In der Schlussdiskussion, im Kapitel 4 wird das Resümee gezogen. Außerdem werden Zukunftsperspektiven aufgezeichnet sowie kritische Punkte erörtert.

### **1.1. Ziele und Grenzen der vorliegenden Arbeit**

In einem Flugbetrieb werden räumliche Daten, auch Geodaten genannt, mit unterschiedlichen Sensoren in diskreter (Laserscanner) oder kontinuierlicher (analoge oder digitale Luftbildkameras) Form registriert. Ein Flugbetrieb benötigt aber selbst räumliche Daten, um seine Aufgaben erfüllen zu können (z.B. verschiedenste Arten von Karten, etc.). Dies kann als den Kreislauf der Geodaten bezeichnet werden. Es ist eine wichtige Erkenntnis, und muss festgehalten werden, um die Argumentationen im Kapitel 3 für Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen, Standards, Metadaten und Interoperabilität zu verstehen und zu verinnerlichen.

Die aufgezeichneten Daten werden zuerst an den so genannten photogrammetrischen Arbeitsstationen unterschiedlichen Prozessierungsschritten unterzogen (siehe Details im Kapitel 2.1.1) und als Produkte (z.B. Orthophotos) für Interessenten an räumlichen Daten weitergegeben. GI-Systeme benötigen diesen Input, um wiederum ihre eigenen Produkte (z.B. Routenplanungen verschiedenster Arten, hinterlegt mit Orthophotos) zu erzeugen. Eine klare Trennung zu ziehen, wo die photogrammetrische Produktion aufhört und wo die des GIS beginnt, ist heutzutage kaum mehr möglich und auch nicht sinnvoll. Der Übergang zwischen den beiden Technologien ist derzeit noch nicht ganz flüssig. Viele Konvertierungs- und andere manuelle Arbeitsschritte werden bei dem Datenaustausch benötigt. Eine Mischung der photogrammetrischen Softwareprodukte unterschiedlicher Hersteller ist nahezu unmöglich.

Seit der Gründung der US amerikanischen Organisation, Federal Geographic Data Committee (FGDC) im Jahre 1994, ist eine enorme Anstrengung im Gange zu mindest in der GIS Gemeinde, die vorher genannten Hindernisse zu beseitigen. Es ist durchaus sinnvoll, diese Bestrebungen auch auf die Photogrammetrie auszudehnen. Deshalb müssen die neu entstehenden Lösungen, in erster Linie die neuen Softwareprodukte, diesen Ansatz im Auge behalten.

Aus diesen Überlegungen wurde der OpenGIS Gedanke als Leitfaden dieser Arbeit für die Zusammenarbeit von Luftbildphotogrammetrie und GIS gewählt. Er beinhaltet vielseitige, innovative Technologien, für die Praxis bereits ausgereiften Theorien und aktuelle Trends.

Im Vorfeld sollen einige der wichtigsten Begriffe der Arbeit erwähnt bzw. erläutert werden. Manche sind von so großer Bedeutung, dass denen sogar ein eigenes Teilkapitel gewidmet wurde. Dies sind die Begriffe *Geo-Information Infrastruktur (GI)* und die *Kernelemente der nationalen räumlichen Geo-Daten Infrastruktur (NSDI)*.

Der Begriff *Interoperabilität* steht für „... die Fähigkeit zur Kommunikation, zur Ausführung von Programmen und zum Austausch von Daten zwischen verschiedenen funktionalen Einheiten in einer Art und Weise, die von Anwendern wenige oder gar keine Kenntnisse über die Besonderheiten dieser Einheiten erfordert.“ (Bartelme, N., J., 2000, S. 345). Dies ist *der* Begriff, welcher im Mittelpunkt der aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der GIS Gemeinde und auch darüber hinaus steht.

Ein weiterer Begriff, der hier noch erläutert werden muss, ist das *komponentenbasierte Vorgehensmodell*. „Ein komponentenbasiertes Vorgehensmodell beschreibt alle Aspekte und Aktivitäten im Kontext eines vollständigen Software-Entwicklungszyklus auf der Basis von Komponenten. Zentrales Element aller Aktivitäten ist die Komponente. Architekturen, Sichten, Bausteine, Kommunikationsarten und Workflows dienen der Konzeption, Spezifikation, Strukturierung, Implementierung, Kommunikation und Verteilung autonomer Komponenten, die mit anderen Komponenten und Systemen über definierte Schnittstellen interagieren können. Zur Beschreibung und Modellierung der Komponenten werden spezifische Modellierungssprachen und methodische Ansätze genutzt.“ (Andresen, A., J., 2003, S. 11) Dieses Vorgehensmodell wurde gewählt, um maximale Flexibilität der Systemskalierbarkeit, der Wartbarkeit, sowie eine hohe Qualität und reibungslose Kommunikation der Subsysteme der zu entwickelnden Geschäftsdomain, des GIS unterstützten Flugmanagements, zu ermöglichen.

### 1.1.1. Ziele

Der Bedarf an georeferenzierten Luftbildern hält kontinuierlich an. Die Befürchtung, dass hochauflösende Satelliten dieses Marktsegment gefährden werden, hat sich nicht bewahrheitet. Durch die Globalisierung veränderten sich aber die Geschäftsbedingungen stark. Nur diejenigen, die ihre Geschäftsprozesse maximal optimieren, d.h. Flexibilität den Kunden gegenüber, ständig hohe Qualität an



Lieferprodukten und Geschwindigkeit bei der Projektabwicklung bieten, um nur einige Punkte zu nennen, können sich auf dem Markt behaupten.

Ein vollständiges Projektgeschäft wird bei einer Bildflugfirma beschrieben. Dies ist notwendig, um das Potenzial der möglichen wirtschaftlichen Perspektive der Integration von GIS zu erkennen.

*Warum ist der Einsatz eines GIS in einer bereits funktionierenden Produktion sinnvoll oder sogar notwendig?*

Der im Kapitel 2.3 vorgestellte Flugbetrieb ist zwar sehr gut organisiert, aber in ihm steckt noch ein enormes Potential zur Optimierung.

Die Photogrammetrie fühlt sich allein zuständig für die primäre Datenerfassung, was an sich durchaus legitim ist. Aber sie sollte auch für die in der GIS-Gemeinde angestrebten globalen Geo-Infrastrukturen die Augen öffnen und bei den zukünftigen Produktlösungen unbedingt berücksichtigen.

Die GI-Systeme haben die Funktionalität zum optimalen Geodatenmanagement. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J. 2001, S. 397 ff.)  
Warum soll diese ungenutzt bleiben, anstelle Synergie für beide zu erzielen?

Die Flugplanung und deren erfolgreiche Durchführung stellt in vieler Hinsicht hohe organisatorische und technisch-technologische Anforderungen.

Die BildflugUnternehmen stehen unter einem hohen Zeit- und Kostendruck. Ihre Produktionsprozesse müssen von Zeit zu Zeit optimiert und an den möglichen und auch bezahlbaren technologischen Gegebenheiten angepasst werden. Die neue, digitale Technologie erfordert sehr hohe Investitionskosten. Demgegenüber sinken die Preise der Produkte, in diesem Fall, Luftbild und digitales Geländemodell, kontinuierlich.

*Welche innovative Möglichkeit kann man entgegenhalten, um den Preis der Produkte von verschiedenen Sensoren zu erhöhen?*

Die Antwort darauf liegt sehr nahe. Es sollte ein höherwertiges Produkt entstehen, welches den neuen, gerade im Aufbau befindenden globalen Geo-Daten Infrastrukturen gerecht wird. Es besteht die Chance mit „intelligenten“ Daten einen Mehrwert zu erzielen. Wie und wodurch die Daten diese „Intelligenz“ bekommen, wird im Kapitel 3 näher betrachtet.

Im Flugbetrieb handelt es sich um fast ausschließlich georeferenzierte Daten. Es ist sehr nahe liegend, dass sie in einem Umfeld einer GIS-Infrastruktur am besten aufgehoben sind was aber in der Praxis noch nicht so ist.

*Woran liegt die Zurückhaltung, was sind die Gründe dafür und wodurch lassen sie sich überwinden bzw. beseitigen?*

Die technischen und technologischen Voraussetzungen sind bereits vorhanden.

Ein modulares Konzept ist bestimmt ein guter Ansatz zu einem schnellen und kostengünstigen Einstieg. Es ermöglicht den stufenweisen Ausbau vorhandener Systeme und Komponenten, ohne die bestehenden Prozesse und Infrastrukturen auf einmal ersetzen zu müssen.

Es soll der Ansatz der heutigen technischen Flugplanung mit einem „Content Standard for Digital Geospatial Metadata“ (CSDGM) (Federal Geographic Data Committee, J., 2002) konformen Metadatenkonzept erweitert und deren Effektivität eingebettet in eine GIS Infrastruktur erhöht werden.

Internet/Intranet sowie mobile Arbeitsstationen werden definiert. Technologien, wie die dynamische Architektur verteilter Geo-Information Services (Tsou, M.H., Buttenfield, P. B., J., 2002) sowie OpenGIS WebMap Services (Open GIS Consortium Inc., J., 2001) werden dazu die Grundlagen bilden.

Alle die genannten technologischen Komponenten werden zum Definieren eines neuen, innovativen, skalierbaren, interoperablen und effektiven GIS Flugmanagements beitragen.

Der Autor ist bei einem Unternehmen beschäftigt, welches u.a. analoge und digitale Luftbildkameras mit der zugehörigen photogrammetrischen Auswertesoftware sowie eine GIS-Software Produktfamilie produziert und entwickelt.

Die Missionsplanung ist ein wichtiger Baustein in der Kette der primären Datenerfassung. Durch das Einbeziehen der GIS-Infrastruktur wird die technische Seite der Planung durch verbesserte Logistik ergänzt und erweitert. Es wird neue Aspekte für das koordinierende und technische Personal anbieten. Zurzeit erfordert der Prozess viele manuelle Interaktionen, bis das Flugzeug letztendlich zu seiner Mission starten kann.

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, die Anforderungen und Wünsche der Anwender nach mehr Interoperabilität und offenen Systemen in ein Stück Realität umzusetzen.

### **1.1.2. Grenzen**

Die möglichen Geschäftskomponenten eines Flugbetriebes werden identifiziert und auf einem sog. High-Level beschrieben und diskutiert. Bei allen ins Detail zu gehen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Aus diesem Grund wird nur das Metadatenkonzept in einer verfeinerten Form mit einem vollständigen Beispieldatensatz ausgearbeitet.

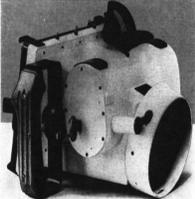
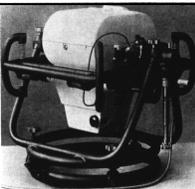
Bei der Realisierung und Beurteilung der Ergebnisse wird ein multitemporaler und Grenzen übergreifender Testdatensatz benutzt, um das Potenzial des neuen Ansatzes zu verdeutlichen.

Das entwickelte Modell stellt nur ein mögliches Architektur-Framework und die dabei eingesetzten Standards eines innovativen Produktes für GIS unterstütztes Flugmanagement dar und nicht das Produkt selbst. Die vollständige Umsetzung des Modells würde sowohl zeitlich wie auch personell aus den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen.

## 2. Grundlagen, Vorstellung der Hauptakteure

In der vorliegenden Arbeit stehen die Luftbildphotogrammetrie und das Geographische Informationssystem (GIS) im Mittelpunkt. Beide blicken auf eine unterschiedlich lange Vergangenheit zurück. Die Luftbildphotogrammetrie ist eng mit der Fotografie und der Luftfahrt verbunden. Demgegenüber ist das erste GIS in Kanada, als Canada Geographic Information System (CGIS) bekannt, erst in der Mitte der 1960-er Jahre entstanden. Die Entwicklung des zuletztgenannten ist um so dynamischer. Während die Luftbildphotogrammetrie eine Anwendung mit und für Spezialisten ist, mobilisiert GIS derzeit ca. 1 Millionen professionelle und möglicherweise 5 Millionen Gelegenheitsnutzer mit kontinuierlich steigender Tendenz. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J., 2001, S. 13) Das wirtschaftliche Potential von GIS ist dementsprechend zu bewerten. Dieses Potential soll auch dem Flugbetrieb durch gezieltes Einsetzen der GI Technologie zugute kommen.

**Tabelle 1 : Historische Ereignisse in der Luftbildphotogrammetrie und im Geographischen Informationssystem**

Datum	Luftbildphotogrammetrie	GIS
1901	Streophotogrammetrie (C. Pulfrich)	
1918	 Handkamera	
1923	 RMK C1	
1923	Stereoplanigraph (W. Bauersfeld)	
1955	Herstellung von Orthophotos aus Luftbilder (R. K. Bean)	



1956	RMK		
<b>Epoche der Innovation</b>			
1963			Initialisierung der CGIS Entwicklung
1969			Firmengründungen (Intergraph, ESRI)
1977			Havard Laboratorie entwickelt das ODYSSEY GIS
<b>Epoche der Kommerzialisierung</b>			
1981			ArcInfo Markteinführung
1985			Global Position System im Einsatz
1989	RMK TOP		
1994			Geburtsstunde des OpenGIS Konsortiums
<b>Epoche der Verwertung der Geo-Daten</b>			
2000			GIS hat mehr als 1 Million professioneller Benutzer
2002	Digital Mapping Camera		

## 2.1. Luftbildphotogrammetrie

„Das Luftbild zeigt nicht nur die Erscheinungsform, es vermittelt nicht nur ein Wissen von Beschaffenheit und Gestaltung der Landschaft, von der Bewirtschaftung, von der Bildung der Dorf- und Stadtgrundrisse. Es fördert das Erkennen, es lässt Ursachen und Wirkungen ablesen und beantwortet die Fragen nach dem Warum.“  
 (<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/04/01/16/02.htm>) Das Zitat stammt aus dem Jahre 1924 und wurde für die Erklärung der Verwendbarkeit des Luftbildes im

Schulunterricht benutzt. Das Luftbild ist nach wie vor ein unverzichtbares Hilfsmittel für zahlreiche Fachdisziplinen, wie für die Kartographie, Archäologie und für das GIS, um nur einige zu nennen. Die Luftbildphotogrammetrie ermöglicht es von diesen Aufnahmen eine Grundlage für weitere Verarbeitungsprozesse zu bilden. Wie aus dem Luftbild ein wichtiges Produkt entsteht, zeigt uns das nächste Kapitel.

### 2.1.1. Von der Bildaufnahme zum Orthophoto

Ohne ins Detail zu gehen, zeigt uns die nächste Abbildung die Verarbeitungsschritte der Luftbilder in der (Luftbild-)Photogrammetrie. Die markierten Bereiche, die *Gewinnung von Sensordaten* und *Datenhaltung* sind die für den Flugbetrieb, mit Ausnahme von „Scanning“, wichtigsten Komponenten und sind die Grundbausteine der vorliegenden Arbeit. Der „neue“ Flugbetrieb, zuständig für die primäre Datenerfassung wird in eine GIS Landschaft eingebettet, ohne die Eigenständigkeit der Photogrammetrie in Frage stellen zu wollen.

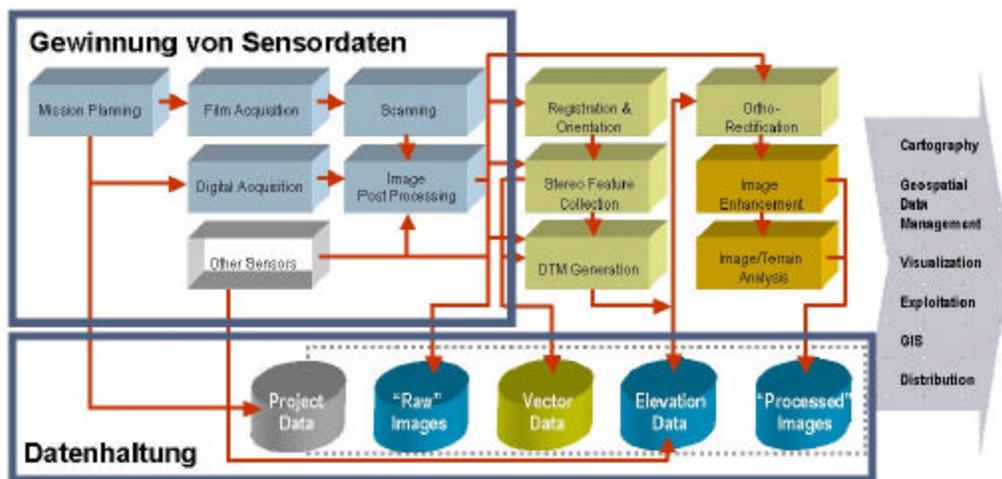


Abbildung 1 : Aktuelle photogrammetrische Produktion

### 2.1.2. Systeme und Komponenten

In Kürze sind die eingesetzten Systeme und Komponenten des Bildfluges vorzustellen. Der Markt und auch die Anzahl der Hersteller ist überschaubar. Hier werden nur einige der bekanntesten vorgestellt, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, um einen Überblick der Instrumentarien und Software, die in einem Flugbetrieb in Frage kommen, zu vermitteln.

- Z/I Imaging GmbH und Corporation (<http://www.ziimaging.com>)
  - Die Firma bietet sog. Komplettlösungen von Hardware- und Software-Produkten. Die Z/I Flugmanagementslösung wird in den nächsten zwei Abbildungen vorgestellt.



Abbildung 2 : Sensor -Management Equipment der Firma Z/I Imaging



Abbildung 3 : Bildflug-Management System der Firma Z/I Imaging

- DeLorme (<http://www.delorme.com>)
  - XMAP® Photoflight ist ein Softwareprodukt zum Missionsplan
- IGI – Ingenieur-Gesellschaft für Interfaces GmbH (<http://www.igi.ccns.com>)
  - Die Firma bietet sog. Komplettlösungen von Hardware- und Software-Produkten
    - WinMP™ ist
      - ein Softwarepaket für Missionsplanung
      - zum Dokumentieren von Koordinatensystemen
      - ein Modellierungswerkzeug für CCNS™4
    - Standard CCNS™4 ist
      - ein Navigation und Sensor-Management System
    - Airborne GPS ist
      - ein GPS Empfänger
    - AEROcontrol™ ist
      - eine Lösung zum Positionieren und zur Lagebestimmung
    - AEROoffice™ ist
      - die Post-Processing Softwarepaket für AEROcontrol™
    - LiteMapper™ ist
      - eine Serie LIDAR Terrain Mapping Systems
- LH Systems (<http://www.lh-systems.com>)
  - ASCOT (Aerial Survey Control Tool) ist
    - ein Softwarepaket für Missionsplanung
    - ein Hardwaresystem zur Navigation und Positionierung
- RMS Technology Inc. (<http://www.rmstek.com>)
  - Filessoft™, Vista™ ist
    - Softwarepakete u.a. auch für Missionsplanung
- R-Wel Inc. (<http://www.rwel.com>)
  - Flight Planer ist
    - Ein Softwarepaket für Missionsplanung
- Sarmap SA (<http://www.sarmap.ch>)
  - hat eine Flugplanungs- und Navigationssystem

- Track'air (<http://www.trackair.com>)
  - EZTrack TRACKER ist
    - ein Hardware-Equipment für Bildflug
    - ein Softwarepaket für Missionsplanung

## 2.2. Geographisches Informationssystem

„Almost everything that happens, happens somewhere. Knowing where something happens is critically important.“ (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J., 2001, S. 2)

Dieses Kapitel wurde auch mit einem Zitat gestartet anstelle einer Definition von GIS. Eine Definition von den vielen existierenden gibt es im Kapitel 3. Hier sind die vielseitige Einsetzbarkeit des GI-Systems und dessen mögliche Anwender in Form einer Tabelle zusammengestellt. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J., 2001, S. 10)

**Tabelle 2 : Anwendungsperspektivische Definitionen des Geographischen Informationssystems**

GIS	Anwenderkreis
ist das Gehäuse digitaler Karten.	Die allgemeine Öffentlichkeit
ist ein rechnergestütztes Werkzeug zum Lösen geographischer Probleme.	Planer, Entscheidungsträger, Gesellschaften
ist ein rechnergestütztes System für räumliche Entscheidungsfindung.	Wissenschatliches Management, Forschungsbetrieb
ist ein mechanisiertes Inventar geographisch verteilter Objekte und Anlagen.	VersorgungsUnternehmen, TransportUnternehmen, Resource Manager
ist ein Werkzeug für die Aufdeckung unsichtbarer, aber vorhandener geographischer Information.	Wissenschaftler, Forscher
ist ein Werkzeug zum Ausführen von Operationen an geographischen Daten, der händisch zu mühsam, zu teuer oder zu ungenau wäre.	Resource Manager, Planer, Kartograph

Die Liste erhebt sicherlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, dennoch deckt sie ein breites Spektrum sowohl an Themenfeldern wie auch im Anwenderkreis ab.

Der Flugbetrieb mit seinen komplexen Aufgabenfeldern zählt ohne Zweifel dazu. Er hat einige geografische Probleme zu lösen, und ihn nur auf das Luftbild zu reduzieren wäre zu einfach und auch nicht korrekt.

Welche der geografischen Probleme kommen in einem Flugbetrieb vor?

1. *Das Detail oder der Maßstab* – Der Projektleiter verfolgt das Projekt aus einer anderen Betrachtungsebene und Detailtiefe als der Missionsplaner. Der Navigator und der Pilot sind an dem aktuellen Befliegungsgebiet interessiert. Der Sensor Operator, der für den Lieferumfang verantwortlich ist, muss heterogene Daten überblicken und zum Endprodukt zusammenführen.
2. *Die Zeit* – Der Auftraggeber gibt einen genauen Zeitrahmen in seinen technischen Bedingungen an. Die Projektleitung hat aber die Möglichkeit innerhalb dieses Zeitfensters ihre eigenen firmenstrategischen Überlegungen zu berücksichtigen. Der Pilot beobachtet die Wetterentwicklung über mehrere Tage. Der Navigator muss kurzfristig eine Entscheidung zum Bildflug treffen.

Ein Flugbetrieb liefert bisher Daten für das GI-System, nämlich Bilder und Geländemodelle in analoger oder digitaler Form. Es wird in der vorliegenden Arbeit gezeigt, wie er ein „integrierter“ Teil dieses Systems wird, der auch *Informationen* liefert.

### 2.2.1. GIS Software im Überblick

Weltweit existieren mehrer hundert GIS fähige Softwareprodukte. Die Hauptanbieter sind tabellarisch zusammengestellt, entnommen aus dem Buch (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J., 2001, S. 171).

**Tabelle 3 : Übersicht von GIS Software und deren Hauptanbieter**

Funktionalität und Typ	Autodesk	ESRI	Intergraph	MapInfo	GE Smallworld
Internet	MapGuide	ArcIMS	GeoMedia WebMap, GeoMedia Web Professional	MapXtreme, MapXSite	Smallworld Internet Application Server
Viewer	AutoCADLT	ArcExplorer	GeoMedia Viewer	ProViewer	Custom
Component	Feature in several products	MapObjects	Part of GeoMedia	MapX, MapJ	Part of Smallworld GIS
Hand-held	OnSite	ArcPad	IntelliWhere OnDemand	MapXtend	Scout

Desktop	World	ArcView	GeoMedia	MapInfo Professional	Spatial Intelligence
Professional	AutoCAD/World	ArcInfo	GeoMedia Pro	MapInfo Professional	Smallworld GIS
Datbase server	Vision	ArcSDE	Several commercial Products (e.g. Oracle Spatial)	SpatialWare	Part of Smallworld GIS
CAD	AutoCAD Map	ArcCAD	Part of GeoMedia Pro	Feature in several products	Part of Smallworld GIS

### 2.3. Flugmanagement bei einem BildflugUnternehmen

Die Vorstellung des „Flugbetriebes“ wird mit einer Definition eingeleitet.

*Definition:* Flugmanagement ist die Bezeichnung für die Führung eines Flugbetriebes sowie die Gesamtheit der Personen und Infrastrukturen, die darin eine Funktion ausüben.

Die Definition ist eine angepasste Wiedergabe des Stichwortes „Management“ aus „DER BROCKHAUS multimedial 2003“ mit der bewußten Hinzufügung des Terminus „*Infrastrukturen*“. Diese sind für die technisch-technologische „Führung“ zuständig und haben heutzutage eine ebenso wichtige Rolle für den Erfolg wie das Personal.

Die Aufgabe des Flugmanagements fängt mit dem Auftragseingang an und endet bei veranlasster Rechnung. Die parallel laufenden Prozesse erhöhen die Komplexität und stellen an deren Überwachung hohe Anforderungen, sowohl menschlich wie auch technisch. Die Fachabteilungen, *Projektverwaltung (PV)*, *Missionsplanung (MP)*, *Bildflug (BF)*, *Qualitätssicherung (QS)*, *Endprodukt (EPr)* und *Archivierung (Ag)*, arbeiten eng miteinander zusammen, wobei das Fachwissen auch keine scharfen Grenzen kennt.

#### 2.3.1. Vom Auftrag zum Flugplan

Der Auftraggeber, meist die öffentliche Hand, spezifiziert seine technischen Bedingungen präzise und nach strengen amtlichen Vorschriften.

##### **Zu den technischen Bedingungen gehören:**

1. Navigationsunterlagen
  - a. Der Auftragnehmer gibt an, welche Topographischen Karten und weitere Daten er als Navigationsunterlagen benötigt.



2. Filmmaterial und photographische Bedingungen (Schwarzweißfilme)
  - a. Die Aufnahmen müssen, soweit unter Technische Vorgaben für den Einzelfall nichts angegeben ist, auf Filmen (z.B. Pan 200) erfolgen, die für den Verwendungszweck optimal geeignet sind.  
(Spezifikationen für digitale Aufnahmen liegen derzeit noch nicht vor.)
  - b. Hinsichtlich der Dichte sind folgende Anforderungen zu erfüllen:
    - i. Der Basisschleier muss kleiner als 0,2 sein.
    - ii. Der Dichteumfang soll  $1,0 \pm 0,2$  betragen
    - iii. Die Dichtewerte sollen nicht kleiner als 0,3 und nicht größer als 1,50 sein
    - iv. Bildeinheiten im Schatten sollen eine Dichte von mindestens 0,2 über dem Basisschleier haben.
3. Nebenabbildungen mit genauen Angaben zur analogen Kamera
  - a. Zeile 1
    - i. Bildflugnummer
    - ii. Bildflugname
    - iii. Seriennummer der Aufnahmekammer
    - iv. Genaue Brennweitenangabe
    - v. Herstellerangabe
  - b. Zeil 2
    - i. Flugstreifennummer
    - ii. Koordinaten des Aufnahmeortes
    - iii. Datum der Aufnahme
    - iv. Uhrzeit der Aufnahme
    - v. Bildmaßstabszahl
    - vi. Durchführende Bildflugfirma
    - vii. Nordrichtung (Sonderzeichen)
4. Flugbedingungen mit speziellen Vorgaben (siehe Details unten in der *Berechnung des Angebotes*)
5. Lieferung
  - a. Originalfilme
  - b. Transparente Bildmittenübersichten im Maßstab 1:50.000 (Kartenunterlagen werden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.)

- c. Flugweise digitalisierte Bildmitten (im vorgegebenen Koordinatensystem z.B. Gauß-Krüger) mit Angabe der Bild- und Streifennummer im ASCII-Format mit vorgegebener Formatierung und Media
- d. Durch Umformatierung und Ergänzung flugweise digitalisierte Bildmitten (im vorgegebenen Koordinatensystem z.B. Gauß-Krüger) mit Angaben der Bildnummer, Rechts, Hoch und Flughöhe (ggf. Einheitsflughöhe) im ASCII-Format mit vorgegebener Formatierung und Media
- e. Luftbildreproduktionen entsprechend der Technischen Vorgaben
- f. Ein Kalibrierungszertifikat der verwendeten Kammer, nicht älter als 2 Jahre
- g. Einen technischen Bericht mit den Angaben:
  - i. Flugtag
  - ii. Aufnahmemaßstab
  - iii. Aufnahmekammer
  - iv. Objektiv (Filter)
  - v. Kammerkonstante
  - vi. Längsüberdeckung
  - vii. Querüberdeckung
  - viii. Aufnahmematerial
  - ix. Empfindlichkeit
  - x. Besonderheiten
  - xi. Belichtungszeit

### **Kommentare zu den Artefakten aus den technischen Bedingungen für das Vorgehensmodell:**

1. Die Punkte 1-5 sind Input-Artefakte in der Business-Architektur für die Anforderungs-Sicht. Die werden zu der jeweils zuständigen Abteilung zugeordnet.
2. Der Punkt 5, Lieferumfang ist Output-Artefakt für die Abteilung **EPr**
3. Der Punkt 5 ist eine Check-Liste, also Input-Artefakt bei der Auslieferung für **QS** und **PV**.
4. Die Angaben aus den Punkten 3-5 sind Input-Artefakte für das Metadatenkonzept (Die vorhergehenden Punkte wie auch alle folgenden, die in Blau gedruckt sind, sind von zentraler Bedeutung für das Vorgehensmodell.)

Aus den technischen Bedingungen und Angaben über das zu befliegende Gebiet kann der Projektleiter, zusammen mit dem Fachpersonal, Missionsplaner und Pilot, eine Vorkalkulation für ein Angebot erstellen.



**Bei der Berechnung des Angebotes sind folgende Punkte zu berücksichtigen:**

1. Sensortyp (analog, digital)
  - a. Z.B.: Reihenmeßkammer mit Hochleistungsobjektiv  $f = 15\text{cm}$  (neueste Generation mit FMC, z.B.: Zeiss RMK Top)
2. Filmmaterial
  - a. S/W
  - b. SWIR
  - c. CN
  - d. CD
  - e. CIR
3. Bildmaßstab mit Genauigkeitsangaben
  - a. Z.B.: **1:4.500**; die hieraus resultierende Flughöhe ist auf  $\pm 2\%$  genau einzuhalten
4. Fläche
5. Verwendungszweck
  - a. Messung
  - b. Foto
  - c. Interpretation
6. Flugrichtung mit speziellen Vorgaben
  - a. z.B.: Ost-West entlang den 250m und 750m Hochwerten des Gauß-Krüger-Gitters
7. Längsüberdeckung mit speziellen Vorgaben
  - a. z.B.: 80% sind einzuhalten. Die Abweichungen vom vorgegebenen Flugkurs dürfen maximal 50m betragen
8. Bildneigung und –kantung mit speziellen Vorgaben
  - a. z.B.: Es dürfen die Bildneigungen in  $f$  und  $\gamma$  nicht mehr als  $\pm 4,5\text{gon}$  und die Bildkantung nicht mehr als  $\pm 5\text{gon}$  zur Flugachse betragen.
  - b. Die gegenseitige Verkantung zweier stereoskopisch auszumessenden Bilder muss kleiner sein als  $7\text{gon}$
9. Signalisierung mit speziellen Vorgaben
  - a. z.B.: Für das Gesamtgebiet ist die Signalisierung von Paßpunkten vorgesehen.
  - b. Der Abschluß der Signalisierungsarbeiten wird mitgeteilt.
  - c. Der Bildflug kann erst nach dieser Mitteilung durchgeführt werden



## 10. Jahres- und tageszeitliche Bedingungen

- a. Z.B.: Sonnenstand mindestens 30 Grad
- b. Die Bildflug ist so zeitlich als möglich, spätestens aber **vor** Ausbruch der Belaubung durchzuführen.
- c. Der **letztmögliche Befliegungstag** wird vom Auftraggeber nach Festlegung der Vegetation in der Örtlichkeit festgesetzt.
- d. Dieser Termin wird 7 Kalendertage vor Ablauf mitgeteilt

## **Kommentare zu den Artefakten aus der Berechnung des Angebotes für das Vorgehensmodell:**

1. Die Punkte 1-3 und 5-10 sind Input-Artefakte in der Business-Architektur für die Anforderungs-Sicht. Da es sich hier ausschließlich um technische Angaben handelt, werden sie zu der Abteilung **MP** zugeordnet.
2. Der Punkt 10, Jahres- und tageszeitliche Bedingungen ist erfordert eine Abstimmung zwischen den Abteilungen **MP** und **BF**.
3. Der Punkt 1, Sensortyp muss farblich eindeutig gekennzeichnet sein. Eine Unterscheidung ist zwischen analog und digital notwendig, ebenso wie zwischen Herstellern.
  - a. Z.B.: Rot = RMK TOP, f = Schmalwinkel (SchW)
  - b. Blau = RMK TOP, f = Normalwinkel (NW)
  - c. Grün = RMK TOP, f = Weitwinkel (WW)
4. Der Punkt 2, Filmmaterial muss farblich eindeutig gekennzeichnet sein.
  - a. Z.B.: Rot = Aviphot Chrome 200
5. Georeferenzierte Daten dieser Projektphase sind
  - a. Kundenadresse
    - i. Auftraggeber
    - ii. Filmlieferant
    - iii. Flugbehörden
    - iv. Flughafen
    - v. GPS Referenzstationen
  - b. Befliegungsgebiet
  - c. Topographische Karte 1:50.000 bzw. 1:200.000
  - d. Luftfahrtkarte 1:500.000
  - e. Andere Navigationsdaten (z.B. Geländedaten)



## 6. Bestehende Systeme

- a. Internet/Intranet
- b. Vernetzte PC's mit MS Windows Betriebssystemen (2K, XP, etc.)
- c. Graphische Ausgabegeräte wie Drucker, Plotter, Digitiser

## 7. Bestehende Komponenten

- a. MS Access Datenbank (DB)
- b. Missionsplanungssoftware
- c. TOP50, Software mit digitalen amtlichen topographischen Karten
- d. Diverse firmenspezifische Formulare

## 8. Die Punkte 1-3 und 5-10 sind Input-Artefakte für das Metadatenkonzept

Nachdem eine Einigung erzielt worden ist, wird der Auftrag in das Projektgeschäft der Firma eingereicht.

### 2.3.1.1. *Artefakte der Projektverwaltung*

#### 1. Phasen des Projektes

- a. Vorbereiten
  - i. Zurückgestellt
- b. Abwarten
- c. Zum Flug vorgesehen
  - i. Deutschland
    - 1. andere Sensoren
  - ii. Ausland
    - 1. andere Sensoren
- d. Beflogen
- e. Teillieferung
- f. Rechnung veranlassen
- g. Rechnung veranlasst

#### 2. Bestehende Systeme

- a. Internet/Intranet
- b. Vernetzte PC's mit MS Windows Betriebssystemen
- c. Graphische und alphanumerische Ausgabegeräte

#### 3. Bestehende Komponenten

- a. MC Access DB
- b. Evtl. Software für Projektverfolgung

#### 4. Existierende Artefakte

- a. Kundenauftrag
- b. Auftragsangebot
- c. Arbeitsanweisung Bildflug
- d. Analoge, evtl. digitale topographische Karte
- e. Weitere Navigationsdaten vom Auftraggeber
- f. Analoge Luftfahrtkarte
- g. Flugzeugzulassungen vom Flugbehörden
- h. Flugzeugzustandsberichte

#### 5. Anforderungen

- a. Setzen der analogen Projektunterlagen dem Projektstatus entsprechend an einer Art von Pin-Wand (siehe Phasen des Projektes a. – g.)
- b. Durchgeführter Bildflug umgehend in die MS Access DB einpflegen
- c. Ermöglichen täglicher Statistik zu den Projekten (alphanumerischer Ausgabe)
  - i. Bildflug
- d. Wochentliche Statistik zu den Projekten (alphanumerische Ausgabe)
  - i. Missionsplan
  - ii. Bildflug
  - iii. Qualitätssicherung
  - iv. Endprodukt, Lieferung
  - v. Prüfen der Voraussetzung zur Archivierung, Projektabschließen
- e. GPS Referenzstationen
- f. Graphische Projektübersicht mit Punkt und Flächen Entitäten auf topographischer Karte
- g. Graphische Projektübersicht auf Luftfahrtkarte

#### 6. Anwendungsfälle

- a. Der Projektleiter (PL) stellt das Angebot zusammen
- b. Der PL verhandelt mit dem Auftraggeber (AG)
- c. Der PL kommuniziert mit der Geschäftsleitung (GL)
- d. Der PL bestätigt den Projekteingang
- e. Der PL startet das Projekt (Projektstatus „Vorbereitet“)
- f. Der PL benachrichtigt die Projektbeteiligten
- g. Der PL prüft den Projektfortschritt
- h. Der PL prüft die Produkt- oder Teilproduktabnahme

- i. Der Projektverwalter (PV) pflegt das Projekt in die MS Access DB ein
- j. Der PV veranlasst den Missionsplanung
- k. Der PV veranlasst den Bildflugvorbereitung (Projektstatus „Abwarten“)
- l. Der PV prüft die Bildflugvoraussetzungen (Projektstatus „zum Flug vergesehen“)
- m. Der PV stellt Statistiken zusammen
- n. Der PV prüft den Bildflugstatus auf Beflogen (Projektstatus „Beflogen“)
- o. Der PL veranlasst die Produktlieferung (Projektstatus „Teillieferung“)
- p. Der PL veranlasst die Rechnungsschreiben (Projektstatus „Rechnung veranlassen“)
- q. Der PL schließt das Projekt ab (Projektstatus „Rechnung veranlasst“)
- r. Der PV prüft die Archivierung

Das Projekt ist verwaltungstechnisch in das Projektgeschäft der Firma eingepflegt, und die Durchführung kann begonnen werden. Die erste Station ist dabei der Missionsplan. Er wird rechnergestützt, und von erfahrenen Spezialisten unter besonderer Sorgfalt erstellt. Man muss nicht nur geographisch-photogrammetrische Kenntnisse haben, sondern sich auch mit dem Flugzeug und dem Verhalten seiner Instrumentarien gut auskennen. Ein Fehlplan kann enormen wirtschaftlichen Schaden verursachen.

### 2.3.1.2. Artefakte des Missionsplanes

#### 1. Phasen des Missionsplanes

- a. Zusammentragen der Planungsunterlagen
  - i. Technische Vorschriften des Auftraggebers
  - ii. Analoge topographische Übersichtskarte 1:200.000 (Dekblatt der Projektmappe)
  - iii. Analoge, evtl. digitale topographische Karte 1:50.000 (Planungsunterlage)
  - iv. Analoge Luftfahrtkarte 1:500.000
- b. Erstellen des Missionsplanes
  - i. Digitalisieren des Befliegungsgebietes
  - ii. Parametrisieren der Planungssoftware
  - iii. Evaluierung des Plans durch Flugemulation
  - iv. Nacharbeitung, falls notwendig



- c. Abspeichern des Missionsplans auf Speichermedia des Sensor Kontroll-Managements
  - d. Anfertigen diverse Protokolle/Reports
    - i. Der Navigatormappe
      - 1. Deckblatt mit den technischen Vorschriften
      - 2. Topgraphische Übersichtskarte mit Missionsplan überlagert
      - 3. Angaben des Missionsplanes für den Navigator (im Nationalen Koordinatensystem)
      - 4. Angaben des Missionsplanes für das Flugpersonal (im Bildflug spezifischen System)
      - 5. Übersicht des Missionsplanes mit Angabe zum Flughöhe im Bildflug spezifischen System
    - ii. Zur Auftraggeberanlage
      - 1. Lagerichtiges Protokoll von den tatsächlichen Aufnahmen
    - iii. Zur Archivierung
      - 1. Topographische Karte 1:50.000 mit Missionsplan überlagert
  - e. Zusammenstellen der Navigatormappe
    - i. Unterlagen zum Bildflug (siehe Details oben in d.i.1-5)
    - ii. Daten des Sensor Kontroll-Managements
  - f. Projektstatus in der MS Access DB fortführen
  - g. Flugpersonal benachrichtigen
2. Bestehende Systeme
- a. Internet/Intranet
  - b. Vernetzte PC's mit MS DOS und MS Windows Betriebssystemen
  - c. Graphische und alphanumerische Ausgabegeräte
  - d. Kopiergeräte
  - e. Spezielle Speichergeräte für das Sensor Management
  - f. Digitiser
3. Bestehende Komponente
- a. Planungssoftware auf verschiedenen Betriebssystemen (siehe Kapitel 2.1)
  - b. MS Excel
  - c. MS Access DB

#### 4. Existierende Artefakte

- a. Die technischen Vorschriften des Auftraggebers
- b. Das technische Teil vom Auftragsangebot
- c. Missionsplänen von bereits abgeschlossenen Projekten

#### 5. Anforderungen

- a. Einfache Graphisch User Interface (GUI) für die Parametereingabe
- b. Flugemulation
- c. Parameterübernahme vom früheren Missionsplan
- d. Einfache graphische Fähigkeit
- e. Symbolisierung
- f. Höhenangabe des Flugstreifens für das Flugpersonal
- g. Topographische Karte als Planhintergrund
- h. Luftfahrtkarte als Planhintergrund
- i. Besseres Drucken der Protokolle
- j. Sonnenstandsberechnung im Missionsplan
- k. Berücksichtigen von Höhenmodellen zur Segmentierung von Flugstreifen
- l. Darstellen des möglichen Flugzeugwendekreises
- m. Parametrisieren des Flugzeugwendekreises

#### 6. Anwendungsfälle

- a. Der Missionplaner (MPI) arbeitet sich in die Technischen Vorschriften ein
- b. Der MPI bestellt beim Auftraggeber die topographischen Karten
- c. Der MPI bestellt das digitale Geländemodell
- d. Der MPI bestellt die Koordinaten der Passpunkte
- e. Der MPI digitalisiert das Befliegungsgebiet
- f. Der MPI legt einen neuen Missionsplan an
- g. Der MPI laden einen vorhandenen Missionsplan als Vorlage an
- h. Der MPI gibt die Missionsparameter ein
- i. Der MPI evaluiert den Missionsplan durch Flugsimulation
- j. Der MPI überarbeitet den Missionsplan
- k. Der MPI speichert den Missionsplan auf Sensor Speichermedia
- l. Der MPI plottet Protokolle
- m. Der MPI stellt die Navigatormappe zusammen
- n. Der MPI stellt Unterlagen für den Auftraggeber zusammen
- o. Der MPI stellt Unterlagen zum Archivieren zusammen



- p. Der MPI benachrichtigt das Flugpersonal über das Abschließen des Missionsplanes
- q. Der MPI pflegt den Projektstatus in die MS Access DB ein
- r. Der MPI bestellt Filmmaterial
- s. Der MPI bestellt andere zum Flug benötigtes Material
  - i. Speichermedia

Nachdem der Missionsplan erstellt worden ist, sind das Flugpersonal, Pilot und Navigator für die weiteren Arbeitsschritte verantwortlich. Bis zum Starten der Maschine müssen Flugzeug und Sensoren zum Bildflug vorbereitet sein.

### **2.3.2. Startvoraussetzungen des Flugzeuges**

Die meisten Bildflugunternehmen sind in Europa oder sogar weltweit tätig. Die Flugzeuge müssen in den betroffenen Ländern mittels eines Genehmigungsverfahrens bei den Flugbehörden rechtzeitig angemeldet sein. Dies geschieht bereits am Anfang des Jahres und die Anträge sind länderspezifisch und aufwendig.

Der Missionsplan geht anschließend mit umfangreicher Dokumentation zu den Flugkoordinatoren des betroffenen Flughafens. Der Bildflug wird sorgfältig geprüft und zum Schluss die Durchführung genehmigt. Diese Rückmeldung wird im Projektplan vermerkt, und der Bildflug für weitere Vorkehrungen freigegeben.

Der geplante Flug muss 24 oder in Belgien sogar 6 Stunden vor dem Starten erneut am Flughafen angemeldet werden. Bis dahin muss der Pilot die Wettervorhersage ständig im Auge behalten und dementsprechend den Navigator informieren. Die letzte Entscheidung liegt also beim Navigator. Wenn alle flugtechnischen und photogrammetrischen Voraussetzungen erfüllt sind, kann die Mission starten.

#### *2.3.2.1. Artefakte der Befliegungsvorbereitung*

##### 1. Phasen des Bildfluges in der Flugvorbereitung

- a. Anmeldung des Flugzeuges bei der zuständigen Flugbehörde (nationale, internationale)
- b. Einarbeiten in den Missionsplan
- c. Beantragen der Fluggenehmigung an dem zuständigen Flughafen
- d. Projektstatus in der MS Access DB fortführen nach der Bestätigung der Genehmigung
- e. Beobachten des Wetterberichtes
- f. Vorbereitungsmaßnahmen des Bildfluges

- i. Wartung des Flugzeuges
  - ii. Prüfen des Equipments
    - 1. Flugtechnisches (Pilot)
    - 2. Photogrammetrisches (Navigator)
- 2. Bestehende Systeme
  - a. Internet/Intranet
  - b. Vernetzte PC's mit MS Windows Betriebssystem
  - c. Graphische und alphanumerische Ausgabegeräte
  - d. Das Flugzeug
  - e. Fluginstrumente
    - i. Sensor Navigationsdisplay
    - ii. GPS Equipment
    - iii. Stromversorgung
  - f. Photogrammetrisches Equipment
    - i. Sensor Kontroll-Einheiten (siehe Details im Kapitel 2.1)
    - ii. Analoge, digitale Kamera, andera Sensor (siehe Details im Kapitel 2.1)
    - iii. Sensoraufhängung
    - iv. Optionale Einheiten
      - 1. Inertial Measurement Unit (IMU)
- 3. Bestehende Komponente
  - a. PC-met Software zur meteorologischen Vorhersage
- 4. Existierende Artefakte
  - a. Die Navigatormappe
  - b. Evtl. existierende Luftfahrtkarte
- 5. Anforderungen
  - a. Digitale Unterlagen der Fluggenehmigung (Flughafen)
  - b. Darstellung des möglichen Wendekreises am Pilotdisplay
  - c. Darstellung des möglichen Wendekrieses in den Unterlagen für die Fluggenehmigung
- 6. Anwendungsfälle
  - a. Der Pilot stellt die Unterlagen des Zulassungsantrages des Flugzeuges zusammen
  - b. Der Pilot stellt den Zulassungsantrag des Flugzeuges
  - c. Der Pilot bestellt die Luftfahrtkarten

- d. Der Pilot stellt die Unterlagen der Fluggenehmigung zusammen
- e. Der Pilot stellt die Fluggenehmigung
- f. Der Pilot stellt Antrag auf die Flugzeugwartung
- g. Der Navigator stellt das Equipment zum Bildflug zusammen
- h. Der Navigator prüft das photogrammetrische Equipment
- i. Der Pilot beobachtet die Wettervorhersage
- j. Der Pilot benachrichtigt den Navigator bei Flugmöglichkeit
- k. Der Navigator startet den Bildflug

Das Flugzeug ist nun zu seinem Zielgebiet unterwegs. Der Flugplan ist im Sensor Control Management System (ASMS oder CCNS4) geladen, und hilft dem Pilot über dem Aufnahmegebiet an die Flugstreifen zu steuern. Dort findet eine spannende Zusammenarbeit zwischen Pilot und Navigator statt.

### **2.3.3. Von der Bildaufnahme zum Lieferschein**

Die Teamarbeit zwischen Pilot und Navigator ist entscheidend für die erfolgreiche Durchführung der Befliegung. Trotz moderner Instrumente bedarf es immer noch viel menschlichen Feingefühls. Um dies zu verdeutlichen, ein Pilot braucht ca. 2 Jahre Ausbildung um einen solchen Bildflug durchführen zu können und bei dem Navigator ist die Ausbildung auch nicht viel schneller. Die hohen Genauigkeitsansprüche machen den Bildflug so kompliziert. In manchen Fällen muss eine Höhengenaugigkeit von  $\pm 15[m]$ , die unterhalb der Instrumentgenauigkeit ( $\pm 30[m]$ ) liegt, mit dem Flugzeug wegen der Bildmaßstabtoleranz eingehalten werden.

Wenn die Maschine gelandet ist und alle Aufnahmen gemacht werden konnten, was nicht immer der Fall ist, wird im Büro der abgeschlossene Bildflug sofort in das Projekt eingepflegt, damit der nächste Schritt, im analogen Fall die Filmentwicklung, veranlasst werden kann. Bei digitalen Kameras wird diese durch die Nachprozessierung der Daten ersetzt.

#### **2.3.3.1. Artefakte der Befliegung**

1. Phasen des Bildfluges in der Befliegung
  - a. Anmeldung des genehmigten Bildfluges
  - b. Durchführen des Bildfluges
  - c. Projektstatus in der MS Access DB fortführen
  - d. Übergabe der Sensoraufnahmen an die nächste Arbeitsstation
    - i. Filmentwicklung für analoges Bildmaterial



- ii. Post-Processing bei digitalen Daten
- 2. Bestehende Systeme
  - a. Identisch mit denen aus dem Kapitel 2.3.2.1
- 3. Bestehende Komponente (siehe Details im Kapitel 2.1)
  - a. Navigationsequipment für den Bildflug
  - b. Equipment des Sensor Control Management Systems
  - c. Equipment des analogen, digitalen Sensors
- 4. Existierende Artefakte
  - a. Unterlagen in der Navigatormappe (siehe Details im Kapitel 2.3.1.2)
  - b. Luftfahrkarte 1:500.000
  - c. Fluglizenz des Flugzeuges
  - d. Fluggenehmigung
- 5. Anforderungen
  - a. Darstellung der Luftfahrkarte als Hintergrund am Pilotdisplay
  - b. Anzeigen des möglichen Wendekreises am Pilotdisplay
- 6. Anwendungsfälle
  - a. Der Navigator überprüft erneut die Funktionsfähigkeit den oder die Aufnahmesensor(en)
  - b. Der Navigator fordert den Pilot zum Starten auf
  - c. Der Pilot informiert den Navigator über das Starten der baldigen Datenerfassung, d.h. Befliegungsgebiet ist erreicht worden.
  - d. Der Navigator prüft die Flugzeugposition aus photogrammetrischer Sicht
  - e. Der Navigator verfolgt die Datenaufzeichnung
  - f. Der Navigator stellt das Aufnahmematerial zusammen
    - i. Bilddaten
    - ii. Orientierungsdaten, aufgezeichnete GPS/INS Daten
  - g. Der Navigator füllt den Filmbericht für **QS** und Auftraggeber aus
  - h. Der Navigator pflegt den Projektstatus in die MS Access DB ein
  - i. Der Navigator besorgt die GPS Daten von den benötigten Referenzstationen
  - j. Der Navigator übergibt die Daten an die Abteilung **QS**

Die nächste Arbeitsstation ist die Qualitätssicherung. Dabei wird u.a. die Filmqualität, bei analoger Befliegung, untersucht und anschließend der Bildmaßstab kontrolliert. Die beiden Parameter werden auch vom Auftraggeber besonders kritisch kontrolliert. Es

kann u. U. zur Preisminderung bzw. zur Nacharbeitung führen, falls diese grobe Abweichungen aufweisen. Die Qualitätsprüfung wird vom Sensor Operator durchgeführt, der gleichzeitig auch für die Veranlassung der Endprodukte (z.B. Kontaktkopien) zuständig ist.

### 2.3.3.2. Artefakte der Qualitätssicherung und Endprodukt

#### 1. Phasen der Qualitätssicherung und Endprodukt

##### a. Eingabe

- i. Angaben zum Projekt im Zusammenhang der technischen Bedingungen
- ii. Filmbericht
- iii. Bildmittenbestellung
  1. Kartographische Darstellung
    - a. Koordinatensystem
    - b. Sprache
    - c. Bildmaßstab
    - d. Gitterabstand
  2. Datenformat
    - a. DXF
    - b. DGN
    - c. andere

##### b. Bestellung

- i. Kopien (Kontakt-, Diapositive)
- ii. Bildmitten (redundant zur *Eingabe*)

##### c. Lieferung

- i. siehe Details im Kapitel 2.3.1

##### d. Aufkleber

- i. Protokoll für Archivierung
- ii. Protokoll für Auftraggeber

#### 2. Bestehende Systeme

- a. Intranet
- b. Vernetzte PC's mit MS Windows Betriebssystem
- c. Graphische und alphanumerische Ausgabegerät (Drucker, Plotter)
- d. Leuchttisch mit Linsen- oder Spiegelstereoskop, Lupe

3. Bestehende Komponente
  - a. MS Access DB
  - b. CAD System (z.B.: MicroStation)
4. Existierende Artefakte
  - a. Lieferumfang aus den technischen Bedingungen
  - b. Filmbericht
  - c. Digitale topographische Karten
  - d. Digitale Bildflugdaten
    - i. Aufnahmepositionen (GPS/INS Daten)
    - ii. Evtl. gescannte, digitale Bilder
5. Anforderungen
  - a. Verfolgen den Status der Qualitätssicherung (z.B. durch Check-Liste)
6. Anwendungsfälle
  - a. Der Photograph entwickelt das analoge Bildmaterial
  - b. Der Sensor Operator (SO) übernimmt den/die entwickelte(n) Film(e)
  - c. Der SO entnimmt die Projektangaben aus der MS Access DB
    - i. Lieferumfang
    - ii. Technische Vorschriften
  - d. Der SO gibt die Angaben aus dem Filmbericht in die MS Access DB ein
  - e. Der SO prüft die Qualitätskriterien
    - i. Siehe Details im Kapitel 2.3.1
  - f. Der SO veranlasst die Erstellung der Produkten (siehe Details im Kapitel 2.3.1)
  - g. Der Kartograph (K) übernimmt die photogrammetrische Daten
    - i. Aufnahmepositionen
    - ii. Digitale Bilder
    - iii. Digitale topographische Karten
  - h. Der K liest sich in die Anforderungen des Endproduktes ein
  - i. Der K prüft die vorhandenen Daten auf die Vollständigkeit
  - j. Der K erstellt das CAD Endprodukt
  - k. Der SO stellt die Lieferung zusammen (siehe Details im Kapitel 2.3.1)
  - l. Der SO plottet
    - i. die Protokolle und Reports
      1. Technisches Beiblatt
      2. Lieferschein



3. Projektbezogenen Filmbericht
  4. Weiter Vom Auftraggeber vorgeschriebene Berichte (siehe Details im Kapitel 2.3.1)
- ii. die Aufkleber
    1. Filmbehälter
    2. Archiv
  - m. Der SO pflegt den Projektstatus in die MS Access DB ein

Wie im Lieferumfang bereits durch die technischen Vorgaben des Auftraggebers festgelegt, sind jede Menge zusätzlicher Berichte und Protokolle den Luftbildern beizufügen.

Der Projektleiter veranlasst die Lieferung und wartet auf die Abnahmebestätigung. Nachdem diese erfolgt ist, werden die Projektunterlagen (analoge und digitale) in das Archiv eingepflegt, das Rechnungsschreiben veranlasst und das Projekt wird in der Abteilung „Flugbetrieb“ abgeschlossen. Derzeit sind die Projektunterlagen in analoger Form, d.h. in einem dafür eingerichteten Schrank verwaltet, und es wurde deshalb auf die Zusammenstellung der Artefakten in einem eigenen Kapitel verzichtet. Die in der Datenbank vorhandenen Projektangaben werden gesichert und für eventuelle Folgeprojekte verwendet.

### 3. Das GIS Flugmanagement „FlightGIS“

„Eine Karte bietet keine Antworten. Sie schlägt nur vor, wo man hinschauen könnte: Entdecke dies, überprüfe das, bring eines mit dem anderen in Verbindung, orientiere dich, beginne hier ...“ (HARVEY 2001, S. 51f. bei Fritzke, J., Greve, K., Müller, M., Poth A., J. 2003).

Dieses Zitat leitet gut zu einer Antwort auf die im Kapitel 1.1.1 aufgekommene Frage:

*„Warum ist der Einsatz eines GIS in einer bereits funktionierenden Produktion sinnvoll oder sogar notwendig?“ hin.*

Eine mögliche Antwort darauf lässt sich aus den folgenden drei Aspekten ableiten.

Der erste technisch geprägte Aspekt kann aus der folgenden Definition entnommen werden: „Ein Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.“ (Bill, R., Fritsch, D. J. 1997)

Diese ist nur eine von vielen existierenden Definitionen, und sie gibt die Antwort auf die Frage, was mit GIS gemacht werden kann.

Der zweite Aspekt basiert auf die technologischen und organisatorischen Perspektiven. Diese sind „... der Einsatzzweck, die Leistungsmerkmale von (Software- ...“ und Hardware- „) Produkten, der Arbeitsablauf und auch die organisatorische bzw. personelle Dimension ...“ (Strobl, J., J., 1994-2002). Durch die generelle Einsatzmöglichkeit von GIS ist seine Integration in eine Produktion wie dem Flugbetrieb durchaus möglich und auch gerechtfertigt.

Der dritte und für die Entscheidung bei der Geschäftsleitung wichtigste Aspekt, nämlich der wirtschaftliche, ist auch nicht schwer im Zusammenhang des Flugbetriebes zu definieren. Zum Ersten soll „... die gezieltere Ansprache und Ausschöpfung von Marktpotenzialen ...“ (Strobl, J., J., 1994-2002) genannt werden (z.B. durch die im Entstehen befindenden globalen Geo-Daten Infrastrukturen) und zum Zweiten das Ermöglichen eines durchgängigen digitalen Datenflusses und zwar systemübergreifend angefangen bereits bei der Aufzeichnung von Sensordaten. Es würde also sowohl der Photogrammetrie wie auch der GIS Gemeinde zugute kommen. Eine Mehrwertschöpfung der Produkte im Flugbetrieb wäre damit erreicht und somit das Einrichten einer zielgerichteten GI Infrastruktur gerechtfertigt.

Dort wo Jahre lang gewachsene und verfeinerte Strukturen/Prozessen existieren, ist es sicherlich beinahe unmöglich alles auf ein Mal durch eine neue Technologie auszutauschen. Dass es im Laufe der Zeit dennoch gemacht wird und gemacht werden muss, steht sicherlich auch nicht zur Debatte. Es kommt aber darauf an, wie man es versucht umzusetzen. Dank heutiger, modularer Programmier- und Modellierungsmethoden ist diese Aufgabe auch gar nicht so schwer zu lösen. In den folgenden Kapiteln wird ein möglicher Lösungsweg basierend auf Technologien heutiger GI-Systeme aufgezeichnet.

### 3.1. Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen

“The term Geographical Information Infrastructure (GII) covers the fundamental collection of technologies, policies and institutional arrangements that facilitate the availability of and access to geographical data.” (Kooman, E., Molendijk, M (the two main editors, 2001)

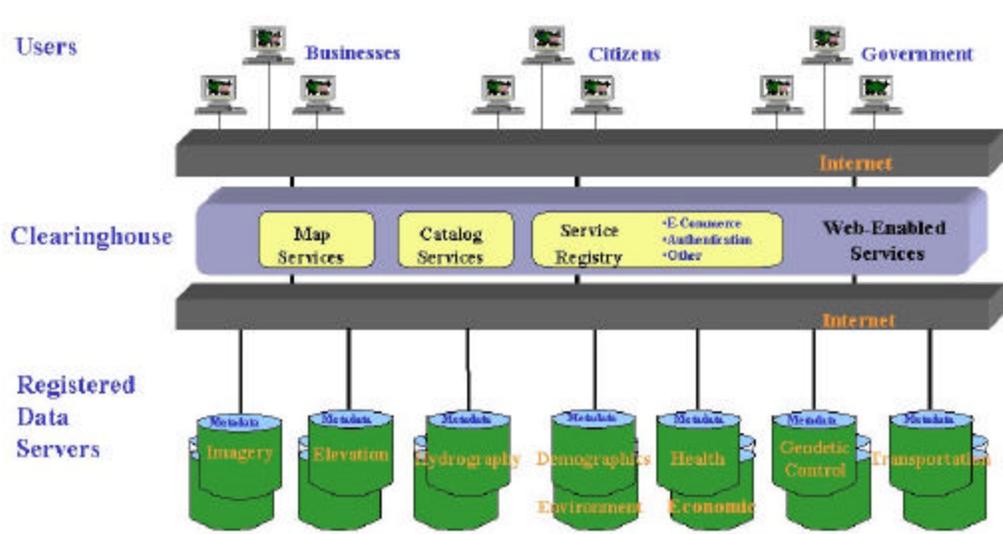
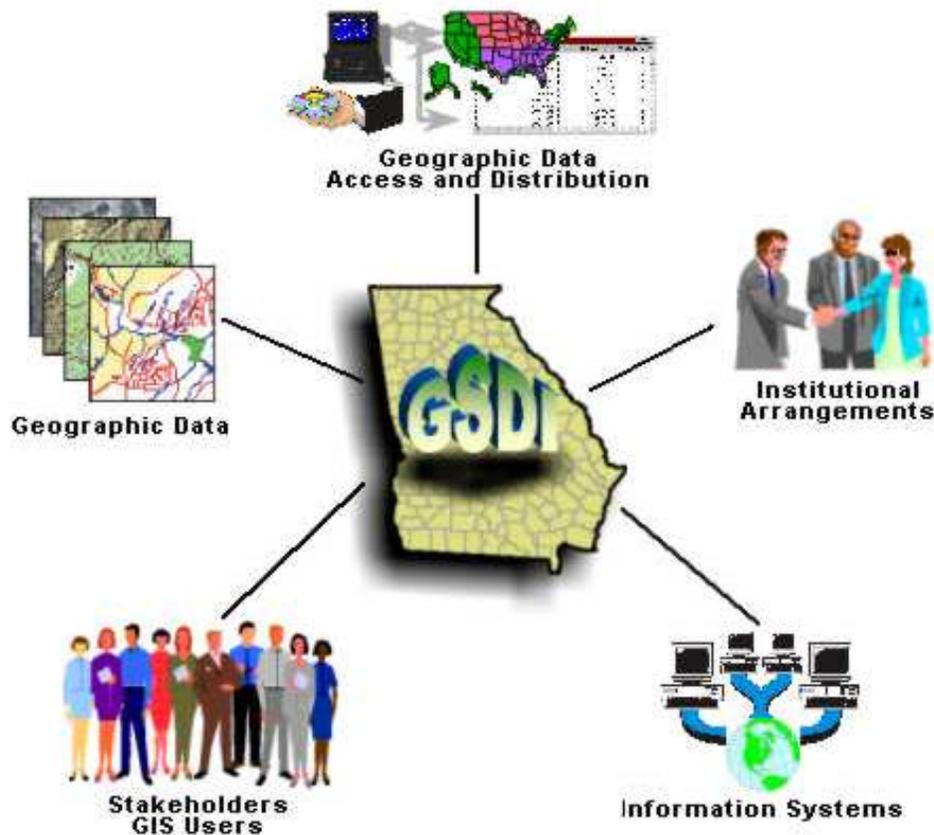


Abbildung 4 : Globale Geo-Information Infrastruktur (GGII) ermöglicht durch Partnerschaft, Standards und Technologien

(Mark Reichardt, International Activities 10-20 April 2000)

“The Global Spatial Data Infrastructure supports ready global access to geographic information. This is achieved through the coordinated actions of nations and organizations that promote awareness and implementation of complimentary policies, common standards and effective mechanisms for the development and availability of interoperable digital geographic data and technologies to support decision making at all scales - for multiple purposes. These actions encompass the policies, organizational remits, data, technologies, standards, delivery mechanisms, and financial and human resources necessary to ensure that those working at the global and regional scale are not impeded in meeting their objectives.” (GSDI Draft Strategic Plan, J., January 2004)



**Abbildung 5 : Beispiel zur GSDI die Georgia Spatial Data Infrastructure in USA**  
[http://www.gis.state.ga.us/Coordination/What\\_is\\_GSDI/what\\_is\\_gsdi.html](http://www.gis.state.ga.us/Coordination/What_is_GSDI/what_is_gsdi.html)

Die Wichtigkeit dieser beiden Begriffe im Vorfeld zu klären und zu verstehen, ist für die nachfolgenden Überlegungen von so großer Bedeutung, dass sie nur mit den Zitaten nicht zu erledigen sind. Über die Definitionen hinaus werden auch deren Komponenten beschrieben. Die Beschreibungen wurden in der englischen Sprache gelassen, um eventuelle Informationsverluste zu vermeiden. Die Unterschiede sind oft nur Nuancen, und die erschweren ihre klare, eindeutige Verwendung auch in der Praxis. Bei einer deutschen sinngemäßen Wiedergabe wäre ein solcher Effekt unvermeidlich.

**Tabelle 4 : Die Komponente und deren Beschreibung der Geo-Information und Geo-Daten  
Infrastruktur**

Core components	GII	GDI	Explanations
Spatial information policy	v		“The process of setting up a GII involves a large number of actors. Therefore, a clear spatial information policy is necessary in order to promote co-ordinated use, sharing and dissemination of geographical information.”
Common vision, Partnerships	v	v	<p>“Building a consensus on the GII is fundamental for obtaining a participative approach to co-operation and co-ordination from all the parties.”</p> <p>“The vision of NSDI Current and accurate geospatial data will be readily available to contribute locally, nationally, and globally to economic growth, environmental quality and stability, and social progress. <b>Partnerships hold it all together.</b>”</p>
Metadata and Metadata Standard	v	v	<p>“Metadata is a key ingredient in supporting the discovery, evaluation, and application of geographic data beyond the originating organisation or project.”</p> <p>“The use of metadata</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provides documentation of existing internal geospatial data resources within an organization (<b>inventory</b>)</li> <li>• Permits structured search and comparison of held spatial data by others (<b>advertising</b>)</li> <li>• Provides end-users with adequate information to take the data and use it in an appropriate context (<b>liability</b>)</li> </ul>

		<p><b>Metadata Content Standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Published in 1994 as the Content Standard for Digital Geospatial Metadata”</li> </ul>
Clearinghouse	v	<p>“The Clearinghouse, also known as catalogue service or Spatial Data Directory, is a support for the discovery and access to the available geographical information within an organisation, a region, or a country. The Clearinghouse is a system of servers located on the Internet, which contain field-level descriptions of available digital spatial data. This descriptive information, known as metadata, is collected in a standard format to facilitate query and consistent presentation across multiple participating sites.”</p> <p>v “Clearinghouse provides ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Discovery</b> of spatial data<b>Distributed</b> search worldwide <b>Uniform</b> interface for spatial data searches<b>Advertising</b> for your data holdings ”</li> </ul>
Core data (Framework, GEOData)	v	<p>“The core data, also known as framework, fundamental or foundation data, consist of a set of re-usable themes of basic cartographic content. These data form the foundation for the construction of any GII. Core data include physical themes such as infrastructure, terrain elevation or hydrography, but also less tangible features that nonetheless have a significant role in human life: administrative boundaries, cadastral parcels, postal addresses, etc. All these features are keys that allow one to relate or refer external information to the real world, through the medium of its GI representation.”</p> <p>v “Categories of Geospatial Data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Community-developed data sets usually derived</li> </ul>

			for a single purpose but made available for potential re-use <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data sets developed to a common content specification for high re-use potential. These are known as "<b>Framework</b>" data."</li> </ul>
Standards		v	"Type of Standards <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Data content</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Common classification</li> <li>○ Common collection criteria</li> </ul> </li> <li>• <b>Data management</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metadata</li> <li>○ Spatial Data Transfer Standard (SDTS)</li> </ul> </li> </ul>

Die inhaltliche Bedeutung der Tabelle weist sicherlich wesentlich weiter als das Thema der vorliegenden Arbeit. Die Gesamtheit der Tabelle bestätigt allerdings die berechtigte Dringlichkeit der Integration eines Metadatenkonzeptes in die Produktionskette der primären Datenerfassung, zugeschnitten auf die Bedürfnisse eines Flugbetriebes.

Es wurde im Kapitel 1.1 folgende Fragen gestellt, „*Welche innovative Möglichkeit kann man (dem Preisverfall) entgegenhalten, d.h. den Preis der Produkte von verschiedenen Sensoren zu erhöhen?*“ und „*Wie und wodurch bekommen die Daten die „Intelligenz“*“.

Die im Titel genannten Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen sind sicherlich innovative Initiativen und Technologien, die im Entstehen sind und hohe wirtschaftliche Perspektiven versprechen. Die Anzahl der Geo-Daten Produzenten, die an dieser Initiative teilnehmen, nimmt rapid zu. Zu diesen Infrastrukturen müssen aber die Geo-Daten vorbereitet sein. Es geschieht derzeit erst bei den sog. GIS Firmen mit Hilfe von meist manuellen Eingaben von Zusatzinformationen durch in GIS Software integrierten Zusatzprodukten, auch Tools genannt. Diese zusätzlichen Angaben zu den Geo-Daten, auch Metadaten genannt, verleihen den Daten die „Intelligenz“, um in diesen Infrastrukturen agieren zu können.

### 3.2. Inputs zum Metadatenkonzept im FlightGIS

„Um sicherzustellen, daß Daten nicht zweckentfremdet verwendet und damit zu falschen Schlußfolgerungen führen, müssen die Annahmen und Einschränkungen, unter denen sie entstanden sind, dokumentiert werden. Das, was bei dieser

Dokumentation entsteht, bezeichnen wir mit dem Ausdruck Metadaten (Daten über Daten).“ (Bartelme, N., J., 2000 S. 232)

In den technischen Bedingungen vom Auftraggeber (siehe Kapitel 2.3) sind zahlreiche Vorschriften im Sinne des Zitates. Diese werden derzeit in den alphanumerischen Reports auch festgehalten, und sind Bestandteile des Lieferumfangs. Die analogen Bilder werden für weitere Prozessierungsschritte in digitale Form transformiert, digitalisiert. Die beigefügten Daten in Form von Reports könnten auch als Metadaten angesehen werden, liegen nach wie vor in analoger Form vor und nur wenige davon werden in digitale umgewandelt. Also ein wesentlicher Teil der Informationen geht „verloren“, was allerdings nicht die ganze Wahrheit ist. Sie bleiben vorerst nur „verborgen“. Der Verlust beginnt erst nach der Weitergabe von Produkten an Dritten. Dabei werden die ursprünglichen Daten nicht in aller Vollständigkeit, also die Reports, weitergegeben. Bei digitalen Bildern (z.B. Orthofotos) oder Geländemodellen würde man annehmen, dass es kein großer Verlust ist. Die sind georeferenziert, d.h. sie haben eine feste, bekannte Position auf der Erdoberfläche und diese ist bei GeoTIFF Bildern sogar in die Datei eingetragen. Für das GIS Unternehmen stehen nur noch wenige Informationen geometrischer Art von den originalen zur Verfügung.

Der zeitliche Bezug, die für viele Anwendungen entscheidenden qualitativen Indikatoren oder z.B. die Kontaktinformationen der Aufnahmen- und Herstellerfirma sind nicht mehr zu finden.

Es ist sicherlich keine vollständige Liste. Sie sollte nur auf die Problematik der hinreichend aber nicht genügend dokumentierten Daten hindeuten. Die folgenden Kapitel werden dazu eine mögliche Lösung liefern.

Im Kapitel 3.2.1. werden die Metadaten in der Luftbildphotogrammetrie zusammengestellt, danach wird im Kapitel 3.2.2 der mögliche minimale Inhalt einer *Metadaten*-Datei, basierend auf den FGDC Spezifikationen (Federal Geographic Data Committee, J., 2000, 2001) und zu geschnitten auf die Bedürfnisse eines Flugbetriebes beschrieben. Die programmiertechnischen Aspekte und Komponenten sind im Kapitel 3.3 daraus abzuleiten, um ein vollständiges Metadatenkonzept zu erhalten.

### **3.2.1. Metadaten in der Luftbildphotogrammetrie**

Wenn die Bezeichnung aus dem vorhergehenden Kapitel ausgeliehen wird, dann steht der Ausdruck *Metadaten* formal genommen für Daten über Daten. In der Luftbildphotogrammetrie sind die Roh- oder Basisdaten die analogen und digitalen Bilder sowie die diskreten, digitalen Geländedaten. Von der Definition her müssten die

Metadaten diese Daten dokumentieren, was sie prinzipiell auch tun. Die geometrischen und teilweise auch die radiometrischen Eigenschaften werden präzise dokumentiert, um einen reibungslosen Produktionsfluss mit den photogrammetrischen Softwarekomponenten untereinander zu ermöglichen (siehe Details im Kapitel 2.1).

Die photogrammetrischen Metadaten lassen sich folgendermaßen klassifizieren:

**Tabelle 5 : Gängige Metadaten in der luftbildphotogrammetrischen Produktion**

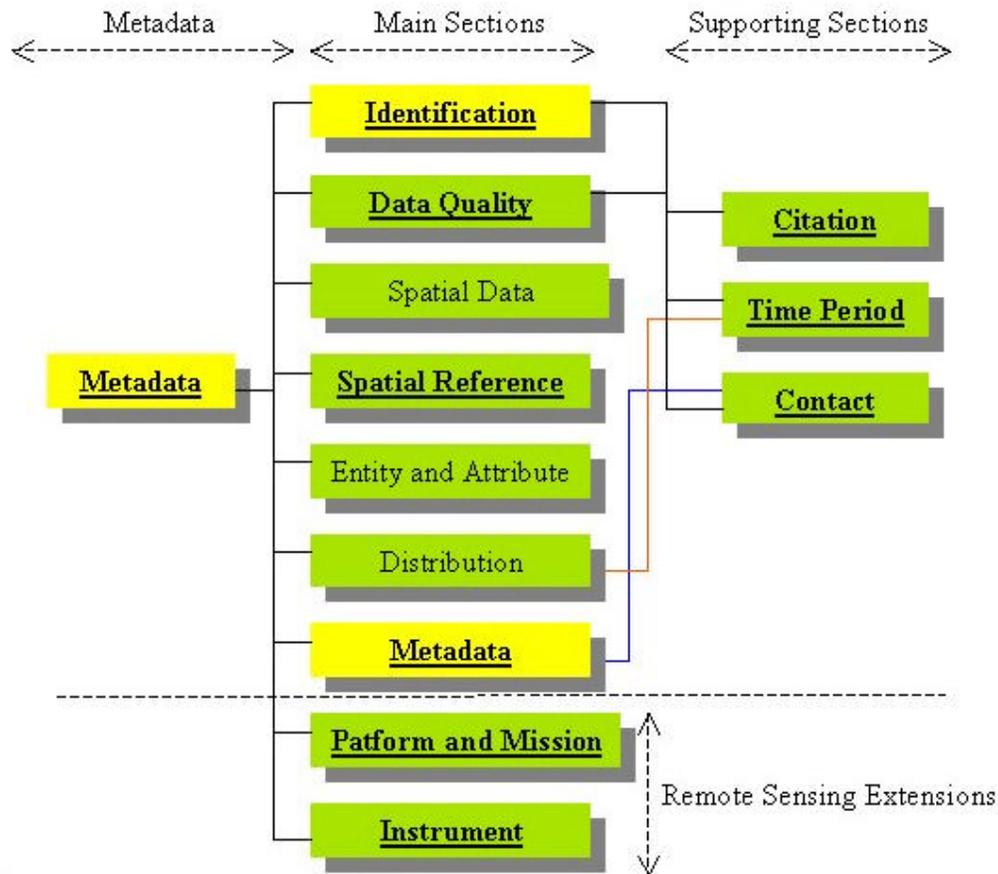
Komponente	Inhalt, Bedeutung
Sensor	Beschreibt die innere Geometrie des Sensors durch die Brennweite, Bildhauptpunkt, kalibrierte Rahmenmarkenpositionen, radiale evtl. tangentiale Verzeichnung des Sensorobjektives
Bild	Im Bild gemessenen Punkte, Parameter der inneren und äußeren Orientierungen und deren Genauigkeitsangaben, Lage des eingebauten Sensors, Referenz zum Sensor und Bild, Fußpunkte des Bildes im Objektraum sowie Bildgröße
Zusätzliche, abgeleitete	Genauigkeits- und Toleranzangaben, die Flug- und die
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt</li> <li>• Paß- und Kontrollpunkte</li> <li>• Stereomodelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelädehöhe, Korrektur der Erdkrümmung,</li> <li>• Koordinaten der Paß - und Kontrollpunkte</li> </ul>

Die Dokumentation der Daten bezieht sich in erster Linie auf den Sensor und dessen Position im Raum während der Aufnahme sowie auf die Messungen im Bild. Aus dieser Dokumentation lässt sich sicherlich ohne zusätzliche Angaben kein Input für eine im Kapitel 3.1 definierten Geo-Daten Infrastruktur generieren. Der Informationsverlust ist eindeutig. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass die geometrischen und thematischen Daten, die in der photogrammetrischen Produktion nicht benötigt werden, zwar vorhanden sind, aber in analoger Form und daher manuell eingegeben werden müssten. Es ist auch nicht ganz klar, wohin die Eingabe erfolgen sollte und warum dieser zusätzliche Arbeitsaufwand getrieben wird? Dieses wurde ja bisher von der GIS Gemeinde sowieso erledigt.

### 3.2.2. CSDGM konforme Metadaten für das Flugmanagement

Der letzte Satz aus dem vorhergehenden Kapitel klingt evtl. etwas provozierend, aber es ist nicht übertrieben, und es ist höchste Zeit dies zu ändern.

Das Erstellen von Metadaten ist keine einfache Aufgabe. Sie repräsentieren eine hohe Abstraktionsebene und zeugen dafür, dass der Inhalt der Daten richtig verstanden worden ist. Es verlangt daher ein hohes Maß an professioneller Expertise. (Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., J., 2001, S. 155)



**Abbildung 6 : FGDC-Content Standard of Digital Geospatial Metadata Komponenten mit den Remote Sensing Extensions**

Das vorliegende Kapitel stellt den Inhalt einer an den Flugbetrieb zugeschnittenen Metadaten für verschiedene Sensortypen (Flächen- und Zeilensensor) zusammen, welche das Suchen und Veröffentlichen immer noch gewährleistet. Nach dieser Vorarbeit ist es wesentlich einfacher, in der im Kapitel 3.3 beschriebenen Software-Architektur das Metadatenkonzept zu implementieren. An entsprechender Stelle wird auch auf den Automationsgrad hingewiesen. Es sind Datenelemente, die manuell mittels einer grafischen Oberfläche eingegeben werden müssen und solche deren Speicherung sich voll automatisieren lässt.

In der Tabelle 6 sind alle Sektionen einschließlich der *Remote Sensing Extensions* der Abbildung 6 entsprechend zusammengestellt. Die farblich markierten Sektionen und deren Komponenten- und Datenelemente sind für den Flugbetrieb vorgesehen. Ausführliche Beschreibungen dazu sind in den FGDC – CSDGM Spezifikationen zu finden. (Federal Geographic Data Committee, J., 2000, 2001) Eine Beispieldatei ist im Kapitel 3.5.1.1 zu sehen.

**Tabelle 6 : Sektionen, Komponenten- und Datenelemente des Flugbetriebes**

Sektionen	Komponenten- und Datenelemente
<i>Identification</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dataset Identifier</i></li> <li>• <i>Citation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Citation Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Originator</i></li> <li>▪ <i>Publication Date</i></li> <li>▪ <i>Title</i></li> <li>▪ <i>Geospatial Data Presentation Form</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Series Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Series Name</i></li> <li>▪ <i>Issue Identification</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Publication Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Publication Place</i></li> <li>▪ <i>Publisher</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Online Linkage</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Description</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Abstract</i></li> <li>○ <i>Purpose</i></li> <li>○ <i>Supplemental Information</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Status</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Progress</i></li> <li>○ <i>Maintenance and Update Frequency</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Spatial Domain</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Bounding Coordinates</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>West Bounding Coordinate</i></li> <li>▪ <i>East Bounding Coordinate</i></li> <li>▪ <i>North Bounding Coordinate</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

- *South Bounding Coordinate*
- *Processing Level*
  - *Processing Level Identifier*
  - *Processing Level Authority*
    - *Citation Information*
      - *Originator*
      - *Publication Date*
      - *Title*
- *Keywords*
  - *Theme*
    - *Theme Keyword Thesaurus*
    - *Theme Keyword*
  - *Place*
    - *Place Keyword Thesaurus*
    - *Place Keyword*
- *Platform and Instrument Identification*
  - *Mission Name*
  - *Platform Full Name*
  - *Platform Serial Identifier*
  - *Instrument Full Name*
- *Band Identification*
  - *Number of Bands*
- *Access Constraints*
- *Use Constraints*
- *Point of Contact*
  - *Contact Information*
    - *Contact Organisation Primary*
      - *Contact Organisation*
      - *Contact Person*
    - *Contact Address*
      - *Address Type*
      - *Address*
      - *City*
      - *State or Province*

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Postal Code</i></li> <li>• <i>Country</i></li> <li>▪ <i>Contact Voice Telephone</i></li> <li>▪ <i>Contact Facsimile Telephone</i></li> <li>▪ <i>Contact Electronic Mail Address</i></li> <li>• <i>Browse Graphic</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Browse Graphic Name</i></li> <li>○ <i>Browse Graphic File Description</i></li> <li>○ <i>Browse Graphic File Type</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Security Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Security Classification System</i></li> <li>○ <i>Security Classification</i></li> <li>○ <i>Security Handling Information</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Aggregation Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Container Packet ID</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Dataset Identifier</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Component Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Aggregation Member ID</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dataset Identifier</i></li> </ul> </li> <li>▪ <i>Aggregation Criteria</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<i>Data Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Attribute Accuracy</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Attribute Accuracy Report</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Logical Consistency Report</i></li> <li>• <i>Completeness Report</i></li> <li>• <i>Positional Accuracy</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Horizontal Position Accuracy</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Horizontal Position Accuracy Report</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Vertical Position Accuracy</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Vertical Positional Accuracy Report</i></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <i>Lineage</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Source Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Source Citation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Citation Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Originator</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

- *Publication Date*
- *Title*
- *Geospatial Data Presentation Form*
- *Type of Source Media*
- *Source Time Period of Content*
  - *Time Period Information*
    - *Single Date/Time*
- *Source Currentness Reference*
- *Source Citation Abbreviation*
- *Source Contribution*
- *Process Step*
  - *Process Description*
  - *Process Date*
  - *Processing Information*
    - *Processing Identifiers*
      - *Citation Information*
        - *Originator*
        - *Publication Date*
        - *Title*
      - *Processing Input Dataset*
        - *Input Dataset Identifier*
          - *Dataset Identifier*
        - *Input Description*
      - *Ancillary Dataset*
        - *Ancillary Dataset Identifier*
          - *Dataset Identifier*
        - *Ancillary Reference*
          - *Citation Information*
            - *Originator*
            - *Publication Date*
            - *Title*
    - *Processing Software*
      - *Processing Software Description*

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Processing Procedure</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Processing Run History</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Process Step</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Process Description</i></li> <li>○ <i>Process Date</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Processing Environment</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Native Date Set Environment</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<p><i>Spatial Data Organisation</i></p>	
<p><i>Spatial Reference</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Horizontal Coordinate System Definition</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Planar</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Grid Coordinate System</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Grid Coordinate System Name</i></li> <li>• <i>Universal Transverse Mercator</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>UTM Zone Number</i></li> <li>○ <i>Transverse Mercator</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Scale Factor at Central Meridian</i></li> <li>▪ <i>Longitude of Central Meridian</i></li> <li>▪ <i>Latitude of Projection Origin</i></li> <li>▪ <i>False Easting</i></li> <li>▪ <i>False Northing</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▪ <i>Planar Coordinate Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Planar Coordinate Encoding Method</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Coordinate Representation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Abscissa Resolution</i></li> <li>▪ <i>Ordinate Resolution</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Planar Distance Units</i></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▪ <i>Geodetic Model</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Horizontal Datum Name</i></li> <li>• <i>Ellipsoid Name</i></li> <li>• <i>Semi-major Axis</i></li> <li>• <i>Denominator of Flattening Ratio</i></li> </ul>
<i>Entity and Attribute</i>	
<i>Distribution</i>	
<i>Metadata Reference</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Metadata Reference Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Metadata Date</i></li> <li>○ <i>Metadata Contact</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Contact Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Contact Organisation Primary</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Contact Organisation</i></li> <li>○ <i>Contact Person</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Contact Address</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Address Type</i></li> <li>○ <i>Address</i></li> <li>○ <i>City</i></li> <li>○ <i>State or Province</i></li> <li>○ <i>Postal Code</i></li> <li>○ <i>Country</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Contact Voice Telephone</i></li> <li>• <i>Contact Facsimilie Telephone</i></li> <li>• <i>Contact Electronic Mail Address</i></li> </ul> </li> <li>▪ <i>Metadata Standard Name</i></li> <li>▪ <i>Metadata Standard Version</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<i>Platform and Mission</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Platform and Mission Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Mission Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Mission Description</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Platform Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Platform Start Date</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Single Date/Time</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Calendar Date</i></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▪ <i>Platform Description</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Flight Protocol</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Flying Height</i></li> <li>• <i>GPS Information System Available</i></li> <li>• <i>INS Reading Available</i></li> </ul> </li> </ul>
<p><i>Instrument</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Instrument Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Instrument Description</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Intrument Type</i></li> <li>▪ <i>Operational Mode</i></li> <li>▪ <i>Collection Type</i></li> <li>▪ <i>Sensor Orientation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Axes</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>X Axis Definition</i></li> <li>○ <i>Y Axis Definition</i></li> <li>○ <i>Z Axis Definition</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Rotation Definition</i></li> <li>• <i>Translation Description</i></li> </ul> </li> <li>▪ <i>Frame Camera</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Frame Hardware</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Camera Type</i></li> <li>○ <i>Camera Identifier</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Frame Optics</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Calibrated Focal Length</i></li> <li>○ <i>Last Calibration</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Date of Last Calibration</i></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <i>Frame Geometric Properties</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Image Size</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Image Size x Value</i></li> <li>▪ <i>Image Size y Value</i></li> </ul> </li> <li>○ <i>Sensor System</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sensor Grid</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Raster Object Type</i></li> </ul> </li> <li>▪ <i>Calibrated Detector Position</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Location Information</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Number of</i></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li></ul>





### 3.3. Der neue Flugbetrieb

Alle notwendigen Vorbereitungsarbeiten sind abgeschlossen, um mit der Modellierung eines modularen durch GIS unterstützten Flugmanagements zu beginnen.

Die Umsetzung und deren Artefakte werden mit Hilfe eines UML Case Tools (Sparx Systems, J., 1998-2003) erstellt. Das gewählte komponentenbasierte Vorgehensmodell (Andresen, A., J., 2003) ist mit dem ICONIX Prozess (Rosenberg, D., Scott, K., J., 2001) kombiniert, um an eine optimale und dennoch rasche Lösung zu gelangen. Der ICONIX Prozess hilft, bei einer minimalen Auswahl der UML Notationen den Entwicklungsaufwand zu reduzieren. Das komponentenbasierte Vorgehensmodell hilft mit seinem Architektur-Framework, ein flexibles, skalierbares und leicht wart- und erweiterbares Produkt zu entwickeln.



### 3.3.1. Die Business-Architektur

Der Workflow der Abbildung 7 ist eine nützliche Hilfestellung bei der Modellierung. Er ist für alle Teilarchitekturen zu erstellen und als Check-Liste zu benutzen.

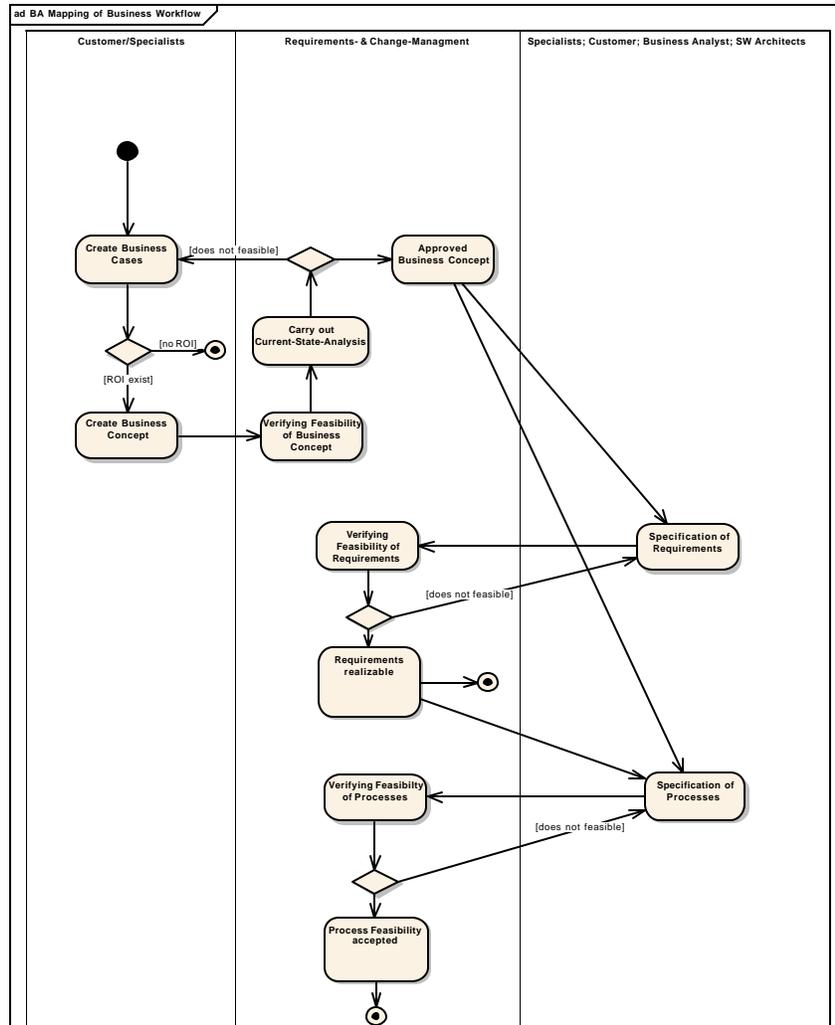


Abbildung 7 : Arbeitsablauf in der Business-Architektur der Business-, Anforderungs- und Prozess-Sicht

### 3.3.1.1. *Business Case für das GIS Flugmanagement „FlightGIS“*

**Produktbeschreibung:** „FlightGIS“ ist ein GIS unterstütztes, modular aufgebautes Flugmanagement. Es soll die Mitarbeiter eines Bildflug-Unternehmens über verschiedene Endgeräte (PC, PDA, Laptop, ...) lokal im Unternehmensinternen Netzwerk sowie mobil auf flugbetriebsspezifische Dienste (Projektverwaltung, Missions- und Flugplanung, Qualitätssicherung, Endprodukt und Archivierung) zugreifen lassen. Die Daten des Flugbetriebes werden in einem Relationalen Datenbank Management System (RDBMS) (optional : mit der Fähigkeit zu räumlichen Abfragen) verwaltet. Ein durchgehendes Metadatenkonzept ermöglicht „FlightGIS“ leicht an die existierenden Geo-Daten Infrastrukturen anzuschließen. Zur Ausdehnung der Kundenauskunft wird ein Web basierter Geo-Server eingerichtet. Ein Kunden Data-Warehouse erweitert die On-Line Dienstleistung des Unternehmens für digitale Daten. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen *Business Cases* ist aus dem *Business Konzept* „FlightGIS“ zu entnehmen.

#### **Produktziele:**

- Schrittweise Integration einer GIS Infrastruktur in das BildflugUnternehmen
- Optimierung und Beschleunigung Unternehmensinterner Prozesse durch Einführung innovativer Technologien (Geo-Daten Infrastruktur, OpenGIS WebMap Server)
- Verbesserung der Infrastruktur durch den bidirektionalen mobilen Zugang auf die Unternehmensressourcen
- Mehrwertschöpfung der Endprodukte durch Generieren von Standard Metadaten (FGDC Standard Metadaten + Daten)
- Schrittweise Einführung der Remote-Kooperation mit den Kunden des Bildflug-Unternehmens (Data-Warehouse, OpenGIS WebMap Server)

#### **Risiken:**

- Risiko möglicher mangelnder Akzeptanz von Kunden des öffentlichen Dienstes
- Risiko möglicher mangelnder Akzeptanz durch erhöhten Kunden- und Unternehmensinternen Schulungsbedarf
- Sicherheitsrisiko bei Zugriff auf Kunden- und Unternehmensinterne Daten

**Rahmenbedingungen:**

- Entwickeln der Subsysteme
  - Projektverwaltung und Archiv „FlightGIS Project Management“
  - Missionsplanung „FlightGIS Mission Planing“
  - Bildflugplanung „FlightGIS Airplane Management“
  - Qualitätssicherung „FlightGIS Quality Assessment“
  - Endprodukt „FlightGIS Customer Management“
  - Metadaten „FlightGIS Metadata Server“
- Einrichten der GIS Infrastruktur
  - der GIS Software für
    - Erzeuger
    - Analytiker
    - Betrachter
  - des WebMap Servers
  - des Kunden Data -Warehouse
  - der Unternehmensinternen (optional: räumlichen) Geo-Datenbank
- Schrittweises Migrieren vorhandener Daten in die Unternehmensinterne Geo-DB
- Speichern der Kundendaten in die öffentliche Geo-DB
- Zugriff auf die Kunden -Datenbank „FlightGIS Customer GDB“
- Einsatz komponenten- und Web-basierter Technologien und Nutzung etablierter Standards

**Zeithorizont:**

- Entwicklung eines Prototyps pro Subsystem: 2 Mann Monate (MM) (12 MM mit differenzierter Gewichtung der Subsysteme)
- Entwicklung der Subsysteme: 6 MM pro Subsystem (36 MM mit differenzierter Gewichtung der Subsysteme)
- Einrichten der GIS Infrastruktur: 2 MM
- Migrieren vorhandener Daten in die Unternehmensinterne DB: 1 MM
- Einrichten des Kunden Geo -Portals (ohne Abrechnungssystem): 3 MM
- Beginn nach Budgetgenehmigung

### 3.3.1.2. *Business-Konzept für „FlightGIS“*

Das GIS Flugmanagement „FlightGIS“ dient durch seine Skalierbarkeit und Flexibilität zum schrittweisen Erneuern, Optimieren, Verbessern und Beschleunigen bestehender Unternehmensprozesse im Bildfluggeschäft.

Das Einführen innovativer Technologien von GIS eröffnet neue wirtschaftliche und technisch-technologische Perspektiven der kooperativen Zusammenarbeit des Bildflugunternehmens mit Kunden.

Die Mitarbeiter des Unternehmens bekommen ihren Aufgaben zugeschnittene GIS Weiterbildung, die fördernd auf ihre Tätigkeit und Motivation wirken kann. Die integrierte und offene GIS Infrastruktur wird auch für die Team-Arbeit innerhalb des Unternehmens positive Impulse geben.

Die Dienste der Projektverwaltung werden auf einen privaten und einen öffentlichen Teil aufgeteilt. Dabei sind die Datenschutz- und sicherheitsrelevanten Aspekte dem Standard entsprechend berücksichtigt. Mitarbeiter des Unternehmens können auch mobil auf die Dienste der Projektverwaltung zum Zweck der Aktualisierung zugreifen. Das integrierte GIS unterstützt die Vorkalkulation der Angebote, und sie ermöglicht eine schnelle Projektanalyse, -verfolgung und das Erstellen alphanumerischer und graphischer Statistiken und Reports.

Der Missionsplan und alle damit verbundenen Daten können auch vom mobilen Endgerät unter Berücksichtigung gestufter Berechtigungen abgerufen, geändert und gespeichert werden.

Digitale Sensordaten können auf den dafür vorgesehenen Unternehmensserver ferngesteuert übertragen werden. Beim Aufbau der Infrastruktur für die Datenübertragung sind die möglichen großen Datenmengen der digitalen Sensoren berücksichtigt.

Die Genehmigungsanträge der Flugzeugen bei den Flugbehörden und Flughäfen lassen sich automatisch vorbereiten und etvl. auch zusenden. Meldungen zur Wartungsarbeiten an den Flugzeugen informieren den Pilot frühzeitig.

Der Status der Projekte und des Lieferumfangs lässt sich nach der Ampelmethode kennzeichnen.

Abteilungsspezifische Check-Listen sind Bestandteile von „FlightGIS“, um automatisierbare Konsistenzprüfungen auszuführen und mit Meldungen den Geschäftsprozess zu unterstützen. Die Projektbeteiligten werden über den aktuellen Projektstatus und bevorstehenden Aktivitäten informiert und aufgefordert.



Es wird vom Projektangebot an ein bei der Vorkalkulation angelegtes Metadatenfile geführt. Die Client-Komponente eines Metadaten Servers sind in die aufgabenspezifischen Dienste (siehe Produktbeschreibung) integriert. Der nicht automatisierbare Eingabe der Metadaten ist dadurch in kleinere Schritte aufgeteilt. Der jeweilige Sachbearbeiter wird aufgefordert und benutzerfreundlich geführt, die Daten einzugeben. Fehlende, nicht aktualisierte Stellen im Metadatenfile sind gekennzeichnet und können auch nachträglich eingetragen werden. Ein Template-Metadatenfile sichert die inhaltliche Vollständigkeit der Sektionen, Komponenten- und Datenelemente. Es ist jederzeit leicht an den jeweiligen geänderten Standard anzupassen.

Die Kunden des Unternehmens können über verschiedene Endgeräte mobil auf die im Lieferumfang definierten digitalen Endprodukte zugreifen sowie sich über den Projektstatus mobil informieren lassen.

### 3.3.1.3. Ausschnitt aus den Anforderungen

Die Anforderungen an das zu erstellende „FlightGIS“ sind im Case Tool paketweise organisiert. Diese sind mit dem statischen Modell (z.B. mit den Klassendiagrammen aus der Implementierungs-Sicht der Anwendungs-Architektur) verknüpft und unterstützen die Verfolgung deren Erfüllung bei der Implementation.

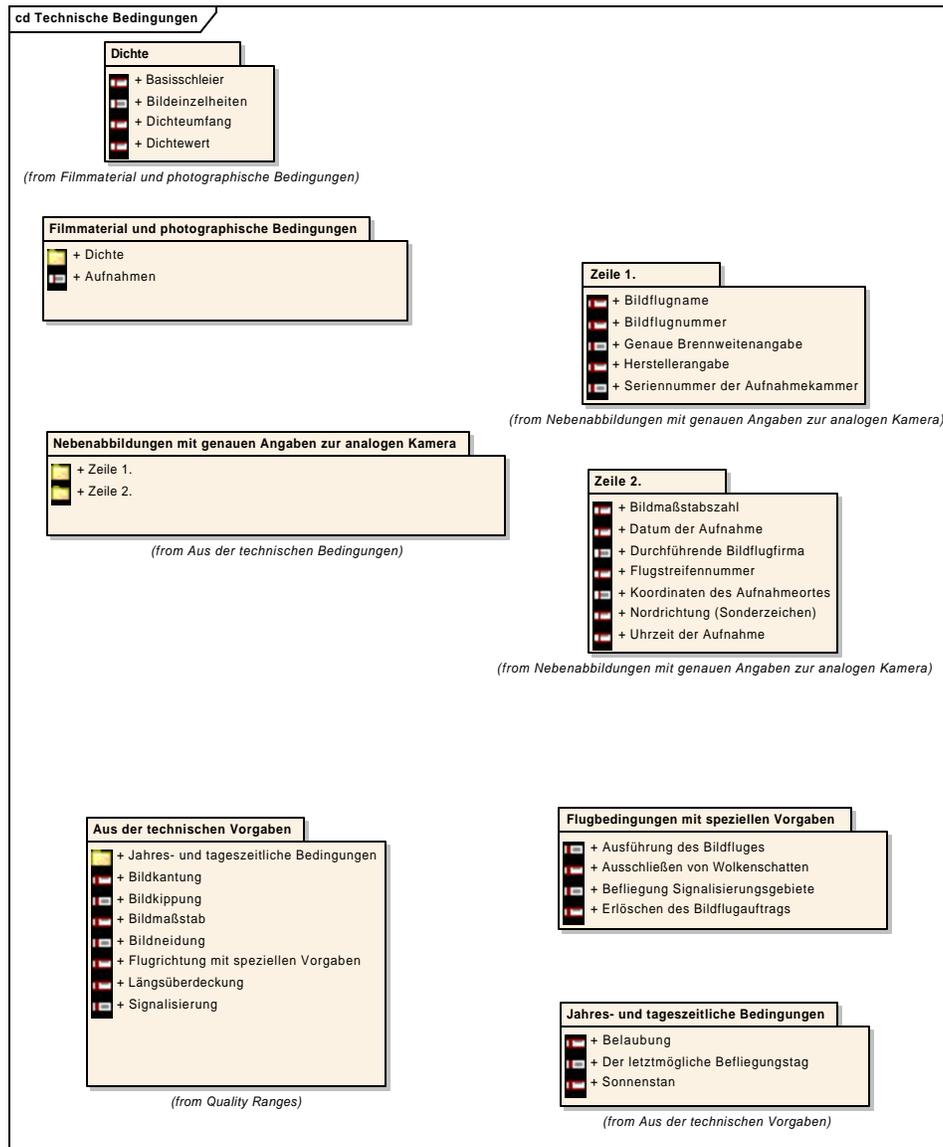


Abbildung 8 : Nicht-Funktionale Anforderungen des Auftraggebers

### 3.3.1.4. Akteure

In der ersten Iteration wurden die obigen menschlichen Akteure und deren Beziehungen zueinander identifiziert und gruppiert. Diese Abbildung hilft die jeweiligen Zuständigkeiten zu verstehen bzw. zuzuordnen. Fehlende oder falsche Beziehungen lassen sich dadurch schneller erkennen und korrigieren (siehe roten Pfeil).

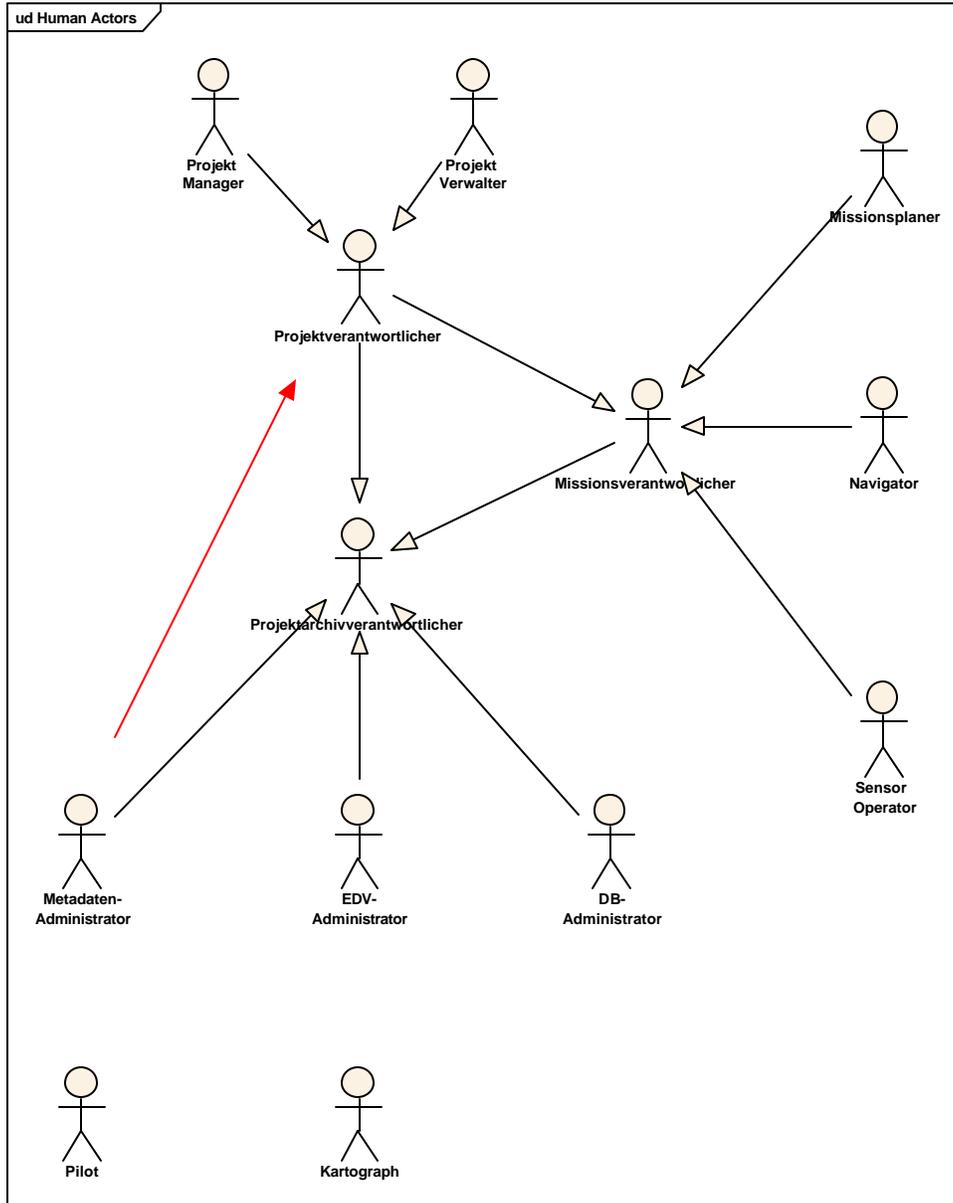


Abbildung 9 : Die "Human actors" im Flugbetrieb

### 3.3.1.5. Use Cases des Missionsplan-Managements

Die Aktivitäten des Missionsplaners sind in der Abbildung 10 gruppiert zu sehen.

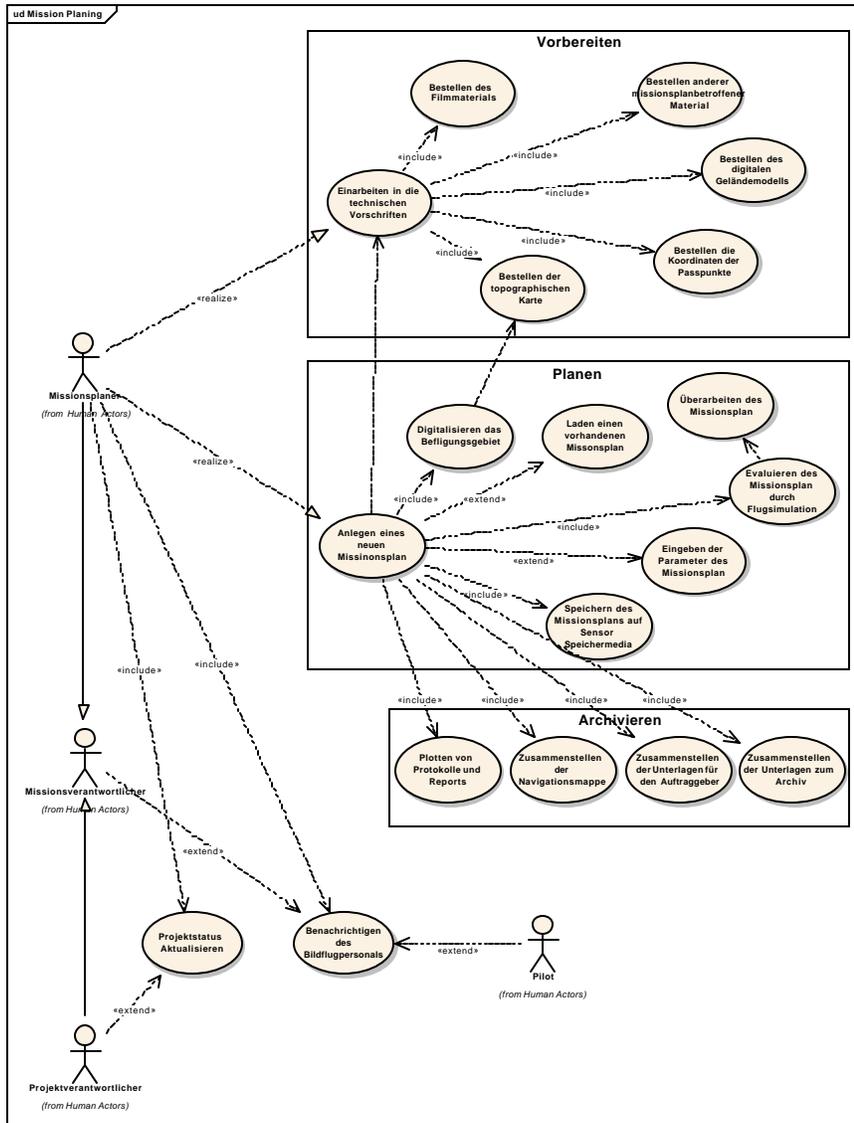


Abbildung 10 : Anwendungsfälle beim Erstellen des Missionsplans

Die beim Missionsplan anfallenden Metadaten lassen sich vollautomatisch in die Missionsplansoftware integrieren.



Die Komponentenelemente, *Dataset\_Identifier*, *Citation*, *Description*, *Keywords*, *Platform\_and\_Instrument\_Identification*, *Access\_* und *Use\_Constraints* sowie *Point\_of\_Contact* sind beim Erstellen des Projektangebotes auszufüllen.

Die im Missionsplan zu aktualisierenden Sektionen und die Komponentenelemente der ersten Stufe sind

- *Identification\_Information*
  - *Status*
  - *Spatial\_Domain*
  - *Progressing\_Level*
  - *Browse\_Graphic*
- *Data\_Quality\_Information*
  - *Lineage*
- *Spatial\_Reference\_Information*
  - *Horizontal\_Coordinate\_System\_Definition*





### 3.3.1.7. Komponenten-Kandidaten

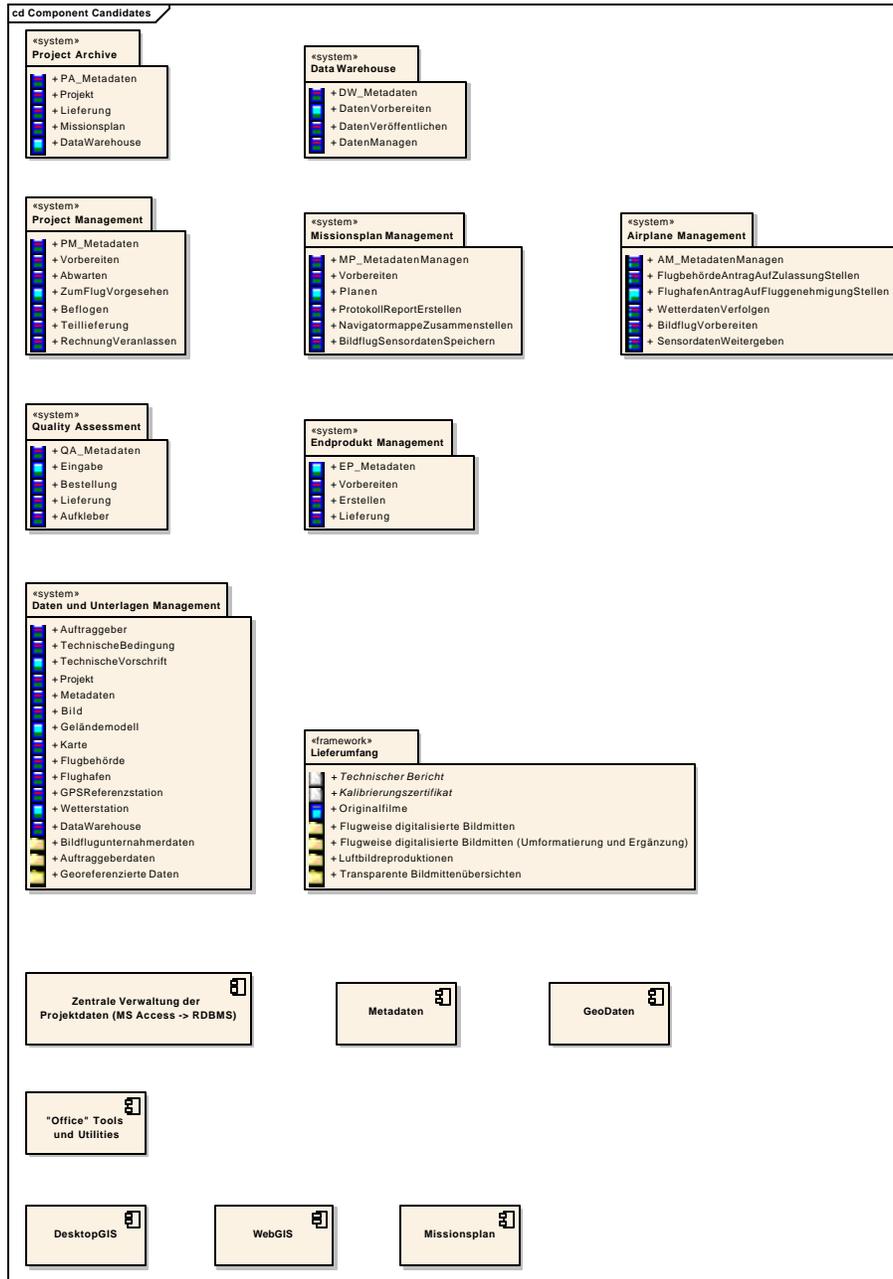


Abbildung 12 : Den Business Systemen zugeordnete Komponenten-Kandidaten

### 3.3.2. Die Anwendungs-Architektur

Die Anwendungs-Architektur ist bereits der plattformspazifische Teil des mit GIS unterstützen Flugmanagement-Modells. Sie ist in 3 Sichten, auf die Schichten-, Integrations- und Implementations-Sicht aufgeteilt.

#### 3.3.2.1. Schichten-Sicht

Bei der Umsetzung wird eine lose Koppelung der Systeme eine sog. 4-Tier Architektur (*Präsentations-, Kontroll-, Geschäftslogik- und Integrations-Ebene*) bevorzugt. Die Abbildung 13 zeigt die bisher identifizierten Komponenten, zugeordnet zu den jeweiligen Ebenen der Aufgabenbereiche (Schichten).

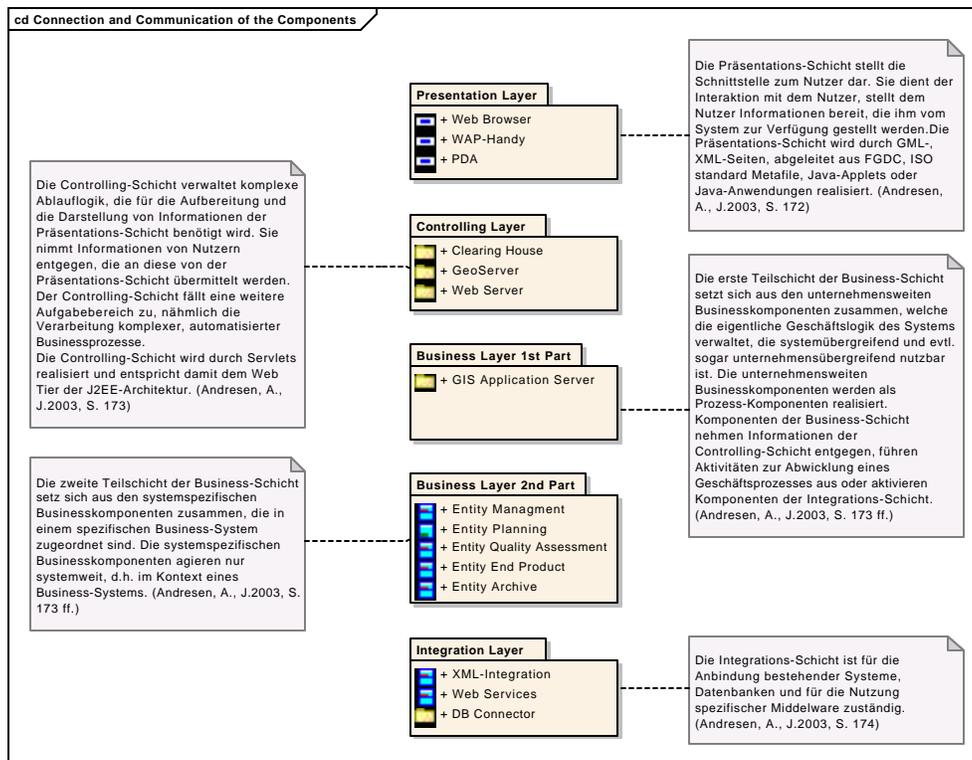


Abbildung 13 : Pakete und deren Bedeutung



### 3.3.3. Die System-Architektur

#### 3.3.3.1. Verteilungs-Sicht

Die Verteilungs-Sicht der System-Architektur beschreibt die Komponentenlandschaft, die Software sowie Hardware, der Business Systemen. Sie werden aus den höheren Abstraktionsebenen sozusagen ausgeliehen, und sie lassen sich wie im täglichen Geschäft zum kompletten Systemen zusammenbauen.

#### 3.3.3.1.1. Missionsplanung

Die Abbildung 14 zeigt das Büro der Missionsplanung in der jetzigen Form. Der erste Schritt in der GIS Integration müssen die Missionsplandaten GIS kompatibel umstrukturiert werden. Es entspricht gleichzeitig der Vorbereitung der Daten für die spätere Integration in das unternehmensweite RDBMS. Die Implementierung des Metadatenkonzeptes ist mit mehr Programmieraufwand verbunden (siehe Zeithorizont). Nachdem die Schnittstellen des Metadatenkonzeptes definiert worden sind, kann dessen Integration in der Missionsplansoftware angefangen werden.

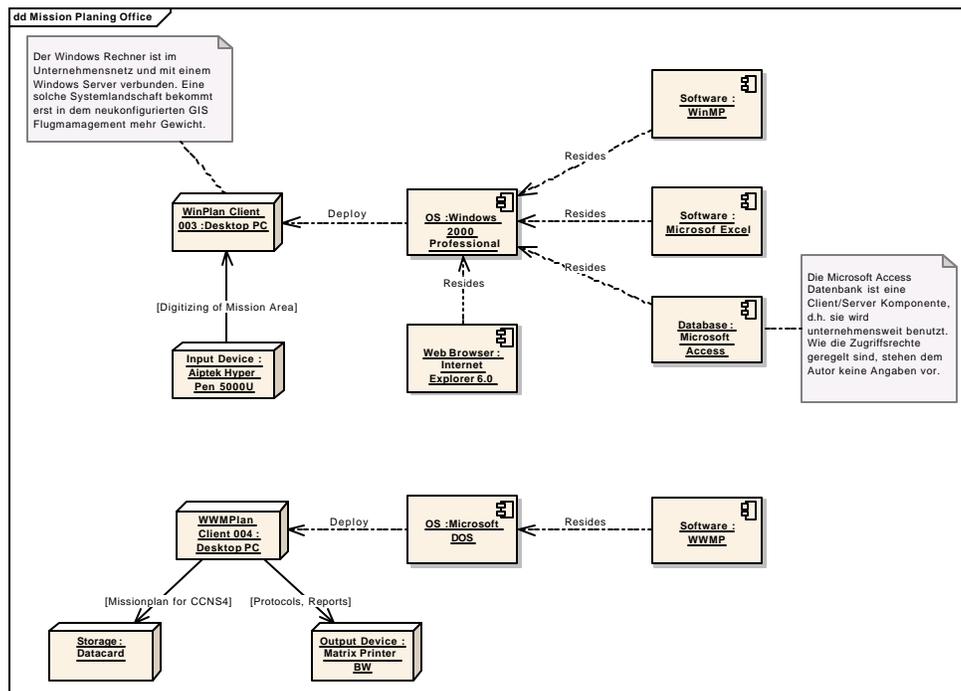


Abbildung 14 : Aktuelle System - und Komponentenlandschaft des Flugbetriebes in der Missionsplanung

### 3.4. Komponenten einer möglichen Realisierung

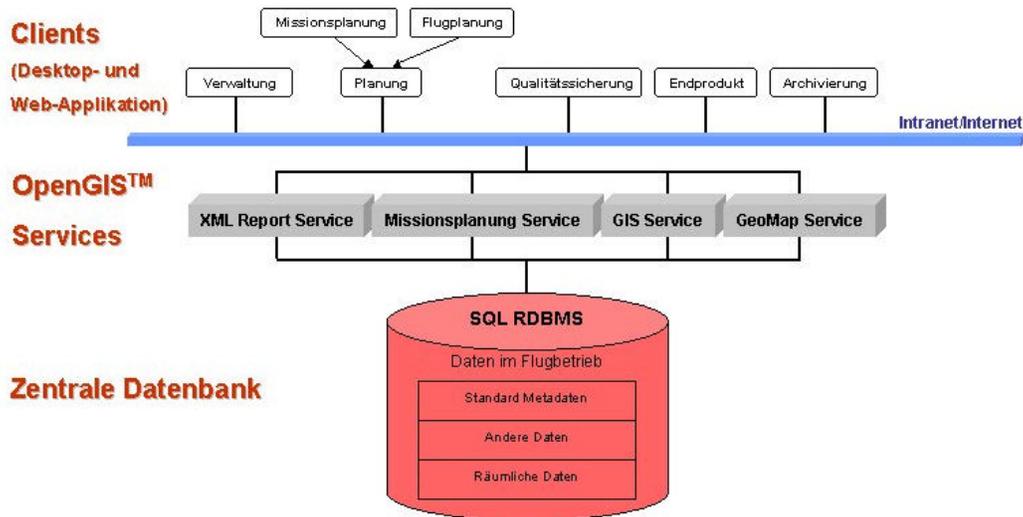


Abbildung 15 : Komponentenübersicht des neuen Flugbetriebes

Die Abbildung 15 zeigt einen mit GIS Infrastruktur erweiterten Flugbetrieb mit der Integrationsfähigkeit in den existierenden Geo-Daten Infrastrukturen. Die Daten sind in einer SQL RDBMS (z.B. Oracle) gespeichert. Diese Komponente, in der Abbildung als *Zentrale Datenbank* bezeichnet, kann sich aus mehreren im Unternehmensnetz verteilten Datenbanken zusammensetzen. Die für das *Clearinghouse* erforderlichen Metadaten sind auch dort gespeichert.

In einer Schicht höher sind die OpenGIS™ Services (Open GIS Consortium Inc., J., 1999) (z.B. GeoServer, Web Viewer, XML Reporter, etc. ...) einzugliedern.

Damit sind alle Voraussetzungen (SQL RDBMS mit indizierten Metadaten, Web Feature Server, Web Viewer) erfüllt, um ein „Kunden“ Data-Warehouse problemlos einrichten zu können.

Das Internet/Intranet verbindet die Clients mit den Serverseitigen Komponenten.

Auf den Client-Rechnern sind dem Anforderungsprofil entsprechend die GIS-, Web- sowie photogrammetrischen Applikationen installiert.

Einige der Grundbausteine dazu sind in den vorhergehenden Kapiteln zu finden. Weitere befinden sich bereits auf dem Markt, GIS-, Web- und photogrammetrische Produkte, welche die Konstruktion des neuen Flugbetriebes vollenden. Die photogrammetrischen Produkte werden das Metadatenkonzept noch integrieren müssen, um die Lücke in einer globalen Geo-Daten Produktion zu schließen.



Im Folgenden werden die Komponenten eines möglichen Gesamtsystems zusammengestellt.

Die getroffene Auswahl der Software-Produkte ist vom Autor nach seiner praktischen Erfahrung und Internet Recherchen getroffen worden. Sie können jederzeit mit anderen interoperablen Komponenten ausgetauscht werden. Dabei sind auch OpenSource Komponenten, die kostenfrei zu bekommen sind.

- Photogrammetrische Missionsplanung
  - Image Station Mission Planing Office Edition
- GIS Software
  - Intergraph GeoMedia Produktfamilie
- OpenGIS™ Web Feature Server
  - GeoServer v1.1.0 unterstützt Web Feature Service und Web Map Service
    - Apache Ant 1.6.1
    - Apache 2.0 HTTP Server
    - Tomcat 5.0 Java Servlet
    - Java DK 1.4
    - PostGIS und Postgresql RDBMS (oder Oracle9i als alternative)
- Web Viewer
  - Intergraph OGC WMSViewer
- FGDC Clearinghouse Server Software
  - Isite Z39.50 Server

### **3.5. Die ersten erzielten Ergebnisse**

Neben der Modellierung im Case Tool (im Kapitel 3.3) wurden in einem Flugbetrieb vorkommende Daten für eine Teststudie (im Kapitel 3.5.2) gesammelt, ohne den Anspruch auf die Vollständigkeit. Die Testdaten stammen aus verschiedenen Quellen.

1. Die Koordinaten der SAPOS Referenzstationen wurden kostenfrei für die vorliegende Arbeit von der Raumbezugssysteme LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen, Hannover zur Verfügung gestellt.
2. Die Welt-, US Staaten und Europa Karten und die administrativen Grenzen dazu sind auf der „ESRI Data & Map“ CD1 zu finden, und sie ist Bestandteil des ArcView\_3.3 Softwarepakets
3. Die topographischen Karten (Stuttgart und Brombachsee) wurden aus der TOP50 Reihe der Landesvermessungämter Baden-Württemberg und Bayern herauskopiert



4. Die Missionsplanprojekte stammen aus dem Haus Z/I Imaging aus verschiedenen Digital Mapping Camera (DMC) Testflügen.
5. Die digitalen Luftbilder zum Stuttgarter Stadtprojekt sind georeferenzierte DMC Bilder aus einem o.g. Testflug.

Für die Teststudie wurde die GeoMedia Professional Software der Firma Intergraph benutzt.

Als die dritte praktische Komponente der vorliegenden Arbeit wurde ein FGDC standard Metadatenfile (im Kapitel 3.5.1.1) aus einem Missionsplan zugeschnitten an die minimalen Bedürfnissen eines Flugbetriebes erzeugt. Die vorliegende Arbeit wird mit deren Vorstellung fortgesetzt.

### 3.5.1. FGDC standard Metadaten des Projektes „BRISTOL“

Das File wurde händisch mit Hilfe von „Tkme“, ein formaler Metadateneditor (<http://geology.usgs.gov/tools/metadata/tools/doc/tkme.html>), erstellt, da derzeit keine Missionsplansoftware solchen Arbeitsgang unterstütz. Das erstellte File wurde mittels *mp* (ein Übersetzer für formale Metadaten) in verschiedene für Web Browser lesbare Fileformate (Text, HTML, SGML, XML, etc.) umgesetzt. Im Kapitel 3.5.1.1 wird von denen das “Questions & Answers” HTML File gezeigt.

#### 3.5.1.1. “Questions & Answers” zum Projekt „BRISTOL“

##### What does this data set describe?

*Title:* DMC Testflug in England, Bristol

*Abstract:*

Die Bilder sind im 1:12500 Bildmaßstab aufgenommen, und sie werden für die Herstellung digitaler Orthokarte in der Küstenregion verwendet. Die Bodenaufösung beträgt 15 cm, und hat auch das Potential die Orthobilder für weitere planerische Aufgaben zu benutzen.

*Supplemental\_Information:* keine

##### 1. How should this data set be cited?

GmbH, Z/I Imaging , 2004, DMC Testflug in England, Bristol: Z/I Imaging GmbH, Aalen, Baden-Wuerttemberg, Deutschland.

Online Links:

- o <http://www.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/index.html>

##### 2. What geographic area does the data set cover?

*West\_Bounding\_Coordinate:* -3

*East\_Bounding\_Coordinate:* -2

*North\_Bounding\_Coordinate:* 52

*South\_Bounding\_Coordinate:* 51

### 3. What does it look like?

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo1.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo2.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo3.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo4.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo5.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo6.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo7.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo8.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo9.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo10.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo11.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo12.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip1Photo13.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo13.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo12.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo11.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo10.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo9.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo8.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo7.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo6.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo5.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo4.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo3.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo2.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip2Photo1.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo1.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo2.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo3.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo4.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo5.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo6.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo7.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo8.jpg> (JPEG)



Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo9.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo10.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo11.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo12.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

<http://geoportal.ziimaging.com/dmc/BRISTOL/Strip3Photo13.jpg> (JPEG)

Das Bild ist JPEG komprimiert, und es hat eine 16 Bit radiometrische Auflösung.

**4. Does the data set describe conditions during a particular time period?**

*Calendar\_Date*: 17-Jan-2004

*Currentness\_Reference*: Es existiert zu den Testflügen keine Referenz.

**5. What is the general form of this data set?**

*Geospatial\_Data\_Presentation\_Form*: digitales Luftbild

**6. How does the data set represent geographic features?**

a. **How are geographic features stored in the data set?**

b. **What coordinate system is used to represent geographic features?**

*Grid\_Coordinate\_System\_Name*: Universal Transverse Mercator

*Universal\_Transverse\_Mercator*:

*UTM\_Zone\_Number*: 32

*Transverse\_Mercator*:

*Scale\_Factor\_at\_Central\_Meridian*: 0.9996

*Longitude\_of\_Central\_Meridian*: 9

*Latitude\_of\_Projection\_Origin*: 0.0

*False\_Easting*: 500000

*False\_Northing*: 0.0

Planar coordinates are encoded using coordinate pair

Abcissae (x-coordinates) are specified to the nearest 0.015

Ordinates (y-coordinates) are specified to the nearest 0.015

Planar coordinates are specified in meters

The horizontal datum used is unknown.

The ellipsoid used is WGS 84.



The semi-major axis of the ellipsoid used is 6378137.

The flattening of the ellipsoid used is 1/298.257.

## 7. How does the data set describe geographic features?

---

### Who produced the data set?

1. **Who are the originators of the data set?**
  - o Z/I Imaging GmbH
2. **Who also contributed to the data set?**
3. **To whom should users address questions about the data?**

Z/I Imaging GmbH  
c/o Dipl. Ing. Zoltan Poth  
Ulmerstr. 124  
Aalen, Baden -Wuerttemberg 73461  
Germany

+49(0)7361 88 95 83 (voice)

+49(0)7361 88 95 29 (FAX)

support@ziimaging.de

---

### Why was the data set created?

Die Daten sollen die vielseitige Einsatzmöglichkeit digital aufgezeichneter Bilder präsentieren. Der Bildflug entstand aus der Zusammenarbeit der British Ordnance Survey (OS) und der Firma Z/I Imaging GbmH, um das operationelle Potenzial der Digital Mapping Camera (DMC) zu präsentieren.

---

### How was the data set created?

1. **From what previous works were the data drawn?**

**Bristol15** (source 1 of 1)

Imaging, Z/I, 2004 April, Der Testflug wurde mit großem Erfolg durchgeführt. Die Daten sind inzwischen on-line verfügbar, sie können für weitere Untersuchungszwecke benutzt werden. Die Firma Z/I Imaging hatte die daten für nicht-kommerzielle Zwecke kostenfrei zur Verfügung gestellt..

*Type\_of\_Source\_Media:* CD, DVD  
*Source\_Contribution:* digital images



## 2. How were the data generated, processed, and modified?

Date: 22-May-2004 (process 1 of 2)

Die digitale Daten wurden bei DMC von der Firma Z/I Imaging aufgezeichnet. Es wurden auch GPS/INS Sensoren eingesetzt und deren Daten sind ebenso verfügbar.

Date: 2004 (process 2 of 2)

Das vorliegende Metafile wurde editiert und mit Zusatzinformationen erweitert. Das metafile wurde mit mp 2.5.1 von Zoltan Poth in ein HTML File konvertiert.

## 3. What similar or related data should the user be aware of?

---

### How reliable are the data; what problems remain in the data set?

#### 1. How well have the observations been checked?

Die Bilder erfüllen die in der technischen Bedingungen und Vorschriften festgeschriebenen Qualitätskriterien. Diese wurden in der Abteilung für Qualitätssicherung eingehend untersucht. Weitere Informationen sind aus dem technischen Bericht, derzeit liegt er noch in analoger Form vor, zu entnehmen.

#### 2. How accurate are the geographic locations?

Die vorgeschriebene 2 Meter Genauigkeit ist erfüllt (siehe mehr dazu im technischen Bericht).

#### 3. How accurate are the heights or depths?

Die vorgeschriebene 15 Meter Genauigkeit ist erfüllt (siehe mehr dazu im technischen Bericht).

#### 4. Where are the gaps in the data? What is missing?

Alle Bilder im vorgesehenen Projekt konnten aufgenommen werden. Die digitale Bilder sind radiometrisch und geometrisch korrigiert, und sie liegen in RGB-JPEG Form für weitere photogrammetrische Verarbeitung zur Verfügung.



**5. How consistent are the relationships among the observations, including topology?**

keine

---

**How can someone get a copy of the data set?**

**Are there legal restrictions on access or use of the data?**

*Access\_Constraints:* keine

*Use\_Constraints:*

Die Bilder sind frei verfügbar für nicht kommerzielle Verwendung.

---

**Who wrote the metadata?**

Dates:

Last modified: 22-May-2004

Metadata author:

Z/I Imaging GmbH  
c/o Dipl. Ing. Zoltan Poth  
Ulmerstr. 124  
Aalen, Baden -Wuerttemberg 73461  
Germany  
+49(0)7361 88 95 83 (voice)  
+49(0)7361 88 95 29 (FAX)  
zpoth@ingr.com

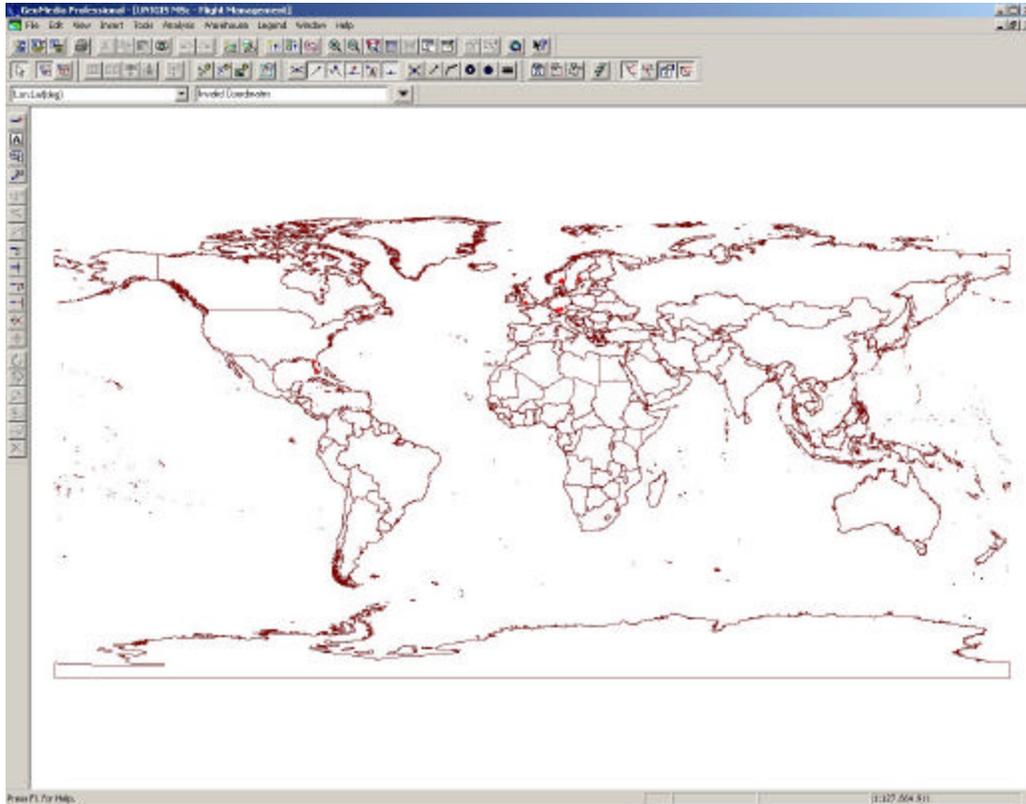
Metadata standard:

FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata (FGDC-STD-001 - 1998)

### 3.5.2. Die Flugbetriebsprojekte in GeoMedia

Dieses Kapitel behandelt das im Kapitel 2.2 angesprochene geographische Problem, nämlich das Detail oder der Maßstab durch praktische Beispiele.

Die photogrammetrischen Projekte wurden in Image Station Mission Planning Software von der Firma Z/I Imaging für verschiedene Bildflüge, weltweit verteilt, erstellt. Zwei der Projekte wurden in USA, je ein in England und Schweden, drei in Norwegen und fünf in Deutschland erflogen. Das Gebiet wurde über Elchingen in Deutschland in zwei unterschiedlichen Maßstäben befliegen, die sich in der Teststudie gut thematisieren lässt. Die von der photogrammetrischen Software angelegten Daten sind leider nicht GIS kompatibel, deshalb konnten sie nicht direkt in die GIS Software übernommen werden. Das Hauptproblem lag an den Datenformaten. Viele der Informationen sind in einer Microsoft Access File gespeichert, die sich aber aus dem genannten Grund in die GeoMedia nicht ohne weiteres Einlesen lässt. Nicht so die prozessierten, direkt georeferenzierten Bilder. Die sind zwar nicht in GeoTIFF Format gespeichert, dennoch lassen sich mittels eines sog. Headerfiles georeferenziert einlesen. Es wird optional von der Image Station Project Manager Software zu jedem Bild mit dem *tfw* Zusatz angelegt. Zu den Projekten und Bildern wurden weitere im Kapitel 3.5 genannten georeferenzierten Daten gesammelt und in GeoMedia konforme Form transformiert. Das Einlesen der Daten in ein sog. Warehouse war anschließend unproblematisch. Die Georeferenzierung der zahlreichen Textfiles und die Benutzung deren thematischen Inhalt (z.B. Namen) als Objekte läuft ebenfalls problemlos.



**Abbildung 16 : Die weltweite Projektübersicht im Bildflugunternehmen**

Die Abbildung 16 stellt den Einstiegspunkt in das FlightGIS dar. Hier sind die laufenden Projekte im geographischen Koordinatensystem dargestellt.

Im Kapitel 2.3 wurden bereits einige Anforderungen für die Projektverwaltung genannt. Die Liste wird im Laufe der Entwicklung sicherlich noch erweitert.

Die GIS Software wird mit neuer flugbetriebsspezifischer *Fachschale* erweitert. Sie erfüllt das OpenGIS™ Interoperabilitätskriterium (z.B. Intergraph's GML Interoperability Extensions).

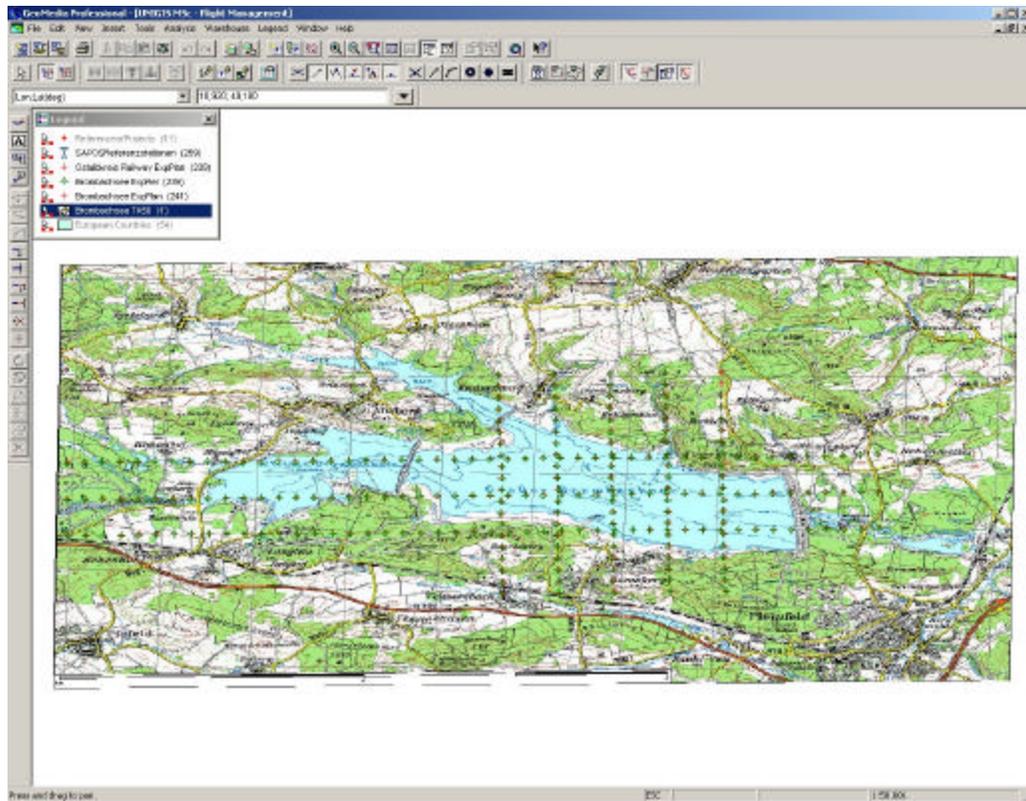
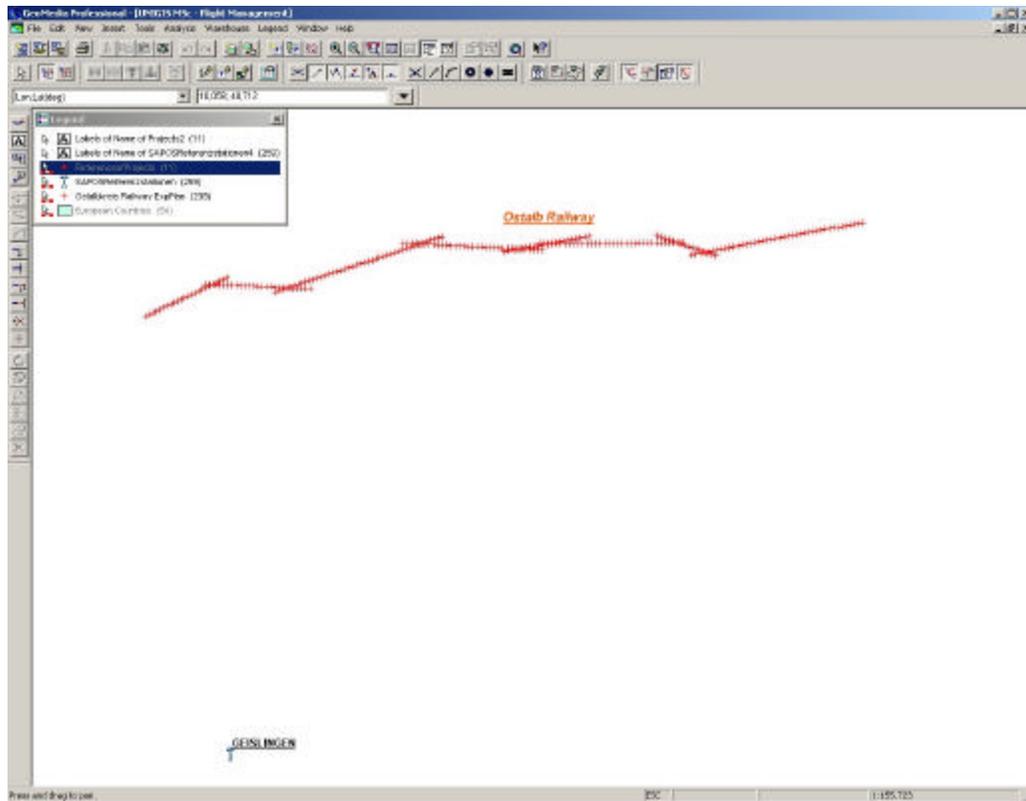


Abbildung 17 : Das *Brombachsee* Projekt aus dem Archiv

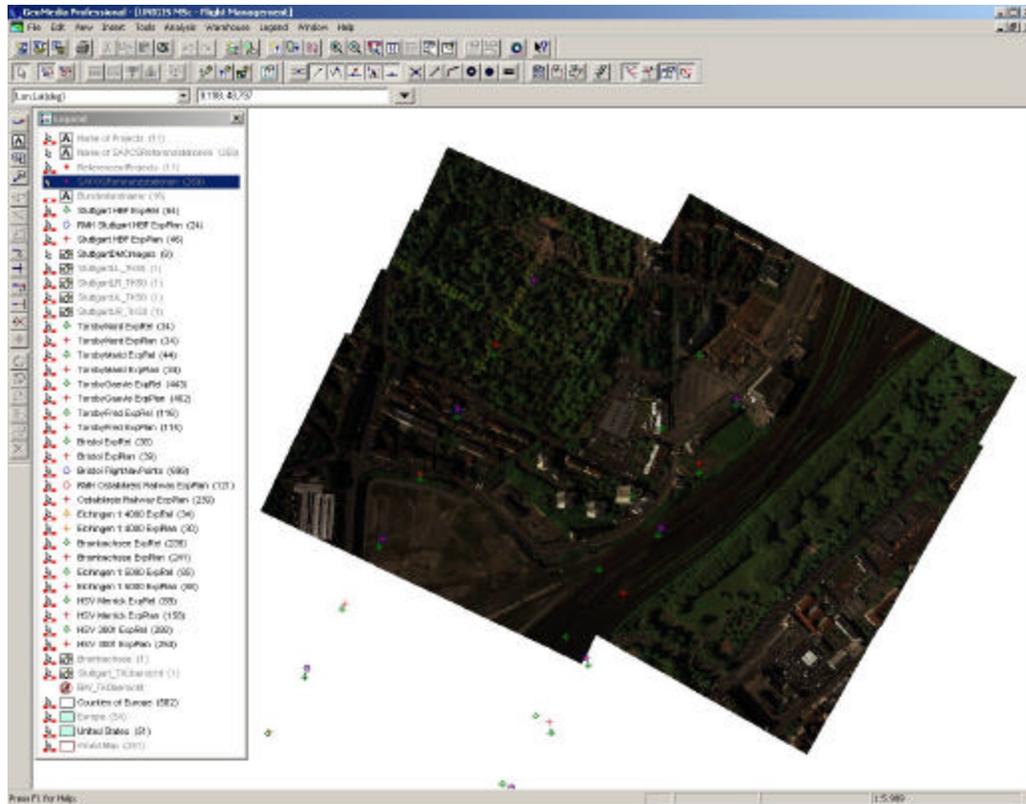
Das Projekt *Brombachsee* ist abgeschlossen und in das Archiv mit allen zugehörigen digitalen Daten eingepflegt.



**Abbildung 18 : Missionsplan im Ostalbkreis im Entstehen**

Das bevorstehende Projekt im Ostalbkreis ist in der Phase der Vorkalkulation. Es wird eine Trassenbefliegung sein. Der Projektleiter, Missionsplaner und Pilot sammeln noch die Angaben und die Unterlagen zum Angebot.





**Abbildung 20 : Projekt Stuttgart HBFerfliegen mit verschiedenen Sensoren**

Dies ist ein Prestigeprojekt für die Stadt Stuttgart. Ein Flugstreifen im Projekt musste wegen des schlechten Wetters abgebrochen und erneut befliegen werden. Die Indikatoren zeigen auf Vollerfolg. Es wurde sogar ein zweiter analoger Sensor eingesetzt (siehe blaus Kreise).

## 4. Zusammenfassung, Aussichten

In der vorliegenden Arbeit haben sich mehrere Technologien, nämlich Photogrammetrie, GIS und Web, zusammengefügt, um einem Geschäftsbereich, dem Flugbetrieb, über ihre Innovation zu berichten, und ihn zu animieren, sie einzusetzen. Die Initiativen des OpenGIS™ Konsortiums wurden dabei als roter Faden verfolgt, ergänzt von zahlreichen anderen Organisationen, die auch auf dem Gebiet der Standardisierung und Interoperabilität aktiv sind. Eine vollständige Liste würde reichlich Platz beanspruchen.

Es sind viele Stellen gefunden worden, bei denen die Auswirkungen der o.g. Technologien offensichtlich sind, wie z.B. das Erhöhen der Effektivität und Wirtschaftlichkeit des Bildflugunternehmens, Qualitätssicherung und Flexibilität den Kunden gegenüber sowie für die Zukunft gerüstet zu sein.

In der Einleitung sind zahlreiche Ziele definiert worden. Es soll nun nachgeschaut werden, wie weit sie auch umgesetzt werden konnten?

### 1. Vorstellung des Projektgeschäftes einer Bildflugfirma, um das Potenzial der wirtschaftlichen Perspektive durch Integration von GIS zu erkennen.

Ein gut funktionierendes Unternehmen dankt seinen Erfolg sicherlich auch der ständigen Bereitschaft zur organisatorischen und technisch-technologischen Erneuerung. Im Kapitel 2.2 wurde die dynamische Verbreitung der GI-Systeme angesprochen. Das Kapitel 3.1 beschreibt die globale Entwicklung und Bedeutung der Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen. Bereits in den genannten Kapiteln sind genügend Indikatoren zu finden, um das Potenzial der wirtschaftlichen Perspektive durch Integration von GIS zu erkennen und zu befürworten.

### 2. Erstellen eines höherwertigen Produktes, welches den Geo-Daten Infrastrukturen gerecht wird.

Das Kapitel 3.5 zeigt an einem praktischen Beispiel wie dieses Produkt, digital kodiert, aussieht. Die Sensordaten bleiben nach wie vor im Mittelpunkt der Produktion des Flugbetriebes, veredelt mit (Metadaten-) Informationen für eine globale Geo-Daten Produktion. Das eigentliche Endprodukt ergibt sich also aus den physikalischen Daten und deren Beschreibung. Die Umsetzung lehnt sich an die internationalen Standards an, und gewährt dadurch dem Produkt und seinem Erzeuger eine langfristige wirtschaftliche und technologische Perspektive.

### **3. Antwort auf die Frage: *Woran liegt die Zurückhaltung, was sind die Gründe dafür und wodurch lassen sie sich überwinden bzw. beseitigen?***

Eine vollständige Antwort darauf kann sich nur durch eine Zusammenarbeit zwischen Hersteller beider Seiten, also Anbieter von photogrammetrischen und GIS-Systemen sowie BildflugUnternehmenn, ergeben. Zum letzten Teil der Frage sind Antworten in der vorliegenden Arbeit reichlich zu finden.

- Mehrwertschöpfung durch innovative Technologien
- Optimierte, skalierbare, leicht erweiterbare Infrastruktur
- Effizientere Projektabwicklung, Produktion
- Höhere Ausnutzung der Ressourcen
- Erfüllen der vom Markt verlangten Flexibilität und Qualität
- Motivationsschub für die Projektbeteiligten

Das modulare Konzept im Kapitel 3.3 ist nur der erste Schritt auf diesem Weg. Der wirtschaftliche Aspekt wurde immer wieder betont, und er spielt *die* entscheidende Rolle beim Umsetzen der GIS Infrastruktur im Flugbetrieb. Bei dem Fachpersonal in einem Flugbetrieb steht die Benutzerfreundlichkeit und die einfache Handhabung der Systeme im Vordergrund. Software, bei Hardware stellt es auch nichts anders, ohne dies zu berücksichtigen zu entwickeln, ist heutzutage ein fataler Fehler. Solche Produkte wären auf die kompliziert genug denkenden Software-Entwicklern mit meist überladener Funktionalität zugeschnitten, und sie stoßen trotz des innovativen Inhaltes oft auf Ablehnung.

### **4. Entwerfen eines Metadatenkonzepts in einer verfeinerten Form mit einem vollständigen Beispieldatensatz. Erweitern des Ansatzes der technischen Flugplanung mit einem Standard Metadatenkonzept, eingebettet in einer GIS Infrastruktur.**

Die OGC Dokumentationen stehen *kostenfrei* zur Verfügung und eine ganze Menge weitere frei verfügbare Tools dazu. Es ist dennoch nicht einfach, aus all denen einen minimalen Ansatz zu finden. Nach der Vorarbeit im Kapitel 3.2 ist der Weg für die Implementierung eines Metadatenkonzeptes geebnet worden. Im Kapitel 3.3 konnten die Grundbausteine dieses (hinreichend komplexen) Gebäudes gesetzt werden. Das Endziel des Autors ist, daraus ein Metadata GeoServices (Tsou, M.H., Buttenfield, P. B., J., 2002) zu entwickeln. Dieser Metadata GeoService kann dann von den

photogrammetrischen Applikationen, wie z.B. die Missionsplanung, angesprochen werden und seine Dienstleistung in Anspruch nehmen. Wenn die Integration des Metadatenkonzeptes in die photogrammetrische Produktion integriert ist, ist eine Realisierung des GIS unterstützten Flugmanagements auch ein Stück näher gerückt. Die im Kapitel 3.5.2 kurz zusammengestellten Resultate der Teststudie zeigen einige der zahlreichen Vorteile des Einsetzens von GIS Software, besser gesagt Infrastruktur, im Flugbetrieb. Das kontextabhängige Benutzen eines RDBMS muss noch stärker ausgearbeitet werden. Damit ist in erster Linie die semantische Interoperabilität der Daten der GI und photogrammetrischen Applikationen gemeint (z.B. räumliche Objekte zwischen den beiden Applikationen durch cut-and-paste, etc. ...).

### **5. Definieren von Internet/Intranet sowie mobile Arbeitsstationen**

Die Abbildung 15 im Kapitel 3.4 stellt eine mögliche Konfiguration mit Arbeitsstationen des neuen Flugbetriebes mit GIS Infrastruktur dar. Auch mobile Arbeitsstationen, lassen sich heutzutage dank der Web-Technologie einfach definieren und einsetzen. Die Sicherheitsaspekte spielen dabei eine immer wichtiger werdende Rolle. Dieses Thema beansprucht mehr als ein eigenes Kapitel und geht über die Rahmen der vorliegenden Arbeit hinaus.

### **6. Umsetzen der Anforderungen und Wünsche der Anwender nach mehr Interoperabilität und offenen Systemen**

Ein modulares und auf die etablierten Standards basiertes Produkt ist leicht an die Anforderungen und Wünsche der Kunden anzupassen. Das im Kapitel 3.3 angewandte komponentenbasierte Vorgehensmodell bietet sich für solche Produktentwicklung am besten an. Das enge Zusammenarbeit zwischen Anwender und Produzenten ist Garant für das Entstehen von immer mehr interoperabler und offener Systeme.

### **7. Identifizieren der Geschäftskomponenten eines Flugbetriebes**

Das Referenzmodell (siehe Abbildung 11) im Kapitel 3.3.1.6 ist ein guter Ausgangspunkt für weitere Analysen. In der ersten Iteration konnten zahlreiche Komponenten-Kandidaten (siehe Abbildung 12) identifiziert und zu den Business-Systemen zugeordnet werden. Der Schwerpunkt lag dabei darauf, die Komponenten zu dem Metadatenkonzept zu finden. Da es bis zur Implementierung nicht herunter modelliert worden ist, ist mit Sicherheit mit weiteren Komponenten zu rechnen.

## **8. Benutzen eines multitemporalen und Grenzen übergreifenden Testdatensatzes bei der Realisierung und Beurteilung der Ergebnisse**

Es standen genügend Missionsplanprojekte zur Verfügung. Die Auswahl wurde getroffen, um zu zeigen, wie bei einem international agierenden Bildflugunternehmen eine Projektverteilung aussehen könnte. Es sollte Beispiele möglichst für alle Tätigkeitsfelder liefern. Die ausgesuchten fünf Anwendungsfälle entstanden unter diesem Motto. Sie hätten mit weiteren ergänzt werden können. Es ist aber nicht der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit gewesen. Auch nicht alle der möglichen georeferenzierten Daten sind in den Abbildungen 16-20 gezeigt, da deren Anschaffen und Einpflegen in die GIS Software einen nicht unerheblichen Recherchen- und Arbeitsaufwand bedeutet. Allein das Erhalten der Koordinaten der SAPOS Referenzstationen dauerte mehrere Tage. Flugbehörden, Angaben von Flughäfen müssten folgen, und diese müssten erweitert werden auf die internationale Dimension.

### **4.1. Fazit**

Die erzielten Resultate sprechen trotz mancher oben genannten Unvollständigkeiten eindeutig für das Einsetzen des neuen, angedachten GIS Flugmanagements in einem Bildflugunternehmen. Damit lässt sich die Effektivität der täglichen Arbeit unternehmensweit steigern. Man muss noch gewisse Pionierarbeit leisten, um die Entscheidungsträger von den Vorteilen der GIS Lösung zu überzeugen. Der Begriff GIS ist natürlich kein unbekanntes Wort im „Flugbetrieb“, bloß wenige können damit in ihrem Alltagsgeschäft derzeit etwas praktisches anfangen. Die Aufgabe von GIS Spezialisten ist es, solche Ängste durch plausible Systemmodelle, -architekturen, Softwareprodukten abzubauen und die Vorteile für alle Beteiligten (Auftraggeber und –nehmer) klarzustellen. Dabei ist auch das Fachpersonal gefragt, um die Anforderungen in ihrer täglichen Arbeit an das zukünftige GIS unterstützte Flugmanagement klar zu stellen.

Die Stärke eines GIS-Systems, wie u.a. das Managen und Analysieren von Geo-Daten, komprimiert zusammengestellt im Kapitel 3.5.2, zeigt sich sowohl für die Projektverwaltung beim schnellen Übersicht der laufenden Projekte (Abbildung 16) wie auch in der Missionsplanung, beim Suchen zum Befliegungsgebiet bereits erfolgener Projekte (Abbildung 19).

Die Vervollständigung der genannten und gezeigten Beispiele und die volle Umsetzung des neuen GIS unterstützten Flugmanagements, auch **FlightGIS** genannt, könnte eine zukünftige Aufgabe des Autors in seinem Unternehmen sein.

#### **4.2. Aussichten**

Das angestrebte Gesamtsystem wurde auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen unterschiedlich detailliert definiert. Es soll in enger Kooperation mit Bildflugfirmen weiter verfeinert werden, damit sichergestellt wird, dass es praxistauglich wird.

Man bietet heutzutage Lösungen und keine Einzelprodukte an. Diese sind besser skalierbar, erweiterbar und der Betrieb bleibt ständig auf einem hohen innovativen Niveau. In der heutigen angespannten gesamtwirtschaftlichen Situation ist es leichter gesagt als getan. Die Photogrammetrie Gemeinde ist im Vergleich zur GIS Gemeinde relativ klein. Durch die Möglichkeit sich an den wirtschaftlich mächtigen, großen Bruder anzunähern, können durch eine engere Zusammenarbeit ungeahnte Synergien genutzt werden. Beide können von dieser Annäherung nur profitieren. Es kann dadurch ein wirklich kontinuierlicher Arbeitsablauf in der Geo-Daten Produktion entstehen, begonnen bei der primären Datensammlung bis zur Mehrwertschöpfung.

Auch die Politik erkannte inzwischen die Vorteile und die Notwendigkeit der GIS Lösungen für rasche und koordinierte Reaktionen im täglichen Leben. Sie unterstützt das Etablieren der lokalen, regionalen und nationalen Geo-Information und Geo-Daten Infrastrukturen (GII). Der Autor wünscht sich, auch aktiv daran teilzunehmen.



## Internet-Quellen

OpenGIS™ Consortium : History of OGC

<http://www.opengis.org/about/?page=history>

Wiens web-service : Wiener Perspektiven, Die Geschichte des Luftbildwesens

<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/04/01/16/02.htm>

What is GSDI? : Georgia Spatial Infrastructure (GSDI)

[http://www.gis.state.ga.us/Coordination/What\\_is\\_GSDI/what\\_is\\_gsd.html](http://www.gis.state.ga.us/Coordination/What_is_GSDI/what_is_gsd.html)

DeLorme : SW & HW Hersteller Home Page

<http://www.delorme.com>

Ingenieur-Gesellschaft für Interfaces mbH : SW & HW Hersteller Home Page

<http://www.igi-ccns.com>

Leica Geosystem : GIS & Mapping Division, SW & HW Hersteller Home Page

<http://www.lh-systems.com>

RMS Technology Inc. : SW Hersteller Home Page

<http://www.rmstek.com>

R-Wel Inc. : SW Hersteller Home Page

<http://www.rwel.com>

SARMAP : SW Hersteller Home Page

<http://www.sarmap.ch>

Track'Air : Aerial Servay System, SW & HW Hersteller Home Page

<http://www.trackair.com>

Z/I Imaging an Intergraph Company : Aerial Servay System, SW & HW Hersteller Home Page,

<http://www.ziimaging.com>

The GeoServer Project : the open Internet gateway for geographic data

<http://geoserver.sourceforge.net/html/index.php>

MAPSERVER: Home Page

<http://mapserver.gis.umn.edu/>

The Apache Ant Project : Home Page

<http://ant.apache.org/>

The Apache Software Foundation : Home Page

<http://www.apache.org/>

PostGIS : Home Page

<http://postgis.refractions.net/>

USGS : Tools for creation of formal metadata

<http://geology.usgs.gov/tools/metadata/tools/doc/tkme.html>

Federal Geographic Data Committee : Home Page

<http://www.fgdc.gov>

Gehring, J, Landolt W. (?): *An Aerial Photo Information System: Developing a Multi User Application*

<http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap1057/p1057.htm>

Alle der genannten Internet-Quellen wurden am 09.05.2004 auf Verfügbarkeit geprüft.

## Literaturverzeichnis

Andresen, A. (2003): *Komponentenbasierte Softwareentwicklung mit MDA, UML und XML*, München Wien: Carl Hanser Verlag

Bartelme, N. (2000): *Geoinformatik Modelle, Strukturen, Funktionen*, Springer-Verlag

Bill, R., Fritsch, D (1997): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band1*

*Hardware, Software und Daten*, Wichmann

Bill, R., Fritsch, D (1997): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band2 Analyse,*

*Anwendungen und neue Entwicklungen*, Wichmann

Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1999): *Das UML-Benutzerhandbuch*

Federal Geographic Data Committee (2000): *Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook*, Version 2.0

Federal Geographic Data Committee (2002): *Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook: Extensions for Remote Sensing Metadata*, Standards Working Group

Flower, M., Scott, K. (1999): *UML konzentriert*

Fritzke, J., Greve, K., Müller, M., Poth A. (2003): *Degree – ein Open-Source-Projekt zum Aufbau von Geodateninfrastrukturen auf der Basis aktueller OGC- und ISO-Standards*. In: GeoBIT/GIS 9/2003, S. 10-15.

GSDI Draft Strategic Plan (January 2004): *Global Spatial Data Infrastructure Strategic Development Plan*, Version 0.9 14 January 2004, Draft

Göpfert, W (1987): *Raumbezogene Informationssysteme*, Karlsruhe: Wichmann



- Harvey, M.: *Gestohlene Welten. Eine Kriminalgeschichte der Kartographie*. München 2001.
- INTERGRAPH White Paper (2003): *Open Interoperability: From Conception To Realization*, Intergraph Mapping and Geospatial Solutions, July 2003
- INTERGRAPH White Paper (2003): *Open Interoperability with Oracle Spatial Technology*, Intergraph Mapping and Geospatial Solutions, July 2003
- Kooman, E., Molendijk, M (the two main editors, 2001): *Setting up a GII for Europe, Introduction*, vrije Universiteit amsterdam, the Netherlands: UNIGIS, EuroGIS Modul
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2001): *Geographic Information System and Science*, New York: John Wiley
- Chapter 1 Systems, Science, and Study
- Chapter 7 Generalization, Abstraction, and Metadata
- Chapter 11 Creating and Maintaining Geographic Databases
- Chapter 16 GIS and Management
- Chapter 18 Operational Aspects of GIS
- Chapter 19 Success through GIS Partnerships at Local, National, and Global Level
- Laurini, R., Thompson, D (1999): *Fundamentals of Spatial Information Systems*, London: Academic Press
- Nebert, D. D. (?): *The U.S. National Spatial Data Infrastructure: An Overview*, Federal Geographic Data Committee
- Nebert, D. D. (2001): *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*
- Chapter 3 Metadata – Describing geospatial data, Taylor M., UK
- Chapter 9 Caser Studies, Reicard, M., OpenGIS Consortium
- Open GIS Consortium Inc. (2003): *OpenGIS Web Map Server Cookbook*, Version 1.0.0
- Open GIS Consortium Inc. (2002): *Feasibility Study for the OGC Geographic Objects Initiative*, Version 1.1
- Open GIS Consortium Inc. (2001): *WebMap Service Implementation Specification*, Version 1.1.1
- Open GIS Consortium Inc. (1999): *The OpenGIS™ Abstract Specification*, Version 4 Topic 9 Quality



Topic 11 Metadata

Topic 12 OpenGIS™ Service Architecture

Rosenberg, D., Scott, K. (2001): *Applying Use Case Driven Object Modelling with UML*, Addison-Wesley

Tsou, M.H., Battenfield, P. B. (2002): *A Dynamic Architecture for Distributing Geographic Information Services*, In: Blackwell Publishers Lt., *Transactions in GIS*, 2002, 6(4): 355-381.

Sparx Systems (1998-2003): *Enterprise Architect v4.0 User Guide*, Sparx Systems Pty. Ltd.

Strobl, J. (1997-2002): *UNIGIS: OpenGIS und GeoDBMS*, 9. Auflage  
OpenGIS background and concepts, Parts based on a presentation by Kurt Buehler

Strobl, J. (1994-2002): *UNIGIS: Orientierung und Einführung*, 9. Auflage, Bearbeitet: Fally, M.

Kapitel Geographische Informationsverarbeitung

Kapitel Geographische Informationssysteme

Kapitel Warum GIS? – Vorteile des GIS Ansatzes

Z/I Imaging (1999): *ImageStation™ Open Photogrammetrie Initiative Programmer's Guide*, Z/I Imaging (E-mail info@ziimaging.com)