

## Master Thesis

im Rahmen des  
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“  
(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z\_GIS)  
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

# „Digitale Datenkette in der Aviatik“ Konzept zur automatisierten Abgabe von VFR-Daten

vorgelegt von

**Dipl.-Ing. Yvonne Cooper-Isakowski**  
U1377, UNIGIS MSc Jahrgang 2008

Zur Erlangung des Grades  
„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

Gutachter:  
Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Zürich, 22.06.2011

Für Michael und Nicholas

## **Danksagung**

Ich danke meinem Mann, meinem Sohn und meinen Eltern für die liebe, vielfältige und stetige Unterstützung und Motivation während dieser anstrengenden Zeit. Auch danke ich meinem Arbeitgeber skyguide für die zeitliche, finanzielle und fachliche Unterstützung, insbesondere danke ich Hansruedi Gafner, Flavia Schnieper und Peter Sempert. Abschliessend danke ich dem gesamten UNIGIS-Team für ihre fachliche, administrative und immer prompte Unterstützung.

## **Sperrvermerk**

In dieser Arbeit werden eine interne Prozessbeschreibung und weitere interne Arbeitsanweisungen der Firma skyguide (AIM, SDO) zitiert und kritisch beurteilt. Aus diesem Grunde soll die vorliegende Arbeit im Sinne des §86 (2) des Universitätsgesetzes von 2002 nicht veröffentlicht werden.

## **Erklärung über eigenständige Arbeit und Plagiarismus**

Hiermit versichere ich, Yvonne Cooper-Isakowski, dass die vorliegende Arbeit „*Digitale Datenkette in der Aviatik – Konzept zur automatisierten Abgabe von VFR-Daten*“ von mir selbständig und nur unter Anwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt worden ist. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Ideen und Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Zürich, 22.06.2011

Yvonne Cooper-Isakowski

## Kurzfassung

Durch den steigenden Einsatz der GPS-basierten Navigation unter Verwendung aeronautischer Daten erfahren letztere einen höheren Stellenwert; Sicherheitsbedenken verlangen folglich die Gewährleistung einer definierten Datenqualität. Hier stellt die EU-Verordnung *Aeronautical Data Quality Implementing Rule* (ADQ-IR, EU NR. 73/2010) schon einen Anforderungskatalog an die Datensatzspezifikation, den Austausch und die Datenqualität dar. Mit Hilfe einer Bestandsaufnahme des bestehenden *Upstream*-Prozesses zur Datenabgabe (Erfassung und Übermittlung) in der Flugsicherungsorganisation skyguide (AIM, SDO) können Defizite bzgl. diesen Anforderungen herausgearbeitet werden. Anschliessend wird ein Prozess zur automatisierten und strukturierten Datenabgabe für VFR- Originators mit vordefinierten Arbeitsschritten und strikter Reihenfolge konzipiert, wobei der Raumbezug der Daten die Genierungsmethode bestimmt. Für die Zielverwirklichung des neuen Prozesses bedient sich die Arbeit bekannter interoperabler Lösungen, nämlich der Geodateninfrastruktur (inkl. dezentraler Geodatenbestände und diverse Geodiensten). Eine Analyse des Ergebnisses führt vor, inwieweit die ADQ-IR durch den neuen Prozess erfüllt sind.

## Abstract

Through the intensive usage of GPS-based Navigation in connection with aeronautical data leads to an valorization of these data; safety concerns demanding a defined data quality. Though, the EU-regulation *Aeronautical Data Quality Implementing Rule* (EU NR. 73/2010) already contains a catalogue of requirements regarding data set, data exchange and data quality. By means of an As-Is-Analysis of the current process for the data origination and transfer at the Swiss Air Navigation Service Provider skyguide (AIM, SDO), gaps regarding those requirements could be compiled. Afterwards, a new process for an automated and structured data origination and transfer for VFR- Originators with defined activities and strict order is designed; whereas the spatial component drives method of data generation. For the implementation of the new process, well known interoperable solutions are used; that is, the geodata infrastructure (incl. decentralized geodata basis and diverse geo-services). An analyses of the result showed, to what extent the ADQ-IR are fulfilled with the new process.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>v</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>vii</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>vii</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>viii</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Aufgabenstellung.....	3
1.3 Lösungsansatz.....	3
1.3.1 Theorie.....	3
1.3.2 Methoden (Vorgehensweisen).....	4
1.3.3 Werkzeuge.....	5
1.4 Erwartete Ergebnisse.....	5
1.5 Beabsichtigtes Publikum.....	6
1.6 Struktur dieser Thesis.....	6
<b>2 Kontextbeschreibung.....</b>	<b>8</b>
2.1 Die Fliegerei.....	8
2.1.1 IFR und VFR.....	8
2.1.2 VFR und GPS.....	8
2.2 Institutionen in der Aviatik.....	9
2.2.1 International Civil Aviation Organisation – ICAO.....	9
2.2.2 Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt – EUROCONTROL.....	10
2.2.3 Europäische Union – EU.....	11
2.2.4 Flugsicherung – Regulierung und Dienstleistung.....	13
2.2.5 Europäische Organisation für Zivilluftfahrtausrüstung – EUROCAE.....	14
2.2.6 Zusammenfassung.....	14
2.3 Vom Europäischen Luftraum zur Digitalen Datenkette.....	15
2.3.1 Aeronautical Information Services – ICAO-ANHANG 15 (2010).....	15
2.3.2 Die SES-Rahmenverordnung – EG Nr. 549/2004.....	17
2.3.3 Interoperabilitäts-Verordnung – EG Nr. 552/2004.....	18
2.3.4 ADQ Implementing Rule – EU Nr. 73/2010.....	19
2.3.5 Standard for the processing of aeronautical data – EUROCAE ED-76 (1998).....	20
2.3.6 Zusammenfassung.....	20

2.4	<i>Interoperabilität in der Geoinformatik</i> .....	21
<b>3</b>	<b>Lösungsansatz</b> .....	<b>23</b>
3.1	<i>Theorieansatz</i> .....	23
3.2	<i>Methoden</i> .....	24
3.2.1	Bestandsanalyse .....	24
3.2.2	Anforderungsanalyse.....	36
3.2.3	Gap-Analyse.....	39
3.3	<i>Werkzeuge</i> .....	42
3.3.1	Geodateninfrastrukturen – GDI.....	42
3.3.2	Geografische Informationsdienste – Geodienste .....	42
3.3.3	Aeronautical Information Exchange Model – AIXM.....	44
3.3.4	Unified Modeling Language – UML.....	45
<b>4</b>	<b>Konzept</b> .....	<b>47</b>
4.1	<i>Prozess zur strukturierten und automatisierten Datenabgabe</i> .....	47
4.1.1	Prozessbeschreibung .....	47
4.1.2	Raumbezug vs. Integritätsgrad .....	54
4.1.3	Definition der Datenqualitätsanforderungen für VFR.....	55
4.2	<i>GDI-Komponenten</i> .....	55
4.2.1	Geodatenbestand .....	55
4.2.2	Geodienste .....	56
4.2.3	Verkettung der Geodienste ( <i>Chaining</i> ).....	58
4.2.4	Datenmodellierung und -transfer.....	59
4.3	<i>Grafische Benutzeroberfläche</i> .....	60
<b>5</b>	<b>Analyse und Ergebnisse</b> .....	<b>63</b>
5.1	<i>Grundlegende Ergebnisse</i> .....	63
5.2	<i>Ergebnisse bzgl. Datenqualitätsmerkmale</i> .....	64
5.3	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse</i> .....	66
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung, Diskussion, Ausblick</b> .....	<b>69</b>
6.1	<i>Zusammenfassung</i> .....	69
6.2	<i>Diskussion</i> .....	70
6.3	<i>Ausblick</i> .....	71
<b>7</b>	<b>Bibliographie</b> .....	<b>72</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur der Arbeit .....	7
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Luftfahrthandbuch der Schweiz .....	16
Abbildung 3: Ausschnitt aus dem VFR-Manual der Schweiz .....	17
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen den verschiedenen EG-/EU-Verordnungen....	18
Abbildung 5: Aeronautische Datenkette .....	26
Abbildung 6: Erster Teil des <i>Publication Order Form</i> .....	29
Abbildung 7: Beziehung zwischen Rollen und Objekten. ....	32
Abbildung 8: Die drei Teilprozesse im SDO: AIP, CHT und DATA .....	33
Abbildung 9: <i>Use-Case</i> -Diagramm zum neuen Prozess.....	48
Abbildung 10: Aktivitätsdiagramm für den neuen Prozess der VFR-Datenabgabe. ....	53
Abbildung 11: (Nicht-) räumliche Geodatenbestände der VFR-Originator .....	56
Abbildung 12: Logische mehrstufige Dienstarchitektur .....	59
Abbildung 13: Ausschnitt aus VFR-Manual: <i>Aerodrome Chart</i> des Flugplatz Birrfeld	61
Abbildung 14: Ausschnitt VFR-Manual: <i>Aerodrome Information</i> zu Birrfeld .....	61

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Der SDO-Prozessinhalt .....	28
Tabelle 2: Der Teilprozess <i>Static Data Coordination</i> .....	31
Tabelle 3: Teilprozess pro Produktionseinheit.....	32
Tabelle 4: Informationssysteme und Verarbeitungswerkzeuge im SDO-Prozess. ....	35
Tabelle 5: Qualitätsanforderungen für Luftfahrt Daten und -informationen .....	39

Tabelle 6: Zusammenfassung der <i>Gaps</i> zwischen Bestand und Anforderungen.....	41
Tabelle 7: <i>Use Case</i> (1) Eingabe der Änderung für nicht-räumliche Daten.....	49
Tabelle 8: <i>Use Case</i> (2) Eingabe der Änderung für räumliche Daten. ....	50
Tabelle 9: <i>Use Case</i> (3) Prüfen und Verifizieren der Änderung (formal). ....	51
Tabelle 10: <i>Use Case</i> (4) Prüfen und Verifizieren der Änderung (Datenqualität). ....	52
Tabelle 11: Beschreibungen der Aktionen im neuen Prozess.....	54
Tabelle 12: Gegenüberstellung Aktionen – Dienste im Geschäftsprozess. ....	58
Tabelle 13: Gegenüberstellung Dienste und deren Kategorie.....	58
Tabelle 14: Ergebnisse hinsichtlich der Qualitätsanforderungen in EU NR. 73/2010. .	66

## Abkürzungsverzeichnis

ADQ-IR	<i>Aeronautical Data Quality Implementation Rule</i> (EU NR. 73/2010)
AICM	<i>Aeronautical Information Concept Model</i>
AIP	<i>Aeronautical Information Package</i> ; Deutsch: Luftfahrthandbuch
AIM	<i>Aeronautical Information Management</i>
AIS	<i>Aeronautical Information Service</i>
AIXM	<i>Aeronautical Information Exchange Model</i>
ANSP	<i>Air Navigation Service Provider</i> ; Deutsch: Flugsicherungsanbieter, Flugsicherungsunternehmen , Flugsicherungsorganisation
ARP	<i>Aerodrome Reference Points</i>
ATM	<i>Air Traffic Management</i>
BAZL	Bundesamt für Zivile Luftfahrt, Schweiz
EG	Europäische Gemeinschaft
EUROCAE	<i>European Organisation for Civil Aviation Equipment</i>
EUROCONTROL	<i>European Organisation for Safety of Air Navigation</i> ; Deutsch: Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum
EU	<i>Europäische Union</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration, USA</i>

FMS	<i>Flight Management System; ugs. Autopilot</i>
GIS	Geografisches Informationssystem
GML	<i>Geographic Markup Language</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
IAIP	<i>Integrated Aeronautical Information Package</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organisation</i>
ICT	<i>Information and Communications Technologies</i>
IDM	Offizielle Bezeichnung des <i>Database Management System</i> “ <i>Integrated Data Management</i> ” im AIM, SDO bei skyguide
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	<i>Information Technologies</i>
GDI	Geodateninfrastrukturen
GPS	<i>Global Positioning System</i>
LIFS	Luftfahrtinformationsfreigabestelle im BAZL, Schweiz
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
SDO	<i>Static Data Operation</i>
SDSuite	Eingabemaske für aeronautische Daten in die IDM, siehe IDM
SES	<i>Single European Sky</i>
skyguide	Flugsicherungsorganisation in der Schweiz, vgl. ANSP
TAPAS	<i>Workflow Management Tool</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VFR	<i>Visual Flight Rules</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
WGS-84	<i>World Geodetic System 1984</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

# 1 Einführung

## 1.1 Motivation

Schon seit den ersten Tagen der Europäischen Gemeinschaft (EG) spielt das Thema Verkehr eine wichtige Rolle. Insbesondere ist die Beseitigung der Grenzen zwischen den Mitgliedsstaaten notwendig für den freien Waren- und Dienstleistungsverkehr und die Personenfreizügigkeit (EU, 2011f). Dies trifft auch auf den Verkehr in der Luft zu.

Zur Realisierung dieser gemeinsamen Verkehrspolitik in der Europäischen Union (EU) ist ein leistungsfähiges Luftverkehrssystem erforderlich, welches seinerseits die sichere und geregelte Abwicklung des Luftverkehrs sowie den erwähnten freien Verkehr ermöglicht bzw. erleichtert. Daraus resultiert, dass ein einheitliches und hohes Sicherheitsniveau in der Flugsicherung vorhanden sein muss, um die Kapazität des Europäischen Luftraums optimal auszunutzen und die Umsetzung der gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen zu garantieren. An dieser Stelle kommt die Initiative *Single European Sky* (SES) der Europäischen Kommission zum Zuge: sie verfolgt das Ziel eines einheitlichen, europäischen Luftraums, um schliesslich die Sicherheitsstandards, die Gesamteffizienz sowie die Kapazität zu verbessern bzw. zu optimieren, welches auf das Funktionieren eines leistungsfähigen Luftverkehrssystem hinausläuft (EG NR. 549/2004).

Im Rahmen dieser *Single European Sky*-Initiative der Europäischen Kommission findet nun gegenwärtig ein Automatisierungsschritt in Bezug auf die Erfassung, Übermittlung, Verarbeitung und Publikation von aeronautischen Daten statt. Mit der konkreten Verordnung EU NR. 73/2010, der sog. *Aeronautical Data Quality Implementing Rule* (ADQ-IR) existiert eine für die Schweiz gesetzliche Vorgabe, welche die beteiligten Institutionen (z.B. Flughäfen, Flugsicherungsorganisationen, etc.) verpflichtet, die geforderte Datenqualität durch die Einrichtung von digitalen Datenketten sicherzustellen. Sie stützt sich dabei auf anerkannte Standards der Geoinformatik ab. Eine zentrale Rolle spielt die Sicherstellung der Interoperabilität (EG NR. 552/2004). Dazu dient u.a. das *Aeronautical Information Exchange Model* (AIXM), welches eine Erweiterung der *Geographic Markup Language* (GML) darstellt (ISO19136, 2007; OGC, 2011).

Die Rolle der Flughäfen besteht in diesem Zusammenhang darin, dass sie Daten zum Zweck der vorgeschriebenen Publikation im nationalen Luftfahrthandbuch (*Aeronautical Information Publication, AIP*) liefern. Darunter befindet sich eine ganze Anzahl georeferenzierter Daten. Gefordert wird, dass diese Daten vollautomatisch und maschinenlesbar von einer IT-Umgebung in die nächste fliessen. Zwingend ist die Regelung jedoch nur für solche Flughäfen, auf welchen Verfahren gemäss den *Instrument Flight Rules (IFR)* stattfinden. Für alle anderen Flugplätze könnte weiterhin so verfahren werden, wie bisher.

An dieser Stelle gilt es, die Operationen der anderen Flugplätze genauer zu betrachten; d.h. welche Verfahren werden dort angewendet? Traditionell wird gemäss den Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules, VFR*) operiert: der Pilot muss Kollisionen mit anderen Flugzeugen und Hindernissen vermeiden, indem er aus dem *Cockpit* sieht und von anderen Luftraumbenützern gesehen wird („*Sehen und Gesehen werden*“). VFR-Piloten sind für ihre Separation zu anderen Flugzeugen und Hindernissen selbst verantwortlich. Im Gegensatz zur IFR-Operation wirken Instrumente nur unterstützend.

Mittlerweile wird Jahr für Jahr immer mehr die Technologie GPS (*Global Positioning System*) zu einem integralen Bestandteil in der VFR-Fliegerei. Mit jedem grösser werdenden Monitor und jeder zusätzlichen Funktion der GPS-Geräte, schlägt die GPS-basierte Navigation die Brücke zwischen der traditionellen Bordelektronik (Avionik) und den integrierten *Flight Management Systems (FMS*<sup>1</sup>; AOPA, 2008). Folglich wird die Navigation nach Sichtflugregeln von der GPS-basierten Navigation ergänzt. Solche GPS-basierten Navigationsgeräte stützen sich dabei auf thematische bzw. aeronautische Daten für die einfache Positionierung im Raum als auch für komplexe Navigationsanweisungen. Diese Daten zeichnen sich zweifelsohne durch Qualitätseigenschaften aus.

Durch diesen Wandel, den steigenden Einsatz der GPS-basierten Navigation in der VFR-Fliegerei, erfahren aeronautische Daten einen höheren Stellenwert für Flugplätze, auf denen die VFR-Fliegerei „zu Hause“ ist. Die Theorie gemäss ADQ-IR muss somit von der IFR- auch auf die VFR-Fliegerei ausgeweitet werden. Aus diesem Grund ist es

---

<sup>1</sup> ugs. Autopilot

notwendig, die übrigen rund 50 VFR-Flugplätze<sup>2</sup> der Schweiz bis zu einem gewissen Grad in den geforderten Automatisierungsschritt einzubeziehen.

## **1.2 Aufgabenstellung**

Innerhalb dieser Arbeit soll nun ermittelt werden, wie eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe durch den Verantwortlichen eines VFR-Flugplatzes erfolgen kann. Die Datenabgabe steht dabei als Teil der Datenerfassung und Datenübermittlung am Anfang der digitalen Datenkette. Es ist zu klären:

- worin eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe durch die VFR-Flugplätze bestehen soll;
- welche Daten soll der VFR-Flugplatz abgeben;
- im Speziellen, wie die Daten für die Abgabe zu strukturieren sind;
- wie eine solche automatisierte und strukturierte Datenabgabe (Prozessbeschreibung) zu konzipieren ist.

Des Weiteren soll basierend auf ADQ-IR (EU NR. 73/2010) ermittelt werden:

- ob die Datenqualitätsmerkmale durch die Einführung der Automatisierung der Datenabgabe erfüllt bzw. verbessert werden.
- welche weiteren Vorteile sich gegenüber dem heute bestehenden Prozess der Datenabgabe ergeben.

## **1.3 Lösungsansatz**

### **1.3.1 Theorie**

Unter Beachtung dessen, dass aeronautische Daten einen immer höheren Stellenwert durch den Einsatz der GPS-Technologie auch in der VFR-Fliegerei bekommen, muss

---

<sup>2</sup> Nachfolgend werden diese Plätze als VFR-Flugplätze bzw. als VFR-Originator bezeichnet.

die allgemein anerkannte Theorie gemäss der ADQ-IR (EU NR. 73/2010) von der IFR- auch auf die VFR-Fliegerei ausgeweitet werden.

Somit führt die Automatisierung in Bezug auf Erfassung, Übermittlung, Verarbeitung und Publikation aeronautischer Daten und damit die Einführung der digitalen Datenkette zur Verbesserung der Datenqualität und zur Optimierung anderer Dateneigenschaften auch bei solchen Daten, welche ausschliesslich Verwendung in der VFR-Fliegerei und auf VFR-Flugplätzen finden. Folglich stimmt dies auch für den Schritt Datenabgabe, welcher als Teil der Datenerfassung und -übermittlung angesehen werden kann.

### **1.3.2 Methoden (Vorgehensweisen)**

Zur Erreichung des theoretischen Ziels ist eine Analyse des bestehenden Prozesses notwendig. Innerhalb einer Bestandsaufnahme soll der Prozess der Datenabgabe beschrieben werden, d.h. Datenerfassung und -übermittlung, als auch die dabei eingesetzten Medien und Werkzeuge, Rollen und Verantwortungen.

In der Anforderungsanalyse soll angelehnt an das die Verordnung ADQ-IR (EU NR. 73/2010) die Vision der Arbeit erarbeitet werden. Es sollen Anforderungen zur automatisierten und strukturierten Datenabgabe erarbeitet werden, sodass die definierten Datenqualitätsmerkmale (Genauigkeit, Auflösung, Integritätsgrad, etc.) erfüllt werden können.

Beide Analysen werden in der *Gap*-Analyse (*As Is* vs. *To Be*) zusammengefasst: die Ist-Situation (Bestand, *As Is*) wird der zukünftigen Vision (Soll, *To Be*) gegenübergestellt. Mit der Gegenüberstellung soll ermittelt werden, was im heutigen Prozess zur Umsetzung der Vision fehlt.

Im Anschluss folgt das Konzept, welches den zukünftigen Prozess beschreiben soll, um letztendlich die Defizite (*Gaps*) zu beseitigen. Als Grundlage für eine Implementierung einer solchen automatisierten und strukturierten Datenabgabe werden die Anforderungen (*Requirements*) mit *Use-Cases*- und Aktivitätsdiagramm dokumentiert.

### 1.3.3 Werkzeuge

Die Verordnung EG NR. 552/2004 „Interoperabilität“ verlangt die Sicherstellung der Interoperabilität. D.h. das Zusammenspiel von Web-Diensten und Applikationsprogrammen muss garantiert werden (HUBER, 2008). Die genannten Verordnungen verweisen auf Normen, Standards und Richtlinien, welche den organisatorischen Aspekt für die Interoperabilität darstellen. Weiterhin ist dies die Grundvoraussetzung für die Realisierung einer Geodateninfrastruktur (GDI) gemäss STAUB (2009), welche in dieser Arbeit eingesetzt wird. In diesem Zuge spielen auch Geodienste als Komponenten einer GDI eine Rolle (vgl. Kapitel 2.4).

Hinsichtlich der Objektebene werden in der aviatischen Domain die aeronautischen *Features* im *Aeronautical Information Concept Model* (AICM) beschrieben. Hierbei stellt das *Aeronautical Information Exchange Model* (AIXM) – ein GML-Profil – die Austauschspezifikation für die strukturierte Datenabgabe zur Verfügung (OGC, 2011). Auch AIXM wird zur Anwendung kommen.

## 1.4 Erwartete Ergebnisse

Ergebnisse ergeben sich aus der Beantwortung folgender Fragen:

- Ist es möglich, eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe für die VFR-Flugplätze der Schweiz zu konzipieren?
- Wie sieht dieser Prozess der Datenabgabe aus?
- Welche Daten muss der VFR-Flugplatz bzw. der VFR-Originator abgeben?
- Wie sind die Daten für eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe zu strukturieren?
- Welche Vorteile bringt eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe für die Datenqualitätsmerkmale?
- Wie sinnvoll ist eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe insgesamt und gegenüber dem bestehenden Prozess?

## **1.5 Beabsichtigtes Publikum**

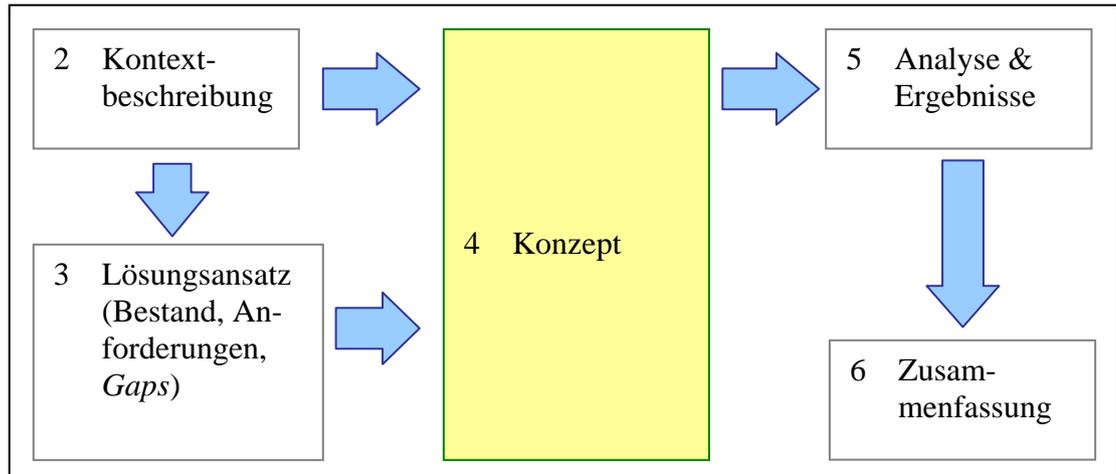
Derzeit ist das *Aeronautical Information Management* der Flugsicherungsorganisationen europaweit mit der Umsetzung der ADQ-IR (EU NR. 73/2010) beschäftigt. Welche Originator bei dieser Umsetzung einbezogen bzw. ausgeschlossen werden können, steht dabei zur Diskussion. Diese Arbeit soll dem Publikum bei der Beantwortung dieser Frage helfen, insbesondere ob die Datenqualität mit Hilfe einer automatisierten und strukturierten Datenabgabe auch bei VFR-Flugplätzen verbessert werden kann.

## **1.6 Struktur dieser Thesis**

Der erste Teil, das Kapitel 2 widmet sich dem Thema Aviatik: neben Aufgaben und Beziehungen der wichtigsten Institutionen welt- und europaweit steht die Initiative *Single European Sky* (SES) im Mittelpunkt (Abbildung 1). Wie die VFR-Fliegerei in Beziehung dazu, wird dabei auch betrachtet. Für die Aviatik bedeutende Entwicklungen der Geoinformatik wie Interoperabilität bilden den zweiten Teil.

Im Kapitel 3 werden Ist- und Sollsituation analysiert und in einer *Gap*-Analyse ausgewertet. Der bestehende Prozess am Beispiel der Flugsicherungsorganisation *skyguide*, im AIM SDO wird in der Bestandsanalyse aufgenommen. Anschliessend werden in der Anforderungsanalyse die Ziele für eine digitale Datenabgabe bestimmt.

Kapitel 4 beschreibt das Konzept zur automatisierten und strukturierten Abgabe von VFR-Daten. Neben der Prozessbeschreibung, den vorgesehenen Geodatenbeständen und Geodiensten schliessen Gedanken zur grafischen Benutzeroberfläche das Kapitel ab.



**Abbildung 1: Struktur der Arbeit**

In den letzten Kapiteln werden die Ergebnisse vorgestellt als auch analysiert (Kapitel 5) und schlussendlich wird die Arbeit zusammengefasst (Kapitel 6).

## 2 Kontextbeschreibung

Im ersten Teil dieses Kapitel wird sich intensiv der Thematik Fliegerei gewidmet. Dem allgemeinen Einblick in die Welt der Fliegerei folgt ein Abriss zu den aviatischen Institutionen bzw. Akteuren. Dies führt den Leser an die in der Aviatik verherrschenden regulativen Dokumenten heran. Diese dienen der Arbeit letztendlich als Motivation und Grundlage für die Aufgabenstellung. Schliesslich gilt es am Ende zu klären, ob die Datenqualitätsanforderungen (z.B. ADQ-IR, EU NR. 73/2010) auch auf eine bestimmte aviatische Gruppe ausgeweitet werden soll (z.B. VFR).

### 2.1 Die Fliegerei

#### 2.1.1 IFR und VFR

In der Fliegerei unterscheidet man zwei verschiedene Navigationsformen in Abhängigkeit der verwendeten Technologien: *Instrument Flight Rules* (IFR) und *Visual Flight Rules* (VFR). Während eines IFR-Flugs verlässt sich der Pilot nicht auf Sichtkontakt sondern auf Instrumente an Bord; die Navigation wird durch die Verwendung elektronischer Signale erreicht (FAA, 2008).

In den VFR-Navigation spielt der Sichtkontakt die entscheidende Rolle. Wie schon erwähnt muss der Pilot Kollisionen mit anderen Luftraumbenutzern und Hindernissen vermeiden, indem er aus dem *Cockpit* sieht und von anderen Luftraumbenutzern gesehen wird („Sehen und Gesehen werden“). VFR-Piloten sind für ihre Separation zu anderen Flugzeugen und Hindernissen selbst verantwortlich. Im Gegensatz zur IFR-Operation wirken Instrumente nur unterstützend. Zudem gelten spezielle Regeln für die Luftraumbenutzung, bspw. darf im VFR-Verkehr nur bis einer maximalen Obergrenze geflogen werden und eine definierte Sichtbarkeit muss vorherrschen (FAA, 2008); z.B. wolkenfrei. Falls Sichtbarkeit nicht gewährleistet ist, muss der Pilot gemäss IFR fliegen.

#### 2.1.2 VFR und GPS

Mittlerweile hat auch GPS Einzug in die VFR-Navigation gehalten. *Moving Map*-Navigationsgeräte und -software zeigen die von einem GPS gelieferte Position und Flugrichtung auf einer digitalen Chart an (SKY-MAP, 2011). Auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeit werden Distanz und Zeit zum nächsten Ziel dem VFR-

Piloten angezeigt. Oft erlauben diese Geräte auch die Flugplanung im Voraus. Dazu dienen neben den Grundlagedaten (z.B. Topografie) auch aeronautische Daten wie laterale und horizontale Luftraumgrenzen, Navigationshilfen, Flugplatzangaben als auch Punkte und Routen. Im Fazit heisst das, dass auch im VFR ein Instrument zur Navigation unterstützend verwendet wird. Auch wenn der VFR-Pilot primär sich über Sichtkontakt im Luftraum bewegt, verlässt er sich immer mehr auf die Daten der *Moving Map*-Software. Folglich unterliegen diese Daten sicherheitsrelevanten Aspekten und müssen Datenqualitätsmerkmale erfüllen.

## **2.2 Institutionen in der Aviatik**

In der Aviatik spielen verschiedene Institutionen und Akteure eine Rolle. Wie diese zeitlich, inhaltlich und geografisch zusammenhängen, soll an dieser Stelle erklärt werden. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit soll dieses Kapitel den Leser in die Lage versetzen, die Bedeutungen und Beziehungen der Teilnehmer zu verstehen, um die im Kapitel 2.2.6 erläuterten regulativen Dokumente einordnen und somit den Weg vom einheitlichen Europäischen Luftraum zur digitalen Datenkette nachvollziehen zu können.

### **2.2.1 International Civil Aviation Organisation – ICAO**

Im Zuge der beschleunigten Entwicklung in der Flugzeugbautechnologie während des zweiten Weltkriegs und der damit einhergehenden Steigerung des Personen- und Gütertransports wurde die *International Civil Aviation Organization* (ICAO), ein Organ der Vereinten Nationen am 7. Dezember 1944 in Chicago gegründet. In der Einleitung des zugrunde liegenden Abkommens heisst es: „[...] *in order that international civil aviation may be developed in a safe and orderly manner and that international air transport services may be established on the basis of equality of opportunity and operated soundly and economically*“ (ICAO, 2011).

Zweck und Ziele der ICAO sind Richtlinien und Techniken in der internationalen Luftfahrtnavigation zu entwickeln und Planung und Entwicklung des internationalen Luftverkehrs zu fördern, um (a) einen sicheren, geregelten Wachstum der Zivilluftfahrt weltweit, (b) Flugzeugbau und deren Operation zu friedlichen Zwecken, (c) Ent-

wicklung von Luftverkehrsstrassen, Flughäfen und Navigationshilfen sowie (d) einen zuverlässigen, regulierten, effizienten und wirtschaftlichen Luftverkehr zu garantieren.

Zusammengefasst tritt die ICAO als Aufsichtsbehörde (*Regulator*) der internationalen Zivilluftfahrt auf. Ein Resultat ihrer Arbeit ist die Adoption der *International Standards and Recommended Practices (SARP)* und diese als Anhänge (*Annexes*) zum Abkommen einfließen zulassen (ICAO, 2011). Diese 18 Anhänge decken sämtliche Aspekte der internationalen Zivilluftfahrt ab. Insbesondere stellt der „*Annex 15 – Aeronautical Information Services*“ (bzw. ICAO-ANHANG 15, 2010) eine Arbeitsgrundlage für die vorliegende Arbeit dar. Neben 187 Staaten ist auch die Schweiz Mitglied der ICAO und damit verpflichtet die SARP bzw. die resultierenden ICAO-Anhänge umzusetzen (ICAO, 2002).

Die nachfolgend erläuterten Organisationen stehen nicht in Konkurrenz zur ICAO, sondern reihen sich unter ihr ein. Im Falle dieser Arbeit sind dies ausschliesslich europäische Organisation, welche die speziellen Bedürfnisse in Europa vertreten. Über die europäische Organisation EUROCONTROL ist es bspw. möglich, diese Bedürfnisse letztendlich über definierte Verfahren in die ICAO-Anhänge einfließen zu lassen (sofern diese Bedürfnisse auch von internationaler Relevanz sind).

## **2.2.2 Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt – EUROCONTROL**

Die Gründung der EUROCONTROL<sup>3</sup> basierte auf der Tatsache, dass Ende der Fünfzigerjahre die neuen kommerziellen Düsenflugzeuge schneller und höher flogen, als dies je zuvor möglich war. Diese Jets waren in der Lage mehrere Länder in wenigen Minuten zu überqueren. Zur Vermeidung von redundanten Flugsicherungszentren sollte eine einzige Organisation geschaffen werden. Dies geht auf einen Auftrag der ICAO zurück.

Das ursprüngliche Ziel der EUROCONTROL – die komplette Integration der Flugsicherungsaufgaben in einer Organisation für den oberen Luftraum in Europa – war

---

<sup>3</sup> Die komplette Einrichtung der Agentur erfolgte am 1. März 1963 (EUROCONTROL, 2011a).

jedoch seiner Zeit voraus. Viele der europäischen Staaten waren in den Sechziger- und Siebzigerjahren nicht bereit, die nötige Souveränität über ihren eigenen Luftraum aufzugeben, welche EUROCONTROL zur Erfüllung des Ziels benötigte. Nur drei der geplanten Flugsicherungszentren wurden in Betrieb genommen, wovon heute noch Maastricht in Betrieb ist.

Wie auch immer, EUROCONTROL interpretiert den weiteren geschichtlichen Verlauf als Erfolg, indem sie die Sicherheit, Effizienz und Harmonie über dem europäischen Luftraum zum Schwerpunkt der Zusammenarbeit macht (EUROCONTROL, 2011a).

Heute unterstützt EUROCONTROL ihre Mitgliedsstaaten in der Erfüllung eines sicheren, effizienten und ein umweltfreundliche Flugverkehrsmanagement europaweit. EUROCONTROL sieht sich als Drehpunkt in Europa, indem sie mit sämtlichen aviatischen Partnern kooperiert, um den *Single European Sky* (SES) zu erreichen. Mit dem SES verspricht sich EUROCONTROL Sicherheits-, Kapazitäts- und *Performance*-Herausforderungen der europäischen Luftfahrt im 21. Jahrhundert zu erfüllen (EUROCONTROL, 2011b). Die SES-Initiative wird im Kapitel 2.3.2 erörtert.

Derzeit zählt die EUROCONTROL 38 Mitglieder; wovon eines die Schweiz ist (EUROCONTROL, 2011c). Durch diese Mitgliedschaft verpflichtet sich die Schweiz die vorgegebene Strategie aktiv zu unterstützen.

### **2.2.3 Europäische Union – EU**

Die Ziele der Europäischen Union (EU) leiten sich aus dem Auftrag an Europa ab (EU, 2011a):

- Stabilität für die Bürger Europas sicherstellen;
- die Spaltungen auf dem Kontinent überwinden;
- die Sicherheit der europäischen Bürger gewährleisten;
- eine ausgewogene Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft fördern;
- die Globalisierungsherausforderungen angehen und die Vielfalt der Völker Europas wahren;

- die gemeinsamen Werte der Europäer, wie nachhaltige Entwicklung und eine gesunde Umwelt, Achtung der Menschenrechte und soziale Marktwirtschaft, pflegen.

Durch die Verfolgung dieser Ziele ist die Europäische Union heute eine „*einzigartige wirtschaftliche und politische Partnerschaft zwischen 27 demokratischen europäischen Ländern*“ (EU, 2011b). Die EU ist mit dem Vertrag von Maastricht am 7. Februar 1992 gegründet worden. Doch der erste wirtschaftliche Grundstein dafür wurde schon mit der Unterzeichnung des „*Vertrages über die Gründung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl*“ am 18. April 1951 in Paris gelegt (EU, 2011c). Heute ist der Binnenmarkt das Herzstück dieser wirtschaftlichen Partnerschaft, welcher durch den freien Verkehr von Waren, Dienstleistungen, Kapital und Personen gekennzeichnet ist (EU, 2011d). Der daraus resultierende einheitliche Markt stellte einen bemerkenswerten Wendepunkt in der Verkehrspolitik dar.

Diese wirtschaftliche Entwicklung hiess es abzustimmen mit den gesellschaftlichen Anforderungen an Qualität und Sicherheit. Dies führte zum Rechtsakt der Europäischen Kommission vom 12. September 2001, dem Weissbuch „*Die Europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft*“, in welchem die Entwicklung eines modernen und nachhaltigen Verkehrssystems bis 2010 verlangt wird. Im Zusammenhang mit der Luftfahrt wird hier die Prognose gestellt, dass „*der Anteil des Luftverkehrs am Personenverkehr [...] sich von 1990 bis 2010 verdoppeln und damit von 4 % auf 8 % ansteigen*“ wird sowie auf die Tatsache hingewiesen, dass der Luftverkehr für 13 % der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist. Diese Umstände verlangen eine Reform des Luftfahrtmanagements und eine Verbesserung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten in Europa. Gleichzeitig beurteilt die Europäische Kommission die Wirksamkeit der EUROCONTROL (siehe Kapitel 2.2.2) auf Grund „*ihres Konsensentscheidungssystems, unzureichender Kontrollsysteme und einer Vermischung verschiedener Aufgaben*“ in diesem Zusammenhang als eingeschränkt (EU, 2001).

Eine der 60 vorgeschlagenen Massnahme im Weissbuch ist die Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums, dem *Single European Sky* (SES, vgl. Kapitel 2.3.2). Diese Massnahme entspricht somit der gleichen Strategie wie der EUROCONTROL (siehe Kapitel 2.2.2). Beide Institutionen arbeiten hier zusammen, welches im

Weissbuch als auch in den nachfolgenden Verordnungen der EU verankert ist (z.B. EG NR. 549/2004).

Obwohl das Schweizer Volk 1992 den Beitritt zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) ablehnte und damit keine weiteren Beitrittsbemühungen mehr stattfanden, existieren mittlerweile über 100 bilateraler Abkommen zwischen der EU und der Schweiz. Mit dem ersten Paket zu den Bilateralen Abkommen (ratifiziert: 2002) sind auch Übereinkünfte im Bereich des Luftverkehrs getroffen worden (EU, 2011g). Eine Einbindung der Schweiz über diese Mitgliedschaft ist anzunehmen.

## 2.2.4 Flugsicherung – Regulierung und Dienstleistung

Gemäss der SES-Rahmenverordnung EG NR. 549/2004 (vgl. Kapitel 2.3.2) ist eine Trennung zwischen Regulator und Dienstleistungsunternehmen vorgesehen: *„In den Fällen, in denen die Mitgliedstaaten tätig werden, um die Einhaltung der gemeinschaftlichen Anforderungen sicherzustellen, sollten die Behörden, die die Einhaltung überprüfen, über eine hinreichende Unabhängigkeit gegenüber Flugsicherungsorganisationen verfügen.“* In der Schweiz ist dies seit 2001 folgendermassen umgesetzt: das *Bundesamt für Zivile Luftfahrt (BAZL)* reguliert, die Ausführung der Flugsicherung obliegt dem Flugsicherungsorganisation *skyguide*. Im Englischen ist hier der Begriff *Air Navigation Service Provider (ANSP)* geläufig.

Zwei grosse Aufgabenbereiche erfüllt die Flugsicherungsorganisation: *Air Traffic Management (ATM)* und *Aeronautical Information Management (AIM)*. Unter ATM versteht man die Separation der Flugzeuge (a) zur Vermeidung von Kollisionen zwischen Flugzeugen als auch (b) zwischen Flugzeugen und anderen Hindernissen und (c) die Organisation und Beschleunigung des sicheren Verkehrsflusses (EUROCONTROL, 2011d).

Das AIM erfuhr durch die SES-Initiative EG NR. 549/2004 (vgl. Kapitel 2.3.2) einen höheren Stellenwert, indem es heute parallel zum ATM genannt wird. Oft trifft man in der Literatur noch auf den Begriff *Aeronautical Information Services (AIS)* bzw. Flugberatungsdienste, welcher direkt vom regulativen Dokument ICAO-ANHANG 15 (2010) abgeleitet ist (vgl. Kapitel 2.3.1). Diese Dienste sind ein integraler Bestandteil des AIM, doch gehen dessen Aufgaben heute darüber hinaus. Neben den traditionellen Publikationsaufgaben der Flugberatungsdienste gemäss ICAO-ANHANG 15 (2010) ist das digitale Datenmanagement hinzu gekommen. Hier liegt der Fokus auf dem

harmonisierten Übergang von den derzeitigen AIS zum AIM, spricht auf der Migration von einer produkt- in eine datenzentrierte Umgebung, in der aeronautische Daten digital zur Verfügung gestellt werden (EUROCONTROL, 2011f). Gerade die *ADQ-Implementation Rule* (vgl. Kapitel 2.3.4) ist vom AIM umzusetzen; bei der Flugsicherungsorganisation skyguide ist dies im Konkreten die Abteilung *Static Data Operation* (SDO).

## **2.2.5 Europäische Organisation für Zivilluftfahrtausrüstung – EUROCAE**

EUROCAE ist die Europäische Organisation für Zivilluftfahrtausrüstung (*European Organisation for Civil Aviation Equipment*) und wurde 1963 in Luzern, Schweiz gegründet. Diese gemeinnützige Organisation ist das europäische Forum zur Lösung von technischen Problemen in der elektronischen Ausrüstung in der Luftfahrt. EUROCAE beschäftigt sich daher ausschliesslich mit Standardisierungen in der Luftfahrt. Ihre Mitglieder entstammen bspw. den europäischen und internationalen Zivilluftfahrtbehörden, der Flugsicherung, den Fluggesellschaften, und den Flughäfen. Unter anderem sind EUROCONTROL als auch die Schweizer Flugsicherung skyguide Mitglied der EUROCAE (EUROCAE, 2011)

EUROCAE ist an dieser Stelle von Bedeutung, da die Europäische Kommission in ihrer Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004; vgl. Kapitel 2.3.3) verlangt, dass gemeinschaftliche Spezifikationen von den europäischen Normungsgremien in Verbindung mit EUROCAE und EUROCONTROL festgelegt werden sollten.

## **2.2.6 Zusammenfassung**

Zusammengefasst ist die Landschaft der verschiedenen Institutionen in der Luftfahrt gross und vielfältig. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Organisation und Hierarchien sind nicht immer transparent. Weltweiten Einfluss auf die Flugsicherungsorganisationen übt die ICAO aus; in Europa ist dies die EUROCONTROL., unter welche sich die nationalen Organisationen reihen. Die EUROCAE als „Vertreter der Fluggesellschaften“ trägt Anforderungen an der ICAO und EUROCONTROL heran.

## **2.3 Vom Europäischen Luftraum zur Digitalen Datenkette**

Bevor die zukünftige Entwicklung im Europäische Luftraum diskutiert wird, muss ein Blick in die Vergangenheit geworfen werden, um die Notwendigkeit einer Veränderung à la *Single European Sky* zu verstehen. Dies geschieht mit dem ICAO-ANHANG 15 (2010). Anschliessend wird die Rahmenverordnung EG NR. 549/2004 für die Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums (*Single European Sky*, SES) vorgestellt. Im Zusammenhang stehende Verordnungen werden danach präsentiert. Im Zentrum der geomatischen Betrachtungen stehen die Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) und die *ADQ Implementing Rule* (ADQ-IR, EU NR. 73/2010), in welcher die Mitgliedsstaaten der EU bzw. EUROCONTROL verpflichtet werden, einen nahtlosen Betrieb zwischen verschiedenen Systemen und eine definierte Datenqualität sicherzustellen.

### **2.3.1 Aeronautical Information Services – ICAO-ANHANG 15 (2010)**

Im ICAO-ANHANG 15 (2010) werden die Aufgaben und Pflichten des *Aeronautical Information Services* (AIS) bzw. Flugberatungsdienste beschrieben. Das Ziel der Flugberatungsdienste ist die Sicherstellung des Daten- und Informationsflusses, um die Sicherheit, Regelmässigkeit und Effizienz in der internationalen Flugnavigation zu garantieren.

Die Aufgaben und Pflichten des AIS resultieren in verschiedensten Produkten. Eines davon ist das nationale Luftfahrthandbuch (*Aeronautical Information Publication*, AIP) als Teil des *Integrated Aeronautical Information Package* (IAIP). Unter dem Luftfahrthandbuch versteht man eine Sammlung sämtlicher luftfahrtrelevanter Informationen und Einschränkungen eines Landes, welche als operationelle Grundlage für die Luftfahrt dienen. Internationale Flugplätze und Heliports bilden den offiziellen Teil des Luftfahrthandbuchs (ICAO-ANHANG 15, 2010). Es soll darauf hingewiesen werden, dass hier keine Unterscheidung zwischen Plätzen mit IFR- oder reiner VFR-Operation stattfindet. Weiterhin regelt die ICAO die Formsache (z.B. Struktur) und alle 28 Tage dürfen Berichtigungsblätter (engl. *Amendments*) zum Luftfahrthandbuch erscheinen.

AIP SWITZERLAND		LSZH AD 2 - 1 16 DEC 2010
LSZH - ZURICH		
<b>LSZH AD 2.1 AERODROME LOCATION INDICATOR AND NAME</b>		
LSZH - ZURICH		
<b>LSZH AD 2.2 AERODROME GEOGRAPHICAL AND ADMINISTRATIVE DATA</b>		
1	ARP coordinates and site at Aerodrome	47 27 30N 008 32 53E INT RWY 16/34, 10/28
2	Direction and distance from the CITY	9 km N Zurich
3	Elevation/Reference temperature	1416 ft 24.0°
4	MAG VAR/Annual change	1° E (2010.5) / 0°06' eastwards
5	AD Administration, address, telephone, telefax, telex, AFS	Post: Flughafen Zürich AG P.O. Box CH-8058 Zurich-Airport AFS: LSZHYDYX URL: <a href="http://www.zurich-airport.com/">http://www.zurich-airport.com/</a> <b>Airport Authority:</b> Phone: +41 (0) 43 816 21 11 Fax: +41 (0) 43 816 47 57 Email: <a href="mailto:airportauthority@zurich-airport.com">airportauthority@zurich-airport.com</a> <b>GASC:</b> Phone: +41 (0) 43 816 21 17 Fax: +41 (0) 43 816 73 79 Email: <a href="mailto:gasc@zurich-airport.com">gasc@zurich-airport.com</a>
6	Types of traffic permitted (IFR/VFR)	IFR/VFR
7	Remarks	Geodetic undulation reference for ARP: 154.9 ft

**Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Luftfahrthandbuch der Schweiz  
(Quelle: eAIS Package for skyguide).**

Parallel zum Luftfahrthandbuch hat sich in vielen Ländern (z.B. Frankreich, Deutschland, Grossbritannien, Schweiz) ein Pendant für Flugplätze mit reiner VFR-Operation etabliert (vgl. Kapitel 2.1). Das VFR-Manual ist ein Operationsmanual und dient dem VFR-Piloten für die Flugvorbereitung und während des Fluges (alle Flugphasen). Auch wenn im ICAO-ANHANG 15 (2010) keine Referenz auf solche Art von Manual zu finden ist, sind Struktur und Inhalt zum Luftfahrthandbuch ähnlich. Dies verwundert nicht, da beide Handbücher eine Grundlage für die Operation in der Luft sind.

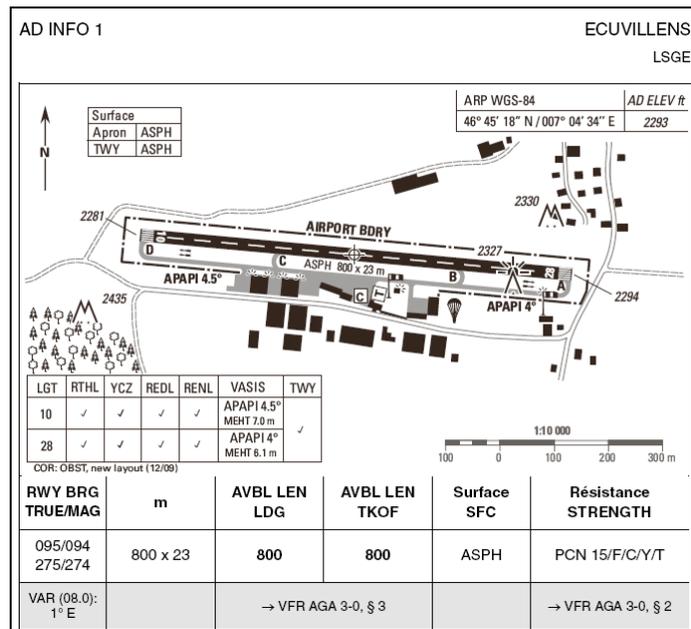


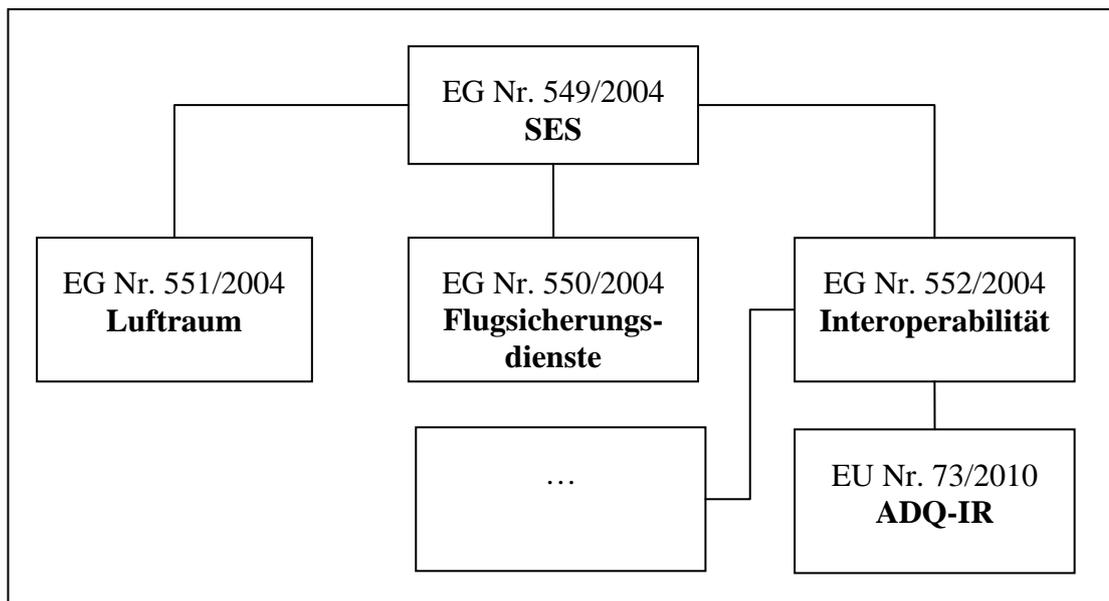
Abbildung 3: Ausschnitt aus dem VFR-Manual der Schweiz  
(Quelle: eAIS Package for skyguide).

### 2.3.2 Die SES-Rahmenverordnung – EG Nr. 549/2004

Aus der Perspektive der EU sind die Gründe für die Verordnung zur Festlegung des Rahmens zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums auf die Umsetzung der gemeinsamen EU-Verkehrspolitik zurückzuführen. Diese erfordert „ein leistungsfähiges Luftverkehrssystem, das eine sichere und geregelte Abwicklung des Luftverkehrs ermöglicht und dadurch den freien Waren- und Dienstleistungsverkehr und die Freizügigkeit der Personen erleichtert.“ (EG NR. 549/2004). Dass dieses Luftverkehrssystem reibungslos funktionieren kann, setzt ein einheitliches und hohes Sicherheitsniveau der Flugsicherungsdienste voraus. Die Flugsicherungsdienste ermöglichen somit eine optimale Nutzung des europäischen Luftraums als auch ein einheitliches, hohes Sicherheitsniveau des Flugverkehrs (EG NR. 549/2004).

Mit dieser Initiative wird das Ziel verfolgt, (a) die heutigen Sicherheitsstandards, (b) die Gesamteffizienz des zivilen Flugverkehrs in Europa zu verbessern, (c) die Kapazität so zu optimieren, dass den Anforderungen aller Luftraumnutzer entsprochen wird, (d) und Verspätungen zu minimieren. Durch diese Verordnung wird der Rechtsrahmen für die Schaffung des einheitlichen europäischen Luftraums erzeugt. Diese Rahmenverordnung stützt sich auf drei weitere Verordnungen (vgl. Abbildung 3): EG NR. 551/2004

Luftraum-Verordnung, EG NR. 550/2004 Flugsicherungsdienste-Verordnung und EG NR. 552/2004 Interoperabilitäts-Verordnung (vgl. EG NR. 549/2004). Letztere Verordnung hat zum Ziel die Interoperabilität zwischen den Systemen, Komponenten und Verfahren des europäischen Flugverkehrsmanagementnetzes zu verwirklichen (EG NR. 552/2004). Die entsprechende Durchführungsvorschrift ADQ-IR (EU NR. 73/2010) knüpft hier an: Qualitätsanforderungen an Luftfahrt Daten und -informationen werden hier festgelegt. Letztendlich muss das Flugverkehrsmanagementnetz in der Lage sein, diese Qualitätsanforderungen umzusetzen.



**Abbildung 4: Zusammenhang zwischen den verschiedenen EG-/EU-Verordnungen.**

Ausserdem stellt die Europäische Kommission klar, dass diese Initiative im Einklang mit den Verpflichtungen und Grundsätzen aus der EUROCONTROL- und der ICAO-Mitgliedschaft zu sehen ist. D.h., regulative EUROCONTROL- und ICAO-Dokumente – welche bindend sind für deren Mitgliedstaaten – dürfen nicht tangiert werden oder im Widerspruch stehen.

### **2.3.3 Interoperabilitäts-Verordnung – EG Nr. 552/2004**

Das Ziel der Verordnung ist die Umsetzung der Interoperabilität „zwischen den verschiedenen Systemen, Komponenten und zugehörigen Verfahren des europäischen Flugverkehrsmanagementnetzes“ (EG NR. 552/2004). Dass eine schnelle und koordi-

nierte Einführung resultierender Betriebskonzepte bzw. Technologien sichergestellt werden soll, ist Teil des Ziels.

In der Verordnung werden grundlegende Anforderungen für Prozesse und Systeme beschrieben, die allgemein für das Flugverkehrsmanagementnetzes gelten, als auch besondere Anforderungen, die für einzelne Systemteile gelten. Zur Verwirklichung der Ziele können Durchführungsvorschriften erarbeitet werden. Diese beinhalten spezifische Anforderungen bspw. an den nahtlosen Betrieb, die Leistung (*Performance*) oder an die koordinierte Einführung neuer Betriebskonzepte oder Technologien. Die ADQ-IR (EU NR. 73/2010) ist eine solche Durchführungsvorschrift. Zudem können gemeinsame Spezifikationen festgelegt werden, welche der Zielerreichung dienen (EG NR. 552/2004).

#### **2.3.4 ADQ Implementing Rule – EU Nr. 73/2010**

Die Durchführungsvorschrift der Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004), die *ADQ Implementing Rule* (ADQ-IR, EU NR. 73/2010) zielt auf eine konkrete Umsetzung der Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) ab.

ADQ-IR spielt eine wichtige Rolle für Datensatz, -austausch und -qualität. Hier werden die Qualitätsanforderungen für Luftfahrtdaten und Luftfahrtinformationen bzgl. auf Genauigkeit, Auflösung und Integrität definiert. Sie gilt für sämtliche Systeme des Flugverkehrsmanagementnetzes, deren Komponenten und Verfahren zur Generierung, Produktion, Speicherung, Handhabung, Verarbeitung, Übertragung und Verbreitung von Luftfahrtdaten und Luftfahrtinformationen (EU NR. 73/2010).

Die Verordnung gilt für Luftfahrtdaten und Luftfahrtinformationen IAIP, wobei das Luftfahrthandbuch (AIP) Teil davon ist, als auch für Hindernis- und Geländedaten der Mitgliedstaaten. Sie gilt für folgende Beteiligte: Flugsicherungsorganisationen, Flughafenbetreiber und Dienstleister, welche Vermessungs-, Gelände- und Hindernisdaten generieren und/oder bereitstellen sowie Dienstleister für Verfahrenskonzeption.

Da im Kapitel 3.2.2.2 die Inhalte bzgl. den Datenqualitätsanforderungen der EU NR. 73/2010 detailliert erörtert werden, wird an dieser Stelle nicht weiter auf die Verordnung eingegangen.

### **2.3.5 Standard for the processing of aeronautical data – EUROCAE ED-76 (1998)**

Dieser Industriestandard wird in der *Airline*-Industrie schon seit Jahren angewendet. Wie schon erwähnt, beruft sich die Europäische Kommission auf die EUROCAE. Hintergrund ist sicher die Heterogenität der nationalen Luftfahrthandbücher (AIP) und den enthaltenen Daten weltweit und in Europa, welches in der vielseitigen Auslegung des ICAO-ANHANG 15 (2010) zu begründen ist (vgl. Kapitel 2.2.1).

Das Dokument bietet einen empfohlenen minimalen Standard für die Verarbeitung von aeronautischen Daten. Gemäss EUROCAE ist der Standard für jede Phase der Datenverarbeitung: von der Datengenerierung über die Freigabe bis zur Anwendung beim Datenendnutzer (EUROCAE ED-76, 1998).

Zudem stellt es eine entscheidende Sache klar: der Datenendnutzer ist verantwortlich die Datenqualitätsanforderungen zu definieren. Die Verantwortung beinhaltet Anforderungen an die aeronautische Datenverarbeitung und an das Qualitätsmanagement, da dies den Prozess betrifft. Daher liegt die ultimative Verantwortung, dass die Daten den Qualität für den entsprechenden Verwendungszweck erfüllt, bleibt beim Datenendnutzer (EUROCAE ED-76, 1998).

### **2.3.6 Zusammenfassung**

Zusammengefasst haben zwei grosse Regelwerke Einfluss im Bereich der Luftfahrt-daten und -informationen auf die digitale Datenkette in Europa: traditionell die der ICAO-ANHANG 15 (2010) mit Publikationsprodukten am Ende. Mit der Publikation in Papierform wird in der digitalen Datenkette ein *Media Break* eingeführt. Der neuere Einfluss kommt aus der Richtung der EU und der EUROCONTROL. Beide möchten die Datenqualität durch die Umsetzung interoperabler Systemlösungen im Flugverkehrsmanagementnetz erhöhen. Treiber dafür sind die Verordnungen rund um den *Single European Sky*; für das Abteilung SDO der Flugsicherungsorganisation skyguide ist die Verordnung ADQ-IR (EU NR. 73/2010) richtunggebend.

## 2.4 Interoperabilität in der Geoinformatik

Anknüpfend an die geforderte Interoperabilität des Flugverkehrsmanagementsystems in der Interoperabilitäts-Verordnung (vgl. Kapitel 2.3.3) gilt es zu klären, was man unter dieser in der Geoinformatik versteht. Interoperabilität ist ursprünglich im Kontext der *Information and Communications Technologies* (ICT) definiert worden, also für die allgemeine Informatik. Deswegen steht auch für HUBER (2008) „*Interoperabilität für das Zusammenspiel von Web-Diensten und Applikationsprogrammen*“. Allgemeiner wird Interoperabilität in *ISO19118 – Geographic Information – Encoding* (2006) definiert: „*Interoperabilität ist die Fähigkeit zur Kommunikation, zur Ausführung von Programmen und zum Austausch von Daten zwischen funktionalen Einheiten in einer Art und Weise, die von Anwendern wenige oder gar keine Kenntnisse über die Besonderheiten dieser Einheiten erfordert.*“ (zitiert nach BARTELME, 2005). STAUB (2009) definiert Interoperabilität als „*die Fähigkeit von (geografischen) Informationssystemen, zusammenzuarbeiten*“. Dabei unterscheidet STAUB *organisatorische* und *technische* Ausprägung. Organisatorische Aspekte sind Normen und Standards wie Richtlinien und Gesetze. Auf technischer Ebene wird Interoperabilität durch Profile, Datenmodellierung, Datentransfer, Dienste (*Services*) und semantische Transformation realisiert (STAUB, 2009). Praktisch werden diese Anforderungen in einer Geodateninfrastruktur umgesetzt, die aus einer Geodatenbasis, deren Metadaten, Netzwerken, Geodiensten und natürlich Standards besteht (BILL 2010). Das zentrale Element sind die standardisierten Geodienste: sie erlauben den Austausch von Informationen und Daten, die dezentral organisiert sind. Dezentral heisst, dass Informationen und Daten dort gehalten werden, wo sie erhoben werden (STAUB 2009).

Im aviatischen Kontext spiegelt sich Interoperabilität in der SES-Verordnungen auf organisatorischer Ebene wieder. Auf technischer Ebene schreibt die ADQ-IR vor, dass eine Datensatzspezifikation zu erfolgen ist, dass ein Datenaustauschformat mit dem GML-Profil abzustimmen ist, etc. (EU NR. 73/2010; Kapitel 3.2.2.2). Damit ist ein zentraler Punkt angesprochen: der Datenaustausch im Format AIXM und deren Aufruf über standardisierte Schnittstellen (vgl. HUBER, 2008; EUROCONTROL, 2011g).

Abschliessend soll noch erwähnt werden, dass es wichtig ist, immer wieder die Hauptmerkmale der Interoperabilität bei Geodaten sich vor Augen zu halten (BILL, 2010):

- Datenintegration als Kombination von Geodatenätzen,
- Datennutzung über Dienste, und
- Entstehen eines Zusatznutzens aus integriert genutzten Daten.

## 3 Lösungsansatz

### 3.1 Theorieansatz

In dieser Arbeit wird von folgender Theorie ausgegangen: die Automatisierung und Strukturierung aeronautischer Daten, im Speziellen der Datenabgabe führt zur Verbesserung der Datenqualität auch bei solchen Daten mit ausschliesslicher Verwendung in der VFR-Fliegerei resp. auf VFR-Flugplätzen.

Für die Aufgabenstellung sind die Datenqualitätsmerkmale der Daten zu beurteilen. Die Datenqualität wird in SCHIEFELE et al. (2003) als auch im EUROCAE ED-76 (1998) durch insgesamt sieben Eigenschaften charakterisiert:

- (1) Genauigkeit (*Accuracy*): Dies ist das Mass an Übereinstimmung zwischen geschätztem oder gemessenem Wert und wahren Wert.
- (2) Auflösung (*Resolution*): BILL (2010) bezeichnet die Auflösung als die Größe des kleinsten Objekts eines digitalen Datensatzes, welches beschrieben werden kann.
- (3) Integritätsgrad (*Integrity*): Dies ist das Mass der Zuversicht, dass ein Datenelement während des Speicherns oder des Übermittels nicht beschädigt wurde. Dazu wurden Daten im ICAO-ANHANG 15 (2010) in drei Stufen (1: kritisch, 2: wesentlich, 3: *routine*) kategorisiert, wobei die Stufe 1 das höchste Mass an Zuversicht verlangt.
- (4) Nachvollziehbarkeit (*Traceability*): Dies ist die Fähigkeit eines Systems vollzogene Änderungen zu belegen, wodurch ein Nachweis vom Endnutzer zum Originator ermöglicht wird.
- (5) Aktualität (*Timeliness*): Dieses Mass bestimmt den Zeitraum, für welches die Daten gültig sind.
- (6) Vollständigkeit (*Completeness*): Dies ist das Mass der Zuversicht, dass alle notwendigen Daten für die vorgesehene Anwendung zur Verfügung stehen.

- (7) *Format (Format)*: Das Ergebnis des Prozesses, in welchem ein ausgewählter Datensatz umgewandelt, angeordnet, verpackt und/ oder komprimiert wird, ist eine Datenstruktur mit einer charakteristischen Datenqualität.

Die Grundsteine für die ersten fünf Eigenschaften werden im *Upstream*-Prozess gelegt und stehen deshalb im Mittelpunkt der weiteren Arbeit (vgl. EU NR. 73/2010).

## **3.2 Methoden**

Neben der Analyse des Ist-Prozesses sollen anschliessend Anforderungen für den zukünftigen Prozess erarbeitet werden. In den Analysen wird sich bewusst auf den *Upstream*-Teil des SDO-Prozesses beschränkt, da hier die Datenabgabe durch den Originator stattfindet. In der Anforderungs- und *Gap*-Analyse wird darauf Rücksicht genommen: Defizite (*Gaps*) werden auf Basis des Bestand und der Anforderungen herausgearbeitet.

### **3.2.1 Bestandsanalyse**

Im Kapitel 2.2.4 ist der Aufbau Flugsicherungsorganisation skyguide vorgestellt worden. Die erwähnte Abteilung *Static Data Operation* (SDO) nimmt im AIM zwei Hauptaufgaben war:

- (1) die Erfüllung des traditionellen Publikationsauftrages gemäss ICAO-ANHANG 15 (2010; vgl. Kapitel 2.3.1), als auch
- (2) die Umsetzung des digitalen Datenmanagements.

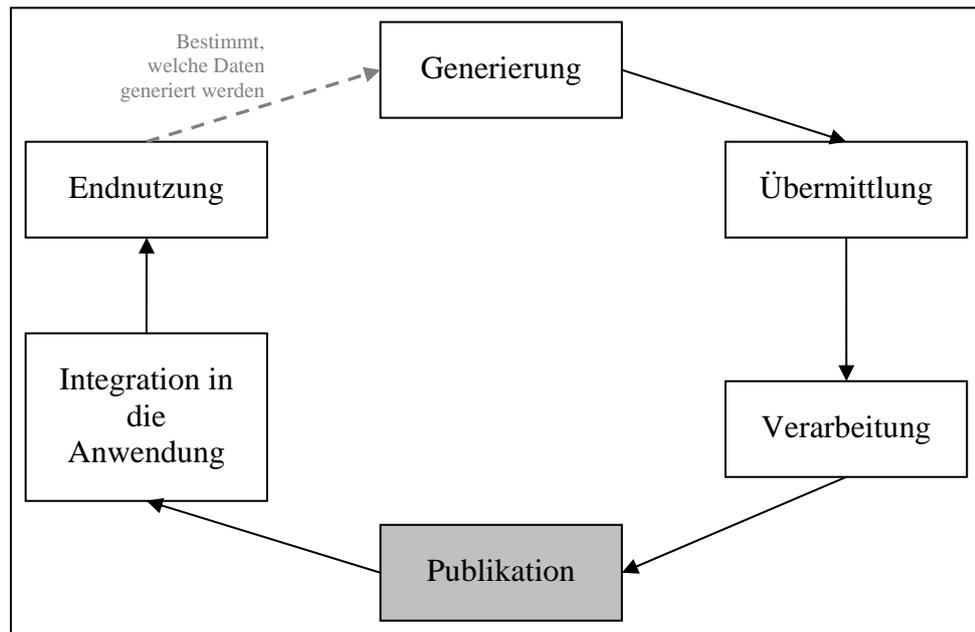
Der Schwerpunkt des SDO-Prozesses liegt folglich darin, die statischen Daten (*Static Data*) in allen Produkten und Systemen aktuell und gültig zu halten (vgl. C4PD0200E, 2011). Im Prozessablauf nimmt dies folgende Form an: neben den rein produktzentrierten Produktionseinheiten (*Production Units*) AIP und Charting ist der Teilprozess DATA für das digitale Datenmanagement verantwortlich.

Folgende Dokumente sind für die Bestandsaufnahme konsultiert worden:

- C4PD0200E (2011): Prozessbeschreibung für den *Static Data Operation*-Prozess. Hier werden die involvierten Aktivitäten und Rollen beschrieben.
- C4WI0001E (2011): Arbeitsanweisung für den Umgang mit dem *Workflow Management Tool TAPAS* inkl. einzelne Prozessaktivitäten, Verfahren und Abläufe.
- C4WI0025E (2011): Arbeitsanweisung für den Prozess Koordination (SDC), um die korrekte Verteilung der erhaltenen Publikationsaufträge an die Produktionseinheiten zu garantieren.
- C4WI0026E (AIP), C4WI0027E (Charting), C4WI0028E (DATA) (2011): Arbeitsanweisung für den entsprechenden Teilprozess. Hier werden die Abläufe zur Aktualisierung von neuen, gelöschten und geänderten Text-, Chart- bzw. Datenelementen in verschiedenen Produkten bzw. Systemen beschrieben. Die Abläufe stellen die Abwicklung und Durchführung der durch den Koordinator erhaltenen *Unit Requests* in der Produktionseinheit sicher.

### 3.2.1.1 Aeronautische Datenkette

Der Weg der aeronautischen Daten entspricht einer Kette: Daten werden erfasst, übermittelt, aufbereitet usw. Die Datenkette ist ein Kreislauf von Informationen, wobei die Datenendbenutzung bestimmt, welche Daten erhoben werden sollen (vgl. Kapitel 2.3.5). Heute durchlaufen aeronautische Daten i.d.R. folgende Stationen in der Datenkette (angelehnt an EUROCAE ED-76, 1998):



**Abbildung 5: Aeronautische Datenkette**  
(Quelle: angelehnt an EUROCAE ED-76, 1998).

- (1) **Generierung (*Origination*)**: betrifft (a) Erstellung einer neuer Dateneinheit mit entsprechenden Wert, (b) Änderung eines Wertes einer bestehenden Dateneinheit, oder (c) die Löschung einer Dateneinheit (EU NR. 73/2010). Die Vermessung eines *Aerodrome Reference Points* (ARP) zählt zur Generierung (EUROCAE ED-76, 1998). Das Resultat findet Weiterverwendung in den nachfolgenden Operationen.
- (2) **Übermittlung (*Transmission*)**: Die Übermittlung ist ein Vorgang, in welchem Daten physisch von einem Ort zu einem anderen Ort gezügelt werden; sie besteht aus zwei Phasen: Empfangen und Verteilen<sup>4</sup>.
- (3) **Verarbeitung (*Preparation*)**: Dies ist eine Operation, in welchem Datenelemente analysiert, umgewandelt, kompiliert und/ oder formatiert werden, um Daten für die Weiterverwendung in einem Zielsystem zu produzieren.

<sup>4</sup> **Empfangen (*Receive*)**: die Phase involviert den eigentlichen Empfang (*Reception*), die Verifizierung (*Verification*) und Gültigkeitsprüfung (*Validation*) bzw. Validation der Daten. Die Verifizierung der empfangenen Daten besteht aus Prüfungen, welche die Integrität der übermittelten Daten sicher stellen. In der Validation werden die Daten bzgl. ihrer Eignung bzw. auf ihre Dienlichkeit hinsichtlich der Weiterverwendung geprüft (EUROCAE ED-76, 1998).

**Verteilen (*Distribute*)**: die Phase steht am Ende des gesamten Datenmodells der digitalen Datenkette und involviert die Auslieferung (*Delivery*) des formatierten Datensatzes an den Benutzer (EUROCAE ED-76, 1998).

- (4) Publikation (*Publication*): Im Gegensatz zu EUROCAE ED-76 (1998) wird hier die Publikation in der Datenkette berücksichtigt. Da ICAO-ANHANG 15 (2010) massgebend für die Verbreitung der Luftfahrtdaten und -informationen ist, folgt deren Veröffentlichung im IAIP, z.B. im nationalen Luftfahrthandbuch (AIP). Hinsichtlich der VFR-Publikationen erfolgt die Veröffentlichung im VFR-Manual (vgl. Kapitel 2.3.1).
- (5) Integration in die Anwendung (*Application Integration*): Hier werden die Daten aus (z.B. dem VFR-Manual) kopiert, um diese für eine Anwendung aufzubereiten. Dabei können die Stationen (2) und (3) wieder durchlaufen werden. Schlussendlich werden die Daten speziell konfiguriert und formatiert für eine Anwendung (*Application*) bspw. in der GPS-basierte Navigation im Sichtflug (VFR).
- (6) Endnutzung (*End-Use*): Aufrufen und Verwenden der Daten in einer Anwendung.

Kommentar zu den Punkten (4) und (5): Heute gelangen die Daten über einen Umweg in die Anwendung, denn sie fliessen zuerst in eine Publikation ein. Das entsprechende Produkt der Publikation (z.B. VFR-Manual) dient dann als Datengrundlage für die weitere Integration in eine Anwendung. Der heutige Prozess ist folglich **produkt-** und nicht **datenzentriert**. Dies ist eine wichtige Tatsache in der bestehenden Datenkette, auf welche nachfolgend immer wieder verwiesen wird. Die Ursache hierfür ist in einer traditionellen Verankerung der „alten“ Produkte wie z.B. des Luftfahrthandbuchs<sup>5</sup> zu suchen, welche durch den ICAO-ANHANG 15 (2010) seit über 60 Jahren fortgeführt wird (vgl. 2.2.1). Dieses aufzulösen und eine Informationsverbreitung losgelöst von diesen bisher da gewesen Produkten umzusetzen oder wenigstens anzusprechen, ist in einer internationalen Organisation mit ca. 200 Mitgliedern ein äusserst schwieriges Unterfangen.

---

<sup>5</sup> Auch wenn das VFR-Manuel nicht offiziell Bestandteil dieses Dokumentes ist, lehnt es sich in Inhalt und Struktur an diesen an.

### 3.2.1.2 Überblick Static Data Operation-Prozess

Doch bevor die Teilprozesse betrachtet werden, soll ein allgemeiner Blick auf den SDO-Prozess geworfen werden. Zuallererst muss festgehalten werden, dass der SDO-Prozess für sämtliche Daten gilt, egal ob die Daten für den IFR- oder nur den VFR-Verkehr relevant sind. Durch die fehlende Differenzierung im SDO-Prozess gilt die nachfolgende Bestandsaufnahme für IFR- als auch VFR-Daten.

In Tabelle 1 wird der wesentliche SDO-Prozessinhalt gemäss Prozessbeschreibung C4PD0200E (2011)<sup>6</sup> zusammengefasst:

Eingabe	Inhalt	Ausgabe
Publikationsantrag <i>(Publication Request)</i> , i.d.R. per Email von der LIFS empfangen.	Jeder Publikationsantrag wird beurteilt <i>(assessed)</i> und weitergeleitet <i>(dispatched)</i> an die entsprechende(n) Produktionseinheit(en).  Jeder Publikationsantrag wird in den relevanten Produktionseinheiten verarbeitet, wo die Daten evaluiert und im korrespondierenden Production Item <i>(Production Item)</i> gespeichert werden.  Der Verteiler <i>(Distributor)</i> verteilt die Produkte fristgerecht an die Kunden.	Informationen sind aktuell in sämtlichen Systemen (Datenbank) und Produkten.  Sämtliche relevante Produkte sind aktualisiert; sie geben die Änderung wieder und sie sind an die Kunden verteilt.

**Tabelle 1: Der SDO-Prozessinhalt  
(vereinfachte Darstellung, Quelle: C4PD0200E).**

Der Publikationsantrag wird von einem entsprechenden Originator erstellt und ausgefüllt. Der VFR-Originator ist i.d.R. für die Leitung eines Flugplatzes verantwortlich; er ist mit dem Publikationsinhalt des VFR-Manuals vertraut (vgl. Kapitel 2.3.1), aber kein Experte im Datenmanagement. Dies zeigt sich nachfolgend in der Aufbereitung des Publikationsantrag. Die Datenänderungen werden darin pro Produkt eingegeben, nicht pro Dateneinheit. Folglich ist der VFR-Originator nicht mit den Daten sondern, mit der Präsentation der Daten im Produkt vertraut. Abschliessend stellt der VFR-Organator den Publikationsantrag dem Regulator, der Luftfahrtinformationsfreigabestelle (LIFS) beim BAZL zu (vgl. Kapitel 2.2.4). Die LIFS ist die Kontaktstelle für sämtliche luftfahrt-

<sup>6</sup> Das AIM der skyguide ist seit dem Jahr 2000 ISO9001 (*Quality management systems – Requirements*) zertifiziert. Dies ist eine Bedingung der SES-Rahmenverordnung EG NR. 549/2004, um die Lizenz als Flugsicherungsunternehmen (ANSP) aufrechtzuerhalten.

bezogene Publikationsanträge in der Schweiz. Da die Einsicht in die LIFS-Prozesse innerhalb dieser Arbeit nicht möglich ist, da dies den Aufwand übersteigt, wird folgende Annahme getroffen: die LIFS verändert keine Daten oder Informationen des Publikationsantrags weder durch Datenübermittlung (*Transmission*) noch -verarbeitung (*Preparation*). Im Kapitel 6.2 wird diese Annahme wieder aufgenommen und diskutiert; Bedeutung und Auswirkung für die LIFS werden herausgearbeitet.

### 3.2.1.3 Vom Originator zum Publikationsantrag (Generierung)

Nach dieser Annahme wird die Prozessbeschreibung für den *Upstream*-Teil fortgesetzt. Wie in der Tabelle 1 aufgeführt, beginnt der Prozess mit dem Eingang des Publikationsantrages. Derzeit wird das Publikationsbestellformular (*Publication Order Form*) verwendet. Da dieses Formular ganz zu Anfang des Prozesses steht und somit wegweisend ist für die Datenqualität im weiteren Prozessverlauf ist, soll es genauer betrachtet werden.

The screenshot shows the 'Publication Order Form - Static Data Publication' from the Swiss Confederation. The form is titled 'Version: september 2010'. It includes a 'Request for' section with radio buttons for 'Airport / Aerodrome' (selected) and 'Switzerland / Swiss Airspace'. The 'Originator Informations' section contains fields for 'Organization / Unit' (LSXE), 'Authorized Originator Name' (Müller), 'E-Mail' (mueller@lsxe.ch), and 'Phone' (+41 12 345 67 89). The 'Publication Overview' section includes 'Dates of Interest' with a note about using the file 'Originator Deadlines' published on the SIKYGUIDE website. It also has fields for 'AMDT WEF' (10-MAR-2011), 'AIRAC relevant' (checkbox), and 'LIFS Deadline' (13-JAN-2011). A 'Remarks from Originator' field is present but empty. At the bottom right, there is a button 'Set all Data in "Publication Overview"' and a footer 'actual page: 1, number of pages: 2'.

**Abbildung 6: Erster Teil des *Publication Order Form* (Quelle: BAZL, 2011; beispielhaft ausgefüllt für die Arbeit).**

Bei diesem Formular handelt sich um eine allein stehende Anwendung, um ein PDF-Dokument (*Portable Document Format*) mit mehrheitlich freien, nicht vordefinierten

Eingabefeldern (siehe Abbildung 6). Bspw. ist es möglich im Feld „Phone“ einen Namen einzugeben. Der Originator gibt die Daten von Hand oder über Kopieren-und-Einfügen ein. Weiterhin existieren Optionen, um Abbildungen (z.B. Bilder, Fotografien, *Scans*, *Screen Shots* etc.) im Formular zu platzieren. Parallel zum Formular dürfen auch weitere Dokumente als sog. Anhänge im finalen Email abgegeben werden.

Das Formular ist in drei Teile aufgeteilt. Im ersten befinden sich mehrheitlich Angaben zu Originator und Publikationsdaten (siehe Abbildung 6). Anschliessend folgt ein Abschnitt für die zeitliche und inhaltliche Koordination zwischen Regulator LIFS und Flugsicherungsorganisation skyguide. Der letzte Abschnitt ist dem eigentlichen Inhalt vorbehalten, nämlich den Daten bzw. Informationen pro Produkt. In Anlehnung an das Konzept von Publikationen muss der Originator zuerst den „alten“ Publikationstext und anschliessend den „neuen“ Text hier ablegen; dies muss er für jedes Produkt durchführen. Wieder einmal zeigt sich das produktzentrierte Denken (vgl. Kapitel 3.2.1.1). Weiterhin sind Nachweise hinsichtlich der Vermessungsmethoden, Angaben zu Datenqualitätsmerkmalen (vgl. Kapitel 3.1) im *Publication Order Form* nicht vorgesehen und damit nicht verlangt. Folglich werden sie nicht mitgeliefert, nicht festgehalten; die Datenqualitätsmerkmalen gehen verloren.

Im Formular bestehen keine Optionen vorhandene Datenbeständen in das Formular einzulesen als auch aus dem Formular auszulesen (Schnittstellen). Der produktzentrierte Publikationsantrag umfasst abschliessend ein Email mit angehangenen Publikationsbestellformular und fakultativen Anhängen unbestimmter Natur.

### 3.2.1.4 Koordination

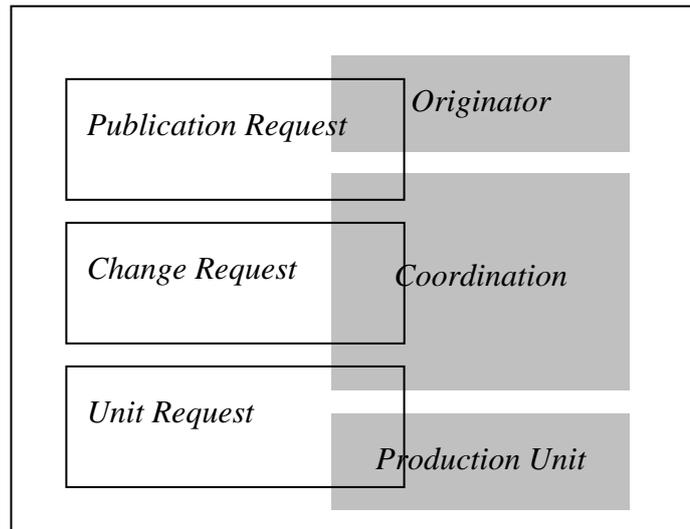
Eingabe	Inhalt	Ausgabe
Publikationsantrag ( <i>Publication Request</i> ), i.d.R. per Email von der LIFS empfangen.	<p>Jeder Änderungsantrag (<i>Change Request</i>) ist beurteilt (<i>assessed</i>) und mit dem Originator koordiniert und schlussendlich an die Produktionseinheit(en) als <i>Unit Request</i> weitergeleitet (<i>dispatched</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Empfange Publikationsantrag und kreierte Änderungsantrag.</li> <li>– Beurteile Änderungsantrag.</li> <li>– Koordiniere betroffene Produktion (<i>Proposed Production</i>) und Publikationsdaten.</li> </ul>	<p>Änderungsantrag.</p> <p><i>Unit Request</i> mit Produktion und Publikationsdaten.</p>

**Tabelle 2: Der Teilprozess *Static Data Coordination* (vereinfachte Darstellung, Quelle: C4PD0200E, 2011).**

Nach der Übermittlung fließt der Publikationsantrag in den SDO-Prozess ein; zuerst in den Teilprozess der Koordination (*Static Data Coordination, SDC*). Der sog. Koordinator kreierte auf Basis eines Publikationsantrag einen Änderungsantrag (*Change Request*). Ein Publikationsantrag muss dafür bestimmte Kriterien erfüllen, wobei diese mehrheitlich die Abnahme durch den Regulator (LIFS, BAZL), Berechtigung des Originators und die verwendeten Dateiformate betreffen (vgl. C4WI0001E, 2011).

Hinsichtlich der betroffenen Produktion und den Publikationsdaten koordiniert SDC diesen Änderungsantrag, um ihn schlussendlich den entsprechenden Produktionseinheiten als sog. *Unit Request* zu übergeben. Als weiteres Resultat der Koordinationsarbeit ergibt sich die Produktion (*Production*), an welche Publikationsdaten geknüpft sind. Diese Produktion definiert ein Zeitfenster, in welchem die Daten bzw. Informationen des Publikationsantrags in die Systeme und Produkte einzuarbeiten sind (C4PD0200E, 2011).

In Abbildung 7 wird die Beziehung zwischen Rollen (*Originator, Coordination, Production Unit*) und verschiedenen *Request*-Typen wiedergegeben. Bspw. verarbeitet der Koordinator *Requests* jeglicher Art: er empfängt und speichert den Publikationsantrag (*Publication Request*), kreierte einen Änderungsantrag (*Change Request*) und leitet diesen als *Unit Request* weiter.



**Abbildung 7: Beziehung zwischen Rollen und Objekten.**

Zusammengefasst findet nach dem Eingang des Publikationsantrags eine Übergabe des Publikationsantrages mit definiertem Zeitfenster an die drei Teilprozesse statt.

### 3.2.1.5 Produktionseinheiten

Eingabe	Inhalt	Ausgabe
<i>Unit Request</i> mit Produktion und Publikationsdaten.	Evaluation und Verarbeitung des <i>Unit Request</i> in betroffenen <i>Production Item</i> (z.B. Textseiten, Charts, Datenelemente): <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analyse und Generieren einer Bestellung für ein <i>Production Item</i>.</li> <li>– Planen und Koordinieren Produktion.</li> <li>– Evaluieren des <i>Unit Request</i> und Editieren des <i>Production Item</i>.</li> <li>– Prüfen und Korrigieren des <i>Production Item</i>.</li> <li>– Abschliessen der Produktion.</li> </ul>	Durch die Produktionseinheit freigegebene Produkte (als Ergebnis einer Produktion), welche für die Verteilung an den Kunden bereit sind.  Abgeschlossene Produktion mit aktualisierten <i>Production Item</i> .  Geschlossenes <i>Unit Request</i> .

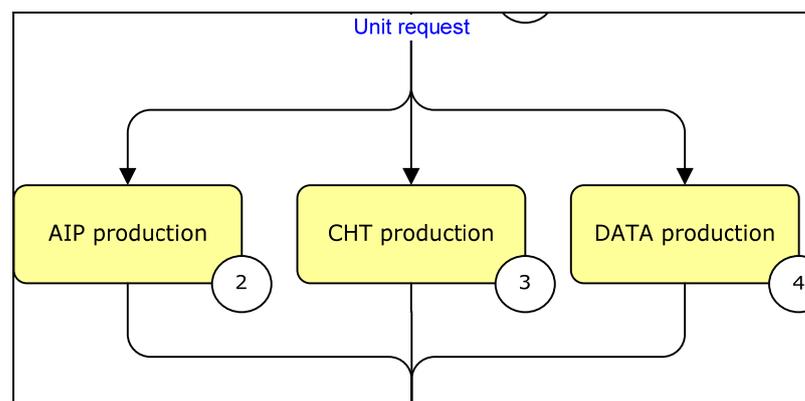
**Tabelle 3: Teilprozess pro Produktionseinheit (vereinfachte Darstellung, Quelle: C4PD0200E, 2011).**

Die Teilprozesse der Produktionseinheiten AIP, Charting und DATA stehen nun im Zentrum der Betrachtung. Durch den Koordinator erhalten diese Teilprozesse einen *Unit Request*, an welchem eine Produktion mit Publikationsdaten geknüpft ist (vgl. Tabelle 3). Als nächstes evaluieren und verarbeiten die Produktionseinheiten den *Unit Request*, welcher inhaltlich immer noch dem Publikationsantrag entspricht. Dazu verwenden sie das *Publication Order Form* und ggf. Anhänge. Wie schon erwähnt,

können Inhalte des *Publication Order Form* nicht automatisch herausgelesen und weiterverarbeitet werden (vgl. Kapitel 3.2.1.3). D.h., die Produktionseinheiten müssen über primitive Verfahren die Inhalte aus dem Formular herauslesen (z.B. Kopieren-und-Einfügen, Abschreiben).

Wie im Kapitel 3.2.1.1 angesprochen, beschreiben die Originator die Änderungen für ein Produkt, i.d.R. welches sie am besten kennen (vgl. Kapitel 3.2.1.2). Für die VFR-Flugplätze ist dies das VFR-Manual. Daher bedarf es akribisches Durcharbeiten weiterer potenziell betroffener Produkte durch die Produktionseinheiten, da der VFR-Originator i.d.R. nur „sein Produkt kennt“ und auf andere Produkte mit gleichen Dateneinheiten höchstwahrscheinlich nicht eingehen wird. Anschliessend gilt es pro Produkt diese Änderung einzuarbeiten: so aktualisieren die Produktionseinheiten jedes betroffene *Production Item* pro Produkt (ausgenommen DATA). Das produktzentrierte Denken im Prozess bestätigt sich wieder (vgl. Kapitel 3.2.1.1).

Weiters sind diese drei Teilprozesse parallel geschaltet, sodass ein einziger Publikationsantrag an drei verschiedenen Orten im Prozess ausgewertet wird. Danach werden resultierende Änderungen am Daten- bzw. Informationsbestand (hier im sog. *Production Item*) in den drei Teilprozessen zeitgleich eingearbeitet. Die Abbildung 8 zeigt dies grafisch .



**Abbildung 8:Die drei Teilprozesse im SDO: AIP, CHT und DATA**  
(Quelle: C4PD0200E, 2011).

Wenn bspw. die Flugplatzkoordinate (vgl. Kapitel 3.2.1.1, Generierung) geändert wird, aktualisiert die Produktionseinheit AIP die entsprechende Textseite im VFR-Manual, die Produktionseinheit Charting (CHT in Abbildung 8) die betroffene Flugplatzkarte

wiederum im VFR-Manual, und die Produktionseinheit DATA das Objekt in der Datenbank, zeitgleich.

Am Ende der Arbeit steht für jeden Teilprozess mindestens ein Produkt, welches „fertig für den Kunden“ ist. Die Produktion ist abgeschlossen, das *Production Item* ist aktualisiert und das *Unit Requests* geschlossen.

### 3.2.1.6 Informationssysteme und Verarbeitungswerkzeuge

In Tabelle 4 werden die verwendeten Systeme und Werkzeuge während der Datenübermittlung und für die Datenverarbeitung im SDO-Prozess vorgestellt; die ausgeführten Aktivitäten werden beschrieben und die Schnittstellenoptionen diskutiert.

Systeme/ Werkzeug	Typ	Teil- prozess(e)	Schnittstellen	Aktivitäten
TAPAS	Workflow- Management- Tool	Alle	Im Hintergrund <i>Oracle Database</i> , welche nur von TAPAS genutzt wird.	Eingang des Publikationsantrags mit <i>Production Order Form</i> . Steuert und unterstützt den Arbeitsablauf im Prozess. Keine automatisierte Verarbeitung des Inhalts des Publikationsantrages
SDSuite	IDM <sup>7</sup> -Eingabe- maske für aero- nautische Daten	Data	Zur IDM-Datenbank, eine relationales DBMS, <i>Oracle Spatial</i> , eigenes Datenmodell, angelehnt an AIXM.	Interface zur manuellen Eingabe aeronautischer Daten. Datenpflege durch DATA-Unit auf Basis der Publikationsanträge. Generieren der Datenexporte <sup>8</sup> für Kunden.
MapInfo	Desktop-GIS	Charting	Möglichkeit <i>Oracle Database, Spatial Data Types</i> , nicht genutzt.	Im- und Export der IDM-Datenextrakte und Anhänge (wenn vorhanden) der Publikationsanträge. Weiterverarbeitung der Daten ( <i>Queries</i> , Projektionen, Verknüpfungen, etc.).

<sup>7</sup> Bezeichnung der Datenbank: *Integrated Data Management*, kurz IDM.

<sup>8</sup> Kunden wie Charting erhalten Datenexporte zum effektiven Datum, d.h. nicht im Voraus. So kann der Charting-Teilprozess nur verspätet den Datenexport verarbeiten; in der Zwischenzeit muss Charting die Aktualisierung direkt in den Produkten (z.B. Karten) vornehmen ohne einen davon losgelösten Datenbestand zu pflegen.

Adobe Illustrator, MaPublisher	Grafikprogramm mit GIS-Erweiterung	Charting	Dateiimporte mit MaPublisher	Einsatz nach MapInfo. Dateiimporte aus IDM und Anhänge des Publikationsantrages. Kartografische Darstellung georeferenzierter, attribuierter GIS-Daten für Kartenerstellung.
Framemaker, FrameAPS	Textverarbeitungsprogramm mit Schnittstelle zu DBMS	AIP	DBMS basiert auf <i>Oracle Database</i> , AIXM- Datenmodell 4.5	Manuelle Aktualisierung der Daten auf Basis der der Publikationsanträge. Generierung der Publikationen wie VFR-Manual (PDF, HTML, etc.).

**Tabelle 4: Informationssysteme und Verarbeitungswerkzeuge im SDO-Prozess.**

Die Tabelle 4 zeigt die breite Landschaft der verschiedenen Systeme und Werkzeuge. Es sind mehrere *Oracle*-Datenbanken bzw. DBMS im Einsatz, andere Werkzeuge dienen als Schnittstelle zu diesen, und wieder andere sind Programme zur reinen Datenrepräsentation. Zwei der drei Produktionseinheiten (AIP, DATA) pflegen eigene Datenbestände, eine dritte verwendet wenigstens mit 28-tägiger Verspätung Datenexporte aus dem DATA-Datenbestand. Die zentrale Frage nach einer Schnittstelle zum *Publication Order Form* bleibt verneint: weder der Koordinator noch eine der drei Produktionseinheiten haben die Möglichkeit, automatisiert Daten aus diesem Formular herauszulesen.

### 3.2.1.7 Rollen und Verantwortungen

An die Teilprozesse sind Rollen und Verantwortungen geknüpft. So existiert ein designierter Koordinator, für welchen Zuständigkeiten und Verantwortungen definiert sind. Dies setzt sich bei den Produktionseinheiten fort; bspw. existieren pro Produktionseinheit die Rollen (1) *Supervisor*, (n-) *Editoren* und (n-) *Approver*. Leider sind Zuständigkeiten und Verantwortungen teilweise nicht realisierbar: so heisst es bspw. in der Arbeitanweisung für den Koordinator zwar, dass er veranlassen kann, dass Datenfehler, Inkonsistenzen und Datenlöcher korrigiert werden sollen, doch wie der Koordinator solche feststellen kann, ist nicht im Prozess bzw. in den Arbeitsanweisungen angegeben (C4WI0001E, 2011).

### 3.2.1.8 Zusammenfassung

Der heute verwendete Publikationsantrag lässt der Datenübermittlung schon am Anfang der Datenkette viel Freiraum. Der Freiraum setzt sich im weiteren Prozessverlauf fort (*Upstream*), indem jede Produktionseinheit in den von einander unabhängigen Systemen den Publikationsantrag verarbeitet. Das Informationssystem zur Arbeitsablaufsteuerung „zwingt“ die Teilprozesse zu einer kontrollierten und sukzessiven Abarbeitung des Publikationsantrages mit Rollenzuweisungen und Verantwortungen; leider fehlen solche „Zwänge“ für die aeronautische Datenabgabe; bspw. werden Datenqualitätsmerkmale im *Publication Order Form* nicht erfasst.

## 3.2.2 Anforderungsanalyse

Zur Erarbeitung der Anforderungen an den zukünftigen Prozess wird auf die im Kapitel 2.2.6 vorgestellten regulativen Dokumente zurückgegriffen. Der Rahmenverordnung zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums EG NR. 549/2004 sind weitere Verordnungen untergeordnet. Insbesondere sind zwei Verordnungen massgebend: die Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) und die Verordnung EU NR. 73/2010, die sog. ADQ-IR (vgl. Abbildung 4).

### 3.2.2.1 Grundlegende Anforderungen

In der Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) werden grundlegende Anforderungen formuliert, welche wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen Verfahren (Prozesse) und Systeme für die hier im Mittelpunkt stehende strukturierte Datenabgabe haben. Sie bilden die Basis für die Qualitätsanforderungen des nachfolgenden Kapitels 4. Diese Anforderungen teilen sich in allgemeine und besondere. Zu allererst werden die allgemeinen Anforderungen aufgeführt:

- Systeme und Komponenten des Flugverkehrsmanagementnetzes sind so auszulegen, dass der nahtlose Betrieb jederzeit (vgl. Kapitel 2.1.1) gewährleistet ist.
- Systeme und Komponenten des Flugverkehrsmanagementnetzes sollen Betriebskonzepte unterstützen, die die Qualität und Effizienz, Sicherheit und Kapazität verbessern.

- Grundsätze für die Logikarchitektur der Systeme: die Systemauslegung und -integration soll eine Logikarchitektur des europäischen Flugverkehrsmanagementnetzes verwirklichen, welche kohärent, harmonisiert, ausbaufähig und geprüft ist.
- Grundsätze der Systemauslegung: d.h., dass die Komponenten modular und austauschbar sind.

Besondere Anforderungen sind ergänzend für die Systeme und Verfahren für die Flugberatungsdienste (AIS, vgl. Kapitel 2.2.4): es sind aktuelle, genaue, vollständige und konsistente Flugberatungsinformationen in elektronischer Form basierend auf einen gemeinsam vereinbarten und genormten Datensatz bereitzustellen und zu verwenden.

### 3.2.2.2 Qualitätsanforderungen

Wie im Kapitel 2.3.4 angeführt, können Durchführungsvorschriften zur Zielverwirklichung der Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) ausgearbeitet werden. In der Durchführungsvorschrift ADQ-IR werden konkrete Qualitätsanforderungen für Luftfahrt- und -informationen bzgl. Genauigkeit, Auflösung und Integrität definiert. Was zuvor grundlegend formuliert wurde, wird nun spezifiziert. Demnach sind im zukünftigen Prozess hinsichtlich den „Anforderungen an Interoperabilität und Leistung“ (EU NR. 73/2010):

- Luftfahrt- und Luftfahrtinformationen auf der Grundlage einer gemeinsamen Datensatzspezifikation zur Verfügung zu stellen;
- Anforderungen an das Datenaustauschformat zu beachten; und
- Anforderungen an die Datenqualität einzuhalten.

Die Tabelle fasst die Qualitätsanforderungen zusammen, welche für den *Upstream*-Prozess im VFR-Datenbereich relevant sind. Die Datenqualitätsmerkmale gemäss Kapitel 3.1 finden hier wieder Eingang.

<b>I. Datensatzspezifikation</b>
Dokumentation in UML oder <i>Feature Catalogue</i> (ISO19110, 2005).
Jedes aeronautische Merkmal ( <i>Feature</i> ) wird als einzelnes Datenelement gemäss Inhalt des Luftfahrt-handbuchs definiert.
Zulässige Attributwerte (Datentyp, Wertebereich, enumerierte Liste) definieren.

Definition eines Zeitmodells basierend auf UTC ( <i>Coordinated Universal Time</i> ), mit welchem der komplette Lebenszyklus eines <i>Features</i> dargestellt werden kann.
Regeln zur Beschränkung der Werte und der zeitlichen Variation (Genauigkeit, Auflösung, Integrität, Aktualität).
Namenskonventionen ( <i>Feature, Attribute, Assoziationen</i> ) festlegen.
Beschreibung geometrischer Elemente soll auf dem Raumschema ( <i>Spatial Schema</i> ) der ISO19107 (2003) basieren.
Beschreibung Metadateninformationen soll auf ISO19115 (2006) Metadata basieren.
Enthält definierte Metadatenelemente: Datengenerierer, Änderungen zu Daten, Editoren und Zeitpunkt, Datenvalidierung und -prüfung, Gültigkeit (Effektives Datum), für Geodaten Geoid und Koordinatensystem, für numerische Daten statistische Genauigkeit der Vermessungs- und Berechnungsmethode, Zuverlässigkeitsgrad, Konversion und Transformation, Verwendungsbeschränkungen.
<b>II. Datenaustauschformat</b>
Basiert auf XML-Spezifikation (ISO19118, 2006).
Darstellung als XML-Schema.
Austausch für <i>Feature</i> als auch <i>Feature Collections</i> .
Austausch grundlegender Informationen nach dauerhaften Änderungen.
Formatstruktur im Einklang mit Datensatzspezifikationen; Abbildungsregeln dokumentieren.
Konsequente Anwendung enumerierter Listen von Werten und Wertebereichen.
Stimmt mit GML-Spezifikation (ISO19136) überein.
<b>III. Datenaustausch</b>
Daten werden vorgesehenen nächsten Nutzer ( <i>next intended user</i> ) unter diesen Voraussetzungen bereit gestellt, dass:
– Anforderungen an Datenaustauschformat erfüllt sind (vgl. Kapitel 3.1: Format)
– Direkte Lesbarkeit von Inhalt und Format am Computerbildschirm.
– Austausch über direkte elektronische Verbindung erfolgt.
<b>IV. Datenqualitätsanforderungen</b>
Datenqualitätsanforderungen (vgl. Kapitel 3.1) müssen folgendes für jede Dateneinheit abdecken:
– Genauigkeit,
– Auflösung (in ICAO-ANHANG 15, 2010, App. 7 festgelegt),
– Integritätsgrad (in ICAO-ANHANG 15, 2010, App. 7 festgelegt),
– Feststellbarkeit des Datenursprungs (vgl. Nachvollziehbarkeit im Kapitel 3.1),
– Aktualität.
Standardisierter Prozess, um Datenqualitätsanforderungen zu erfüllen.
Bei n-Datennutzungen strengste Datenqualitätsanforderungen erfüllen.
<b>V. Nachweisforderungen</b>
Bei Datengenerierung werden Datenqualitätsanforderungen erfüllt und im gesamten Prozess bis zur Weitergabe an vorgesehenen nächsten Nutzer ( <i>next intended user</i> ) eingehalten (auch nach Änderungen der Auflösung oder Transformationen).
Beleg von Datenursprung und Veränderungen pro Dateneinheit (Nachvollziehbarkeit im Kapitel 3.1).
Prozessdefinition (zur Generierung, Produktion, Speicherung, Handhabung, Verarbeitung, Übertragung, Verteilung von Daten) sind dem Integritätsgrad pro Dateneinheit angemessen.
Datenprüfprozesse und Verifizierungsprozesse sind dem Integritätsgrad pro Dateneinheit angemessen
Für manuelle und halbautomatische Prozesse: Ausgebildetes, qualifiziertes Personal; Rollen und Zuständigkeiten; Dokumentation im Qualitätssystem.
Verwendete Werkzeuge und Softwares erfüllen Anforderung hinsichtlich dem Zweck und sind validiert.
<b>VI. Formale Regelungen</b>
Datenumfang der Datenlieferung.
Datenqualitätsanforderungen für jede Dateneinheit (Genauigkeit etc.).
Nachweis des Erfüllens der Anforderungen.
Art der Massnahmen bei Datenfehlern.

Mitteilungskriterien von Datenveränderungen: Zeitpunkt der Datenlieferung (für Operation rechtzeitig), Vorhabmitteilungen, Mitteilungsform.
Zuständigkeit für Dokumentation der Datenveränderungen.
Mittel zur Eliminierung von Doppeldeutigkeiten.
Beschränkung für die Datenverwendung
Anforderungen an Qualitätsberichterstellung durch Datenanbieter für Datenqualitätsprüfung durch Nutzer.
Anforderungen an Metadaten.
Anforderungen an Krisenplanung.
<b>VII. Datengenerierung</b>
Vermessung von Funknavigationshilfen basiert auf WGS-84.
Vermessungsdaten beziehen sich auf WGS-84.
Verwendung eines Geoidmodells für vertikale Daten.
Datenpflege während gesamter Lebensdauer einer Dateneinheit
Für kritische oder wesentliche Vermessungsdaten: vollständige Anfangsvermessung, einmal jährlich Kontrollmessung, bei Veränderungen Neuvermessung.
Anwendung elektronische Vermessungsverfahren zur Datenerfassung und -speicherung.
Ausreichende Zusatzmessungen bei kritischen Vermessungsdaten.
Datenvalidierung und -prüfung vor Weiterverwendung.
<b>VIII. Allgemein zur Datenqualität</b>
Daten in angemessener Datenqualität dem vorgesehenen nächsten Nutzern ( <i>next intended User</i> ) liefern.
<b>IX. Anweisungen</b>
Gewährleisten, dass Generierung, Änderung oder Löschung von Daten nur gemäß Anweisungen erfolgt.
Anweisungen enthalten:
– Beschreibung der Daten.
– Rückbestätigung der Datenempfänger.
– Datum und Uhrzeit der Datenzustellung.
– Format für Datengenerierungsbericht.
<b>X. Datenprozessanforderungen</b>
Für automatisierte Prozesse (-teile):
– Automatisierungsumfang dem Kontext angemessen (z.B. für kritische Daten muss Prozess automatisierter sein, als für <i>routine</i> -Daten),
– Durch Automatisierung muss Einsatz und Interaktion von Mensch und Maschine so optimiert werden, dass wesentliche Sicherheits- und Qualitätsverbesserung im Prozess erzielt werden.
– Keine Datenfehler in Prozess gelangen können.
– Erkennen von Fehlern in empfangenen/ eingegebenen Daten.
Für manuelle Dateneingaben:
Unabhängige Prüfung zur Fehleridentifizierung.

**Tabelle 5: Qualitätsanforderungen für Luftfahrt Daten und -informationen  
(Quelle: EU NR. 73/2010).**

### 3.2.3 Gap-Analyse

#### 3.2.3.1 Grundlegende Anforderungen

Das *Publication Order Form* mit den nicht vorhandenen Schnittstellen zum Ein- und Auslesen von Daten erlaubt keinen nahtlosen Betrieb zwischen den beiden Systemen, nämlich (1) dem System des VFR-Flugplatz als Originator und (2) dem System der Abteilung *Static Data Operation* bei der Flugsicherungsorganisation skyguide. Zwar in

elektronischer Form, aber weder genau, noch konsistent noch auf einen genormten Datensatz basierend werden die Flugberatungsinformationen bereitgestellt. Hinweise auf eine Logikarchitektur der Systeme als auch auf Modularität oder Austauschbarkeit von Komponenten zwischen den beiden betrachteten Systemen konnten in der Bestandsanalyse nicht ausfindig gemacht werden.

Hinsichtlich der Betriebskonzepte kann keine klare Aussage getroffen werden, da eine Verbesserung der Qualität und Effizienz, Sicherheit und Kapazität immer nur im Vergleich zu einem anderen Zustand festgestellt werden kann.

### 3.2.3.2 Qualitätsanforderungen

Nun folgt die Gegenüberstellung der heutigen Situation im SDO-Prozess mit den Anforderungen der ADQ-IR (EU NR. 73/2010). Das Ergebnis ist eine Aussage darüber, inwieweit der SDO-Prozess diese Anforderungen erfüllt.

Für das leichtere Lesen der Tabelle 6 wird der Querverweis zur Tabelle 5 empfohlen.

<b>I. Datensatzspezifikation</b>	
⊗	Die Daten des Originators werden im Publikationsantrag ( <i>Publication Order Form</i> ) nicht auf der Basis einer standardisierten Datensatzspezifikation bereitgestellt.
<b>II. Datenaustauschformat</b>	
⊗	Keine (standardisierte) Schnittstelle: Daten können aus <i>Publication Order Form</i> weder ein- noch ausgelesen werden.
<b>III. Datenaustausch</b>	
⊗	Datenaustauschformat nicht vorhanden (Generierung).
☺	Inhalt und Format von PDF am Computerbildschirm direkt lesbar. Da Formate der möglichen Anhänge vielfältig sein können, kann Lesbarkeit nicht vorausgesetzt werden (Generierung).
☺	Austausch über direkte elektronische Verbindung, sprich Email (Generierung).
<b>IV. Datenqualitätsanforderungen</b>	
⊗	Datenqualitätsanforderungen (Genauigkeit etc.) pro Dateneinheit anzugeben, ist nicht im <i>Publication Order Form</i> vorgesehen (Generierung).
⊗	Bzgl. Generierung ist ein standardisierter Prozess durch Verwendung des <i>Publication Order Form</i> teilweise vorhanden, doch keine standardisierte Form der Emailanhänge. Datenqualitätsanforderungen werden aufgrund fehlender Eingabefelder nicht erfüllt.
⊗	Auch bei n-Datennutzungen: Datenqualitätsanforderungen werden aufgrund fehlender Eingabefelder grundsätzlich nicht erfüllt (Generierung).
<b>V. Nachweisforderungen</b>	
⊗	Da das <i>Publication Order Form</i> Angaben zu die Datenqualitätsmerkmalen nicht mitliefert, können keine Aussagen darüber getroffen werden, ob die Datenqualitätsanforderungen erfüllt worden sind.
⊗	Wieder verlangt das <i>Publication Order Form</i> zwingend keine Belege zu Datenursprung und Veränderungen pro Dateneinheit.

⊖	Prozessdefinition zur Generierung ist dem kritischen Integritätsgrad bspw. nicht angemessen. Bei diesem Integritätsgrad ist das höchste Mass an Zuversicht verlangt, dass ein Datenelement während des Speicherns oder Übermittels nicht beschädigt wurde. Das manuelle Ausfüllen als auch das manuelle Auslesen des <i>Publication Order Form</i> von Dateneinheiten geht mit einer hohen Fehleranfälligkeit einher.
⊖	Es kann keine Aussage getroffen werden, da keine automatisierten Prüf- und Verifizierungsprozesse im Arbeitsablauf des Koordinators oder der Produktionseinheiten dokumentiert.
⊖	Aufgrund der ISO9001-Zertifizierung des AIM sind Nachweisforderungen für manuelle und halbautomatische Prozesse (ausgebildetes, qualifiziertes Personal; Rollen und Zuständigkeiten; Dokumentation im Qualitätssystem) selbstverständlich.
<b>VI. Formale Regelungen</b>	
⊖	Zwischen der Flugsicherungsorganisation skyguide und den Originators (z.B. VFR-Flugplatzverantwortliche) existieren keine formalen Regelungen, welche in Kraft sind.
<b>VII. Datengenerierung</b>	
⊖	In den Prozessunterlagen (vgl. Kapitel 3.2.1.4, C4PD0200E und C4WI0001E, 2011) werden keine Kriterien definiert, welche Anforderungen für Vermessungsdaten für die Akzeptanz eines Publikationsantrages stellen (Generierung).
<b>VIII. Allgemein zur Datenqualität</b>	
⊖	Für den Prozessabschnitt „Generierung – Koordination“ ist nicht der Fall, dass Daten in angemessener Datenqualität dem vorgesehenen nächsten Nutzern ( <i>next intended User</i> ) geliefert werden. Es existieren keine formalen Regelungen, welche den Originator über die geforderte Datenqualität informiert noch ihn bindet, Daten in angemessener Datenqualität dem vorgesehenen nächsten Nutzern (skyguide, AIM SDO) zu liefern.
<b>IX. Anweisungen</b>	
⊖	Aufgrund des produktzentrierten Aufbaus des <i>Publication Order Form</i> können keine klaren Anweisungen bzgl. der Generierung, Änderung oder Löschung von Daten in <i>Publication Order Form</i> platziert werden. Bspw. muss der Originator für jedes Produkt den alten und neuen Publikationstext hier ablegen, obwohl dabei immer wieder die gleiche Date betroffen ist.
⊖	Weder werden Daten als solche im <i>Publication Order Form</i> beschrieben, noch wird das Format des Datengenerierungsberichts genannt. Einzig ist die Rückbestätigung des Koordinators über den Empfang des <i>Publication Order Form</i> umgesetzt (C4WI0001E, 2011).
<b>X. Datenprozessanforderungen</b>	
⊖	Der Automatisierungsgrad im <i>Upstream</i> des SDO-Prozesses geht nahe gegen Null, da aus dem <i>Publication Order Form</i> weder Daten ein- noch ausgelesen werden können. Folglich ist dieser geringe Automatisierungsumfang nicht dem Kontext, insbesondere für kritische und wesentliche Daten angemessen usw.
⊕	Bzgl. der manuellen Dateneingabe findet in allen drei Produktionseinheiten ein <i>Approving</i> statt und damit ist die unabhängige Prüfung zur Fehleridentifizierung hier erfüllt.

**Tabelle 6: Zusammenfassung der Gaps zwischen Bestand und Anforderungen.**

Zusammengefasst erfüllt der heutige SDO-Prozess die Anforderungen gemäss ADQ-IR (EU NR. 73/2010) nicht bzw. beinahe nicht. Die Ursache ist besonders zu Beginn der aeronautischen Datenkette zu suchen: das *Publication Order Form* verfügt weder über eine standardisierte Datensatzspezifikation noch unterstützt es einen standardisierten Datenaustausch oder werden Datenqualitätsmerkmale erfordert. Sämtliche nachfolgenden Anforderungen können aufgrund dieser Tatsache nicht erfüllt werden. Dass rechtliche Verbindlichkeiten zwischen den Prozessbeteiligten Originator und skyguide, AIM SDO fehlen, erlaubt erst das Dasein des heutigen Prozesses in dieser

Form. Abschliessend kann gesagt werden, dass diese Defizite (*Gaps*) erst überwunden werden können, wenn die Datenabgabe schon zu Beginn des Prozesses neu konzipiert wird.

### **3.3 Werkzeuge**

#### **3.3.1 Geodateninfrastrukturen – GDI**

Wenn Geodaten über interoperable Geodienste mittels standardisierter Schnittstellen bereitgestellt werden, redet man gemäss den INSPIRE<sup>9</sup>-Richtlinien von einer Geodateninfrastruktur. Diese Schnittstellen ermöglichen dabei den einheitlichen Zugriff auf die Geodienste und stellen die Daten über einheitliche Datentransferformate bereit. Interoperabilität auf semantischer Ebene wird dabei über einheitliche Datenmodelle realisiert (SCHILCHER et al., 2009).

BERNARD et al. (2005) beschreibt eine GDI wie folgt: *„Eine GDI besteht aus einem Kommunikationsnetz, Geodaten sowie Kommunikationstechniken und Anwendungen, die diese Daten effizient zu Information verarbeiten. Eine GDI ist somit Voraussetzung für die Gewinnung, Auswertung und Anwendung von Geoinformationen (...). Der Einsatz internetbasierter Dienste ermöglicht es, Geodatenbestände aus verteilten Quellen den Nutzern innerhalb von Sekunden bereitzustellen“.*

Gemäss BILL (2010) sind in einer Geodateninfrastruktur die Geodaten die Grundlage, um welche Dienste angereicht werden. Die sog. Geodienste wirken als Schnittstelle zu den Geodaten. Sie bieten Funktionen zur Suche, Bearbeitung, Analyse und Visualisierung. Weiters sind Metadaten zu den Geodaten verfügbar, welche Grundvoraussetzung sind die Geodaten zu finden.

#### **3.3.2 Geografische Informationsdienste – Geodienste**

Geografische Informationsdienste wurden im vorangegangenen Kapitel mit Geodienste abgekürzt. Sie sind ein essentieller Bestandteil einer GDI. Die Norm *„ISO19119 –*

---

<sup>9</sup> Die INSPIRE-Richtlinien in Kombination mit deren Durchführungsbestimmungen der Europäischen Union hat den Aufbau einer europaweiten Geodateninfrastruktur namens INSPIRE zum Ziel (vgl. BILL, 2010).

*Geographic Information – Services*<sup>10</sup> (2001) dient als Rahmenwerk für Entwickler Software zu kreieren, um Anwendern den Zugang zu verschiedensten Geodaten und deren Verarbeitung innerhalb einer offenen Informationstechnologieumgebung (*Information Technology Environment*) zu ermöglichen. Die darin spezifizierte Architektur verfolgt diese Absichten (PERCIVALL, 2002):

- koordinierte Dienste-Entwicklung,
- interoperable Dienste mittels Schnittstellenstandardisierung ermöglichen,
- Erstellung eines Dienste-Kataloges mittels Dienst-Metadaten,
- Trennung zwischen Daten- und Dienstanstanzten,
- Definition eines abstrakten Rahmenwerks.

Dass Dienste überhaupt sinnvoll hintereinander gereiht werden können, setzt eine Systematisierung der Dienste voraus. Die folgende Kategorisierung für Dienste wird in der Norm ISO19119 (2001) beschrieben (nach PERCIVALL, 2002):

- *Human Interaction Services*: Dienste zur Verwaltung der Benutzerschnittstellen, Grafiken, Multimedia, Präsentationen und Dokumenten.
- *Model/ Information Management Services*: Dienste zur Verwaltung von Metadaten, konzeptionellen Schemata und Datensätzen.
- *Workflow/ Task Services*: Dienste zur Unterstützung spezifischer Aufgaben ausgeführt durch Menschen.
- *Processing Services*: Dienste zur grossmassstäbigen Berechnung von Daten; z.B. Koordinatentransformation.
- *Communication Services*: Dienste zur Kodierung von Übertragung (*Transfer*) von Daten über das Kommunikationsnetzwerk.
- *System Management Services*: Dienste zur Verwaltung der Systemkomponenten, Anwendungen, Netzwerke, Benutzerkonten und -rechte.

Definierte Dienstunterklassen sind Beispiele für geografische Dienste im Sinne der o.g. Kategorisierung. Dabei müssen sie nicht von einem System implementiert werden, doch wenn ein System einen Dienst namentlich implementiert, muss die definierte

---

<sup>10</sup> ISO19119 ist identisch mit „*OGC – Abstract Specification Topic 12*“ (OGC, 2001).

Kategorisierung befolgt werden. Ein Beispiel für einen *Geographic Human Interaction Service* ist der *Geographic Viewer*: „*Client service that allows a user to view one or more feature collections or coverages. This viewer allows a user to interact with map data, e.g., displaying, overlaying and querying.*“ (ISO19119, 2001). Folglich darf ein *Geographic Viewer* nicht *Geographic Processing Services* zugeordnet werden.

Für eine umfassende Liste zur geografischen Dienste-Kategorisierung soll auf den ISO-Standard ISO19119 (2001) verwiesen werden.

### **3.3.3 Aeronautical Information Exchange Model – AIXM**

Datenmodellierung und Datentransfer sind technische Aspekte innerhalb der Realisierung der Interoperabilität (vgl. STAUB, 2009). Die aeronautischen *Features* sind in der aviatischen Domain im AICM modelliert. Das entsprechende AIXM stellt die Austauschspezifikation für den Datentransfer (strukturierte Datenabgabe) zur Verfügung. AIXM verwendet die *Geographic Markup Language* (GML, Version 3.2) zur Kodierung geografischer Informationen (OGC, 2011). GML ist eine XML-Anwendung, welche eine Standardisierung zur Repräsentation geografischer Informationen bereitstellt (BURGGRAF, 2006).

AIXM ist eine Spezifikation zur Kodierung und Verteilung aeronautischer Informationen in einem digitalen Format, welches durch die nationalen AIS (siehe Kapitel 2.2.4) gemäss internationalen (ICAO-) Konventionen zur Verfügung gestellt werden muss (EUROCONTROL, 2011g). Die ICAO-Mitgliedsstaaten müssen die notwendigen Daten für die sichere, regulierte, effiziente internationale Luftfahrtnavigation zur Verfügung stellen (ICAO-ANHANG 15, 2010). Des Weiteren berücksichtigt die AIXM-Spezifikation existierende Industriestandards wie ARINC 424<sup>11</sup> und die ständig neu entstehende Datenbedürfnisse (EUROCONTROL, 2011e). Ab Version 5.1 verfügt AIXM auch über ein ausgeweitetes Temporalitätsmodell, wobei Datenmerkmale mit einer zeitlichen Gültigkeit ausgestattet werden.

---

<sup>11</sup> ARINC 424 ist ein internationales, standardisiertes Dateiformat für die Verarbeitung und Übermittlung von Flugzeugnavigationsdaten zur Weiterverwendung in die Navigationsdatenbank im Flugzeug selbst (AERONAUTICAL RADIO, 2005).

### 3.3.4 Unified Modeling Language – UML

Die *Unified Modelling Language* ist eine standardisierte, offene und objektorientierte Modellierungssprache. Mit Hilfe dieser Sprache können Funktionalität, Strukturen, Abläufe und Interaktionen auf eine grafische Weise modelliert werden (BILL, 2010). In dieser Arbeit wird von der *UML Version 2* Gebrauch gemacht, welches insgesamt 13 Diagrammarten kennt. Nachfolgend werden die in dieser Arbeit zur Anwendung kommenden zwei Diagrammtypen vorgestellt.

#### 3.3.4.1 Use-Case-Diagramm

Mittels des *Use-Case*-Diagramm verschafft man sich einen Überblick über die wesentlichen Anforderungen in einem System. Es zeigt wichtige Funktionen und deren Beziehungen zueinander. Diese Bausteine sind wesentlich für das *Use-Case*-Diagramm (BILL, 2010; HIGHSCORE, 2010):

- das System (Rechteck),
- die Akteure bzw. Anwender (abstraktes Männlein)
- die Funktionen (Ellipsen; Ellipse ist ein Anwendungsfall resp. *Use Case*.),
- die Assoziationen bzw. Zusammenhänge (Verbindungslinien) zwischen Akteur und Anwendungsfall oder zwischen Anwendungsfällen (gestrichelt).

In diesem Diagrammtyp werden nicht alle, sondern nur die wichtigsten Funktionen bzw. Anwendungsfälle dargestellt; es gilt sich einen Überblick über das System zu verschaffen.

#### 3.3.4.2 Aktivitätsdiagramm

Das Aktivitätsdiagramm stellt dar, in welcher Reihenfolge ganz bestimmte Aktionen durchgeführt werden müssen. Die Aktionen bzw. Arbeitsschritte führen letztendlich zu einer Aktivität (HIGHSCORE, 2010). Ziel ist es dabei, die logischen Arbeitsschritte in einem Anwendungsfall (*Use Case*, vgl. Kapitel 3.3.4.1) zu identifizieren. Folgende Details können mittels Aktivitätsdiagramm wie folgt dargestellt werden (BILL, 2010; HIGHSCORE, 2010):

- einzelne Arbeitsschritte bzw. Aktionen (abgerundetes Rechteck),

- wer die Aktion durchführt, sog. Rollen (mittels Bahnen bzw. *Swim Lanes*),
- Reihenfolge der Aktionen (mittels Pfeilen),
- Start- und Endzustand (ausgefüllter Kreis, ausgefüllter Doppelkreis),
- Verzweigungen und Synchronisationen von Aktionen (schwarze Balken).

## 4 Konzept

Interoperabilität ist die Fähigkeit von Informationssystemen zusammenzuarbeiten (STAUB, 2009). Organisatorisch und technisch kann dies mit Hilfe der GDI geschehen. Im Speziellen ermöglichen die Geodienste den Zugriff auf Geodatenbestände. Da die ADQ-IR (EU NR. 73/2010) eine Durchführungsvorschrift der Interoperabilitäts-Verordnung (EG NR. 552/2004) ist, wird dieser interoperable Lösungsansatz (vgl. Kapitel 3.3.1) im vorliegenden Konzept verfolgt, um die Anforderungen an den neuen Prozess umzusetzen.

Das Konzept besteht aus drei Teilen. Im ersten Teil wird der neue Prozess mittels *Use Cases* und Aktivitätsdiagramm vorgestellt und dokumentiert (vgl. Kapitel 3.3.4).

Im zweiten Teil werden die zwei zentralen Komponenten der GDI beschrieben: das sind die Geodatenbestände und die Geodienste. Auf die Verkettung der Geodienste und den Datentransfer wird eingegangen.

Da die Datenabgabe am Anfang des Prozesses steht, wird sich im letzten Teil auf die grafische Benutzeroberfläche (*Graphical User Interface, GUI*) zur Datenabgabe konzentriert. Dieser Teil geht über die Anforderungen der ADQ-IR ((EU NR. 73/2010) hinaus.

### **4.1 Prozess zur strukturierten und automatisierten Datenabgabe**

#### **4.1.1 Prozessbeschreibung**

##### *4.1.1.1 Use-Case-Diagramm*

Der neue *Upstream*-Prozess zur strukturierten und automatisierten Datenabgabe wird nun mittels *Use-Case*-Diagramm vorgestellt; Akteure, Beziehungen und deren Funktionen sind Inhalt.

Nachfolgend wird unter „Daten ändern“ folgendes verstanden: eine *Feature Instance* hinzufügen oder löschen als auch *Feature*-Attribute ändern. Des Weiteren werden nur einfache Standardfälle vorgestellt; Ausnahmen und Rückflüsse sind nicht abgedeckt.

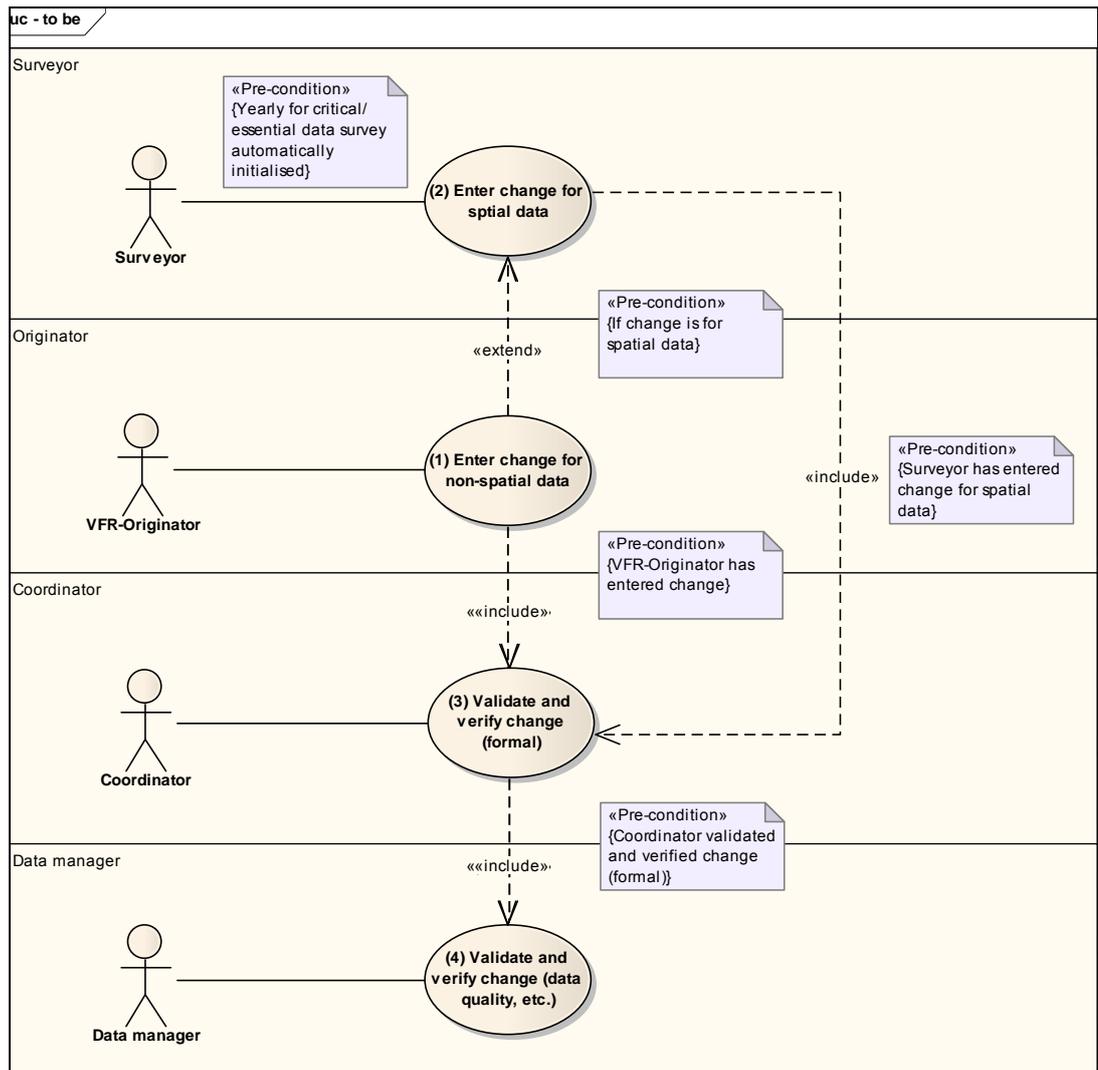


Abbildung 9: Use-Case-Diagramm zum neuen Prozess.

<i>Use-Case-Name</i>	<b>(1) Eingabe der Änderung für nicht-räumliche Daten</b> ( <i>Enter change for non-spatial data</i> )	
Beschreibung	VFR-Originator gibt Änderung für nicht-räumliche VFR-Daten ein.	
Ziel der erfolgreichen Ausführung des <i>Use Cases</i>	Änderung ist für nicht-räumliche VFR-Daten eingegeben.	
Vorbedingung	VFR-Originator ist am System angemeldet und berechtigt, Funktion zur Datenänderung zu starten.	
Nachbedingung	VFR-Originator werden Resultate der Datenänderung angezeigt.	
Hauptablauf	VFR-Originator fordert Funktion zur Datenänderung auf.	System öffnet Dialog zur Datenänderung (z.B. Frequenz).
	VFR-Originator gibt Änderung für ein <i>Feature</i> ein (z.B. Frequenz).	System prüft und validiert Änderung und zeigt Resultate an.
	VFR-Originator akzeptiert Resultate, um sie anschliessend weiterzuleiten.	(a) System lädt Änderung in die Datenbank.
		(b) System initialisiert Weiterleitung der Änderung mittels <i>Notification</i> -Email entweder an Koordinator ( <i>Coordinator</i> ) oder an Vermesser ( <i>Surveyor</i> ). Hier wird der sog. Vermessungsauftrag ( <i>Order Survey</i> ) ausgelöst, sofern Originator Änderung für räumliche Daten nur meldet.
	(c) System setzt Status der Datenänderung auf „geändert durch Originator“.	

Tabelle 7: *Use Case* (1) Eingabe der Änderung für nicht-räumliche Daten.

<i>Use-Case-Name</i>	<b>(2) Eingabe der Änderung für räumliche Daten</b> ( <i>Enter change for spatial data</i> )	
Beschreibung	Vermesser gibt Änderung für VFR-Daten ein.	
Ziel der erfolgreichen Ausführung des <i>Use Cases</i>	Änderung ist für VFR-Daten eingegeben.	
Vorbedingung	(a) Entweder hat VFR-Originator Änderung räumlicher Daten (vgl. <i>Use Case 1</i> ) veranlasst oder definierter Vermessungsrhythmus für Daten mit Integritätsgrad kritisch oder wesentlich hat Änderung ausgelöst. (b) Vermesser hat Vermessungsauftrag unter Anwendung elektronischer Verfahren erfüllt ( <i>Performe Survey</i> ). (c) Vermesser ( <i>Surveyor</i> ) ist am System angemeldet und berechtigt, die Funktion zur Eingabe der Änderung zu starten.	
Nachbedingung	Vermesser werden Resultate der Vermessung angezeigt.	
Hauptablauf	Vermesser fordert Funktion zur Datenänderung auf.	System öffnet Dialog zur Datenänderung (z.B. Flugplatzkoordinate, Pistenschwelle).
	Vermesser lädt Änderung für <i>Feature</i> über Schnittstelle hoch.	System prüft und validiert Änderung und zeigt Resultate an.
	Vermesser akzeptiert Resultate, um sie anschliessend weiterzuleiten.	(a) System lädt Datenänderung in die Datenbank.
		(b) System initialisiert Weiterleitung der Datenänderung mittels <i>Notification</i> -Email an Koordinator ( <i>Coordinator</i> ).
	(c) System setzt Status der Datenänderung auf „geändert durch Vermesser“.	

Tabelle 8: *Use Case* (2) Eingabe der Änderung für räumliche Daten.

<i>Use-Case-Name</i>	<b>(3) Prüfen und Verifizieren der Änderung gemäss Formalen Regelungen</b> <i>(Validate and verify change according to formal arrangements)</i>	
Beschreibung	Koordinator ( <i>Coordinator</i> ) validiert und prüft, ob VFR-Originator Änderung im Einklang mit Formalen Regelungen ( <i>Formal Arrangements</i> ) ausgelöst hat.	
Ziel der erfolgreichen Ausführung des <i>Use Cases</i>	Änderung steht im Einklang mit Formalen Regelungen.	
Vorbedingung	Koordinator ist am System angemeldet und berechtigt, die Funktion zur Validierung und Prüfung der Datenänderung zu starten.	
Nachbedingung	Koordinator werden Resultate der Validierung und Prüfung angezeigt.	
Hauptablauf	Koordinator fordert Funktion zur Validierung und Prüfung einer Datenänderung auf.	System öffnet Dialog zur Validierung und Prüfung.
	Koordinator wählt eine Datenänderung ausgelöst durch einen VFR-Originator aus.	System lädt Datenänderung ausgelöst durch den VFR-Originator und Formale Regelungen mit VFR-Originator.
	Koordinator wählt Optionen zur Validierung und Prüfung der Änderung aus.	System zeigt Resultate der Validierung und Prüfung in Rapport an; Diskrepanzen bspw. zwischen Änderung und Formalen Regelungen werden speziell markiert (z.B. ob Zeitpunkt der Änderung zeitgerecht ist).
	Koordinator studiert und genehmigt Änderung.	(a) System initialisiert Weiterleitung der Änderung mittels <i>Notification</i> -Email an Datenmanager ( <i>Data Manager</i> ). (b) System setzt Status der Datenänderung auf „genehmigt durch Koordinator“.

Tabelle 9: *Use Case* (3) Prüfen und Verifizieren der Änderung (formal).

<i>Use-Case-Name</i>	<b>(4) Prüfen und Verifizieren der Änderung hinsichtlich Datenqualität</b> ( <i>Validate and verify change according to data quality</i> )	
Beschreibung	Datenmanager ( <i>Data manager</i> ) validiert und prüft Änderung des <i>Feature</i> ; das Erfüllen der Datenqualitätsanforderung (z.B. Datenumfang, Doppeldeutigkeiten, Metadaten, etc.) steht im Zentrum.	
Ziel der erfolgreichen Ausführung des <i>Use Cases</i>	Erfüllen der Datenqualitätsanforderung.	
Vorbedingung	Datenmanager ist am System angemeldet und berechtigt, die Funktion zur Prüfung und Verifizierung einer Datenänderung zu starten.	
Nachbedingung	Datenmanager werden Resultate der Prüfung und Verifizierung einer Datenänderung angezeigt.	
Hauptablauf	Datenmanager fordert Funktion zur Prüfung und Verifizierung einer Datenänderung auf.	System öffnet Dialog zur Prüfung und Verifizierung
	Datenmanager wählt eine Datenänderung aus.	System lädt Datenänderung.
	Datenmanager wählt Optionen zur Prüfung und Verifizierung der Datenänderung aus (z.B. Datenqualität, Datenumfang, Doppeldeutigkeiten, Metadaten, etc.).	System zeigt Resultat der Prüfung und Verifizierung in Rapport an; Diskrepanzen hinsichtlich geforderter und gelieferter Datenqualität, -umfang, etc. werden speziell markiert.
	Datenmanager studiert Resultat und genehmigt Datenänderung.	System setzt Status der Datenänderung auf „genehmigt durch Datenmanager“ ( <i>lock data</i> ).

Tabelle 10: *Use Case* (4) Prüfen und Verifizieren der Änderung (Datenqualität).

#### 4.1.1.2 Aktivitätsdiagramm

Das *Use-Case*-Diagramm und die resultierenden vier *Use Cases* stellen die Hauptfunktionen des neuen *Upstream*-Prozesses dar. Im Aktivitätsdiagramm werden nun die resultierenden Arbeitsschritte und deren strikte Reihenfolge abgebildet.

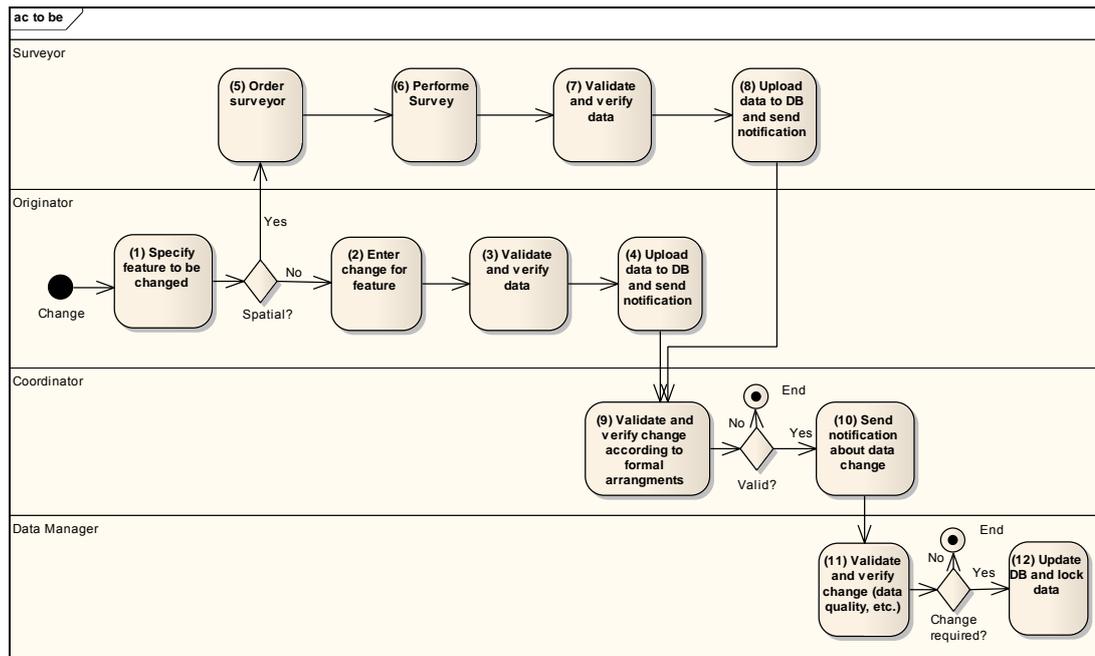


Abbildung 10: Aktivitätsdiagramm für den neuen Prozess der VFR-Datenabgabe.

Aktion, Entscheidung	Beschreibung
(1)	Bevor der VFR-Originator Daten ändern darf, müssen zu ändernde <i>Feature Type</i> und Attribute ausgewählt werden. Einzig die Verantwortung zu melden, dass sich das <i>Feature</i> ändert, liegt beim Flugplatz
◇ Spatial?	Sofern das selektierte Attribut räumlich ist, wird ein Vermessungsauftrag an einen akkreditierten Vermesser gestartet (5). Bei Daten ohne Raumbezug darf der VFR-Originator weiterfahren (2).
(2)	Daten ohne Raumbezug (z.B. neue <i>Feature</i> , geänderte Attribute) darf der VFR-Originator direkt eingeben.
(3)	Der VFR-Originator prüft und verifiziert die geänderten Daten mittels standardisierter und automatisierter Verfahren.
(4), (8)	Anschließend werden die geänderten Daten in die Datenbank geladen und eine Benachrichtigung ( <i>Notification</i> ) an den Koordinator gesendet.
(5)	Es wird ein Vermessungsauftrag durch den VFR-Originator oder durch definierten Vermessungsrhythmus für kritische und wesentliche Daten an einen akkreditierten Vermesser ausgelöst.
(6)	Der akkreditierte Vermesser vermisst <i>Features</i> .
(7)	Der Vermesser prüft und verifiziert die geänderten Daten mittels standardisierter und automatisierter Verfahren.
(9)	Der Koordinator erhält eine <i>Notification</i> mit den Inhalten der Datenänderung und wer diese ausgelöst hat. Über standardisierte und automatisierte Verfahren klärt er ab, ob die Formalen Regelungen eingehalten sind, z.B. wie „ist dieser Flugplatz autorisiert?“
◇ Valid?	Falls Datenänderung gemäss den Formalen Regelungen berechtigt, wird im Prozess weitergefahren (11); andernfalls wird die Änderung abgebrochen, zurückgesetzt und der Prozess beendet.
(10)	Anschließend wird eine Benachrichtigung ( <i>Notification</i> ) an den Datenmanager gesendet.
(11)	Der Datenmanager erhält eine <i>Notification</i> mit Inhalten der Datenänderung. Dieser prüft

	und verifiziert die Datenänderung hinsichtlich den Datenqualitätsanforderungen mittels standardisierter und automatisierter Verfahren (z.B. Algorithmen, Pauschalitätstests, etc.); insb. wird der den Raumbezug zwischen geänderten und bestehenden <i>Features</i> geprüft, um Doppeldeutigkeiten zu eliminieren.
◇ Change required?	Falls die Änderung geprüft und verifiziert sind, wird im Prozess weitergefahren (12); andernfalls wird die Änderung abgebrochen, zurückgesetzt und der Prozess beendet.
(12)	Der Datenmanager aktualisiert die Datenbank mit den geänderten Daten indem ein neuer Gültigkeitszeitraum festgesetzt wird. Die Daten stehen nun für die operationellen Weiterverwendung zur Verfügung ( <i>lock data</i> ).

Tabelle 11: Beschreibungen der Aktionen im neuen Prozess.

#### 4.1.2 Raumbezug vs. Integritätsgrad

In der Anforderungsanalyse findet immer wieder eine Datenkategorisierung basierend auf dem Integritätsgrad (kritisch, wesentlich und *routine*) statt (vgl. Kapitel 3.2.2.2: Datenprozessanforderungen). Bspw. soll der Automatisierungsumfang sich an diesem orientieren. Im neuen Prozess wird ein anderer Ansatz gewählt: der Raumbezug steht im Vordergrund der Kategorisierung. So werden zu ändernde Daten hinsichtlich der geografischen Komponente analysiert. Fragestellungen wie „Möchte der *Originator* die Koordinaten einer *Feature Instance* ändern?“ spielen zukünftig die wesentliche Rolle (vgl. Aktion [1] in Abbildung 10).

Begründet wird dieser Ansatz mit dem Umstand, dass der VFR-Originator kein Experte im Geodatenmanagement ist (vgl. Kapitel 3.2.1.2). Diese Expertenaufgabe während der Datengenerierung soll von Anfang an durch akkreditierte Vermesser übernommen werden, um die Anforderung an die Datengenerierung zu erfüllen (vgl. Kapitel 3.2.2.2: Datengenerierung).

Die Analyse der *Aeronautical Data Quality Requirements* des ICAO-ANHANG 15 APPENDIX 7 (2010) ergab, dass kritische und wesentliche *Feature Types* immer einen Raumbezug haben; zukünftig werden auch die *routine Feature Types* mit Raumbezug in die Kategorisierung aufgenommen. Folglich liegt künftig der Fokus auf dem Raumbezug und sekundär auf dem Integritätsgrad.

Auf den in *Use Case* (2) genannten Vermessungsrhythmus für kritische und wesentliche Daten hat die Kategorisierung keine Auswirkung (vgl. Kapitel 4.1.1.1). Da diese kritischen und wesentlichen Daten ohnehin räumlicher Natur sind, wird der definierte Vermessungsrhythmus auf jeden Fall ausgelöst. Folglich entfallen räumliche *routine* Daten nicht in diesen Vermessungsrhythmus.

### 4.1.3 Definition der Datenqualitätsanforderungen für VFR

Mit Hilfe des oben beschriebenen Prozesses sollen Datenqualitätsanforderungen theoretisch erfüllt werden. Die Datenqualitätsanforderungen gilt es nun zu definieren. In dem Dokument EUROCAE ED-76 (1998) heisst es, dass die Verantwortung beim Datenendnutzer liegt, diese zu definieren. Die Datenendnutzung ist jedoch Teil des *Downstream*-Prozesses; dort müssen die Datenqualitätsanforderungen definiert werden. Folglich ist dies nicht mehr Teil dieser Arbeit.

Doch soll erwähnt werden, dass sich an bekannte Standards wie dem *Aeronautical Data Quality Requirements* des ICAO-ANHANG 15 APPENDIX 7 (2010; vgl. Kapitel 3.2.2.2: Datenqualitätsanforderungen) angelehnt werden kann. Dabei muss beachtet werden, dass der erwähnte Standard den Bedürfnissen der VFR-Navigation evtl. nicht gerecht wird. Dies muss geprüft werden. Die im ICAO-ANHANG 15 APPENDIX 7 (2010) benannten *Feature Types* bedienen die hochpräzisen IFR-Verfahren, da sich der IFR-Pilot auf die Bordinstrumente verlässt und nicht auf den Sichtkontakt (vgl. Kapitel 2.1.1). Die geforderte Qualität ist daher sehr hoch. Die Anforderungen für die gleichen *Feature Types* im VFR-Bereich könnten aber geringer sein.

Eine Konsequenz dieser Feststellung muss eine Erarbeitung der Qualitätsanforderungen für den VFR sein. Die Anforderungen für die relevanten *Feature Types* sind in den Katalog aufzunehmen bzw. zusätzlich zu definieren.

## 4.2 GDI-Komponenten

Zur Abbildung des Geschäftsprozesses und der Realisierung der Interoperabilität wird eine GDI für die VFR-Aviatik aufgebaut. Die technischen GDI-Komponenten sind: Geodaten, deren Metadaten, Geodienste und Netzwerke (vgl. Kapitel 2.4: BILL, 2010). Zentral für dieses Konzept sind die Bausteine Geodaten und Geodienste.

### 4.2.1 Geodatenbestand

Die Geodateninfrastruktur zeichnet sich durch eine dezentrale Datenhaltung aus. Im diesem Sinne werden die Daten dort gehalten, wo sie erhoben werden. Im Prozess (Kapitel 4.1.1) wird dies wie folgt umgesetzt: sofern räumliche Daten geändert werden, soll ein Auftrag an einen akkreditierten Vermesser ausgelöst werden, wobei dieser einen

Geodatenbestand hält (vgl. Aktion [5] in Abbildung 10). Vertraglich kann die Datenhaltung über eine Formale Regelung zwischen jedem VFR-Originator und dem entsprechenden Vermesser organisiert werden. Ein Vermesser kann den Dienst für einen oder mehrere VFR-Originator erbringen. Abhängig von der Anzahl der akkreditierten Vermesser leitet sich die Anzahl der Geodatenbestände ab.

Die nicht-räumlichen Daten – eingepflegt durch den VFR-Originator – werden in einem eigenen Datenbestand pro VFR-Originator abgelegt. Auch hier ist es möglich, dass mehrere VFR-Originator die nicht-räumlichen Daten in einen Datenbestand zusammenfassen.

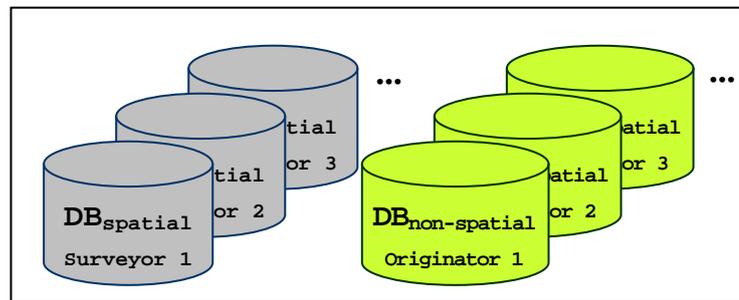


Abbildung 11: (Nicht-) räumliche Geodatenbestände der VFR-Originator im Sinne einer dezentralen Datenhaltung.

### 4.2.2 Geodienste

Über standardisierte, normierte Schnittstellen (*Interfaces*) greifen Geodienste auf die Geodatenbestände zu. Um den beschriebenen Geschäftsprozess (vgl. Kapitel 4.1.1) abzubilden, müssen die benötigten Geodienste erarbeitet werden (vgl. Kapitel 3.3.2). Welche Geodienste zum Einsatz kommen, in welche Dienstkategorie sie fallen und welche Aktionen sie erfüllen, wird in der folgenden Tabelle zusammengefasst (vgl. Kapitel 4.1.1.2). Für die Definition der Dienste wird auf die ISO19119 (2001) verwiesen.

Aktion, Entscheidung	Angewendeter Dienst	Dienstkategorie (Service)	Kurzbeschreibung
(1) – (12)	<i>Chain Definition Service</i>	<i>Geographic Workflow/ Task Management Services</i>	Der <i>Chain Definition Service</i> definiert einen Arbeitsablauf und ermöglicht deren Ausführen durch einen zweiten Dienst, den <i>Workflow Enactment Service</i> . Der erste Dienst stellt soz. das Regelwerk auf; der zweite Dienst befolgt das Regelwerk und setzt es um. D.h. die Ablaufkette wird interpretiert und kontrolliert, weitere Dienste befolgen die Sequenz der Aktivitäten.
	<i>Workflow Enactment Service</i>		

Aktion, Entscheidung	Angewendeter Dienst	Dienstkategorie (Service)	Kurzbeschreibung
			Aktion (5): <i>Workflow Enactment Service</i> löst automatisch die Bestellung eines Vermessers aus.
(1) – (12)	<i>Authentication Service</i> <i>Authorisation Service</i>	<i>System Management Services</i>	Diese Dienste verwalten Rechte und Konten der Benutzer wie VFR-Originator, Vermesser, Koordinator und Datenmanager.
(1) – (12)	<i>Catalogue service</i>	<i>Geographic Model/ Information Management Services</i>	Über diesen Dienst können Metadaten der <i>Feature Instances</i> als auch Metadaten über Dienste erstellt und abgerufen werden.
(1)	<i>Geographic Feature Editor</i>	<i>Geographic Human Interaction</i>	Spezifizierung der zu ändernden <i>Feature Instance</i> mit Hilfe des Dienstes. Unterstützt ist dabei, dass über den Dienst der VFR-Originator die Darstellung der (neuen oder geänderten) Objekte modifizieren kann.
◇ Spatial?	<i>Workflow Enactment Service</i>	<i>Geographic Workflow/ Task Management Services</i>	Die notwendigen Daten für diesen Entscheid (dass entweder Aktion [2] oder [5] zutrifft) ist beim <i>Workflow Enactment Service</i> hinterlegt.
(2)	<i>Feature Access Service</i>	<i>Geographic Model/ Information Management Services</i>	Eigentliche Eingabe der Änderung der <i>Feature Instance</i> findet über diesen Dienst statt, welcher die Selektion, Erstellung, Aktualisierung und Löschung übernimmt (ORCHESTRA, 2008).
(3), (7), (9), (11)	<i>Validation and Verification Service</i>  ( <i>Feature Manipulation Service</i> )	<i>Geographic Processing Services – Spatial</i>	Dieser Dienst erstellt, verwaltet und verwendet Algorithmen zur Prüfung und Verifizierung von aeronautischen Daten in Abhängigkeit von Benutzerrechten. Bspw. kann ein Benutzer neue Algorithmen nur für einen definierten Bereich erstellen, verwalten und anwenden. So findet die Prüfung und die Verifizierung auf verschiedenen Benutzerstufen statt. Bspw. könnte der <i>Feature Manipulation Service</i> zur Anwendung kommen, welcher anhand von topologischen Regeln verifiziert, ob <i>Feature Instances</i> topologisch konsistent sind.
(4), (8)	<i>Transfer Service</i>	<i>Geographic Communication Services</i>	Dieser Dienst erlaubt Datenübertragung zwischen zwei verteilten Systemen (z.B. zwischen lokalem System des Originators und der Datenbank) über standardisierte Protokolle; ISO-Standard ISO19118 ( <i>Encoding</i> , 2006) wird angewendet.
(4), (8), (10)	<i>Subscription Service</i>	<i>Geographic Workflow/ task management Services</i>	Die entsprechenden Akteure Koordinator und Datenmanager werden durch den Dienst benachrichtigt, wenn Daten geändert werden ( <i>Notification about Event</i> ).

<b>Aktion, Entscheidung</b>	<b>Angewendeter Dienst</b>	<b>Dienstkategorie (Service)</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>
(4), (8), (12)	<i>Feature Access Service</i>	<i>Geographic Model/ Information Management Services</i>	Der Dienst ermöglicht Daten hochzuladen ( <i>Upload</i> ), um sie letztendlich für operationelle Verwendung in der Luftfahrt freizugeben ( <i>lock data</i> ).
(7), (11)	<i>Coordinate Conversion Service</i>	<i>Geographic Processing Services – Spatial</i>	Dienst ermöglicht die Konversion von einem Koordinatensystem in ein anderes bzw. von einem Referenzsystem in ein anderes.
	<i>Coordinate Transformation Service</i>		

**Tabelle 12: Gegenüberstellung Aktionen – Dienste im Geschäftsprozess.**

Tabelle 13 fasst die zur Anwendung kommenden Dienste im Geschäftsprozess zusammen. Bis auf Aktion (6) (*Perform Survey*) sind sämtliche Aktionen durch Dienste abgedeckt.

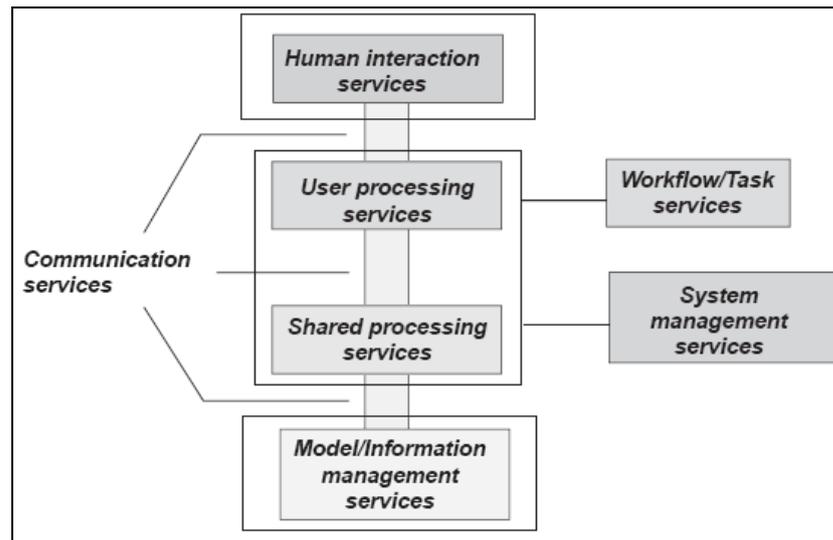
<b>Dienste</b>	<b>Kategorie</b>
1. <i>Chain Definition Service</i> 2. <i>Workflow Enactment Service</i> 3. <i>Subscription Service</i>	<i>Geographic Workflow/ Task Management Services</i>
4. <i>Authentication Service</i> 5. <i>Authorisation Service</i>	<i>System Management Services</i>
6. <i>Transfer Service</i>	<i>Geographic Communication Services</i>
7. <i>Geographic Feature Editor</i>	<i>Geographic Human Interaction Services</i>
8. <i>Validation and Verification Service</i> 9. <i>Coordinate Conversion Service</i> 10. <i>Coordinate Transformation Service</i>	<i>Geographic Processing Services – Spatial</i>
11. <i>Catalogue Service</i> 12. <i>Feature Access Service</i>	<i>Geographic Model/ Information Management Services</i>

**Tabelle 13: Gegenüberstellung Dienste und deren Kategorie.**

Durch diese Dienstorientierung steht einer Modularisierung der Komponenten nichts im Wege (vgl. Kapitel 3.2.2.1).

### 4.2.3 Verkettung der Geodienste (*Chaining*)

Die Geodienste gilt es entsprechend der Logik des Geschäftsprozesses hintereinander zu reihen (*to chain*), sodass der gesamte Prozess sinnvoll unterstützt wird. In Anlehnung an den ISO-Standard ISO19119 (2001) werden die Geodienste in einer logischen Architektur angeordnet.



**Abbildung 12: Logische mehrstufige Dienstarchitektur**  
(Quelle: ISO19119, 2001).

In einer logischen mehrstufigen Dienstarchitektur wird in produktive und unterstützende Dienste unterschieden (vgl. ISO19119, 2001). Wie Abbildung 12 zeigt, sind die produktiven Dienste mittig angeordnet, wobei die datenbanknahen Dienste (*Geographic Model/ Information Management Services*) in der untersten Stufe und die anwendernahen Dienste (*Geographic Human Interaction Services*) in der obersten Stufe angeordnet sind. Dazwischen siedeln sich die Verarbeitungsdienste an (*Geographic Processing Services*). Zu den unterstützenden Diensten zählt die Arbeitsablaufsteuerung (*Geographic Workflow/ Task Management Services*), das Systemmanagement (*System Management Services*) und die Kommunikation (*Geographic Communication Services*). In diesem Sinne werden die in Tabelle 13 aufgezählten Dienste über einander geschichtet und verkettet (angelehnt an HUBER, 2008; ISO19119, 2001).

#### 4.2.4 Datenmodellierung und -transfer

Die Daten werden in AICM modelliert. Für die Datenspeicherung und den -transfer wird das Datentransferformat AIXM eingesetzt. Im Zusammenhang mit dem Übertragungsdienst (Tabelle 13: *Transfer Service*) kommt dies zum Tragen. AIXM kodiert die aeronautischen Informationen (Kapitel 3.3.3); es ist eine GML-Anwendung der Version 3.1 (ISO19136, 2007) verwendet und setzt das Raumschema gemäss ISO19107 (2003) um. Die geforderte Temporalität (Tabelle 5: Datensatzspezifikationen) kann mit der AIXM-Version 5.1 oder höher abgebildet werden.

### 4.3 Grafische Benutzeroberfläche

In diesem Konzept wird ein besonderes Augenmerk auf die Rolle des VFR-Originators gerichtet. Zu Beginn des Prozesses hat mit der Datenabgabe der VFR-Originator essentiellen Einfluss auf die Datenqualität. Der VFR-Originator, primär vertraut mit der Leitung des Flugplatz, ist zudem kein Experte im Geodatenmanagement (vgl. Kapitel 3.2.1.2). Ihm sind die entsprechenden Seiten „zu seinem Flugplatz“ im VFR-Manual (vgl. Abbildung 3) jedoch sehr bekannt; diese aktuell zuhalten heisst für ihn Datenmanagement. Das im Kapitel 3.2.1.1 beschriebene produktzentrierte Denken taucht also auch in diesem Zusammenhang wieder auf.

Dieser Umstand wird nun ausgenutzt. Denn für die Dateneingabe (Abbildung 10: Aktionen [1] bis [4]) wird dem VFR-Originator eine ihm vertraute grafische Benutzeroberfläche (GUI) zur Verfügung gestellt: der Dialog zur Eingabe der Datenänderung spiegelt die publizierten Seiten zum Flugplatz im VFR-Manual eins zu eins wieder. Für die Datenänderung (d.h. Änderung einer *Feature Instances* oder Attribute) werden zum einen die Karten des VFR-Manuals zur Verfügung gestellt. Über grafische Bearbeitungsfunktionen kann eine *Feature Instance* auf der Karte direkt bearbeitet werden. Wo heute *Feature Instances* oder deren Attribute in der Publikation redundant erwähnt sind, findet eine Verlinkung zwischen kartografischer Darstellung und Tabelleneintrag statt. Bspw. trifft dies auf die Pistenlänge zu, welche in der Karte als auch in der tabellarischen Ansicht enthalten ist (vgl. Abbildung 13 mit Abbildung 14: rote Markierungen).

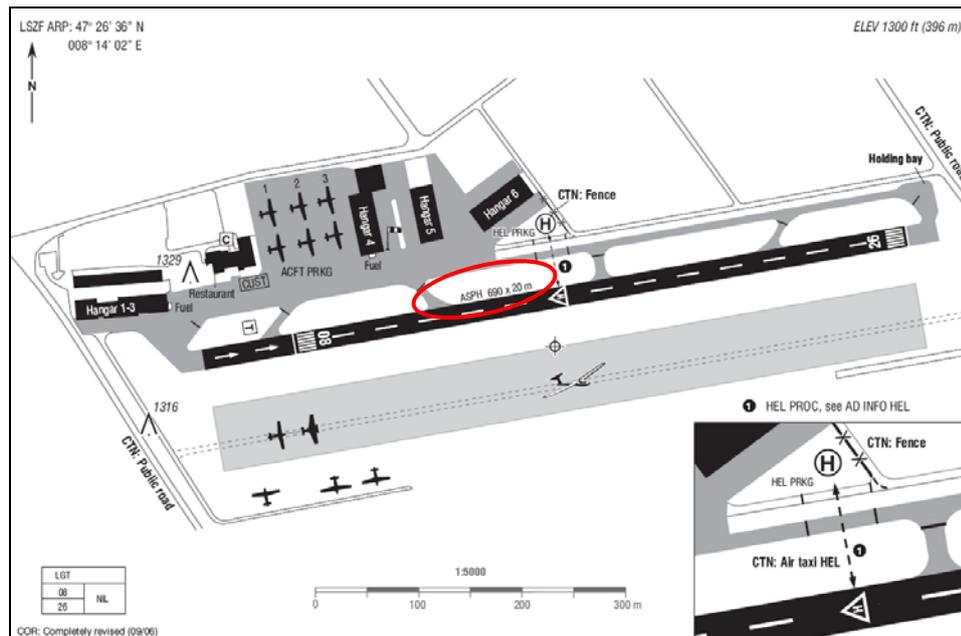


Abbildung 13: Ausschnitt aus VFR-Manual: *Aerodrome Chart* des Flugplatz Birrfeld (Quelle: eAIS Package for skyguide).

RWY BRG TRUE/MAG	m	AVBL LEN LDG	AVBL LEN TKOF	Oberfläche SFC	Tragfähigkeit STRENGTH
081/080 261/260	690 x 20	600 690	690 600	ASPH	PCN 25 F/B/Y/T
081/080 261/260	690 x 20			GRASS	0.25 MPa
VAR (10.5): 1° E		→ VFR AGA 3-0, § 3			→ VFR AGA 3-0, § 2
1	Flugplatz: Öffentlich, Flughafen	1	Aerodrome: Public, Airport		
2	Lage: 7 km SW Baden (AG)	2	Location: 3.8 NM SW Baden (AG)		
3	Flugplatzbezugstemperatur: 24,2° C	3	AD reference temperature: 24,2° C		
4	Betriebszeiten: 0800 LT - 1800 LT	4	OPR hours: 0800 LT - 1800 LT		

Abbildung 14: Ausschnitt VFR-Manual: *Aerodrome Information* zu Birrfeld (Quelle: eAIS Package for skyguide).

Die tabellarischen Bearbeitungsfunktionen werden über Auswahllisten, Auswahlknöpfe, vordefinierte bzw. formatierte Eingabefelder, grafische Hilfsmittel, Schieber und weitere übliche GUI-Elemente (*Widgets*) realisiert. Bspw. kann für die Änderung der Betriebszeiten eine grafische 24-Stunden-Uhr dienlich sein, bei welcher ein Regler den Beginn und ein zweiter Regler das Ende der Zeiten festhält.

Abschliessend soll betont werden, dass das GUI nur zur Dateneingabe dient; eine XML-basierte Ansicht (Baumstruktur im AIXM) wird dem VFR-Originator nicht geliefert. Im

weiteren Prozess soll die datenzentrierte Haltung weiter verfolgt werden. Weiterhin wird die Änderungen räumlicher Daten dem VFR-Originator nur provisorisch mit entsprechendem Vermerk angezeigt; nämlich dass ein Vermessungsauftrag die räumliche Änderung erst vervollständigt und bestätigt. Der Status der Datenänderung kann jederzeit abgefragt werden.

Zusammengefasst nimmt das GUI Rücksicht auf die produktzentrierten Gewohnheiten des VFR-Originators. Dass dieser nur mit dem Produkt VFR-Manual mehrheitlich vertraut ist, wird im GUI Rechnung getragen. Unabhängig davon findet die weitere Datenverarbeitung datenzentriert statt.

## 5 Analyse und Ergebnisse

### 5.1 Grundlegende Ergebnisse

Ergebnisse ergeben sich aus der Erfüllung der Anforderungen des Kapitels 3.2.2. Der nahtlose Betrieb im Flugverkehrsmanagementnetz wird als erstes durch die GDI, im Speziellen durch die Datenbestände und Geodienste garantiert. Der akkreditierte Vermesser speist räumliche Daten nach der Generierung direkt in den Geodatenbestand, sodass elektronische Verfahren zur Datenspeicherung und folglich der nahtlose, interoperable Betrieb garantiert ist (vgl. Kapitel 3.2.3.1: nahtloser Betrieb; Kapitel 3.2.3.2: Datengenerierung). Im Vergleich zum bestehenden Prozess sind die „vorderen“ *Media Breaks* zwischen Vermesser und VFR-Originator bzw. VFR-Originator und der Flugsicherungsorganisation (z.B. Koordinator) beseitigt.

Durch die Kategorisierung, Verschichtung und Verkettung der Dienste ist das Netz kohärent, harmonisiert, und ausbaufähig. Die Grundsätze der Logikarchitektur und der Systemauslegung werden so befolgt. Die entsprechenden Komponenten sind modular und austauschbar. Unter strikter Befolgung der Aktivitäten (Tabelle 11) kann die definierte Datenqualität und ein effizientes Arbeiten garantiert werden, welches zu sicheren Daten bzw. hoher Datenqualität führt. Hinsichtlich der Flugberatungsdienste (AIS) heisst dies folglich auch, dass zeitnah (bzw. aktuell) genaue und konsistente Flugberatungsinformationen (vgl. Kapitel 3.1: Datenqualitätsmerkmale) im *Upstream*-Teil bereitgestellt werden. Elektronisch liegen die Daten im Datenmodell AICM bzw. werden in AIXM gespeichert.

## 5.2 Ergebnisse bzgl. Datenqualitätsmerkmale

Tabellarisch wird nun der neue Prozess hinsichtlich den Qualitätsanforderungen der ADQ-IR (EU NR. 73/2010) gegenübergestellt; d.h. ob und inwieweit das neue Konzept die Anforderungen erfüllt.

Für das leichtere Lesen der Tabelle 14 wird der Querverweis zur Tabelle 5 empfohlen.

<b>I. Datensatzspezifikation</b>	
Im neuen Konzept kommen AICM bzw. AIXM zum Tragen. Daher sind folgende Anforderungen an die Datensatzspezifikation umgesetzt (EUROCONTROL, 2011g):	
☺	Datensatz dokumentiert.
☺	Jedes <i>Feature</i> gemäss Luftfahrthandbuch definiert.
☺	Zulässige Attributwerte sind definiert.
☺	Definition eines Zeitmodells in UTC.
☺	Namenskonventionen sind festgelegt.
☺	Beschreibung geometrischer Elemente basiert auf Raumschema der ISO19107 (2003).
☺	Beschreibung der Metadateninformationen basiert auf ISO19115 (2006) <i>Metadata</i> .
☺	Enthält die definierten Metadatenelemente.
<b>II. Datenaustauschformat</b>	
Im neuen Konzept kommen AICM bzw. AIXM zum Tragen. Daher sind folgende Anforderungen an das Datenaustauschformat umgesetzt (EUROCONTROL, 2011g):	
☺	Basiert auf XML-Spezifikation (ISO19118, 2006).
☺	Darstellung als XML-Schema möglich.
☺	Austausch für <i>Feature</i> als auch <i>Feature Collections</i> .
☺	Austausch grundlegender Informationen nach dauerhaften Änderungen.
☺	Formatstruktur ist im Einklang mit Datensatzspezifikationen; Abbildungsregeln sind dokumentiert.
☺	Konsequente Anwendung enumerierter Listen von Werten und Wertebereichen.
☺	Stimmt mit GML-Spezifikation (ISO19136, 2007) überein.
<b>III. Datenaustausch</b>	
Daten können dem vorgesehenen nächsten Nutzer ( <i>next intended user</i> ) unter folgenden Voraussetzungen bereit gestellt werden:	
☺	Anforderungen an Datenaustauschformat sind erfüllt (vgl. Kapitel 3.1: Format)
☺	Direkte Lesbarkeit von Inhalt und Format am Computerbildschirm möglich.
☺	Austausch erfolgt zwar im neuen Prozess über direkte elektronische Verbindung, doch ist ein eigentlicher Austausch nicht vorgesehen, da die Daten nur einmalig gehalten werden sollen. Doch werden die Daten über das Datentransferformat AIXM für die Geodienste bereitgestellt.
<b>IV. Datenqualitätsanforderungen</b>	
☺	Wenn bekannt, werden die Datenqualitätsanforderungen (vgl. Kapitel 3.1) hinsichtlich Genauigkeit, Auflösung, Integritätsgrad, Nachvollziehbarkeit und Aktualität für jede räumliche Dateneinheit im neuen Prozess von akkreditierten Vermessern abgedeckt.
☹	Zu nicht-räumlichen Dateneinheiten werden diese Anforderungen weiterhin vom VFR-Originator eingegeben.
☺	Es existiert ein standardisierter Prozess für den <i>Upstream</i> -Teil, um Datenqualitätsanforderungen zu erfüllen.

n/a	Datenqualitätsanforderungen werden im Prozess erbracht, doch sind diese nicht bekannt. Wie es in EUROCAE ED-76 (1998) heisst, liegt die Verantwortung beim Datenendnutzer diese zu definieren (vgl. Kapitel 2.3.5). Da der Datenendnutzer erst im <i>Downstream</i> -Teil des Prozesses zum Zuge kommt, ist die Definition der Datenqualitätsanforderungen im <i>Upstream</i> -Prozess nicht erarbeitet. Somit kann zwischen verschiedenen n-Datennutzungen bzw. n-Datenqualitätsanforderungen noch nicht unterschieden werden.
<b>V. Nachweisforderungen</b>	
☺	Der akkreditierte Vermesser stellt sicher, dass die Datenqualitätsanforderungen (sofern bekannt) bei der Datengenerierung erfüllt werden und im gesamten Prozess bis zur Weitergabe an den vorgesehenen nächsten Nutzer ( <i>next intended user</i> ) eingehalten werden.
☺	Beleg von Datenursprung und Veränderungen pro Dateneinheit über Metadatenelemente (Nachvollziehbarkeit im Kapitel 3.1).
☺	<i>Upstream</i> -Prozessdefinitionen (zur Generierung, Produktion, Speicherung, Übertragung) sind dem Integritätsgrad pro Dateneinheit angemessen. Dies schlägt sich nieder in der differenzierten Abarbeitung räumlicher und nicht-räumlicher Dateneinheiten (vgl. Kapitel 4.1.2) .
☺	Datenprüfprozesse und Verifizierungsprozesse sind dem Integritätsgrad pro Dateneinheit angemessen. Bspw. werden räumliche Dateneinheiten strenger durch den akkreditierten Vermesser geprüft (vgl. Aktion [3] mit Aktion [7] in Tabelle 11).
☹	Dass für halbautomatische Teilprozesse (bspw. Aktion [9] und [11] in Tabelle 11) auch weiterhin ausgebildetes, qualifiziertes Personal mit definierten Rollen und Zuständigkeiten, Dokumentation im Qualitätssystem zur Verfügung steht, ist auch im neuen Prozess vorgesehen, doch ist dies im Konzept nicht abgedeckt.
n/a	Da es sich derzeit nur um ein Konzept ohne technische Implementierung handelt, kann zu den verwendeten Werkzeugen und Softwares keine Aussage gemacht werden.
<b>VI. Formale Regelungen</b>	
☹	Die Einhaltung der Formale Regelungen werden in einem Prüf- und Verifizierungsprozess durch den Koordinator (Aktion [9] in Tabelle 11) vorgenommen. Zum Inhalt dieser Regelungen ist noch keine Aussage im Konzept gemacht worden.
☺	Weiterhin sind im Konzept Formale Regelungen zwischen VFR-Originator und akkreditierten Vermesser vorgesehen, um die Vermessung räumlicher, insb. kritischer und wesentlicher Daten, einschliesslich Vermessungsrhythmus zu regeln.
<b>VII. Datengenerierung</b>	
Als Teil der Akkreditierung sind die Vermesser dazu veranlasst diese Anforderungen während der Datengenerierung räumlicher Dateneinheiten zu erfüllen.	
☺	Vermessung von Funknavigationshilfen basiert auf WGS-84.
☺	Vermessungsdaten beziehen sich auf WGS-84.
☺	Verwendung eines Geoidmodells für vertikale Daten.
☺	Datenpflege während gesamter Lebensdauer einer Dateneinheit
☺	Für kritische oder wesentliche Vermessungsdaten: vollständige Anfangsvermessung, einmal jährlich Kontrollmessung, bei Veränderungen Neuvermessung. Dieser Rhythmus wird als Eigenschaft bei den entsprechenden Daten in der Datenbank abgelegt.
☺	Anwendung elektronische Vermessungsverfahren zur Datenerfassung und -speicherung.
☺	Ausreichende Zusatzmessungen bei kritischen Vermessungsdaten.
☺	Datenvalidierung und -prüfung vor Weiterverwendung.
<b>VIII. Allgemein zur Datenqualität</b>	
☺	Daten können in angemessener Datenqualität dem vorgesehenen nächsten Nutzern ( <i>next intended User</i> ) geliefert werden, sofern die Datenqualitätsanforderungen vom Datenendnutzer definiert sind. Denn die Verantwortung liegt beim Datenendnutzer diese Datenqualitätsanforderungen zu definieren (EUROCAE ED-76 1998; vgl. Kapitel 2.3.5). Da der Datenendnutzer erst im <i>Downstream</i> -Teil des Prozesses zum Zuge kommt, ist die Definition der Datenqualitätsanforderungen im <i>Upstream</i> -Prozess nicht erarbeitet. Die zahlreichen automatisierten, standardisierten Prüf- und Verifizierungsverfahren stellen die Datenqualität sicher.
<b>IX. Anweisungen</b>	

☺	Im Konzept kann gewährleistet werden, dass Generierung, Änderung oder Löschung von Daten nur gemäß Anweisungen erfolgt (vgl. Aktivitäten in Tabelle 11), i.d.R durch den VFR-Originator oder Vermesser werden solche Anweisungen ausgelöst.
☺	Es wird durch die Eingabemaske garantiert, dass die Beschreibung der Daten in den Anweisungen des VFR-Originators oder Vermessers enthalten sind.
☺	Im neuen Prozess ist eine indirekte Rückbestätigung durch den Datenempfänger über die Stati der Daten implementiert. So kann der VFR-Originator auf eigenen Wunsch den Stand der Daten im System über die Eingabemaske abfragen: eine geänderte Dateneinheit wird operationell, wenn es den Status „genehmigt durch Datenmanager“ erfährt.
☺	Mit der Eingabe der Datenänderung wird Datum und Uhrzeit der Datenzustellung, sprich der Eingabe durch den VFR-Originator festgehalten
n/a	Da das Format für des Datengenerierungsbericht eine technische Frage ist, ist dies nicht Teil des Konzepts.
<b>X. Datenprozessanforderungen</b>	
☺	Für räumliche Dateneinheiten ist der Prozess automatisiert:
☺	Erkennen von Fehlern in empfangenen/ eingegebenen Daten geschieht durch die zahlreichen automatisierten, standardisierten Prüf- und Verifizierungsverfahren (vgl. Tabelle 11 Aktionen [3] und [7]) bei der Dateneingabe und bei dem Datenempfang (vgl. Tabelle 11 Aktionen [9] und [11]).
☺	Automatisierungsumfang ist dem Kontext angemessen, indem räumliche, kritische und wesentliche Daten über elektronische Vermessungsverfahren generiert werden. <i>Routine</i> -Daten bzw. nicht-räumliche können auch manuell vom VFR-Originator eingegeben werden.
n/a	Solange Datenqualitätsanforderungen nicht definiert sind, kann ein Vergleich zwischen alt und neu nicht erfolgen. Ob durch die Automatisierung Einsatz und Interaktion zwischen Mensch und Maschine so optimiert worden sind, dass wesentliche Sicherheits- und Qualitätsverbesserung im Prozess erzielt werden, kann folglich nicht überprüft werden.
☺	Dem Einschleichen von Datenfehlern wird durch Prüf- und Verifizierungsverfahren (vgl. Tabelle 11 Aktionen [3], [7], [9], [11]) vorgebeugt.
☺	Die manuelle Dateneingaben durch den VFR-Originator werden unabhängig mit Hilfe von Prüf- und Verifizierungsverfahren zur Fehleridentifizierung geprüft (vgl. Tabelle 11 Aktion [3])

Tabelle 14: Ergebnisse hinsichtlich der Qualitätsanforderungen in EU NR. 73/2010.

### 5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Tabelle 14 soll nun zusammengefasst werden, indem die in Kapitel 1.4 formulierten Fragen beantwortet werden. Die Aufgabe dieser Arbeit besteht darin zu klären, ob eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe für VFR-Flugplätze in der Schweiz möglich ist. Es ist möglich; wie diese Datenabgabe aussieht, ist im Kapitel 4.1.1 ausgeführt. Dabei erbringt ein strikter Prozess die geforderte Datenqualität. Unter Befolgung des standardisierten Prozesses, konkreter Anweisungen und der Prüf- und Verifikationsverfahren kann die Datenqualität erreicht werden. Der Prozess beschränkt sich dabei bewusst auf den *Upstream*-Teil, da die Datenabgabe zu Beginn des Prozesses steht. Dies steht im Einklang mit der Aufgabenstellung, wie der VFR-Originator Daten abgeben kann.

Weiterhin konnte die Frage beantwortet werden, welche Daten in Zukunft nur vom VFR-Originator abgegeben werden sollen. Dies sind nur die nicht-räumlichen Daten,

welche er direkt in den dafür vorgesehenen (nicht-räumlichen) Datenbestand lädt. Hinsichtlich der räumlichen Daten liegt seine Verantwortung nur noch in der „Meldung“, dass sich räumliche Daten geändert werden. Akkreditierte Vermesser generieren anschliessend die räumlichen Daten, welche in den (räumlichen) Geodatenbestand eingespeist werden. Die Anforderungen an die Datengenerierung sind von diesen zu erfüllen.

Da kritische und wesentliche Daten auch räumlicher Natur sind, kann hier auf die Vorteile für die Datenqualitätsmerkmale eingegangen werden: hohe Auflösung und Integritätsgrad der kritischen und wesentlichen Daten werden durch den akkreditierten Vermesser garantiert. Zudem erbringt der Vermesser Nachweisforderungen zur Erfüllung der Datenqualitätsanforderungen (z.B. Nachvollziehbarkeit, Vollständigkeit, etc.). Dass Datengenerierungsprozess, Prüf- und Verifizierungsprozesse dem Integritätsgrad angemessen sind, impliziert die Aufteilung in räumliche und nicht-räumliche Daten (vgl. Kapitel 4.1.2). Parallel dazu werden die nicht-räumlichen Daten mit Hilfe der produktzentrierten Eingabemaske durch den VFR-Originator direkt, ohne Umwege und *Media Breaks* in die Datenbank eingegeben und mittels standardisierter, automatisierter Prozesse geprüft und verifiziert (vgl. Aktionen [3], [7], etc. in Tabelle 11). Dies führt zu einer Verbesserung der Datenqualität (vgl. Kapitel 3.1) gegenüber jener im bestehenden Prozess.

Ein weiteres Resultat des Prozesses ist, dass kein Datenaustausch im Prozess stattfindet, da die Daten jeweils nur einmal gehalten werden, doch über AIXM ist ein standardisierter Zugriff auf die Daten für die Geodienste möglich.

Bei der Dateneingabe wird VFR-Originator entscheidend durch das GUI mit vordefinierten, formatierten Eingabefeldern unterstützt, welches eins zu eins die analog publizierten Produktseiten zum zu ändernden Flugplatz wiedergibt. Die Dateneingabe des VFR-Originators wird gleichzeitig gelenkt und unterstützt.

Zuletzt muss erwähnt werden, dass die Definition der Datenqualitätsanforderungen nicht Teil des *Upstream*-Prozesses ist, da die Verantwortung beim Datenendnutzer im *Downstream*-Teil liegt, diese zu definieren (vgl. EUROCAE ED-76, 1998).

Abschliessend können die Ergebnisse zusammengefasst werden: da der bestehende Prozess schon zu Beginn dem VFR-Originator einen grossen Spielraum lässt (vgl.

*Publication Order Form* im Kapitel 3.2.1.3), findet eine inadäquate Handhabung der Geodaten durch Nicht-Experten statt. Die Automatisierung der Datenabgabe, die Befolgung eines standardisierten Prozesses mit konkreten Anweisungen eliminieren diesen Spielraum. Die Datenverarbeitung im *Upstream*-Prozess ist in der Lage eine definierte Datenqualität zu garantieren. Folglich ist dieser automatisierter, strukturierter und strikter Prozess gegenüber dem bestehenden sinnvoll und gewinnbringend.

## 6 Zusammenfassung, Diskussion, Ausblick

### 6.1 Zusammenfassung

Nachdem erläutert wurde, dass die Zusammenhänge und Hierarchien der aviatischen Organisationen in der grossen und vielfältigen Landschaft nicht immer transparent und eindeutig sind, konnte die Position und Bedeutung der EU-Verordnung ADQ-IR (EU NR. 73/2010) für die digitale Datenkette aeronautischer Daten in Europa herausgearbeitet werden. Es wurde aufgezeigt, warum diese Regeln auf die aviatische VFR-Gruppe ausgeweitet werden sollen. Dies diente der Arbeit letztendlich als Motivation und Grundlage. Als Teil dieser Kontextbeschreibung wurde Interoperabilität im Sinne der Geoinformatik erläutert.

Auf die Theorie, dass die Automatisierung und Strukturierung aeronautischer Daten, im Speziellen die Datenabgabe zur Verbesserung der Datenqualität auch bei solchen Daten mit ausschliesslicher Verwendung in der VFR-Fliegerei führt, folgen die Methoden der Bestands-, Anforderungs- und *Gap*-Analyse. Die Defizite dienen der Arbeit als Grundlage für die anstehende Aufgabenlösung. Entwicklungen hinsichtlich interoperabler Systemarchitekturen dienen als Werkzeuge zur Aufgabenlösung.

Anschliessend konnte auf Basis der Analysen die Konzeption eines neuen Prozesses zur automatisierten und strukturierten Datenabgabe erfolgen, welcher das Ziel hat, die geforderten Datenqualitätsmerkmale zu erbringen. Schwerpunkte des neuen Prozesses sind:

- Vordefinierte strikte Arbeitsschritte und Reihenfolge im Prozess;
- Raumbezug der zu ändernden Daten bestimmt Datengenerierung;
- Geodateninfrastruktur mit den Komponenten Datenbestand und Geodienste;
- Konkrete Dateneingabe durch den VFR-Originator unterstützt durch eine produktorientierte Eingabemaske (GUI).

Im Ergebnis liegt ein Prozesskonzept für den *Upstream*-Teil vor, in welchem eine höhere Datenqualität für VFR-Daten gegenüber dem bestehenden Prozess erbracht werden kann. Die automatisierte und strukturierte Datenabgabe für VFR-Flugplätze in der Schweiz ist möglich. Zukünftig muss der VFR-Originator nur noch VFR-operationelle

Daten ohne Raumbezug direkt über eine produktzentrierte Maske in die nicht-räumliche Datenbank eingeben. Räumliche Daten werden von akkreditierten Vermessern unter Beachtung der Datengenerierungsanforderungen direkt in die Geodatenbank elektronisch eingespeist. Die Datenkategorisierung, die dezentrale Datenhaltung nahe der Generierung als auch zusätzliche Nachweisforderungen, Prüf- und Verifizierungsprozesse wirken sich vorteilhaft auf die Datenqualitätsmerkmale aus und garantieren letztendlich eine definierte Qualität. Doch fehlt die Definition der Datenqualitätsanforderungen innerhalb des neu konzipierten *Upstream*-Prozesses, da die Verantwortung dafür beim Datenendnutzer liegt. Die Datenendnutzung kann erst innerhalb des *Downstream*-Prozesses abgedeckt werden.

## **6.2 Diskussion**

In dieser Arbeit ist die Aufgabe, worin eine automatisierte und strukturierte Datenabgabe durch die VFR-Flugplätze bestehen soll, gelöst. Welche Daten vom VFR-Originator abzugeben und wie diese zu strukturieren sind, ist beantwortet, indem ein Prozess konzipiert wurde. Nun sollen Konsequenzen aus den Ergebnissen diskutiert werden.

In der Bestandsanalyse, im Speziellen im Kapitel 3.2.1.2 wurde eine Annahme getroffen: der Regulator, die LIFS verändert keine Daten oder Informationen des Publikationsantrags weder durch Datenübermittlung (*Transmission*) noch -verarbeitung (*Preparation*). Falls die Annahme nicht zutrifft, dass LIFS keine Daten und Informationen ändert, gelten folglich die in der Anforderungsanalyse herausgearbeiteten Anforderungen auch für den Regulator, das BAZL, der LIFS. Sämtliche Anforderung an Daten, Prozesse und Systemkomponenten sind somit auch von der LIFS zu erfüllen, wenn eine definierte Datenqualität erreicht werden soll.

In der Anforderungsanalyse wurde sich auf die ADQ-IR (EU NR. 73/2010) für die Erarbeitung der Anforderungen beschränkt. Somit erheben die vorgestellten Anforderungen im Kapitel 3.2.2 keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere Datenqualitätsanforderungen bspw. ausserhalb der Aviatik würden neue, evtl. allgemeingültige Erkenntnisse liefern.

Auch müssen die Menschen, auf Neudeutsch die *Human Factors* in jede Prozessänderung mit einbezogen werden. Die involvierten Akteure (siehe Kapitel 4.1.1)

müssen strikte Prozessregeln befolgen. Während einer Prozessimplementierung gilt es die Mitarbeiter „mit ins Boot zu nehmen“; sie müssen die Notwendigkeit der Befolgung verstehen. Die *Human Factors* ist in der Arbeit nicht diskutiert worden.

### **6.3 Ausblick**

Es können Datenqualitätsanforderungen theoretisch im Prozess erbracht werden, doch sind diese nicht bekannt. Wie es in EUROCAE ED-76 (1998) heisst, liegt die Verantwortung beim Datenendnutzer diese zu definieren (vgl. Kapitel 2.3.5). Da der Datenendnutzer erst Teil des *Downstream*-Prozesses ist, gilt es diese zukünftig noch zu erarbeiten. D.h. es muss der *Downstream*-Prozess konzipiert werden, um die Datenqualitätsanforderungen für die VFR-Datennutzung zu definieren.

Weiterhin sind Meta-Anforderungen der ADQ-IR (EU NR. 73/2010) wie die Inhalte zu den Nachweisforderungen, Formalen Regelungen, Prozessdokumentationen über ausgebildetes, qualifiziertes Personal mit definierten Rollen und Zuständigkeiten, und Qualitätssystem erwähnt, aber nicht weiter ausgearbeitet worden. Dies muss des Weiteren noch geschehen.

Zudem gilt es die viel zitierten automatisierten, standardisierten Prüf- und Verifizierungsverfahren zu erarbeiten. Die damit zusammenhängenden Aktionen müssen auf die verschiedenen Rollen und Zuständigkeiten zugeschnitten werden. Die Verfahren müssen es erlauben einen anderen Blickwinkel auf die Daten zu werfen. Bspw. werden die Verfahren des Koordinators eher einen Fokus auf die Einhaltung der Formalen Regelungen werfen, und solche des Datenmanagers werden topologische Plausibilitätschecks durchführen.

Schlussendlich dürfen die Menschen nicht vergessen werden. Trotz Automatisierungsumfang steht der Mensch am Anfang (als VFR-Originator) und Ende (als Datenendnutzer) der digitalen Datenkette. Die diskutierten *Human Factors* während der gesamten Prozessimplementierung beachtet werden; bspw. wie kann die Dateneingabe für den VFR-Originator intuitiv und komfortabel gestaltet werden, sodass er bereit ist, den neuen Prozess zu verwenden, sich mit ihm identifiziert und ihn mitgestalten möchte.

## 7 Bibliographie

AERONAUTICAL RADIO (2005):

Aeronautical Radio, Inc., November 23, 2005, *ARINC Navigation Systems Data Base Specifications 424-18*, Aeronautical Radio, Inc., Annapolis, MD.

AOPA (2008):

*GPS from the Ground Up*. URL (12.05.11):  
<http://www.aopa.org/asf/publications/sa01.pdf>

BAZL (2011):

BAZL > *Luftfahrtinformationsfreigabestelle LIFS*. URL (12.05.11):  
<http://www.bazl.admin.ch/fachleute/flugsicherung/00327/01629/index.html?lang=de>

BERNARD, L., FITZKE, J., WAGNER, R. M. (Hrsg.) (2005):

*Geodateninfrastruktur – Grundlagen und Anwendungen*. Wichmann, Heidelberg, 2005.

BILL, R. (2010):

*Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. 5. Auflage. Heidelberg: Herbert Wichmann, 2010.

BURGGRAF, D. S. (2006):

*Geographic Markup Language*. Data Science Journal, Volume 5, 19 October 2006.

BARTELME, N. (2005):

*Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen*. Springer, Berlin/Heidelberg, 2005.

C4PD0200E (2011):

Prozess Description *C4.2 Static Data Operation*. Version 10, 2011. Skyguide-Intranet skydoc > AIM > SDO.

C4WI0001E(2011):

Work Instruction *C4.2 Static Data Operation, TAPAS*. Version 1.0, 2011. Skyguide-Intranet.

C4WI0025E (2011):

Work Instruction *C4.2 Static Data Operation, Static Data Coordination (SDC)*. Version 7, 2011. Skyguide-Intranet.

C4WI0026E (2011):

Work Instruction *C4.2 Static Data Operation, Production Unit AIP*. Version 10, 2011. Skyguide-Intranet.

C4WI0027E (2011):

Work Instruction *C4.2 Static Data Operation, Production Unit Charting*. Version 7, 2011. Skyguide-Intranet.

C4WI0028E (2011):

Work Instruction *C4.2 Static Data Operation, Production Unit Data*. Version 9, 2011. Skyguide-Intranet.

EG NR. 549/2004:

*Verordnung (EG) Nr. 549/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 zur Festlegung des Rahmens für die Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums („Rahmenverordnung“)*. Amtsblatt der Europäischen Union 31.3.2004.

EG NR. 550/2004:

*Verordnung (EG) Nr. 550/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 über die Erbringung von Flugsicherungsdiensten im einheitlichen europäischen Luftraum („Flugsicherungsdienste-Verordnung“)*. Amtsblatt der Europäischen Union 31.3.2004.

EG NR. 551/2004:

*Verordnung (EG) Nr. 551/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 über die Ordnung und Nutzung des Luftraums im einheitlichen europäischen Luftraum („Luftraum-Verordnung“)*. Amtsblatt der Europäischen Union 31.3.2004.

EG NR. 552/2004:

*Verordnung (EG) Nr. 552/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 über die Interoperabilität des europäischen Flugverkehrsmanagementnetzes („Interoperabilitäts-Verordnung“)*. Amtsblatt der Europäischen Union 31.3.2004.

EU (2011a):

EUROPA > Die EU im Überblick > abc > Europa in 12 Lektionen > *Lektion 1*  
URL (12.05.11): [http://europa.eu/abc/12lessons/lesson\\_1/index\\_de.htm](http://europa.eu/abc/12lessons/lesson_1/index_de.htm)

EU (2011b):

EUROPA > Die EU im Überblick > *Panorama der Europäischen Union*  
URL (12.05.11): [http://europa.eu/abc/panorama/index\\_de.htm](http://europa.eu/abc/panorama/index_de.htm)

EU (2011c):

EUROPA > Die EU im Überblick > *Europäische Verträge*. URL (12.05.11):  
[http://europa.eu/abc/treaties/index\\_de.htm](http://europa.eu/abc/treaties/index_de.htm)

EU (2011d):

EUROPA > Zusammenfassungen der EU-Gesetzgebung > *Binnenmarkt*.  
URL (12.05.11): [http://europa.eu/legislation\\_summaries/internal\\_market/index\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/index_de.htm)

EU (2011e):

EUROPA > Die EU im Überblick > abc > Europa in 12 Lektionen > *Lektion 4*.  
URL (12.05.11): [http://europa.eu/abc/12lessons/lesson\\_4/index\\_de.htm](http://europa.eu/abc/12lessons/lesson_4/index_de.htm)

EU (2011f):

EUROPA > Summaries of EU legislation > *Transport*. URL (12.05.11):  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/transport/index\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/transport/index_en.htm)

EU (2011g):

European Commission > Trade > Creating opportunities > Bilateral relations >  
*Switzerland*. URL (12.05.11): <http://ec.europa.eu/trade/creating-opportunities/bilateral-relations/countries/switzerland>

EU (2001):

Weissbuch der Europäischen Kommission vom 12. September 2001: „*Die Europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft*“. URL (12.05.11): [http://europa.eu/legislation\\_summaries/transport/bodies\\_objectives/124007\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/transport/bodies_objectives/124007_de.htm)

EU NR. 73/2010:

*Verordnung (EU) Nr. 73/2010 der Kommission vom 26. Januar 2010 zur Festlegung der qualitativen Anforderungen an Luftfahrt Daten und Luftfahrtinformationen für den einheitlichen europäischen Luftraum*. Amtsblatt der Europäischen Union 27.1.2010.

EUROCONTROL (2011a):

EUROCONTROL – *History: 1963-2003*. URL (12.05.11):  
[http://www.eurocontrol.int/corporate/public/standard\\_page/history.html](http://www.eurocontrol.int/corporate/public/standard_page/history.html)

EUROCONTROL (2011b):

EUROCONTROL – *Our Role*. URL (12.05.11):  
<http://www.eurocontrol.int/articles/eurocontrol-role>

EUROCONTROL (2011c):

EUROCONTROL > Corporate > Governance > *Members*. URL (12.05.11):  
<http://www.eurocontrol.int/articles/members>

EUROCONTROL (2011d):

Frequently Asked Questions (FAQ) on EUROCONTROL > *What is ATM?* URL  
(12.05.11): <http://www.eurocontrol.int/faq/corporate>

EUROCONTROL (2011e):

EUROCONTROL – *AIXM Overview*. URL (12.05.11):  
[http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard\\_page/aixm\\_overview.html](http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard_page/aixm_overview.html)

EUROCONTROL (2011f):

EUROCONTROL - *On the road to ATM Information Management*. URL  
(12.05.11): [http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard\\_page/road\\_to\\_im.html](http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard_page/road_to_im.html)

EUROCONTROL (2011g):

EUROCONTROL – *Aeronautical Information Exchange Model (AIXM)*. URL  
(12.05.11): [http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard\\_page/aixm.html](http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard_page/aixm.html)

EUROCAE ED-76 (1998):

*Standard for the processing of aeronautical data*. Oktober 1998.

EUROCAE (2011):

Eurocae > About.

URL (12.05.11): <http://www.eurocae.net/about.html>

FAA (2008) :

*Instrument Flying Handbook*. URL (12.05.11) :  
[http://www.faa.gov/library/manuals/aviation/instrument\\_flying\\_handbook](http://www.faa.gov/library/manuals/aviation/instrument_flying_handbook)

HIGHSCORE (2010):

Highscore – *Der moderne Softwareentwicklungsprozess mit UML*. URL  
(22.03.11): <http://www.highscore.de/uml/>

HUBER, M. (2008):

OGC Modul, Unigis, Lektion 14.

ICAO (2002):

*ICAO Contracting States* (188) (As of 20 June 2002): URL (12.05.11):  
<http://www.icao.int/icao/en/members.htm>

ICAO (2004a): [wwwICAO-Memo]

*Memorandum on ICAO*, 2004. URL (12.05.11):  
<http://www.icao.int/icao/en/pub/memo.pdf>

ICAO (2011):

Convention on International Civil Aviation. URL (12.05.11):  
[http://www.icao.int/icaonet/dcs/7300\\_cons.pdf](http://www.icao.int/icaonet/dcs/7300_cons.pdf)

ICAO-ANHANG 15 (2010):

ICAO Annex 15 to the Chicago Convention – *Aeronautical Information Services*  
(13th Edition, July 2010, incorporating Amendment No 36).

ISO19107 (2003):

International Organisation for Standardisation, ISO 19107:2003 – Geographic information – *Spatial schema* (Edition 1 - 8.5.2003).

ISO19110 (2005):

International Organisation for Standardisation, ISO 19110:2005 – Geographic information – *Methodology for feature cataloguing* (Edition 1 – 01.02.2005).

ISO19115 (2006):

International Organisation for Standardisation, ISO 19115:2003 – Geographic information – *Metadata* (korrigierte Edition 5.7.2006).

ISO19118 (2006):

International Organisation for Standardisation, ISO 19118:2005 – Geographic information – *Encoding* (Edition 1 – 17.3.2006).

ISO19119 (2001):

International Organisation for Standardisation, ISO 19119:2002 – Geographic information – *Services* (Edition 1 –2001).

ISO19136 (2007):

International Organisation for Standardisation, ISO 19136:2007 – Geographic information - *Geography Markup Language (GML)* (Edition 1 - 23.8.2007).

OGC (2011):

OGC > *Aviation DWG*. URL (12.05.11):  
<http://www.opengeospatial.org/projects/groups/aviationdwg>

OGC (2001):

OGC > *Abstract Specifications*. URL (12.05.11):  
<http://www.opengeospatial.org/standards/as>

PERCIVALL, G. (2002):

*ISO 19119 and OGC Service Architecture*. FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA, April 19-26 2002.

ORCHESTRA (2008):

*ORCHESTRA - an open service architecture for risk management*. ORCHESTRA Consortium (Hrsg.) 2008.

SCHILCHER, M., DONAUBAUER, A., FICHTINGER, A., KUTZNER, T. (2009):

*Semantische Modelltransformation im Kontext von INSPIRE*. In e-geo.ch Newsletter April 2009. Schwerpunkt Semantische Interoperabilität.

SCHIEFELE, J., LUGSCH, B., LAUNER, M., BACA, D. (2003):

*World-wide Precision Airport Mapping Databases for Aviation Applications*. Ryerson University Library.

SKY-MAP (2011):

*Aviation Moving-Map Navigationssystem*. URL (12.05.11): <http://www.sky-map.de>

STAUB, P. (2009):

*Über das Potenzial und die Grenzen der semantischen Interoperabilität von Geodaten*. Dissertationsarbeit, ETH Zürich.